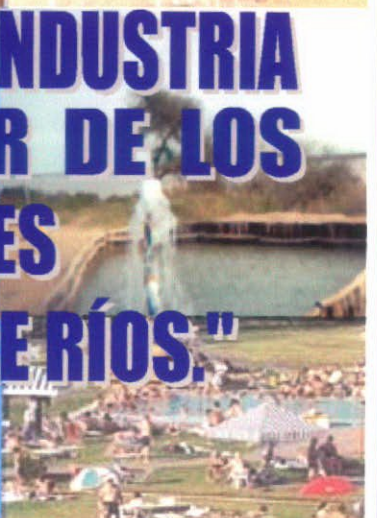
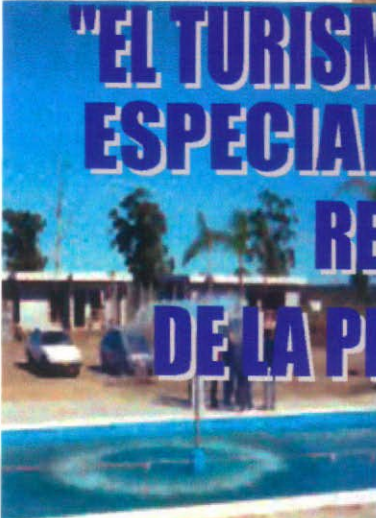




# ESTUDIO:

## "EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS RECURSOS TERMALES DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS."



# INFORME FINAL

# III ETAPA



República de la Argentina

ENERO 2002

***Agradecimientos:***  
***En primer lugar al Consejo Federal de Inversiones y***  
***A la Subsecretaría de Turismo de la provincia***  
***Por el interés de realizar el presente estudio.***  
***A la Subsecretaría de Recursos Hídricos,***  
***Medio Ambiente y Minería por su***  
***Cooperación y ayuda.***  
***A todos los colegas amigos***  
***De la República Argentina***  
***Muchas Gracias.***



## AVAL CIENTÍFICO-TÉCNICO

### Por cuanto:

El Centro Nacional de Termalismo Víctor Santamarina (CENTERVISA) Unidad Presupuestada del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba que propicia el desarrollo científico- técnico del Termalismo y rectora técnica y metodológicamente la Actividad Termal en este país, según la Resolución No. 112/95 del Ministerio de Economía y planificación.


### Por cuanto:

Especialistas de CENTERVISA, con experiencia de más de 10 años en Evaluación y Caracterización de Recursos Naturales Termales, que integran la Secretaría Científica con carácter Permanente de la Federación Latinoamericana de Termalismo (FLT), la cual se creó en 1999 según consta en el Acta No. 01 confeccionada durante la Reunión Ordinaria de la FLT efectuada en Enero /1999 en D.F., México y, presidida por decisión unánime por el Doctor en Ciencias, Hidrogeólogo Juan Romero Sánchez. con la experiencia y reconocimiento científico avalado por trabajos realizados en otros países de la región latinoamericana.

### Avalamos:

Los informes técnicos correspondientes a las instalaciones termales de las localidades Federación, Concordia, Colón, Villa Elisa, Chajarí y la fuente de La Paz en la provincia de Entre Ríos, República de Argentina, confeccionados por los profesionales actuantes, así como, las propuestas del producto termal a partir de la calidad y propiedades de los recursos termales estudiados y caracterizados.

Y para que así conste firma el presente a los 11 días del mes de octubre del año 2001;

  
Dr. Abelardo Ramírez Márquez.  
Presidente FLT  
Vicepresidente OMTh

  
Dr. Alejandro Cima Pérez  
Director  
CENTERVISA



## AVAL CIENTÍFICO-TÉCNICO

### Por cuanto:

El Centro Nacional de Termalismo Víctor Santamarina (CENTERVISA) Unidad Presupuestada del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba que propicia el desarrollo científico- técnico del Termalismo y rectora técnica y metodológicamente la Actividad Termal en este país, según la Resolución No. 112/95 del Ministerio de Economía y planificación.

### Por cuanto:

Especialistas de CENTERVISA que integran la Secretaría Científica con carácter Permanente de la Federación Latinoamericana de Termalismo (FLT), la cual se creó en 1999 según consta en el Acta No. 01 confeccionada durante la Reunión Ordinaria de la FLT efectuada en Enero /1999, preparatoria para el Primer Congreso Latinoamericano de Turismo y Salud, en D.F., México.

### Por cuanto:

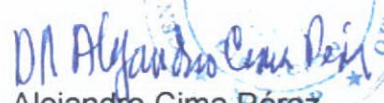
Dichos especialistas con más de 15 años en la actividad geológica y termal, en el país y de reconocido prestigio científico avalado por numerosos trabajos en diferentes países del área.

### Avalamos:

Las determinaciones y análisis realizados por especialistas cubanos de CENTERVISA referentes a Microalgas en las aguas y Radioelementos ( Rn-222 y Ra-226).

Y para que así conste firma el presente a los 11 días del mes de octubre del año 2001;

  
Dr. Abelardo Ramírez Márquez.  
Presidente FLT  
Vicepresidente OMTh

  
Dr. Alejandro Cima Pérez  
Director  
CENTERVISA

# **COMPENDIO DEL ESTUDIO:**

**“EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES DE LA PROVINCIA  
DE ENTRE RÍOS.”**



**Enero 2002**

## **COMPENDIO SOBRE EL CONTENIDO ESENCIAL DEL ESTUDIO.**

El presente estudio denominado “El Turismo, la Salud y la Industria Especializada a partir de los recursos termales de la provincia de Entre Ríos” contaron con la dirección ejecutiva del Doctor en Ciencias Ingeniero Hidrogeólogo Juan Romero Sánchez, especialista del Centro Nacional de Termalismo “Víctor Santamarina” (CENTERVISA) del Ministerio de Salud de la República de Cuba y presidente de la Secretaria Científica Permanente de la Federación Latinoamericana de Termalismo (FLT) y la participación de los Maestros en Ciencias, Ingeniera Geóloga Ana María Moreno Cao e Ingeniero Geofísico Pablo de Jesús Cervantes González, ambos pertenecientes a CENTERVISA.

También participaron en este estudio especialistas del mismo centro en el campo de la Biología, así como médicos y técnicos de instalaciones termales cubanas con experiencia en la aplicación de recursos naturales termales.

Como se conoce, los recursos naturales termales se están empleando para diversos usos en la gran mayoría de los países desarrollados de Europa, Japón y otros, debido a que reportan beneficios económicos y sociales a las zonas donde se encuentran y se explotan. Uno de los usos más importantes es en la Hidrología Médica (Termas ó Centros Termales), y en la elevación del Bienestar y Calidad de la vida (Centros Spa, Wellness Center, Centros de recreación, etc.), así como, para materia prima en la elaboración de productos cosméticos, dermocosméticos y parafarmacéuticos, y en el envasado industrial de agua mineral natural de excelente calidad.

Se conoce, además, que para poder determinar la diversidad de los usos de estos recursos naturales termales, se requiere de una evaluación lo más integral posible de sus propiedades, tales como:

- Las determinaciones físico-químicas in situ;
- Las determinaciones de elementos mayoritarios y minoritarios ó trazas;
- Las determinaciones de los elementos no ionizados (sílice);
- Los elementos contaminantes;
- La determinación in situ de Radón 222 y Radio 226 en las aguas y;
- Las microalgas presentes en las aguas.

Esta evaluación y estudio se realizó mediante informes técnicos elaborados por los profesionales actuantes para cada una de las localidades objeto de estudio y avalados por la FLT y CENTERVISA, respectivamente.

Los objetivos del presente estudio fueron:

El análisis y la evaluación de las diferentes localidades objeto de estudio desde el punto de vista de los tipos de recursos existentes, sus calidades, sus posibles usos y la determinación de las posibilidades de desarrollo de cada lugar a partir de:

- Las características específicas de cada lugar y los recursos.
- Potencialidad de los recursos naturales termales.
- Infraestructura existente.

El estudio contó con tres (3) etapas de ejecución, en cada una de las cuáles se elaboraron los correspondientes informes, entregados de acuerdo al cronograma de ejecución contratado.

Las seis (6) Termas y fuentes termales estudiadas y caracterizadas en la provincia de Entre Ríos, corresponden a las localidades de Federación, Concordia, Colón, Villa Elisa, Chajarí y La Paz, donde sus resultados y conclusiones principales se exponen a continuación:

1. Las “aguas termales” con sus características y propiedades, -según los esquemas geólogo-hidrogeológicos vigentes-, están asociados a las secciones acuíferas inter e infrabasálticas del territorio de estudio.
2. Las captaciones del “agua termal” según la bibliografía consultada se realizaron con el criterio de búsqueda de un horizonte termal de aguas con temperaturas superiores a 45°C y con elevados caudales. No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos por los profesionales actuantes, estas fuentes poseen propiedades benéficas que permiten su empleo en el Turismo, el Turismo-Salud y la Industria especializada.
3. Se constató, que a excepción del horizonte acuífero productivo en la Terma “Vertiente de la Concordia” de composición bien definida, -Bicarbonata-Sódica-, con abundantes concentraciones de microalgas, en el resto de las fuentes termales no se realizó un adecuado aislamiento entre las secciones inter. e infrabasálticas, ambas productoras de “aguas termales”, lo cual provoca, entre otros, una mezcla de acuíferos, y una variación de sus propiedades benéficas. Actualmente, son las aguas que se emplean en las diferentes instalaciones y en algunos casos presentan una composición fisico-química compleja que no es estable.



4. Se establecieron tres (3) tipos de recursos naturales termales diferentes, para diversos usos, que a saber son:

- ❖ Las aguas minerales naturales para envasar en instalaciones industriales;
- ❖ Las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos, para baños en bañeras, piletas y otras técnicas hidrotermales, para ingestión, en usos turísticos-recreativos, en balneocosmética, y para la elaboración de productos cosméticos y;
- ❖ Las microalgas asociadas a las aguas para la terapéutica y la elaboración de productos.

5. Se realizó el estudio de estos recursos, determinándose que los mismos se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- a). El primer tipo, -aguas minerales naturales- fueron detectadas y evaluadas en los Complejos Termales de Federación, Concordia y Chajarí, y también el pozo ubicado en el Parque Nacional “El Palmar”..
- b). Las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos, están presentes en las seis (6) fuentes termales objeto de estudio.
- c). Mientras que, las microalgas asociadas a los ecosistemas termales fueron encontradas y estudiadas en las fuentes de las

instalaciones de Concordia (con gran abundancia), Federación y Chajari.

6. Desde el punto de vista de los valores de la Mineralización Total y sus usos, se detectaron tres (3) grupos de aguas:

- ❖ De baja mineralización, ( $M < 1.0 \text{ g/L}$ ), en Federación, Concordia, Colón y Chajari.
- ❖ De Alta mineralización, ( $M$  entre 5 y 35 g/L) en Villa Elisa.
- ❖ Salmueras ó fuertemente mineralizadas, ( $M$  entre 35 y 150 g/L), en la Paz.

Todo lo cual demuestra la potencialidad de los recursos hidrominerales de la provincia de Entre Ríos.

7. Se diferenciaron, a partir de los estudios realizados en las seis (6) localidades objeto de estudio, 7 grupos balneológicos ó con factores mineralizantes especiales, de acuerdo la clasificación del Centro de Investigaciones de Medicina Restaurativa y Termalismo de Rusia, anteriormente denominado Instituto Central de Balneología, los cuales son:

- 1- Aguas Radiactivas-Radónicas.
- 2- Aguas Cloruradas
- 3- Aguas Sulfatadas
- 4- Aguas Cállicas.
- 5- Aguas Magnesianas.
- 6- Aguas silíceas

## 7- Aguas Estróncicas

Destacándose que la mayoría de éstos grupos ó factores mineralizantes especiales, según el Código Alimentario Español son característicos de las fuentes con valores de mineralización total superiores a 1 g/L como es el caso de Villa Elisa y La Paz. Esto también es una prueba fehaciente de que la provincia de Entre Ríos, se puede catalogar como una provincia termal de la República de Argentina.

8. Se detectó la presencia de concentraciones superiores a los 1.82 nCi/L de Radón 222 y Radio 226, en las fuentes de Federación, Concordia, Chajarí y Colón, clasificándose éstas aguas como Aguas Radiactivas-Radónicas muy empleadas en la Hidrología Médica, para diversos servicios y tratamientos de balneoterapéuticos.
9. Las dosis de radiactividad calculadas no constituyen ningún tipo riesgo para la salud de los turistas, ni para el personal permanente activo de las termas, ya que se encuentran en valores inferiores a lo permisible por las exigencias internacionales.
10. El manejo del recurso agua mineral en cada instalación se realiza sin el cuidado y protección del horizonte acuífero establecido en las normativas internacionales, debido a que el uso actual más empleado es recreativo y turístico mediante la construcción de varias piletas en cada instalación. Debe destacarse que, de acuerdo a la experiencia internacional, este recurso mineral por regla general no se emplea de esta forma, sino en la forma de piletas más pequeñas de capacidad

máxima de 8 ó 10 personas, donde además de ahorrar y controlar el recurso mineral, se realizan un conjunto de servicios y tratamientos con el empleo de la terapia con aguas minerales de gran utilidad para la prevención, profilaxis y alivio de dolencias en combinación con otros recursos naturales termales, percibiendo con ello mayores ganancias económicas y una mejor calidad de vida para la población y los turistas.

11. Se constató, que en todos los casos existe interés de desarrollar, -a partir de la calidad del recurso agua mineral y las microalgas asociadas-, el producto Turismo-Salud, pero en algunos lugares, de acuerdo a lo existente, será necesario desarrollar nuevas y modestas infraestructuras para estos fines.
12. Los horizontes acuíferos con altos valores de salinidad ( $M > 2.0 \text{ g/L}$ ) constituyen un índice de búsqueda de aguas minerales para uso Balneoterapéutico. Esto no hace que las aguas de menor salinidad no puedan ser empleadas en la Balneoterapia, por el contrario existen en el mundo aguas con estas características que se utilizan con gran demanda, debido a los factores mineralizantes que contienen, por ejemplo, el Radón 222, las microalgas, etc.
13. Acorde a las características y propiedades de cada Terma, se realizó con el empleo de los diferentes tipos de recursos naturales termales existentes, una propuesta de servicios y tratamientos que comprenden:
  - a). Programas Generales dirigidos básicamente a la Elevación de la Calidad de Vida y el Bienestar y;

- b). Programas Especiales Terapéuticos para el Turismo Salud, es decir la prevención y el alivio de diferentes tipos de afecciones.
14. Se recomienda la creación de un Nuevo Producto Termal, combinando la Terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia, y la Rehabilitación Termal.
15. Se recomienda inicialmente la construcción de un pequeño, modular y funcional centro del tipo Termal-Spa para implantar el nuevo producto termal propuesto, unido al entorno y a los atractivos turísticos y culturales de cada localidad.
16. Se constató que en la Terma de Colón, el agua de la instalación, previo a su uso, se calienta en una caldera a una temperatura de 38 °C, y que también, en periodos de alta turística a las piletas se le adicionan Cloro, para evitar la contaminación bacteriana del agua en las mismas. Para los servicios de Turismo-Salud este último procedimiento deberá realizarse de otra manera, en las piletas seleccionadas.
17. Se constató que en las Termas de Federación, Concordia y Villa Elisa, en verano fundamentalmente se adicionan volúmenes de agua fría de pozos, con vista disminuir la temperatura del agua en las piletas, y por otro lado, para aumentar los caudales de entrega a las piletas. Esto trae como consecuencia, mezclas de agua con diferentes calidades que pueden influir negativamente en los nuevos programas de servicios y tratamientos propuestos, de no tomarse las medidas apropiadas.

18. Las aguas de los pozos de la Terma “Vertiente de la Concordia”, Federación y Chajarí, constituyen fuentes muy importantes de recursos explotables por la abundancia de microalgas, siendo la especie dominante la *Lyngbya Vacuolifera*.
19. Se recomienda establecer un circuito termal entre las Termas de Colón y Villa Elisa, con un Programa de Multidestino Termal para potenciar los recursos naturales termales existentes en ambas localidades turísticas y con ello captar un mayor mercado.
20. Las aguas radiactivas radónicas de las fuentes de Federación, Concordia, Colón y Chajarí, en caso de ser necesario, pueden ser trasladadas a distancias técnica y económicamente factibles, sin perder sus propiedades benéficas. Ello es posible, debido a la presencia del Radio 226 en éstas aguas.
21. Las aguas de las fuentes termales de Federación, Concordia y Chajarí, así como, las del pozo “El Palmar”, previo estudios complementarios, pueden y deben ser tenidas en cuenta, para el envasado industrial, como aguas minerales naturales de muy buena calidad, con una producción mínima anual de 30 millones de litros.
22. Será necesario, en futuros trabajos de perforación termal en la provincia, utilizar como criterio, la búsqueda de horizontes acuíferos productivos cuyas características sean similares a los de las localidades de Villa Elisa y La Paz, que aunque sus caudales no son tan “significativos”, sus calidades terapéuticas son excelentes, permitiendo emplear estas aguas mineromedicinales en una gama mayor de servicios y tratamientos de Turismo-Salud y para actividades de Rehabilitación.

23. Se recomienda incorporar en todas las instalaciones otros recursos naturales termales que existen en el país como son: los lodos mineromedicinales sulfurados caracterizados en la provincia de Santiago del Estero y las macroalgas de la región sur, con vista a complementar los servicios y tratamientos de las instalaciones.
24. De acuerdo a las posibilidades de traslado de la fuente termal del Complejo Federación, sin afectar sus propiedades benéficas, se recomienda que con el debido control, esta agua se traslade por tubería a hoteles de 3 ó 4 estrellas de la localidad con vista a la construcción de Centros Spas en ellos, brindando de esta manera un mayor y mejor servicio, y en definitiva elevando el prestigio de la ciudad, con la atracción paulatina de un turismo de mayores ingresos.

Adicionalmente, se dictaminó que un grupo de 16 a 42 pozos con aguas salobres y saladas del Informe “Estudios de Aguas Subterráneas”, Santi M. E. y otros, 2000, deben ser objeto de un estudio complementario para evaluar sus posibles usos en el Turismo-Salud, en la elaboración de productos y en el envasado industrial y otros.

Finalmente los autores, agradecen a las autoridades provinciales y municipales que hicieron posible la ejecución del presente estudio y la oportunidad científico-técnica brindada con relación al conocimiento por nosotros adquirido durante estos meses de trabajo.

**ESTUDIO:**

**“EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES DE LA PROVINCIA  
DE ENTRE RÍOS”**

**INFORME FINAL**

**PROVINCIA: Entre Ríos**

**No. EXPEDIENTE CFI - 4896**

**III ETAPA**

**Experto: Dr. Ing. Juan Romero Sánchez**

**Colaboradores: MSc. Ing. Ana María Moreno Cao  
MSc. Ing. Pablo de Jesús Cervantes González.**

**ENERO 2002**



## CONTENIDO

Páginas

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>GLOSARIO DE TERMINOS RELACIONADOS CON EL TERMALISMO</b>	<b>13</b>
<b>I.- RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.</b>	<b>17</b>
<b>I.1.- Comentarios generales sobre la información disponible.</b>	<b>18</b>
<b>I.2.- Aspectos sobre la geología, hidrogeología y geofísica de la región.</b>	<b>24</b>
<b>I.2.1.- Características de las perforaciones de aguas termales en las localidades estudiadas.</b>	<b>28</b>
<b>I.2.2.- Sobre los trabajos geofísicos realizados.</b>	<b>33</b>
<b>I.2.3.- Algunos aspectos generales y específicos de la información consultada.</b>	<b>36</b>
<b>I.3.- Comentarios finales elaborados con la información disponible.</b>	<b>45</b>
<b>II.- TRABAJOS DE RELEVAMIENTO EN CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS. DE ESTUDIO.</b>	<b>52</b>
<b>II.1.- Metodología general de los trabajos.</b>	<b>52</b>
<b>II.2.- Usos actuales de cada instalación.</b>	<b>59</b>
<b>III.- ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.</b>	<b>66</b>
<b>III.1.- Caracterización físico-química de las aguas. Procedimientos analíticos empleados.</b>	<b>67</b>
<b>III.2.- Descripción de algunos parámetros físico-químicos de las aguas minerales.</b>	<b>71</b>
<b>IV.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE CON LA PARTICIPACIÓN DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO DE ESPECIALISTAS.</b>	<b>80</b>
<b>IV.1.- Consideraciones generales sobre los horizontes acuíferos de la sección suprabasáltica.</b>	<b>81</b>
<b>IV.2.- Consideraciones finales sobre los horizontes acuíferos de la sección suprabasáltica.</b>	<b>87</b>
<b>IV.3.- Análisis y comentarios de los parámetros físico-químicos en cada localidad objeto de estudio.</b>	<b>92</b>
<b>V.- OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS PARA CADA AREA EVALUADA.</b>	<b>122</b>
<b>V.1.- Sobre las determinaciones in situ de Radón 222 y Radio 226.</b>	<b>122</b>
<b>V.1.1.- Características específicas de la radiactividad en cada localidad.</b>	<b>131</b>
<b>V.2.- Microalgas en las fuentes termales estudiadas.</b>	<b>138</b>
<b>V.2.1.- Resultados alcanzados de las determinaciones de microalgas.</b>	<b>140</b>
<b>V.3.- Comportamiento de la calidad sanitaria de las aguas minerales en las localidades objeto de estudio.</b>	<b>143</b>
<b>VI.- INTERPRETACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS. POSIBLES USOS DE LOS RECURSOS. USOS DE LOS RECURSOS NATURALES DETECTADOS.</b>	<b>151</b>
<b>6.1.- Informe Técnico del Complejo Termal de Federación.</b>	<b>159</b>
<b>6.2.- Informe Técnico de la Terma Vertiente de la Concordia.</b>	<b>188</b>
<b>6.3.- Informe Técnico de la Terma de Colón.</b>	<b>216</b>
<b>6.4.- Informe Técnico del Complejo Termal de Villa Elisa.</b>	<b>237</b>
<b>6.5.- Informe Técnico del Complejo Termal de Chajarí.</b>	<b>262</b>
<b>6.6.- Informe Técnico de los recursos naturales termales de La Paz.</b>	<b>285</b>
<b>CONCLUSIONES FINALES.</b>	<b>303</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.</b>	<b>306</b>



## **RELACIÓN DE FIGURAS EN EL DOCUMENTO.**

	<b>Páginas</b>
Figura No. 1- Esquema de ubicación de los pozos termales de la Provincia.	Entre 9 y 10
Figura No. 2. Provincia de Entre Ríos. Departamentos objeto de estudio.	Entre 19 y 20
Figura No. 3. Esquema de extensión de las unidades mesozoicas en la Cuenca.	Entre 24 y 25
Figura No. 4. Corte del pozo termal de la localidad de Federación.	Entre 28 y 29
Figura No. 5. Corte del pozo termal de la localidad de Concordia.	Entre 29 y 30
Figura No. 6. Corte del pozo termal de la localidad de Colón.	Entre 30 y 31
Figura No. 7. Corte del pozo termal de la localidad de Villa Elisa.	Entre 31 y 32
Figura No. 8. Corte del pozo termal de la localidad de Chajarí.	Entre 32 y 33
Figura No. 9. Corte del pozo termal de la localidad de Gualeguaychú.	Entre 33 y 34
Figura No. 10. Corte del pozo termal de la localidad de Concepción del Uruguay.	Entre 50 y 51
Figura No. 11. Perfil geólogo-hidrogeológico esquemático, Este-Oeste.	Entre 27 y 28
Figura No.12 Corte geólogo-geofísico esquemático elaborado sobre la interpretación de los trabajos geofísicos disponibles.	Entre 50 y 51
Figura No. 13. Diagrama de LINDAL	Entre 52 y 53
Figura No.14.Ubicación del pozo termal de Federación.	Entre 59 y 60
Figura No.15.Ubicación del pozo termal de Concordia.	Entre 61 y 62
Figura No.16.Ubicación del pozo termal de Colón.	Entre 62 y 63
Figura No.17.Ubicación del pozo termal de Villa Elisa.	Entre 63 y 64
Figura No.18.Ubicación del pozo termal de Chajarí.	Entre 64 y 65
Figura No.19.Ubicación del pozo termal de La Paz.	Entre 65 y 66

## RELACIÓN DE TABLAS.

**Tabla No.1.-** Tipos de cortes resistivos.

**Tabla No.2. -** Cantidad total de muestras colectadas con vista a realizar diferentes estudios en cada localidad. Análisis Físico-Químicos Completos

**Tabla No.3.-** Procedimientos analíticos empleados de acuerdo a las exigencias de las normativas cubanas e internacionales.

**Tabla No.4.-** Resultados de las observaciones y mediciones realizadas.

**Tabla No. 5. -** Resultados de parámetros físico - químicos de los pozos con posibles usos en el Turismo, la salud, el envasado industrial y la cosmética.

**Tabla No.6. -** Contenidos anómalos de potasio y flúor en las aguas.

**Tabla No. 7. -** Determinaciones in situ en la fuente termal de Federación  
En diferentes épocas.

**Tabla No. 8. -** Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en los meses de Octubre/2000 y Julio/2001 por los profesionales actuantes.

**Tabla No. 9. -** Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo Federación-1 en el año 1994

**Tabla No.10. –** Otros resultados de las concentraciones iónicas en meq/L. (Tomado del libro “Acuíferos Regionales en América Latina. Acuífero Guaraní. Montañó J y otros, 1998)

**Tabla No.11.-** Resultados de los Análisis Físico- Químicos de las aguas minerales en el pozo Federación –1 en Octubre del año 2000. La Habana, Cuba.

**Tabla No.12. -** Determinaciones in situ en la fuente termal Concordia- 1 en diferentes épocas.

**Tabla No.13.-** Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en las piletas en Octubre/2000 y Julio/2001 por los profesionales actuantes.

**Tabla No.14.-** Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo Concordia-1 en diferentes laboratorios durante varios periodos.

**Tabla No.15.-** Resultados de los Análisis Físico- Químicos de las aguas minerales en el pozo Concordia –1 en Octubre del año 2000. La Habana, Cuba

*Continuación.*

**Tabla No.16.** - Determinaciones in situ en la fuente termal Colón-1 en diferentes épocas.

**Tabla No.17.-** Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en las piletas en Agosto/2001 por los profesionales actuantes.

**Tabla No.18.** - Análisis fisico-químico realizado a las aguas termales del pozo Colón-1 en diferentes laboratorios durante varios períodos.

**Tabla No.19.-** Resultados de la composición física-química, en miliequivalentes/Litros (meq/L)

**Tabla No.20.-** Determinaciones in situ en la fuente termal en diferentes épocas.

**Tabla No.21.-** Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en las piletas en Agosto/2001 por los profesionales actuantes.

**Tabla No.22.-** Análisis fisico-químicos realizados a las aguas termales del pozo Villa Elisa-1 en diferentes laboratorios durante varios períodos.

**Tabla No.23.-** Determinaciones in situ en la fuente termal en diferentes épocas.

**Tabla No.24.-** Análisis fisico-químico realizado a las aguas termales del pozo Chajarí-1 en el Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN) el 6 de Octubre del 2000.

**Tabla No.25.--** Determinaciones in situ en la fuente termal.

**Tabla No.26.--** Análisis fisico-químico realizado a las aguas termales del pozo La Paz-1 en diferentes períodos del año 2000.

**Tabla No.27.** - Datos del muestreo de campo. Provincia Entre Ríos.

Tabla No. 28- Concentración de Radón-222 y Radio-226. Terma Chajarí. Entre Ríos.

**Tabla No.29.** - Concentración de Radón-222 y Radio-226. Federación. Entre Ríos.

**Tabla No.30.** - Concentración de Radón-222 y Radio-226. Concordia. Entre Ríos.

**Tabla No.31.** - Concentración de Radón-222 y Radio-226. Terma de Colón.

**Tabla No.32.** - Concentración de Radón-222 y Radio-226. Complejo Termal de Villa Elisa. Entre Ríos.

**Tabla No.33.** - Concentración de Radón-222 y Radio-226. La Paz.

*Continuación.*

**Tabla No.34.-** Concentración de microalgas (cel.L<sup>-1</sup>) en las aguas de los pozos termales estudiados (Agosto/01)

**Tabla No.35.-** Especie dominante en cada fuente termal investigada.

**Tabla No.36.-** Concentración de microalgas (cel/L) en Concordia y Federación en los dos muestreos realizados.

**Tabla No.37 -** Resultados de los parámetros bacteriológicos en las fuentes termales.

**Tabla No.38.-** Relación de muestras para Análisis Físico-Químico Completo en el laboratorio.

**Tabla No.39.-** Estaciones de muestreo en cada localidad para la determinación de sulfuros (S<sup>2-</sup> y SH).

**Tabla No. 40 -** Tabla comparativa con los parámetros internacionales.

**Tabla No.41.–** Dosis Equivalente Efectiva. Federación. Entre Ríos.

**Tabla No.42.-** -Programas elaborados a partir de los recursos naturales termales disponibles para Federación.

**Tabla No. 46. –** Resultados de la comparación con las normativas internacionales de aguas minerales naturales

**Tabla No.43.–** Comparación entre los valores permisibles de los elementos químicos establecidos por las normativas internacionales y los resultados alcanzados a partir de los análisis físico-químicos completos en las muestras de aguas minerales de Concordia.

**Tabla No. 44. -** Dosis Equivalente Efectiva. Concordia. Entre Ríos.

**Tabla No.45. -** Programas elaborados a partir de los recursos naturales termales disponibles para Concordia.

**Tabla No. 46. –** Resultados de la comparación con las normativas internacionales de aguas minerales naturales

**Tabla No. 47. -** Tabla comparativa con los parámetros internacionales.

**Tabla No.48. -** Programas elaborados a partir de los recursos naturales termales disponibles.

## **RELACIÓN DE ANEXOS TEXTUALES.**

**Anexo Textual 1:** Protocolo de los resultados de las determinaciones de parámetros físico-químicos de la localidad de Federación.

**Anexo Textual 2:** Protocolo de los resultados de las determinaciones de parámetros físico-químicos de la localidad de Concordia.

**Anexo Textual 3:** Protocolo de los resultados de las determinaciones de parámetros físico-químicos de la localidad de Colón.

**Anexo Textual 4:** Protocolo de los resultados de las determinaciones de parámetros físico-químicos de la localidad de Villa Elisa.

**Anexo Textual 5:** Protocolo de los resultados de las determinaciones de parámetros físico-químicos de la localidad de Chajarí.

**Anexo Textual 6:** Protocolo de los resultados de las determinaciones de parámetros físico-químicos de la localidad de La Paz.

## **RELACIÓN DE ANEXOS COMPLEMENTARIOS (En Documentos Aparte)**

1. Primer Informe Parcial, Agosto 2001 (Etapa I)
2. Segundo Informe Parcial, Septiembre 2001 (Etapa II)

## **INTRODUCCIÓN.**

Por interés de la Subsecretaría de Turismo de la provincia de Entre Ríos, representada por el Dr. Víctor Montiel en su condición de Subsecretario, se presentó una solicitud de proyecto CFI en el mes de abril del año 2001, la cual, de acuerdo a lo establecido, fue aprobada por el Gobernador de la provincia, Dr. Sergio Alberto Montiel y entregada a la consideración y análisis de los expertos del CFI a finales de ese mismo mes, realizándose con fecha 13 de julio del año 2001 la firma del Contrato de Obra correspondiente al número de expediente 4896 por el Ing. Juan José Ciáccera, Secretario General del Consejo Federal de Inversiones, lo que permitió el comienzo de la ejecución de los trabajos por el experto y sus colaboradores a partir del 20 de julio del año 2001.

El presente documento responde al Informe Final del Contrato CFI Expediente No 4896 titulado “El Turismo, la Salud y la Industria Especializada a partir de los recursos termales de la provincia de Entre Ríos”, con la dirección ejecutiva del experto Doctor en Ciencias Ingeniero Hidrogeólogo Juan Romero Sánchez y la colaboración de los Maestros en Ciencias en Hidrogeoquímica y Geofísica, Ingenieros Ana María Moreno Cao y Pablo de Jesús Cervantes González, respectivamente.

En la provincia de Entre Ríos y, en particular en las seis (6) localidades objeto de estudio, se determinó la existencia de tres (3) tipos de recursos naturales termales diferentes:

**Tipo 1º Aguas minerales naturales en los complejos termales de Federación, Concordia y Chajarí;**

**Tipo 2º Aguas mineromedicinales y;**



**Tipo 3° Microalgas asociadas a las aguas de los ecosistemas termales de las termas de Vertiente de la Concordia, Federación y Chajarí.**

Estos tipos de recursos naturales termales, se están empleando para diversos usos en la gran mayoría de los países desarrollados de Europa, Japón y otros, debido a que reportan beneficios económicos y sociales a las zonas donde se encuentran y se explotan. Uno de los usos más importantes es en la Hidrología Médica (Termas ó Centros Termales), y en la elevación del Bienestar y Calidad de la vida (Centros Spa, Wellness Center, Centros de Recreación, etc.), así como, para materia prima en la elaboración de productos cosméticos, dermocosméticos y parafarmacéuticos, y en el envasado industrial de agua mineral natural de excelente calidad.

Se conoce que para poder precisar la diversidad de los usos de estos recursos naturales termales, se requiere de una evaluación lo más integral posible de sus propiedades, tales como las siguientes determinaciones de:

- Parámetros físico-químicos in situ;
- Sustancias ionizadas (elementos mayoritarios y minoritarios ó trazas);
- Elementos no ionizados;
- Otros parámetros auxiliares como: Alcalinidad, Total de Sólidos, Mineralización, entre otros;
- Elementos contaminantes (CN<sup>-</sup> y NO<sub>2</sub><sup>-</sup>);
- Los sulfuros;
- Radón 222 y Radio 226 en las aguas y;
- Las microalgas presentes en las aguas.

Esta evaluación y estudio se realiza mediante informes técnicos, y es la que se conoce como: “Caracterización de los Recursos Naturales Termales”, producto de la cual se definirá y argumentará en el presente documento, para cada una de las localidades objeto de estudio en la Provincia de Entre Ríos, sus usos en el turismo, la salud y en la industria especializada (aguas envasadas y cosméticos).

En este informe se dará cumplimiento a las ocho tareas correspondientes al Cronograma de ejecución aprobado, relacionadas con:

- ❖ La recopilación de la información disponible;
- ❖ Los trabajos de relevamiento en cada localidad objeto de estudio;
- ❖ La entrega de muestras al laboratorio para la determinación de parámetros físico-químicos;
- ❖ El análisis de la información disponible con un equipo multidisciplinario de especialistas;
- ❖ La obtención de los resultados en el laboratorio para cada área evaluada;
- ❖ La interpretación de los resultados alcanzados en el laboratorio;
- ❖ La certificación y/o acreditación de los resultados del laboratorio especializado del Ministerio de la Industria Básica y;
- ❖ Los posibles usos para El Turismo, El Turismo-Salud, la Cosmética y el Envasado de Agua;

Todas realizadas en tres etapas de trabajo y contempladas, parte de ellas, en los Informes Parciales I y II aprobados por el Consejo Federal de Inversiones de la República de Argentina. El tiempo de ejecución del estudio fue de tres (3) meses.

Por tanto, en este Informe Final quedará integrado para cada localidad objeto de estudio un Informe Técnico elaborado, con las principales conclusiones, consideraciones y los resultados más significativos expresados, parte de ellos, incluidos anteriormente en los informes parciales entregados, correspondientes al presente estudio.

Igualmente, en cada uno de estos seis (6) Informes Técnicos se definirá y se recomendará implementar, un **Nuevo Producto Termal como una modalidad del Turismo-Salud** a partir de los recursos y propiedades con que cuentan las diferentes instalaciones termales.

Todo ello, integrado a la experiencia, al conocimiento y los usos que sobre los recursos naturales termales existen en Europa, harán posible el cumplimiento con la calidad científica-técnica requerida del presente estudio.

Estos Informes Técnicos en cada localidad estudiada, están avalados por la Secretaria Científica Permanente de la Federación Latinoamericana de Termalismo y el Centro Nacional de Termalismo “Víctor Santamarina” del Ministerio de Salud de la República de Cuba.

También se recomendarán cuáles serán los usos más idóneos para el mercado local, provincial, nacional y posteriormente internacional, que a saber son:

- Instalaciones turístico-recreativas;
- Para el turismo-salud;
- Para la balneocosmética y/o la elaboración de productos cosméticos;
- Para el envasado de aguas minerales y;
- Para usos combinados, que siempre serían la mejor opción.

Como parte del equipo multidisciplinario que realizó este trabajo, además de los profesionales actuantes, colaboraron: el Doctor en Ciencias Médicas, especialista en microbiología de las aguas minerales, José Soto Cantero y la MSc. Licenciada en Biología, especialista en microalgas en ecosistemas termales, Genoveva Popowski Casañ, el especialista en Medicina Física y Rehabilitación Doctor. Julio Mirabal Ortiz y la Técnica Rehabilitadora Belkis Alba Hernández con más de 10 años de experiencia en la aplicación de recursos naturales termales en el Centro Termal San José del Lago y en el Hospital de Rehabilitación Provincial de Santi Spíritus, ambas instituciones adscriptas al Ministerio de Salud de la República de Cuba, los cuales en la actualidad se encuentran colaborando y asesorando con profesionales Argentinos los Programas de Servicios y Tratamientos de Turismo-Salud con recursos naturales termales que se ofrecen en el Centro Médico de Orientación Termal de Termas de Río Hondo, Santiago del Estero y en los hoteles Hostal del Abuelo y Los Pinos de la misma ciudad.

Estos profesionales médicos y paramédicos, de conjunto con el experto y sus colaboradores prepararon la oferta de Programas de Servicios y Tratamientos (generales y especiales terapéuticos) que se recomiendan para cada una de las instalaciones en las seis (6) localidades objeto de estudio, acorde a las características y propiedades de los recursos naturales termales detectados y estudiados por los profesionales actuantes.

También queremos agradecer el interés de la Subsecretaria de Turismo de la provincia de Entre Ríos y las colaboraciones de los profesionales de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Minería.

Finalmente, formarán parte de este informe final como anexos complementarios los informes parciales I y II presentados por el experto y sus colaboradores.

## **ANTECEDENTES.**

Los recursos naturales termales de la provincia de Entre Ríos, según diversos autores, comenzaron a ser objeto de interés, a partir de los años 70, por el éxito alcanzado en la República Oriental del Uruguay (R.O.U.) en los Centros Termales de Arapey, Dayman, Guaviyú y otros, con aguas termales de un acuífero de gran potencia, caudal y surgencia natural, ubicado en la denominada cuenca Chacoparanense.

Esta cuenca de edad Mesozoico fue conocida (Busso S., 1999) desde las primeras perforaciones realizadas por la Dirección de Geología, Minas e Hidrogeología, (actual Subsecretaría de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Minería) con el objetivo de brindar abastecimiento de agua al Ferrocarril, a principios de siglo y hacia mediados del mismo, fueron evidencia también, las campañas de exploración y prospección geológica y geofísica de YPF, las cuales aportaron información útil al conocimiento del subsuelo de dicha cuenca.

Esta actividad petrolera también se realizó a mediados de siglo (décadas del 40 y 50) en la República Oriental del Uruguay y como consecuencia de las perforaciones realizadas, permitió conocer el alumbramiento de uno de los yacimientos termales más importantes en la región y probablemente entre los más extensos del mundo.

El uso de este recurso en el Uruguay, data de esta época, en instalaciones del tipo de centros básicamente de uso recreativo, según se conoce, mientras que en la provincia de

Entre Ríos, a pesar de que, se propusieron varios proyectos de prospección y explotación del recurso termal, entre ellos se destaca, la Prospección Geoeléctrica profunda realizada en 1986 y analizada por especialistas geofísicos docentes de la UBA, no fue, -según plantea en su trabajo Busso S., 1999 y otros autores también consultados-, hasta fines del 1993 que el Instituto Nacional del Agua (INA) de Argentina, a través del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico en Aguas Subterráneas (PNDTAS), y con el apoyo de la UNESCO (Of. Reg. Montevideo), comenzó una serie de estudios hidrogeológicos e hidroquímicos que fueron tratados en la Tesis Doctoral (FECEN, UBA).

En la década de los '90, a cuenta y riesgo de los Municipios, con apoyo del Banco de la Provincia Entre Ríos y de capitales privados (según informaciones verbales y escritas referidas) se comenzaron las realizaciones de sondeos eléctricos verticales (SEV) en cada localidad, ejecutándose como resultado de ello, en el año 1994 la primera perforación de la provincia de Entre Ríos, con el consecuente alumbramiento de aguas termales, en el Municipio de Federación, ubicada en el Departamento de igual nombre, detectándose las aguas termales con abundante caudal y surgencia natural.

En el año 1999, el Departamento de Geotermia del Instituto de Geología y Recursos Minerales correspondiente al Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) comenzó el desarrollo Geotérmico de la provincia de Entre Ríos dentro del marco del Plan Geotérmico Nacional, con la meta de brindar un conocimiento detallado del potencial del recurso geotérmico, identificar los procesos productivos que podrían satisfacer, y contribuir de esta manera al desarrollo de las economías regionales.

A partir del alumbramiento de las aguas termales del Municipio de Federación, comenzaron a presentarse varias concesiones de investigación de estos recursos y solicitudes al gobierno provincial, con relación al uso turístico, y de otro tipo, de las fuentes termales como son los casos de los Municipios de Concordia, Colón, Villa Elisa, Concepción del Uruguay, Gualaguaychú, Chajarí, La Paz, María Grande y en vías de ejecución Villaguay (Ver Figura No. 1).

Por otro lado, los gobiernos de Brasil, Uruguay, Paraguay y Argentina con el auspicio del Banco Mundial y la Organización de Estados Americanos (OEA) promueven el desarrollo de un Proyecto GEF (Global Environment Facility) a fin de lograr la utilización, sobre la base de criterios de desarrollo sustentable, del Sistema Acuífero Guaraní (SAG), como se le ha llamado y en donde se ubica este Sistema Acuífero Termal.

También mencionamos que la República Argentina, durante el proceso de formulación de este proyecto, presentó a los consultores actuantes intereses que, - tomado textualmente de la propuesta realizada el 1 de noviembre de ese mismo año por el Representante Oficial (Alternativo) de la Provincia de Entre Ríos ante la Unidad Nacional de Preparación del Proyecto: Geólogo José A. Sanguinetti -, contemplarán entre otros,

- 1) aspectos geológicos tendientes a lograr un esquema más avanzado de las estructuras y unidades lito-estratigráficas infrabasálticas que controlan los caudales, distribución y calidades del Acuífero Guaraní y;
- 2) aspectos hidráulicos, ambientales y de calidad de agua relacionados a posibles interferencias de las perforaciones realizadas vecinas al ROU.

Aún este proyecto no ha comenzado su ejecución y contará, de acuerdo con lo aprobado, con la participación de profesionales de Uruguay, Argentina, Brasil y Paraguay, los cuales se basarán en el conocimiento e investigación científica de la región a partir de acuerdos de mutua cooperación y participación de todos los actores involucrados.

Por último, un antecedente importante a destacar, es el hecho de que el alumbramiento del agua termal constituyó un interés de desarrollo económico y social de la provincia y de sus municipios, aunque su enfoque principal no fue, -según se constató por los especialistas de la FLT -, el aporte benéfico y terapéutico de estas aguas termales, ni el envasado industrial de las mismas, ni el uso en la elaboración de productos cosméticos, sino básicamente su uso turístico y recreativo, brindando las facilidades necesarias de acuerdo al mercado existente.

Como se conoce, en la provincia existen centros y/o complejos termales en Concordia, Federación, Colón, Villa Elisa, y aún sin terminar, Chajarí. En otras localidades, como La Paz y María Grande ya se terminaron las perforaciones, con el alumbramiento de otro tipo bien distinto de agua termal de elevadísima salinidad, donde se trabaja en los proyectos de futuros Complejos Termales con similares fines de aprovechamiento (Ver Figura No.1).

También se destaca, la existencia de perforaciones con el alumbramiento de aguas termales no surgentes, de caudales no despreciables y con salinidades del orden de los 11,000 y 17,000 mg/L (11-17 g/L) en Concepción del Uruguay y Gualeguaychú.

Se constató que los resultados de las perforaciones, según los esquemas geológicos existentes, muestran diferentes condiciones tanto en los caudales, la temperatura y la



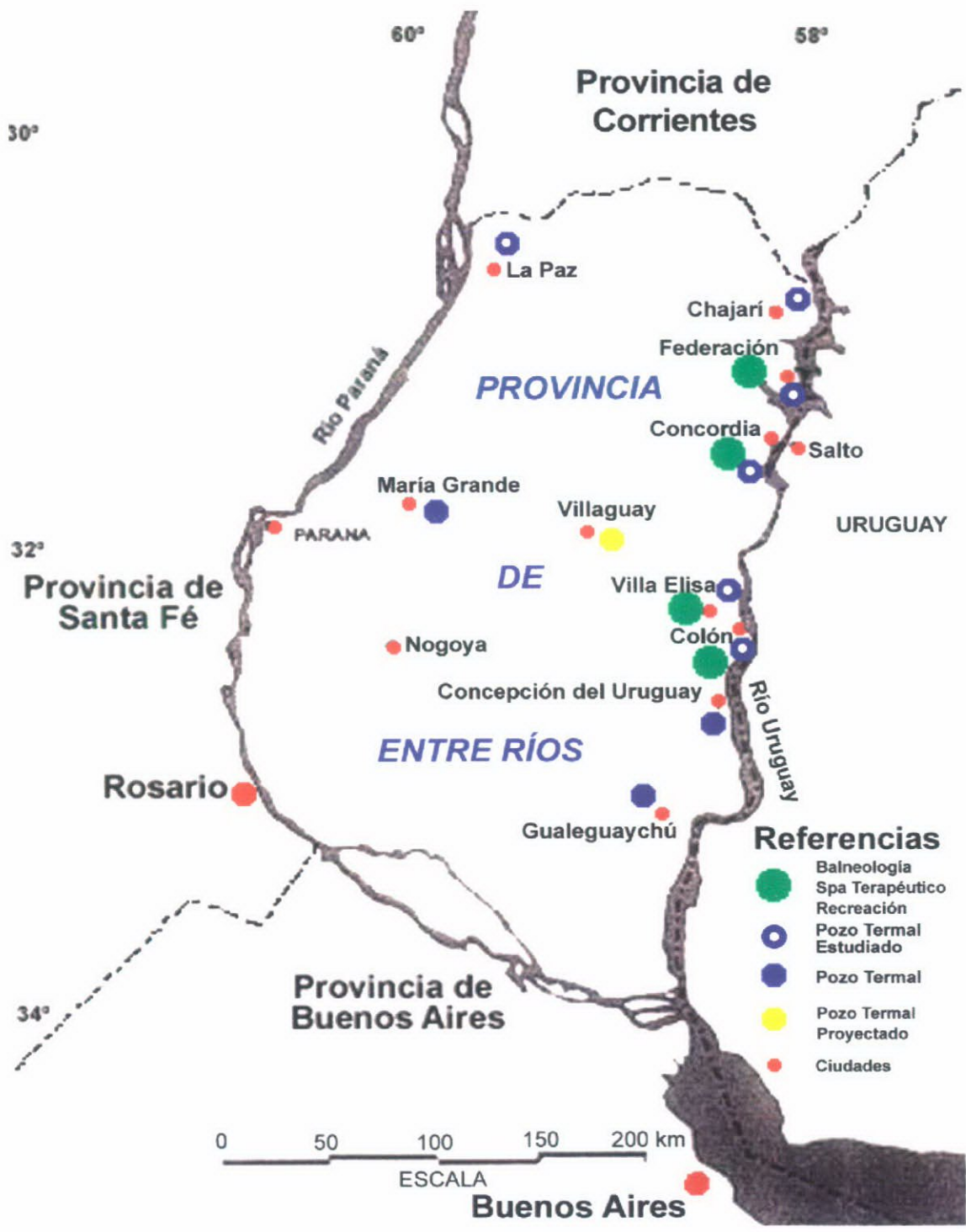


Figura No. 1- Esquema de ubicación de los pozos termales de la Provincia de Entre Ríos.

*"El Turismo, la salud y la industria especializada..."*  
 Informe Final. Provincia de Entre Ríos,  
 República de la Argentina.

surgencia natural, como en la calidad del agua, en el sector Noreste de la provincia (Federación, Concordia y Chajari), con relación al resto de las localidades donde existen estos alumbramientos.

Actualmente, se perforan pozos para alumbrar las aguas termales en Villaguay y en Concordia, con vista a proyectar Complejos Termales para diversos usos.

Además, es conocida en las llamadas Formaciones Acuíferas “Ituzaingo” y “Paraná” de los Departamentos Feliciano, La Paz, Villaguay y Paraná, la presencia de aguas mineralizadas, con temperaturas entre los 20 y 23 °C, que según nuestra experiencia pueden ser, de posible interés terapéutico ó para otros usos, contemplados en los objetivos del presente proyecto.

En resumen, por lo anteriormente expuesto es que el Gobierno Superior de la Provincia de Entre Ríos y el Consejo Federal de Inversiones de la República Argentina deciden contratar a los especialistas del Ministerio de Salud Pública de Cuba y miembros de la Federación Latinoamericana de Termalismo: el experto Dr. Ing. Juan Romero Sánchez y dos de sus colaboradores, los MSc. Ingenieros Ana María Moreno Cao y Pablo de Jesús Cervantes González, para que realicen una evaluación de los recursos termales de seis (6) instalaciones y complejos termales de la provincia, así como, de algunos pozos contemplados en el Informe Final del Estudio de Aguas Subterráneas, Etapa III, CFI/Agosto 2000, con el fin de proponer, - de acuerdo a las calidades, propiedades y características de los recursos que los mismos posean, cuáles serán sus usos más adecuados en el Turismo, La Salud y la Industria Especializada.

Vale destacar, que sin mencionar mucho la evolución histórica del Termalismo, ya en los inicios de nuestro siglo en el mundo, básicamente en países europeos, la Hidrología Médica se ha incorporado a la evolución científica de nuestro tiempo y apoyada en los conocimientos cedidos por las Ciencias Naturales, la Física, la Química, la Fisiología, la Farmacología, etc., ha perdido gran parte de su empirismo para hacerse cada vez más científica. El estudio de la composición de las aguas minerales, sus acciones sobre órganos y funciones en organismos sanos y enfermos, la apreciación precisa de los resultados terapéuticos, etc. hace que la Hidrología Médica actual pueda ser incluida sin duda de ningún género, entre las ramas del saber médico.

Aunque en muchos casos la terapia medicamentosa y quirúrgica ha relegado las curas balnearias, esto no significa que su utilización carezca de eficacia o justificación. Es en algunos casos un tratamiento exclusivo, agente coadyuvante en otros y puede ayudar en la recuperación de muchos pacientes.

La utilización de los recursos termales en la actualidad se realiza integrando los elementos de salud, de elevación de calidad de vida y recreativo; es por ello que el Termalismo ha alcanzado su nuevo concepto de Termalismo Moderno.

## **OBJETIVOS.**

El presente documento, como se expresó anteriormente, corresponde a la etapa final de trabajo descrita en el plan de tareas correspondiente al Proyecto CFI "El Turismo, la salud y la industria especializada (aguas envasadas y cosméticos) a partir de los recursos naturales termales en la Provincia de Entre Ríos", por tal motivo, recoge el cumplimiento de todos los objetivos del estudio solicitado contemplados en el Contrato de Obra firmado entre el CFI y el experto. En este contexto podemos plantear que los objetivos que se cumplimentarán son los siguientes:

1. El análisis y la evaluación de los diferentes lugares objeto de estudio desde el punto de vista de:
  - a) Los tipos de recursos naturales termales existentes;
  - b) La calidad y cantidad de los recursos y;
  - c) Los posibles usos de los mismos.
2. La determinación de las posibilidades de desarrollo de cada lugar, a partir de:
  - a) Las características específicas de cada lugar y los recursos;
  - b) La potencialidad de los recursos y;
  - c) La infraestructura existente.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS RELACIONADOS CON EL TERMALISMO.**

**Termalismo Moderno:** es un instrumento puntual y esencial dentro del campo de la prevención, curación y recuperación de la salud humana así como, remedio eficaz para la elevación de la calidad de vida, en centros de salud, de estética y belleza, spas y otras instituciones similares, que se valen de la aplicación en personas sanas y enfermas de técnicas y procedimientos específicos para el uso de un grupo particular de Recursos Naturales Termales.

**Termalismo:** es el uso de los Recursos Naturales Termales en función de la salud, la calidad de vida y la recreación, en combinación con el entorno natural, el turismo y otros factores.

**Recursos Naturales Termales:** son considerados: las aguas minerales naturales y mineromedicinales, los peloides, las algas (macro y micro), el agua de mar, el sol, el clima marino, las aguas madres y salmueras.

**Agua mineral natural:** Agua que se diferencia claramente del agua potable porque se caracteriza por su contenido de determinadas sales minerales y sus proporciones relativas, así como por la presencia de elementos traza o de otros constituyentes útiles para el metabolismo humano; se obtiene directamente de fuentes naturales o perforadas de aguas subterráneas procedentes de estratos acuíferos. Su composición y la estabilidad de su flujo y temperatura son constantes, teniendo en cuenta los ciclos de las fluctuaciones naturales y se capta en condiciones que garantizan la pureza microbiológica original.

**Agua mineral medicinal:** Agua que por su composición y características propias, puede ser utilizada con fines terapéuticos, desde el área de emergencia hasta el lugar de su utilización, dadas sus propiedades curativas demostradas por analogía con similares tipos de aguas existentes, debe conservar después de ser envasada, sus efectos beneficiosos para la salud humana.

**Peloides (del griego pelos = fango, barro):** se entienden los productos naturales (básicamente los sedimentos que se depositan en el fondo de los lagos, pantanos, salinas, bahías y deltas) compuestos por agua, materias orgánicas e inorgánicas, formando una masa homogénea, plástica, con determinadas propiedades físico-químicas y mecánicas

**Aguas frías:** son aquellas que emergen a una temperatura inferior a los 20°C.

**Aguas hipotermales:** emergen con una temperatura, a pie de manantial, entre 20 y 30°C.

**Aguas mesotermales:** brotan a una temperatura entre 30 y 40°C.

**Aguas hipertermales:** con una temperatura de surgencia superior a los 40°C.

**Agua de baja mineralización:**  $1 \leq M < 5 \text{ g/L}$ .

**Agua de mediana mineralización:**  $5 \leq M < 15 \text{ g/L}$ .

**Agua de alta mineralización:**  $15 \leq M < 35 \text{ g/L}$ .

**Agua Hipermineralizada:**  $M > 35 \text{ g/L}$

**Aguas Oligometálicas u Oligominerales:** Residuo Seco (R.S.)  $\leq 200 \text{ mg/L}$

**Aguas de mineralización muy débil:**  $200 < \text{R.S.} \leq 500 \text{ mg/L}$

**Aguas mediominerales:**  $500 < \text{R.S.} \leq 1500 \text{ mg/L}$

**Aguas de mineralización fuerte:**  $\text{R.S.} > 1500 \text{ mg/L}$

<b>Aguas Neutras:</b>	pH = 7
<b>Aguas Básicas o alcalinas:</b>	pH > 7
<b>Aguas Ácidas:</b>	pH < 7
<b>Aguas Cloruradas:</b>	Cl <sup>-</sup> > 20 % en meq
<b>Aguas Bicarbonatadas:</b>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 20% en meq
<b>Aguas Carbogaseosas:</b>	CO <sub>2</sub> > 20 % en meq
<b>Aguas Sulfatadas:</b>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> > 20 % en meq

**Aguas con componentes específicos:** cuando el contenido de un componente es dos o tres veces superior al fondo normal de ese territorio.

***Términos utilizados en la Balneología Moderna.***

<b>Aguas fuertemente ácidas:</b>	pH <3.5
<b>Aguas ácidas:</b>	pH 3.5-5.5
<b>Aguas débilmente ácidas:</b>	pH 5.6-6.8
<b>Aguas neutras:</b>	pH 6.85-7.2
<b>Aguas débilmente alcalinas:</b>	pH 7.25-8.5
<b>Aguas alcalinas:</b>	pH 8.55-9.5
<b>Aguas fuertemente alcalinas:</b>	pH >9.55
<b>Aguas Cloruradas:</b>	Cl > 1.2 g L <sup>-1</sup>
<b>Aguas Sulfatadas:</b>	SO <sub>4</sub> > 1 g L <sup>-1</sup>
<b>Aguas Bicarbonatadas:</b>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 1 g L <sup>-1</sup>
<b>Aguas Aciduladas:</b>	CO <sub>2</sub> ≥250 mg.L <sup>-1</sup>
<b>Aguas Alcalinas:</b>	con predominio absoluto de iones Na <sup>+</sup> y HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

<b>Aguas Arsenicales:</b>	As inorgánico $\geq 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$
<b>Aguas Fluoruradas:</b>	F $\geq 2 \text{ mg.L}^{-1}$
<b>Aguas Radiactivas:</b>	Rn $\geq 1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$
<b>Aguas Débilmente sulfuradas:</b>	SH <sub>2</sub> + HS entre 1-10 mg/L
<b>Aguas Medianamente sulfuradas:</b>	SH <sub>2</sub> + HS entre 10-50 mg/L
<b>Aguas Sulfuradas:</b>	SH <sub>2</sub> + HS entre 51-100 mg/L
<b>Aguas Fuertemente sulfuradas:</b>	SH <sub>2</sub> + HS entre 100-250 mg/L
<b>Aguas Súper sulfuradas:</b>	SH <sub>2</sub> + HS > 250 mg/L
<b>Aguas Silíceas:</b>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + SiO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> entre 40-100 mg.L <sup>-1</sup>
<b>Aguas Muy silíceas:</b>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + SiO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> entre 101-150 mg.L <sup>-1</sup>
<b>Aguas Hipersilíceas:</b>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + SiO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> > 150 mg.L <sup>-1</sup>



## **I.- RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

La recopilación, revisión y análisis de la información geológico-geofísica e hidrogeológica de los trabajos precedentes es la primera etapa de cualquier estudio geocientífico que se proyecte con el objetivo de potenciar económicamente un “Recurso Natural Termal”.

Estos trabajos se realizaron principalmente en las oficinas de la Provincia de Entre Ríos y en la Capital Federal Buenos Aires (donde se realizó la edición del informe), con vista a dar cumplimiento a la Tarea No.1 correspondiente al Plan de Tareas contratado por el CFI, bajo la dirección ejecutiva del Dr. Ing. Juan Romero Sánchez.

### **Las actividades comprendidas:**

1. Búsqueda de información referida a la provincia y a los municipios objetos de estudio.
2. Revisión de documentos y/o proyectos realizados en los municipios involucrados.
3. Búsqueda de mapas y/o cartas satelitales de las áreas de estudio.
4. Búsqueda de información en Internet y de bibliografía especializada, entre otros materiales.

Para su ejecución se contó con el apoyo y colaboración de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Minería de la provincia de Entre Ríos conjuntamente con sus diferentes direcciones de trabajo, las cuales brindaron sus medios y sus especialistas para ayudar al cumplimiento de estas actividades; y la cooperación del área de Geotermia del Servicio Geólogo Minero de la República de Argentina.

También se destaca, el apoyo y la entrega de documentos y materiales de interés que poseían las diferentes intendencias involucradas, así como igualmente se consultó bibliografía especializada y se trabajó con las páginas Web de la Provincia de Entre Ríos en Internet.

El resultado de estos trabajos se consideró satisfactorio, teniendo en cuenta, que la misma ayudó al conocimiento de la región y en particular de los trabajos realizados en cada localidad, por parte de los profesionales actuantes, lo cual se consideró necesario para el posterior análisis e interpretación de los resultados que se obtengan durante la ejecución de las posteriores etapas de trabajo del presente proyecto.

Esta tarea incluyó la consulta y análisis de estudios, proyectos y documentos, los cuales ascendieron a un total de 38. También fue necesaria la consulta de bibliografía especializada, la cual abarca un total de 31 textos y artículos, así como variados materiales de interés con los correspondientes comentarios, conceptos y definiciones básicas que sobre el Termalismo y los recursos naturales termales se manejan en los países europeos, líderes de esta modalidad turística en el mundo. (Ver epígrafe sobre Bibliografía Consultada del presente documento).

### **I. 1. - Comentarios Generales sobre la información disponible.**

#### Características Generales de Entre Ríos

La provincia de Entre Ríos forma parte de la Mesopotamia junto a las provincias de Corrientes y Misiones.



Con una superficie de 78.781 Kilómetros cuadradas, Entre Ríos limita al norte con Corrientes, al oeste y suroeste con Santa Fe, al sur con Buenos Aires y al este con la República Oriental del Uruguay.

Según el censo de 1991, la provincia cuenta con 1.020.000 habitantes que representan el 3.10% de la población de Argentina.

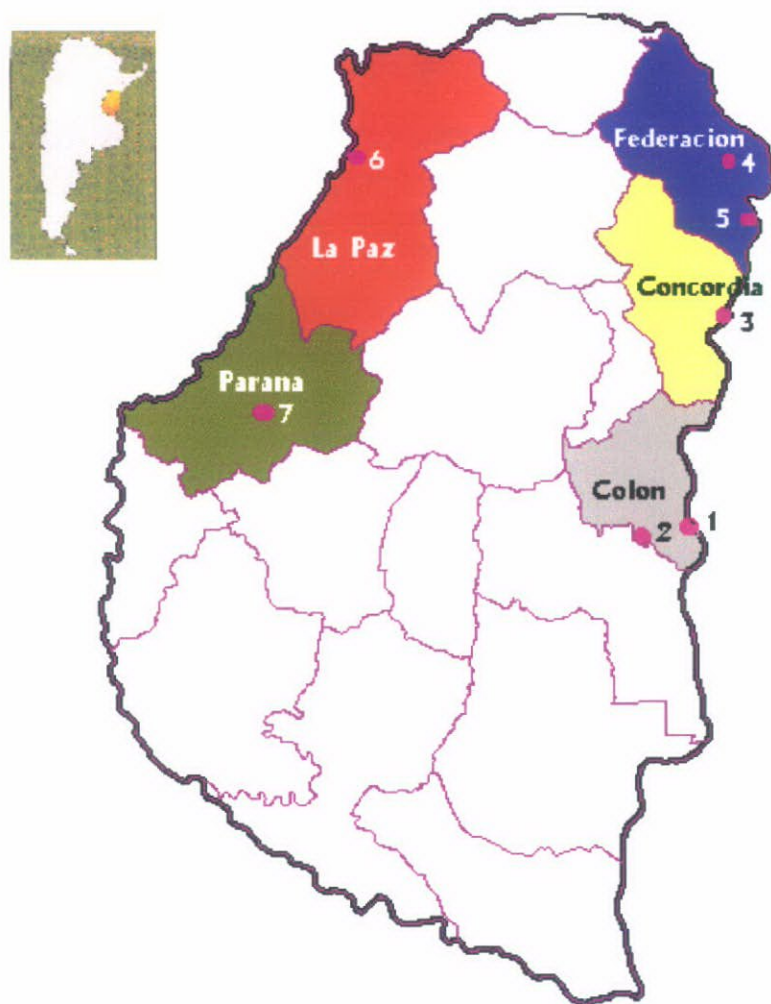
Presenta una densidad de 13 habitantes por kilómetro cuadrado, en la ciudad capital Paraná vive el 27 % de la población que se reparte 51% en mujeres y 49% de varones, influenciada por colonias de inmigrantes de origen español, italiano, suizo, francés, ruso y alemán que conforman la sociedad de la región, adaptadas sus costumbres y tradiciones.

Cuenta con 17 departamentos. Los mismos son: Colón, Concordia, Diamante, Federación, Federal, Feliciano, Gualaguay, Gualaguaychú, Islas del Ibicuy, La Paz, Nogoyá, Paraná, San Salvador, Tala, Uruguay, Victoria y Villaguay. (Ver Figura No.2)

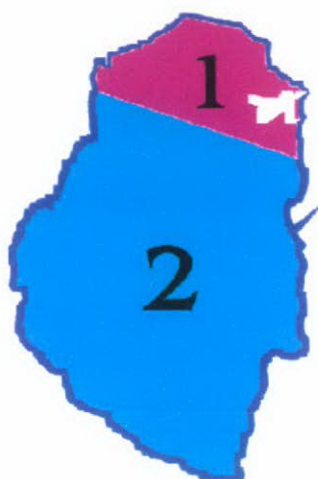
De ellos, los municipios con alumbramientos de aguas termales son: Federación, Concordia, Colón, Villa Elisa, Concepción del Uruguay, Gualaguaychú, Chajarí, La Paz y María Grande y en vías de ejecución un pozo en Villaguay y otro en Concordia.

(Figura No.1)

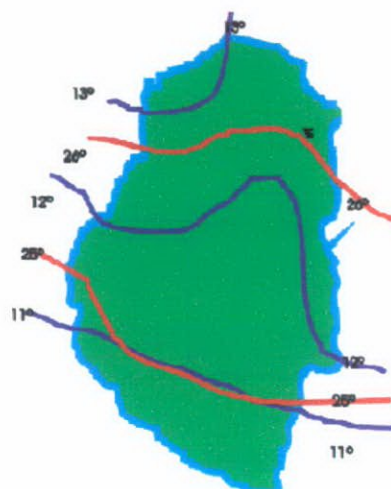
Los ríos que la rodean provocan un clima benigno en la región.



**Figura No. 2. Provincia de Entre Ríos. Departamentos objeto de estudio. República de Argentina.**



Clima



Temperatura

Se caracteriza por poseer dos tipos de climas: hacia el norte sus características corresponden al clima subtropical mientras que el templado y húmedo corresponde a la región centro y sur. La disposición de los dos tipos de clima determina que la temperatura tenga una disminución progresiva de norte a sur, al igual que las precipitaciones, que disminuyen de norte a sur y de este a oeste por la influencia de los vientos procedentes del Atlántico. Al norte de la provincia los veranos se presentan con temperaturas constantemente elevadas con temperaturas medias que se sitúan entre los 25 °C y 26 °C, mientras que los inviernos son suaves y benignos, con temperaturas medias que oscilan entre los 10 °C y 16 °C. El clima templado que impera al sur de la provincia determina que los veranos sean templados con temperaturas medias de 20 °C y los inviernos más acentuados con temperaturas medias de 10 °C siendo frecuentes las heladas. En esta zona se destacan las estaciones unas de otras, la humedad es elevada e

imponen su influencia los vientos Pampero y el Aire Polar que hacen descender la temperatura. Las precipitaciones en el sur son menos frecuentes y disminuyen en invierno.

Como su nombre lo indica, la provincia se encuentra entre ríos, el Paraná y Uruguay, ambos límites naturales de Entre Ríos cuyos nombres en vocablos guaraníes significan Pariete del Mar y Río de los Pájaros, respectivamente.

#### Breves características de las localidades objeto de estudio.

Estas características fueron extraídas básicamente de las páginas de Internet de la provincia y de diferentes materiales entregados por las Intendencias durante la ejecución de los trabajos de relevamiento por los profesionales actuantes. En ningún caso corresponden a toda la información obtenida por considerarse la misma muy extensa.

Agradecemos en esta etapa la recopilación de la información realizada por la Lic. Mariela Urbani de la Dirección de Medio Ambiente y al Ing. Daniel Pierotti de la Dirección de Turismo ofrecida a los autores del presente documento.

#### ▪ *Municipio Federación.*

Ubicado en el Noreste de la provincia, sobre lo que es el embalse de la represa de Salto Grande, la “Ciudad Termal” como se denomina, constituye en la actualidad uno de los puntos más prósperos del Corredor Turístico del río Uruguay. Federación con sus 15,000 habitantes es la síntesis de todas las cualidades que un lugar turístico puede poseer, porque posibilita el descanso en medio de mucha tranquilidad, paz y la alternativa de recreación.

Podemos denominarla “Ciudad Termal” no sólo por el mencionado recurso que hace casi cinco años surge desde el subsuelo federaense, sino también por el enclave de su particular diseño rodeado de naturaleza, sus numerosos atractivos y el misterio de una historia singular. Se encuentra la ciudad a 480 Km de Buenos Aires.

▪ ***Municipio Concordia.***

Con unos 150,000 habitantes, se ubica a 431 Km de la ciudad de Buenos Aires, en el lado derecho de la provincia de Entre Ríos, es una de las ciudades de mayor población de la costa del Río Uruguay, encontrándose lindante con la Presa de Salto Grande.

En estos dos últimos años la localidad ha tenido un crecimiento en la parte turística desde que está el Balneario Termal a unos 12 Km de la ciudad y sus playas del Lago del Salto Grande. Concordia es actualmente la segunda ciudad de la provincia y la más importante del Río Uruguay.

▪ ***Municipio Colón.***

Ubicada a tan sólo 320 Km de la capital Argentina, la ciudad de Colón está en el centro mismo del Mercosur, lo que hace muy fácil acceso a la localidad desde cualquier punto del país y otras naciones vecinas. Responde a las coordenadas de ubicación 32 °12’50’’ de Latitud Sur y 58°08’30’’ de Longitud Oeste.



El slogan “Ciudad Paraíso”, describe claramente su belleza paisajística. Por su condición de puerto natural, favoreció al comercio fluvial de los productos regionales.

Sus bellezas naturales atraen a los turistas desde hace décadas, convirtiendo a la ciudad en la capital provincial del Turismo.

Cuenta con 17,000 habitantes y conserva la tranquilidad de un pueblo pequeño ideal para el descanso.

▪ ***Municipio Villa Elisa.***

Pertenece al Departamento de Colón y se ubica a 30 Km de la ciudad cabecera del departamento (Colón). Cuenta actualmente con 11,000 habitantes y una variada actividad comercial y de servicios que cubre la demanda de la población.. Se ubica a 360 Km de Buenos Aires y posee buenos accesos regionales y provinciales.

▪ ***Municipio Chajarí.***

Ubicada dentro del Departamento de Federación y al noreste de la provincia de Entre Ríos con una población de 30, 000 habitantes. Forma parte de la micro región del Centro – Sur con excelente clima y actividades productivas varias.

De acuerdo el último censo sus habitantes se encuentran ubicados en un 90.62 % dentro de la planta urbana y el porcentaje restante dentro de su Ejido.

En la actualidad la Intendencia se encuentra en fase constructiva de un complejo recreativo termal ubicado a 3 Km aproximadamente de las afueras de la ciudad y próximo a la Ruta Provincial No. 14.

▪ ***Municipio La Paz.***

Ubicado en el margen del Río Paraná sobre el extremo noroeste de la provincia es escenario de pesca reconocido a nivel internacional. Se encuentra a 171 Km de la ciudad



de Paraná, capital de la provincia y abarca una superficie de 119 Km<sup>2</sup> Responde a las coordenadas de ubicación 30 °40'02'' de Latitud y 59°38'06'' de Longitud.

Es un puerto natural para embarcar los productos de la tierra y dio lugar a la construcción de un embarcadero.

Sus actividades principales productivas actuales son la ganadería y la agricultura, pues a pesar de que terminó su perforación geotérmica aún no tiene construido un complejo termal.

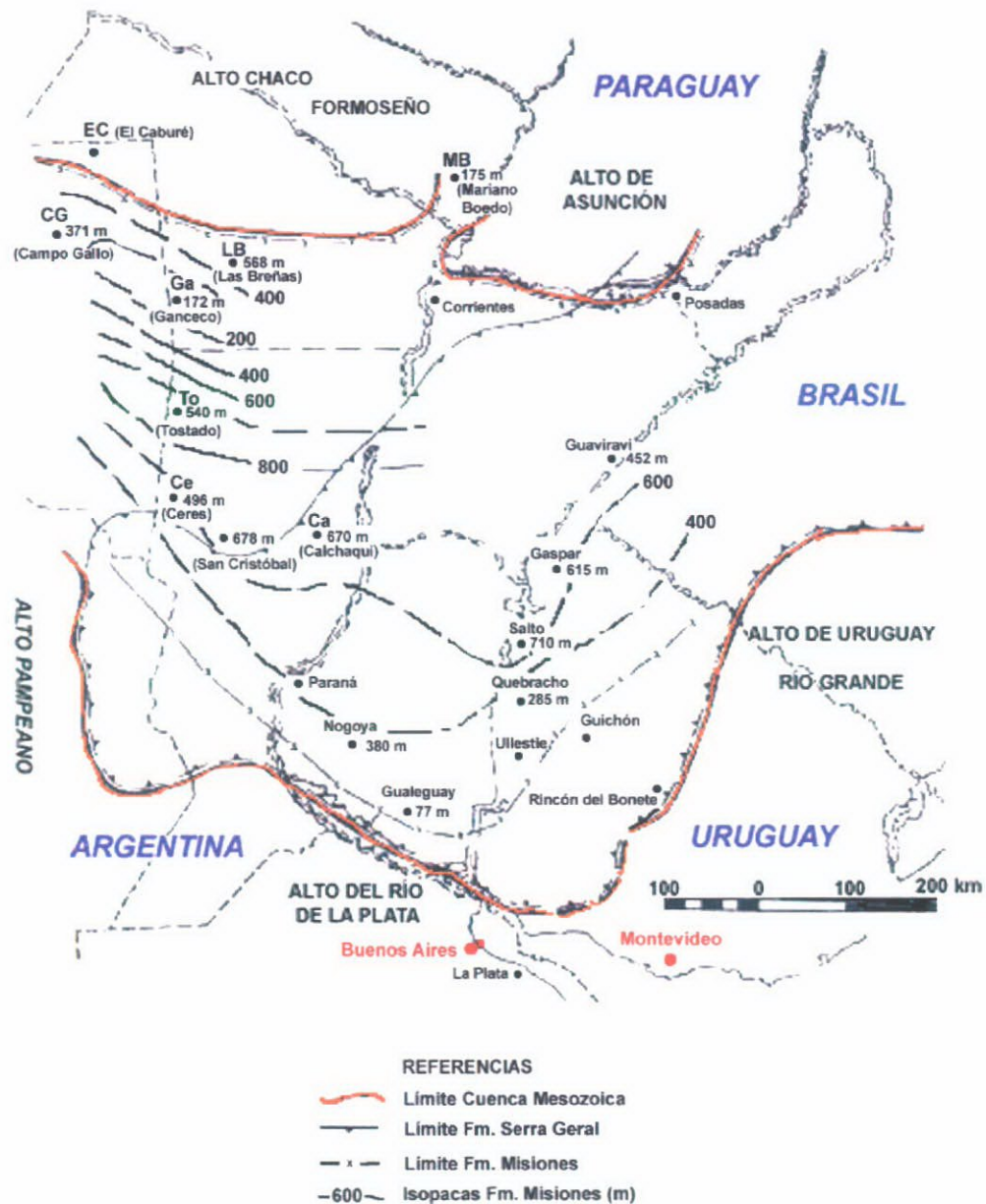
## **I. 2. - Aspectos sobre la geología, hidrogeología y geofísica de la región.**

Este acápite se confecciona a partir de los documentos y materiales consultados por los profesionales actuantes.

Es conocido que, en gran parte de la provincia de Entre Ríos se encuentra desarrollada la Cuenca Chacoparanense y dentro de esta se encuentran extendidas las diferentes unidades lito-estratigráficas que conforman, entre otros, el denominado Sistema Acuífero Guaraní (SAG) cuya extensión abarca parte también del subsuelo del resto de la Mesopotamia y ámbito vecino en la República Argentina y de los territorios de Brasil, Uruguay y Paraguay. (Ver Figura No. 3)

Este acuífero, se considera el más grande de América del Sur y constituye uno de los recursos hídricos subterráneos más importante del planeta por sus dimensiones, la calidad de sus aguas, su temperatura y la renovabilidad del mismo.

La superficie que abarca es del orden de 1.200.000 Km<sup>2</sup>, almacenando un volumen aproximado de 40.000 Km<sup>3</sup>, posee surgencia natural y la temperatura varía entre 33 °C y 65 °C (Montaño J. y otros, 1998).



**Figura No. 3. Esquema de extensión de las unidades mesozoicas en la Cuenca (Tomado del texto Acuíferos Regionales en América Latina, Montañó y otros, 1998)**

De acuerdo a las estimaciones preliminares realizadas, la reserva de agua dulce almacenada en este sistema acuífero, sería suficiente para abastecer a la población mundial actual (5500 millones), a razón de 100 litros/día por habitantes, durante 2000 años.

En esta cuenca, tales unidades se encuentran sobre un variado conjunto de rocas ígneas y metamorfitas, englobadas genéricamente como Proterozoico y de una potente secuencia de rocas sedimentarias, que abarcan el lapso comprendido desde el Carbónico Superior hasta el Pérmico Inferior, correspondiente al Gondwana.

Según los autores del Plan Geotérmico Nacional (SEGEMAR, 2000) que, - desde el punto de vista geotérmico, en la región se encuentra un sistema termal de baja temperatura integrado por dos acuíferos termales profundos: uno inferior, constituido por sedimentos de origen glacio-marino y de edad Pérmica inferior a media, portador de agua salada y el otro, superior, constituido por arenas de origen eólico del Triásico-Jurásico Superior, que contiene agua dulce de excelente calidad-.

Otros autores (Montaño J. y otros, 1998) plantean que, - el Sistema Acuífero Termal está contenido en sedimentitas del Triásico y Jurásico, correspondiente a areniscas rojizas finas a medianas cuarzosas, con granos redondeados, bien seleccionados y frecuente estratificación entrecruzada, de origen eólico y fluvial, que en la actualidad se encuentran cubiertas regionalmente por potentes derrames basálticos del Cretácico con intercalaciones de areniscas de similares descripciones a las anteriores. Destacándose en el Noreste de la provincia de Entre Ríos abundantes caudales de agua y valores de temperatura que oscilan entre los 39 y 43 °C a diferencia del resto de la región.

Nosotros, sin entrar en polémicas, que por supuesto no pueden ser comprobadas por nuestra parte, queremos destacar que si bien, el Sistema Acuífero Termal, denominado así, según nuestra opinión, principalmente por los valores de temperatura y caudal se encuentra bien representado en las localidades de Federación, Concordia y Chajarí, o sea con baja salinidad, caudales elevados y profundidades mayores de 1000 metros, en otras localidades del noreste su comportamiento es diferente como lo son: el caso de Colón (menos caudal y temperatura) y Villa Elisa (menos caudal y alta salinidad) por lo cual se debiera pensar en considerar dentro de este sistema (SAG) más de dos acuíferos a partir de las características antes mencionadas.

Pero aún así, esto se complica, ya que de acuerdo a los nuevos reportes aparecen hacia el oeste entrerriano valores altísimos de sales en el agua correspondiente también a horizontes profundos, con valores de la Conductividad Eléctrica (CE) superiores a 100.000 mS/cm como es el caso de La Paz y recientemente María Grande (localidad que no fue estudiada), lo cual alumbra la presencia de otro acuífero profundo con características y calidades diferentes en la región.

En 1999, Silva Busso, en su trabajo de Tesis Doctoral “Contribución al conocimiento Geológico e Hidrogeológico del Sistema Acuífero Termal de la Cuenca Chacoparanense Oriental Argentina”, documento que en nuestro criterio es básico, ya que se propuso entre otros objetivos, generalizar la información disponible hasta la fecha, plantea a partir de criterios de varios autores un resumen de la región, manifestando que la misma está compuesta por tres (3) secciones:

1. Suprabasáltica: en esta se define una unidad acuífera muy extensa en la región donde se han detectado en algunas áreas elevados contenidos de sales en las aguas sin valores de temperaturas considerables como termales. (Santi M. E. y otros, 2000), por tal motivo, y así se plantea, esta agua en estas localidades cuyo principal objeto es el abasto tiene una explotación escasa. Sobre esta sección y sus particularidades se comentará en el acápite posterior.
2. Interbasáltica: correspondiente a las coladas de basaltos con intercalaciones de variadas potencias de sedimentos clásticos, que aumentan su potencia, de acuerdo a los cortes (Figuras de la No.4 a la No. 10) generalmente en la parte inferior y poseen buenas características hidráulicas que las hacen aprovechables. De acuerdo varios autores (Montaño y otros, 1998), los basaltos se van profundizando hacia el Oeste (Ver Figura No. 11) y también hacia el oeste-sur se va reduciendo el espesor.
3. Infrabasáltica: son sedimentos acuíferos de origen eólico-fluvial y con buena acuosidad, confinados y de potencia variable. En el área son representativos en las perforaciones de Federación y Concordia (Figuras Nros. 4 y 5) constituidos principalmente por areniscas acuíferas de color rojizo.

En todas las secciones se han constatado la presencia de aguas minerales cuyas características específicas se diferencian entre sí, tal y como se ha expresado anteriormente.

Adicionalmente muchos autores entre ellos Montaño J. y otros, 1998 plantean que la región se diferencia de otras en que el control estructural adquiere mayor importancia

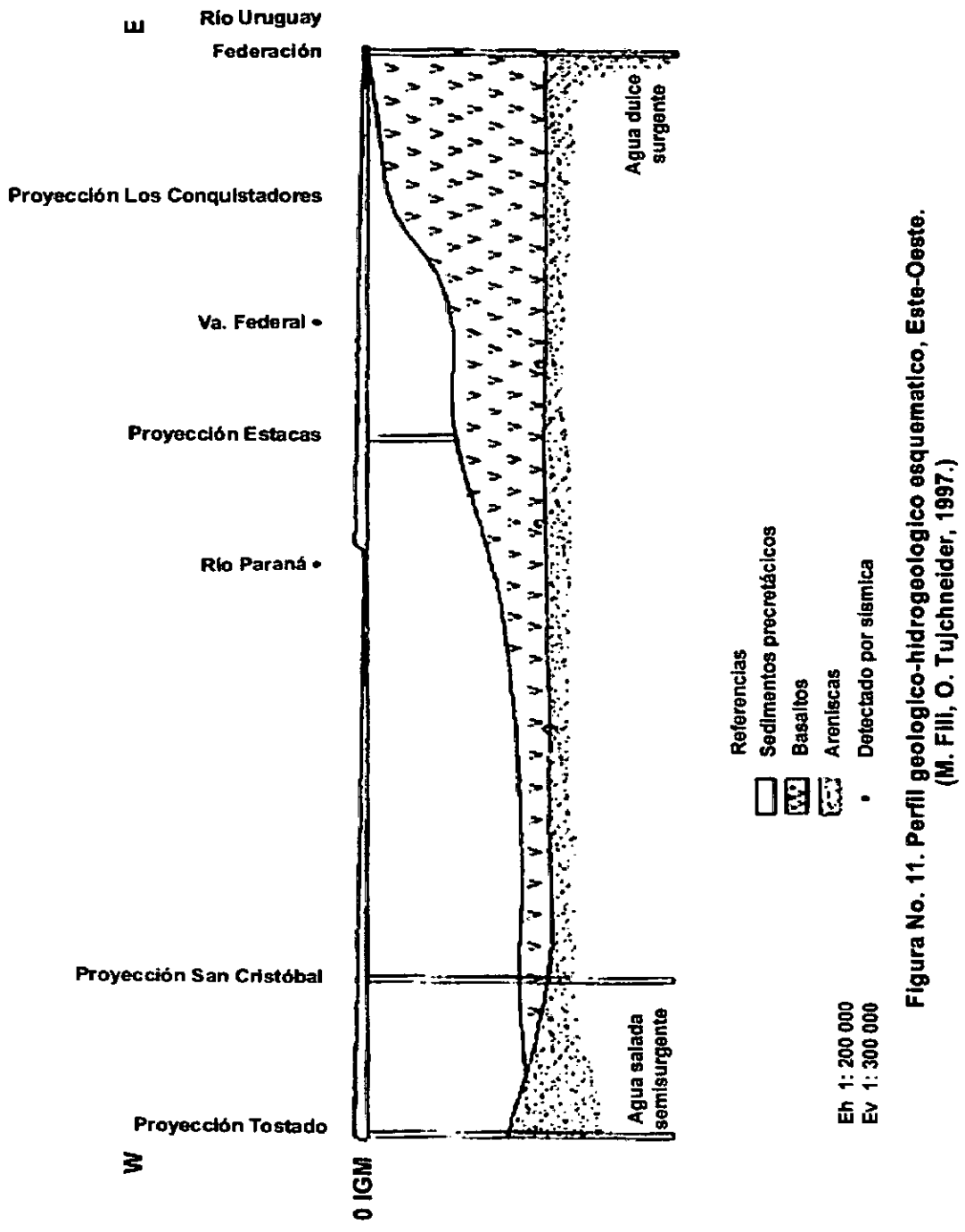


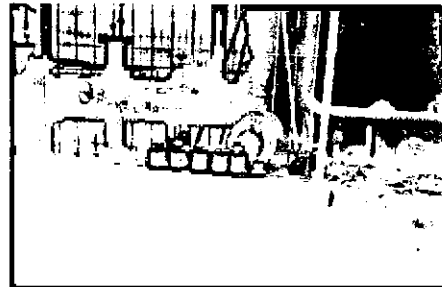
Figura No. 11. Perfil geológico-hidrogeológico esquemático, Este-Oeste.  
(M. Fill, O. Tujchneider, 1997.)

sobre el comportamiento hidráulico e hidroquímico de los acuíferos, lo cual debe considerarse teniendo en cuenta que como ya hemos mencionado anteriormente los acuíferos presentan diferencias entre sí, tanto en su comportamiento hidroquímico como en sus propiedades acuíferas.

### **I. 2. 1. - Características de las perforaciones de aguas termales en las localidades estudiadas.**

A continuación se expondrán brevemente las características de cada una de las perforaciones ubicadas en las localidades objeto de estudio (Figura No. 12) de acuerdo a la información suministrada por los municipios y constatada con información bibliográfica consultada.

En Federación, se alcanzó una profundidad total de 1.350 m (Figura No. 4) y la cota de boca de la perforación es de aproximadamente 43 m.



Se perforó en basaltos hasta los 830 m, se procedió a realizar el aislamiento de la sección suprabasáltica y se rellenó con cemento los intervalos de fuga de agua en la sección interbasáltica (comunicación verbal de la municipalidad), aspecto este sin comprobar con la disponibilidad de información que se tuvo (no entregaron registro de pozo).

Posteriormente se continuó la perforación en las areniscas hasta la profundidad final. Se colocaron filtros sin gravas Por las evidencias que se tienen del lado uruguayo, la formación debe ser bastante más potente según Montañó J. y otros, 1998.

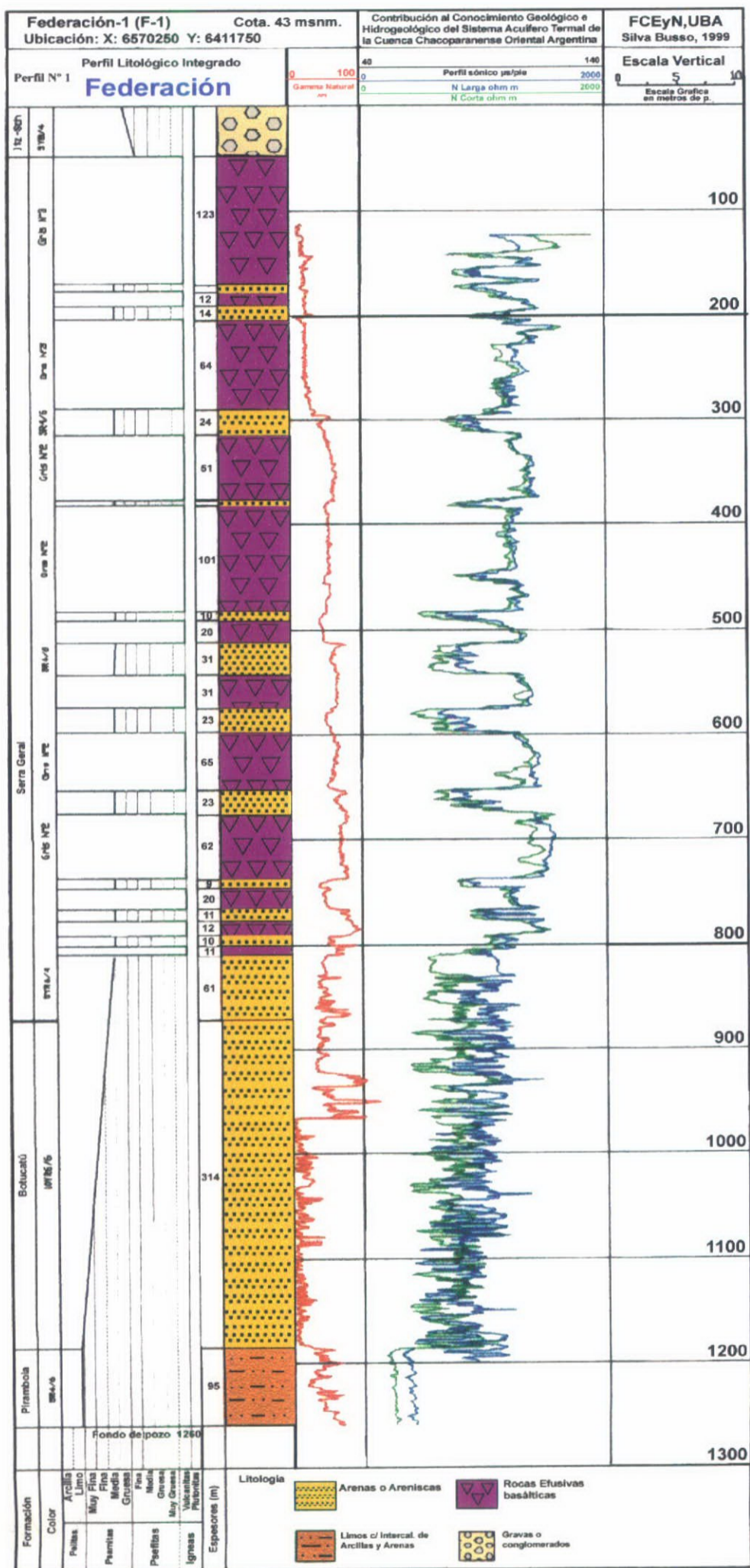


Figura No. 4. Corte del pozo termal de la localidad de Federación.  
(Tomado del trabajo de Silva Busso, 1999)



El acuífero es surgente, con un nivel potenciométrico de 100 m y temperatura de entre 43 - 45 °C. En la actualidad el pozo vierte durante su explotación gran cantidad de sedimentos de granulometría de media a fina con algunos clastos de basaltos alterados y por tal motivo se le ha colocado un filtro antes de abastecer la instalación.



**En Concordia**, la perforación se realizó en el paraje “El Espinillar” (intersección de las Avenidas Monseñor Rosch y Aníbal Requena), hasta la profundidad total de 1.170 m.

Desde la boca del pozo hasta 70 m hay sedimentos; a partir de esa profundidad y hasta los 970 m se perforó en basaltos, y se procedió a realizar el aislamiento con caños sin filtro de las dos secciones la supra y la interbasáltica.

Se continuó en areniscas y se alcanzó una potencia de aproximadamente 200 m en esta sección infrabasáltica (Figura No. 5), colocándose en ella filtros con gravas. El caudal inicial de surgencia fue de 310 m<sup>3</sup>/h, el nivel ascendió por encima de la superficie hasta 60 m y el agua tenía una temperatura de 47 °C.



**En Colón**, la perforación se realizó al lado del río Uruguay, a cota aproximada 19 m y atravesó una columna sedimentaria de 249 m antes de ingresar en la sección interbasáltica.

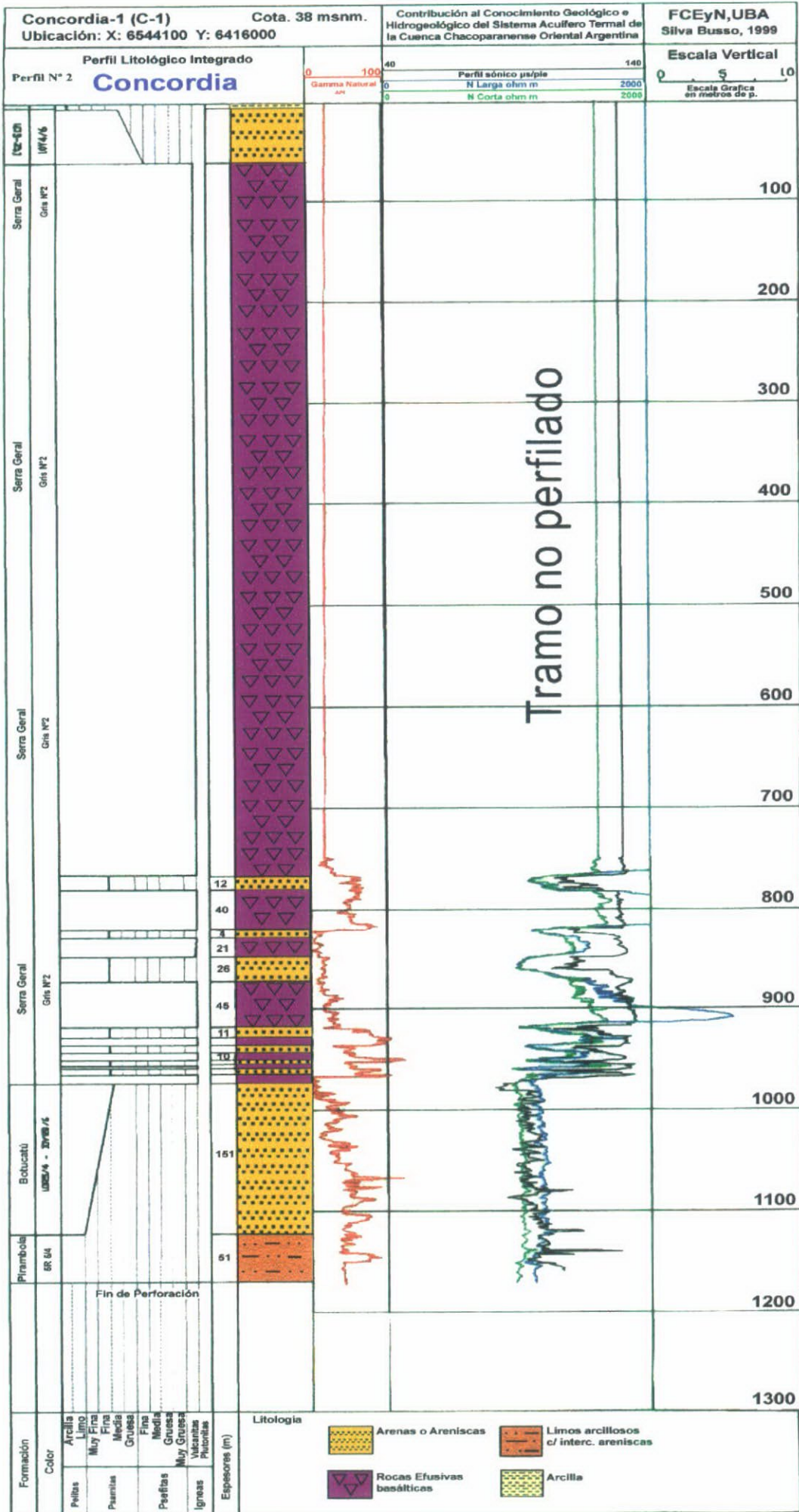


Figura No. 5. Corte del pozo termal de la localidad de Concordia.  
(Tomado del trabajo de Silva Busso, 1999)

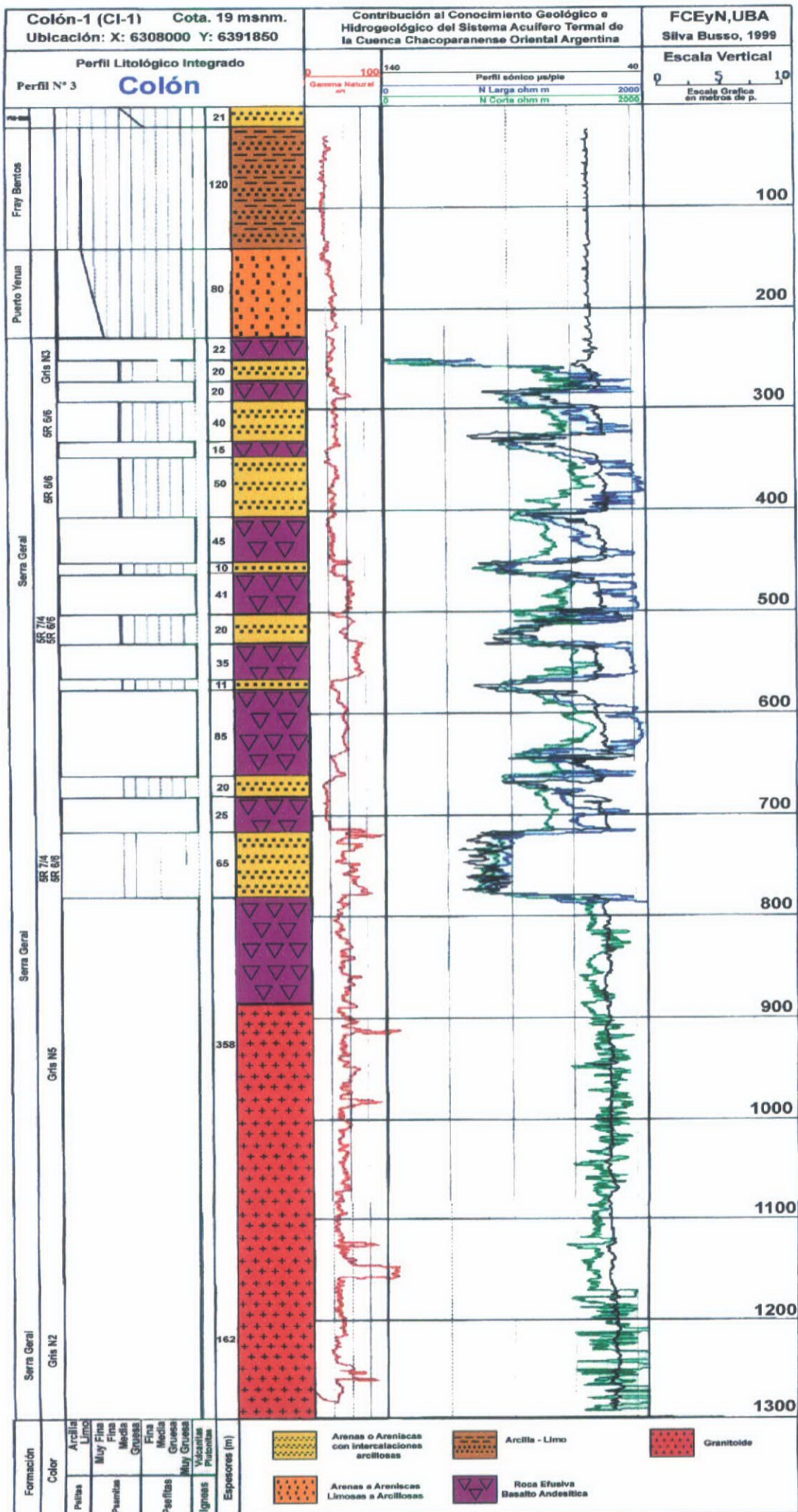


Figura No. 6. Corte del pozo termal de la localidad de Colón.  
(Tomado del trabajo de Silva Busso, 1999)

Sólo se aisló con caños sin filtro la secuencia sedimentaria suprayacente y se continuó perforando, adentrándose en las areniscas a los 762 m y encontraron agua con temperatura de 28 °C y continuaron la perforación hasta 1000m reforzando este intervalo con bentonita para llegar hasta la profundidad de 1500m (Figura No.6).

El acuífero tenía surgencia y un caudal estimado de 120 m<sup>3</sup>/h, a una temperatura de 35 °C. No se aisló el acuífero en explotación. Posterior al alumbramiento del agua termal, -según comunicaciones verbales de la intendencia- se le realizó un perfilaje al pozo y no se pudo avanzar más de 780 m, por lo que se puede suponer que el pozo se derrumbó y en la actualidad su profundidad final es aproximadamente esa, por tanto, la potencia de arenisca no sobrepasaría los 20 m (esto sin constatar por falta de documentos). También se informó que el caudal del pozo, si bien es suficiente para el uso actual en la instalación, ha disminuido con relación al medido inicialmente, aspecto que puede estar relacionado con las cuestiones planteadas anteriormente.

**En Villa Elisa**, la perforación con cota de boca 42,5 m, alcanzó la profundidad de 1.032 m hasta los 352 m hay sedimentos; desde esa profundidad hasta los 940 m basaltos; sólo se aisló la sección suprabasáltica dejando el basalto libre, según comunicación de los propietarios, no hubo evidencia de agua en la sección interbasáltica (Figura No.7); a partir de los 940 m se comenzaron a describir niveles permeables, arenosos, arcillosos, clásticos, roca ígnea alterada hasta la profundidad final; el pozo fue limpiado sólo hasta los 930 m (comunicación verbal realizada por el Sr. Aldo Jacquet, uno de los propietarios del predio).

El agua es surgente, con poca presión; en el momento de entrarse al acuífero se registraba una temperatura en boca de pozo de 35 °C aproximadamente, por comunicación verbal se informó que luego de unos días subió hasta los 40 °C.



En la actualidad hace alrededor de un año, el nivel se ha deprimido 8 m con relación al medido inicialmente y desde el mes de marzo del presente se ha observado una disminución del caudal de agua del pozo. Estos aspectos, relacionados de alguna forma con el captado y manejo del recurso, deberán ser objeto de análisis en nuestro informe final, ya que podrían afectar las proyecciones de desarrollo de la instalación. Las aguas presentan contenidos de sales elevados.



**En Chajarí,** se alcanzó una profundidad total de 811.0 m; hasta los 112 m corresponden a la sección suprabasáltica con una potencia superior de aproximadamente 28 m de depósitos Cuaternarios.

Estos sedimentos fueron aislados con caños sin filtro. Se continuó perforando en basaltos hasta los 666 m sin realizar aislamiento. Desde esta profundidad y hasta los 810



m se describen intercalaciones dentro de la sección interbasáltica de sedimentos clásticos, areniscas, arcillas con características acuíferas. Posteriormente, se describen unos 0.50 m de potencia basáltica o sea de 810 a 810.50 m, sin características acuíferas. Continuándose unos 0.50 m más de potencia en sedimentos acuíferos cuyas características se consideraron similares al acuífero correspondiente a las perforaciones de Concordia y Federación. No se realizó aislamiento en la sección interbasáltica ni se colocó filtro en la zona acuífera (Figura No.8). El caudal estimado es de 380 m<sup>3</sup>/h, con gran presión de surgencia natural en la boca del pozo del orden de los 5 Kg/cm<sup>2</sup> y con una temperatura de 41.3 °C.

En La Paz, se realizó la perforación del pozo termal hasta la profundidad de 1005 m, donde se constata que hasta los 500 m se aisló con caños los sedimentos de la sección suprabasáltica.



Desde esa profundidad y hasta 675 m se cortaron los basaltos, continuando la perforación hasta la profundidad de 725 m, - según descripción geológica realizada durante la perforación, en ese intervalo ocurrió una pérdida total del líquido de perforación por lo que se procedió a cementar el mismo, continuando hasta 820 m en basaltos. La secuencia interbasáltica quedó libre o sea no se colocaron caños. A partir de ahí y hasta los 1005 m se atravesaron sedimentos permeables arenosos, arcillosos y

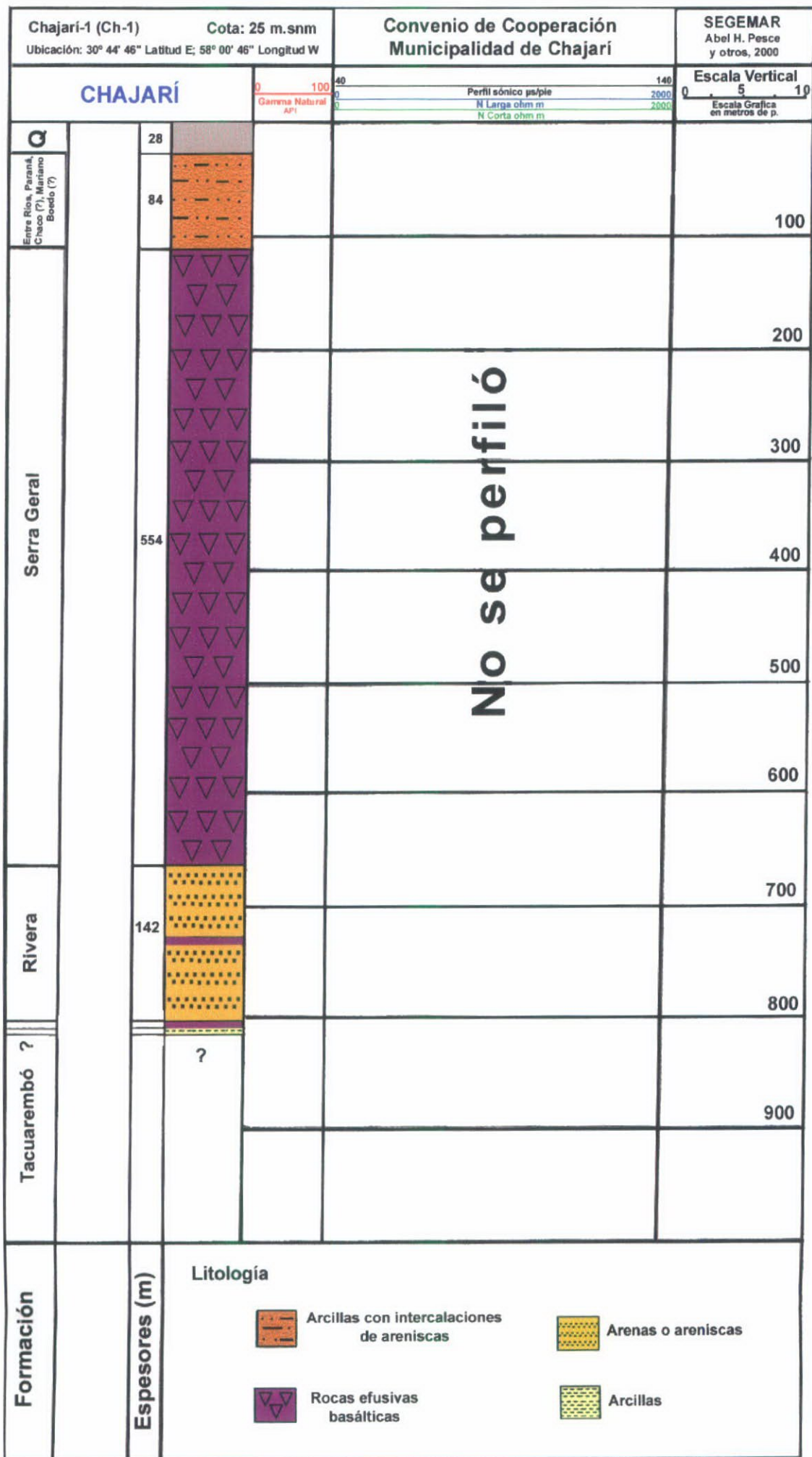


Figura No. 8. Corte del pozo termal de la localidad de Chajarí.  
(Reconstruido por la descripción litológica, SEGEMAR 2000)



clásticos con características acuíferas. El acuífero es surgente, alcanzó un caudal de 90 m<sup>3</sup>/h con temperatura de 41 °C y se caracteriza por altísimos contenidos de sales en el agua, mayores a 80 g.L<sup>-1</sup>.

### **I. 2. 2. - Sobre los trabajos geofísicos realizados.**

De acuerdo a la información disponible, los trabajos geofísicos han sido realizados en dos estadios diferentes durante los emprendimientos de potenciar económicamente los Recursos Termales en todas las Municipalidades de la Provincia de Entre Ríos. En los trabajos de prospección y en los trabajos de exploración.

- **Prospección:** Estudios geoelectrónicos con los objetivos muy precisos de mapear el horizonte resistivo en la profundidad, que se correlaciona con el techo del Acuífero Infrabasáltico (Busso, S. 1999) y para la determinación de zonas con mayores perspectivas para la realización de las perforaciones profundas.
- **Exploración:** Perfilaje de Pozo con el objetivo de apoyar al mapeo del corte geológico aflorado por la perforación, determinar los horizontes permeables y para la verificación de la calidad de los aislamientos de los horizontes permeables superiores.

De estos trabajos anteriormente realizados se tuvo acceso a: Cuatro estudios geoelectrónicos (Concordia, Chajarí, Villa Elisa y La Paz), un registro de Perfilaje de Pozo (Colón) y a seis Cortes Geológicas Integradas con sus respectivos registros de Perfilaje de pozo, en caso de haber sido realizados, (Ver Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) cuyas referencias aparecen reflejadas en el acápite de Bibliografía Consultada.

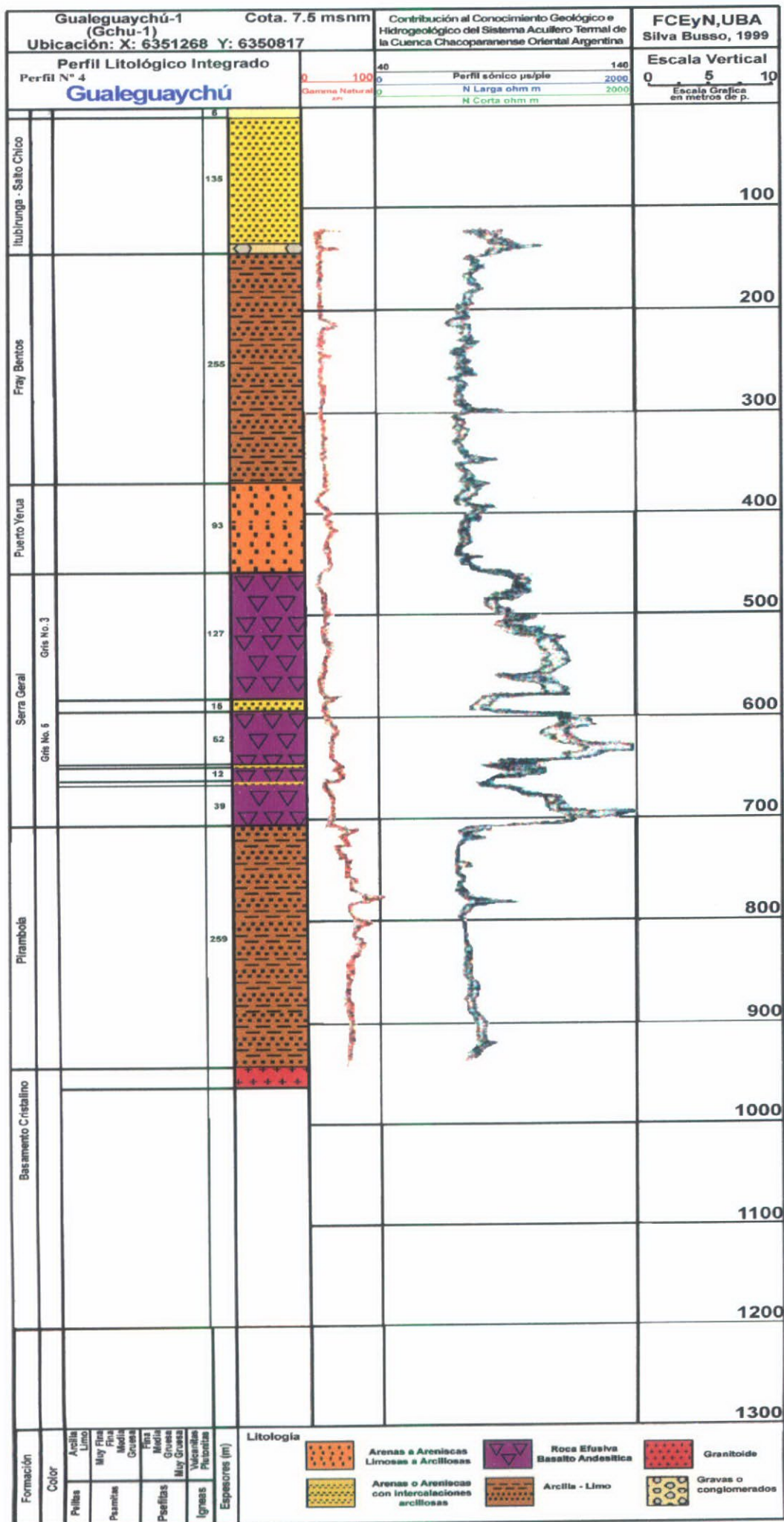


Figura No. 9. Corte del pozo termal de la localidad de Gualeguaychú.  
(Tomado del trabajo de Silva Busso, 1999)

La información revisada posee una calidad científica acorde con las exigencias de la geofísica actual: planteamiento, a priori, de un modelo o patrón geólogo – geofísico, realización de trabajos experimentales para la selección del dispositivo ó configuración con mayor poder resolutivo, equipamiento de elevada sensibilidad, una interpretación asistida por computadores y retroalimentación para la afinación del modelo objeto de estudio.

Un análisis detallado de las características de los estudios geoelectricos realizados en cada localidad aparece en el Informe Parcial I.

- Estudios de Perfilaje de Pozos.

El Perfilaje de Pozo realizado en todas las localidades cumple con los objetivos planteados por los ejecutores. Todos los registros se corresponden con el corte geológico estudiado y el complejo de métodos utilizados mapea, en la profundidad, los acuíferos objeto de estudio.

No obstante debemos destacar las Anomalías de la Intensidad de Radiación Gamma detectadas en los pozos que superan entre 3 y 5 veces los niveles del Fondo Normal, registrado en el pozo.

Pozo Colón (CL-1): Asociadas al Basamento Cristalino entre los 910 y 915 m, entre los 1147 y 1160 m y desde 1250 hasta 1260 m.

Pozo Concordia (C-1): Asociadas a las areniscas con intercalaciones de Basalto, desde 770 hasta 820 m y desde 920 hasta 960 m.

Pozo Federación (F-1): Asociada a las areniscas que componen el Acuífero Infrabasáltico Desde 930 hasta 970 m.

- Otros Estudios Geofísicos.

No aparecen documentados otros estudios geofísicos en la región que nos ocupa como Sísmica, Gravimetría y Magnetometría, cuyos resultados podrían esclarecer el mosaico tectónico de la región y por ende determinar, con más precisión el tipo de control geológico que poseen los acuíferos estudiados; así como las posibles zona de descarga y los diferentes Sistemas Acuíferos existentes.

**En resumen:** del análisis de los Estudios Geoeléctricos en la Tabla No. 1 se presenta los Tipos de cortes resistivos que caracterizan a las diferentes localidades donde se han realizado los Estudios Geoeléctricos y contamos con la información.

Conjugando el Tipo de corte resistivo de las curvas respuestas de los SEV realizados, las Resistividades Aparentes y las profundidades aparentes obtenidas en cada situación geológica concreta, podemos arribar a algunas conclusiones.

- 1- El horizonte resistivo estudiado en Concordia se correlaciona con el techo del Acuífero Infrabasáltico, semejante al del Pozo Dayman, en Salto.
- 2- El horizonte resistivo mapeado por SEV en Chajarí no es correlacionable con el Modelo Concordia, ni con los obtenidos en Villa Elisa y La Paz. Probablemente esta respondiendo a un horizonte que se correlaciona con el techo de un Acuífero Interbasáltico.
- 3- Los horizontes resistivos mapeados en Villa Elisa y La Paz, son correlacionables con el techo del Acuífero Infrabasáltico, pero con otra salinidad (más elevada) en las aguas.

- 4- Los horizontes conductores mapeados en la Paz, Nogoyá, Estación Estacas y Villa Elisa, entre los 300 y 500 m de profundidad, nos permiten inferir sobre la posibilidad de localizar un acuífero suprabasáltico con elevada salinidad, en estas localidades.

**Tabla No.1.- Tipos de cortes resistivos.**

No.	Localidad	SEV No.	Fecha	Tipo Corte	$h_a$ (m)	$\rho_a$ (ohm-m)	$\sigma$ ( $\mu$ S)	TSD (mg/L)
1	Salto-Ur.	2	11/90	$\rho_a$ HK	400 930	92 320 64	637	455
2	Concordia	2	9/94	HK	200 900	40 250 75	524	335
3	Chajari			KH AK A			1220	921
4	Villa Elisa	4		KH	330 800 1200	6 160 5	20849	13344
5	La Paz	11	8/96	KH	400 1000	0.65 70 10	137100	92487
6	Nogoyá	18	8/96	KH	500 1100	0.8 75 30		
7	Estación Estacas	5	8/96	KH	400 900	0.9 24 11		

### I. 2. 3. - Algunos aspectos generales y específicos de la información consultada.

En el transcurso de esta primera etapa del trabajo, queda demostrado, que en la provincia de Entre Ríos y en las seis (6) localidades objeto del estudio existen todo un cúmulo de informaciones valiosas, habiéndose consultado algo más de 35 informes, trabajos, proyectos, materiales diversos, perfiles y esquemas geológico, etc., relacionados con:

- Aspectos sobre el conocimiento geológico, hidrogeológico e hidroquímico del Sistema Acuífero Termal y el Sistema Acuífero Guaraní en general.
- Trabajos geofísicos realizados acompañados de la interpretación de los resultados obtenidos.
- Expedientes de solicitud de concesiones de investigación y explotación de los recursos termales.
- Documentos sobre los trabajos de perforaciones geotérmicas ejecutados.
- Estudios de impacto ambientales realizados en algunas áreas.
- Proyectos de desarrollo de los centros termales. Estrategias de mercados.
- Diversas publicaciones sobre los usos actuales de las instalaciones existentes en forma de folletos y páginas de Internet.
- Informes y documentos sobre las aguas subterráneas de la sección suprabasáltica.
- Otros.

Tal y como se mencionó anteriormente, se consultó algo más de 30 bibliografías especializadas, con el objetivo de brindar informaciones lo más actualizadas posibles, y de alguna manera tratar de unificar Conceptos y Definiciones Básicas, que sobre el Termalismo y sus recursos naturales termales se manejan en el Mundo Europeo.

Por tanto, en este acápite se reflejará lo más significativo de los aspectos generales y específicos alcanzados de las informaciones y bibliografías consultadas de las áreas de trabajo, sobre las cuales deberemos basarnos para poder realizar exitosamente las tareas enmarcadas en el estudio contratado aplicable para el desarrollo del Turismo, la salud y

la industria especializada a partir de los potenciales recursos naturales termales en la provincia de Entre Ríos.

A continuación se exponen aquellos aspectos generales y específicos considerados por los autores del presente documento:

- I. Se constató (Busso S., 1999 y SEGEMAR, 2000), que en todos los casos las perforaciones se realizaron con el objetivo de buscar temperatura (perforaciones geotérmicas), caudal y surgencias, sin tener en cuenta la calidad del recurso termal, ni las propiedades específicas de las aguas, o sea, no se buscaban las aguas minerales naturales, ni las mineromedicinales y por carácter transitivo, es muy posible que no exista en algunas de estas captaciones una estabilidad de las propiedades fisico-químicas, ni de los caudales y presiones de descarga a consecuencia del aporte de otros niveles acuíferos que existen en el Sistema Acuífero Termal. Vale comentar, al respecto, lo siguiente:

Como se describió anteriormente en el acápite de Términos y Definiciones... las aguas pueden ser clasificadas por su temperatura desde frías hasta hipertermales, teniendo en cuenta que este parámetro dentro de la Balneología Moderna y a partir de estudios científicos realizados es importante por su efecto físico, ya que a temperaturas entre 37 y 39 °C ocurre el aumento de los poros de la piel, efecto ó proceso denominado **hiperemia de la piel** y a través de los mismos por mecanismos de osmosis ó difusión simple atraviesan los elementos químicos necesarios para el organismo. Estos

mecanismos ocurren durante el uso externo fundamentalmente, pero durante la ingestión (uso interno) el agua debe emplearse a temperatura ambiente, y en el caso de que el gradiente térmico sea mayor, las aguas minerales para su uso deben enfriarse y por ende se complicaría su uso, pues no es nada conveniente mezclarlas con aguas frías sino se conoce, previamente la composición y dosificación de esa mezcla.

2. El Sistema Acuífero Termal, como se denomina, está constituido en la región por formaciones sedimentarias de las secciones inter e infrabasálticas, con características hidráulicas, de temperatura y composición diferentes, por lo que dentro del mismo existen varios acuíferos. Por ejemplo las perforaciones de Federación y Concordia son de temperaturas similares (Hipertermales) y con caudales muy abundantes, al parecer del mismo Sistema Acuífero; mientras que, las perforaciones de Colón y Villa Elisa se diferencian por tener menos caudal y por tener diferentes contenidos de sales y temperaturas, principalmente. Ya en las localidades de La Paz y de María Grande los contenidos de sales son muy altos, y con diferente composición química, clasificándose las aguas como salmueras.
3. Las captaciones del “agua termal” realizadas en el área, de acuerdo a la información analizada, no se realizaron con criterios únicos. Ello se puede apreciar en la siguiente descripción hidrogeológica:  
  
En Federación, la sección interbasáltica, se une con la sección infrabasáltica, pues no se reportó aislamiento alguno entre ellas; por tanto, se prevé la



posible mezcla de ambos acuíferos, lo cual se reflejará en los resultados de los análisis y en las comparaciones que se establecerán en próximos capítulos.

En Concordia, la sección interbasáltica se encuentra aislada, con una comprobada estanqueidad de la infrabasáltica, por lo que el “agua termal” estudiada es representativa de esa sección, únicamente.

En Colón, la sección acuífera interbasáltica aparece como la única presente, pues la suprabasáltica, como en todos los casos, se encuentra aislada en toda su potencia con una probada estanqueidad, por lo que el “agua termal” será representativa de esta sección.

En Villa Elisa, el “agua termal” proveniente de la sección acuífera interbasáltica se une con la sección acuífera infrabasáltica, pues ambas están libres, pero con una gran diferencia del mismo diseño constructivo que el pozo de Federación, y es que el agua además de tener menor temperatura, y menores caudales, presenta una mineralización mayor de 17 g/L. (en Federación no sobrepasa los 0.8 g/L)

En Chajarí, pozo perforado en el año 2000, el “agua termal”, según los profesionales actuantes, proviene de la sección acuífera interbasáltica, aunque esto debe ser corroborada por los geólogos argentinos. Mayores detalles sobre el particular lo ofrecerán, además, los resultados de los análisis que se realizarán con posterioridad.

En La Paz, en otro pozo perforado en el año 2000, al parecer existe cambio del ambiente hidrogeológico bien distinto a las cinco (5) localidades anteriores. Sin embargo según el esquema propuesto por el geólogo que participó en la perforación, el agua “agua termal” proviene de la sección infrabasáltica, pero las características acuíferas de estos sedimentos captados se diferencian con las aguas que corresponden a la perforación de Concordia, que como ya se dijo es representativa de esta sección o sea, en esta localidad hay menos caudal, altos valores de salinidad, superiores a los 80 g/L. Vale recordar que a unos 50 Km al Norte de La Paz en la localidad de Estacas existen aguas de composición Clorurada-Sódica con salinidades entre 65 y 70 g/L a profundidades de 350 – 400 m en la denominada Formación Puerto Yerúa perteneciente a la sección suprabasáltica.

Similar situación se ha presentado en el pozo de “agua termal” perforado en María Grande.

En los trabajos del Instituto de Geología y Recursos Minerales, así como, en los del Servicio Geológico Minero Argentino (IGRM-SEGEMAR), 1999 se **reconoce**, que en los 500 m de basaltos con areniscas intercaladas que deben atravesarse para alcanzar el acuífero buscado, correspondiente a la sección infrabasáltica (caudales abundantes, surgencia y temperatura de 45 °C), existen acuíferos de baja temperatura, - sin indicar valores de la misma-, en fracturas y areniscas intercaladas (que todavía no se conoce su calidad ni propiedades terapéuticas). Reconocen igualmente, que al evitar el

- revestimiento de toda esta potencia (que puede ser la interbasáltica ó no), no se ha podido impedir la mezcla de aguas del acuífero termal, con las aguas frías (temperatura no conocida) provenientes del tramo superior. En otras palabras, se reconoce explícitamente por estos autores la afectación de la calidad y las propiedades de las aguas minerales de la región, producto de la estrategia asumida para la perforación y el diseño constructivo de los pozos.
4. En ninguna de las perforaciones geotérmicas realizadas en las seis (6) localidades objeto de estudio se realizó un estudio de cada horizonte acuífero detectado durante los trabajos de perforación, sólo se le prestaba atención al “agua termal” con características similares a las explotadas en la R.O.U. Por ejemplo ya mencionamos anteriormente que en el intervalo entre 675 y 725 m en la perforación de La Paz se detectó una pérdida total del líquido de perforación y se procedió automáticamente a cementar el intervalo independientemente de que se describió presencia de sedimentos acuíferos a esa profundidad. Ejemplos de este tipo, o sea de evidencias de sedimentos acuíferos con menor temperatura y menor caudal, están a profundidades menores de los 800 m como lo son las formaciones de la sección suprabasáltica (Formaciones Paraná, Puerto Yerúa) y en las potencias superiores de la sección interbasáltica como el caso Colón.
  5. En todos los casos se realizó el aislamiento de la sección suprabasáltica y no de la interbasáltica (a excepción del pozo Concordia-1) por lo que, en algunos casos puede estar ocurriendo una mezcla de acuíferos. Estos criterios

- se corroborarán con los resultados del muestreo de las fuentes de aguas termales realizados.
6. A partir del análisis de los trabajos geofísicos realizados en la región se pudo realizar la correlación de los horizontes resistivos presentes y se constató la presencia en la misma de horizontes de la sección infrabasáltica como el caso de Concordia y horizontes acuíferos en la sección interbasáltica como el caso Chajarí, cuyo modelo no se correlaciona con Concordia.
  7. El manejo del recurso agua mineral en cada instalación se realiza sin el cuidado y protección del horizonte acuífero establecido en las normativas internacionales, debido a que el uso actual más empleado es recreativo y turístico mediante la construcción de varias piletas en cada instalación. Debe destacarse que, de acuerdo a la experiencia internacional este recurso mineral por regla general no se emplea de esta forma sino en la forma de piletas más pequeñas de capacidad máxima de 8 ó 10 personas, donde además de ahorrar y controlar el recurso mineral, se realizan un conjunto de servicios y tratamientos con el empleo de la terapia con aguas minerales de gran utilidad para la prevención, profilaxis y alivio de dolencias en combinación con otros recursos naturales termales, percibiendo con ello mayores ganancias económicas y una mejor calidad de vida para la población y los turistas.
  8. Los horizontes acuíferos con altos valores de salinidad ( $> 2$  g/L) constituyen un índice de búsqueda de aguas minerales para uso balneoterapéutico. Esto no hace que las aguas de menor salinidad no puedan

- ser empleadas en la Balneoterapia, por el contrario, existen en el mundo aguas con estas características que se utilizan con gran demanda, debido a los factores mineralizantes que contienen por ejemplo el Radón 222, las microalgas, etc.
9. La ausencia, en algunos casos y en otros, el poco tiempo de aforo ó pruebas de bombeo, no permite establecer las reservas de las potencias acuíferas termales en explotación en la región.
  10. Será necesario establecer un control por los órganos competentes de la provincia sobre los recursos termales, con vista a evitar una explotación irracional de los acuíferos en las tres secciones que comprende: el mal captado, la mezcla de acuíferos, el agotamiento del recurso y otros aspectos que son de interés provincial, teniendo en cuenta que las aguas minerales en países como España, Italia, Alemania, Francia, Rusia y Cuba, entre otros, son considerados recursos mineros de gran valor social y económicos.
  11. Se constató, que en todos los casos existe interés de desarrollar, -a partir de la calidad del recurso agua mineral-, el producto Turismo-Salud, pero en algunos lugares, de acuerdo a lo existente, será necesario desarrollar nuevas infraestructuras para estos fines.
  12. Los usos actuales de las instalaciones termales de las seis (6) localidades estudiadas son básicamente con fines turísticos y recreativos. No obstante, de acuerdo al tipo químico y a las características de las aguas termales reportadas, en varias de ellas, estas no se corresponden totalmente con los

aportes benéficos de estos recursos, en otras palabras, las fuentes de aguas termales carecen de análisis completos a partir de los cuales se obtendrán resultados valiosos que posibilitarán ampliar las ofertas de servicios actuales en el campo del Turismo-Salud.

13. De acuerdo a la información obtenida, existe la posibilidad que, -después de terminar los estudios especializados correspondientes-, las fuentes termales de la provincia se pueden emplear, además de los usos turísticos y recreativos actuales, en el Turismo-Salud y en la actividad industrial, ya sea en el envasado de aguas minerales de baja mineralización como alimentos y como medicinales las aguas con componentes farmacológicos ó elementos mineralizantes especiales.

14. También existe potencial en la región para elaborar productos cosméticos a partir de las aguas termales ó utilizarlas como cosméticos mediante los baños (uso externo), de gran demanda internacional, como por ejemplo las aguas de Concordia cuyas concentraciones, estudiadas preliminarmente, de microalgas son elevadas.

### **I. 3. - Comentarios finales elaborados con la información disponible.**

Aunque entre los objetivos del presente proyecto no se encuentra la reinterpretación de los materiales geólogo-geofísicos e hidrogeológicos precedentes, si queremos, como geocientíficos que somos y sin aras de polemizar con los especialistas argentinos, expresar nuestras consideraciones, que pueden ser aceptadas ó no, en este sentido.

Teniendo en cuenta las características generales expuestas anteriormente sobre las perforaciones geotérmicas realizadas en cada una de las seis (6) localidades objetos de estudio, realizaremos los siguientes comentarios:

1. En el Noreste de la provincia (Federación, Concordia y Chajarí) se detectaron características similares con relación al caudal y la temperatura que los horizontes en explotación del oeste del Río Uruguay (sección infrabasáltica), aunque en el caso de Chajarí se considera que corresponde en la sección interbasáltica (de acuerdo a datos geofísicos)
2. También se ha puesto en evidencia que este comportamiento acuífero no es continuo en todo el este de la provincia, teniendo en cuenta que los objetivos de las perforaciones de Colón y Villa Elisa fueron los mismos y existen diferencias en cuanto a temperaturas, caudales y contenidos de sales indistintamente. Por lo que se puede pensar que, el medio geológico presenta un cierto grado de complejidad, no perceptible con la información que se dispone. En este sentido posteriormente se realizarán comentarios a partir del análisis de los trabajos geofísicos.
3. Se considera que en casi todas las perforaciones realizadas se están explotando sedimentos acuíferos en la sección interbasáltica, sólo el caso Concordia es representativo del acuífero infrabasáltico. En Federación también se atravesó el infrabasáltico pero, como no se aisló correctamente se encuentra mezclado con las aguas correspondientes a los acuíferos interbasálticos.

4. Como ocurre en territorio de Uruguay según Montañó J. y otros, 1998, en Argentina es posible diferenciar dentro del Sistema Acuífero Termal dos subsistemas: uno con agua de baja salinidad y mayores temperaturas localizado en el sector central y norte y otro con aguas saladas y temperaturas menores, localizado en proximidades del borde sur de la cuenca. Al respecto, otros autores dicen (Busso S. y SEGEMAR, 1999) – que los contenidos elevados de sales en Villa Elisa pueden ser aportados por la Formación Paraná que corresponden a la sección suprabasáltica del corte hidroestratigráfico, la cual profundiza progresivamente hacia el este de la provincia y contamina los acuíferos de las secciones infrayacentes, al respecto decimos que:

- Está constatado la presencia de intercalaciones dentro de los basaltos con propiedades hidráulicas y características aprovechables, pero en el corte litoestratigráfico de la perforación de Villa Elisa (Ver Figura No.7) no se describe la presencia de formaciones superiores, ni tampoco existen determinaciones de algunos elementos característicos de formaciones de origen marino como es el caso de Paraná, entre otras.
- Otro aspecto a considerar es que según los trabajos de Busso S. y SEGEMAR, 1999 aunque reconocen que la Formación Paraná presenta agua salobre los índices de salinidad no superan los 3 a 4 g.L<sup>-1</sup>, mientras que, los valores de la salinidad en el pozo de Villa Elisa están por encima de los 17 g.L<sup>-1</sup>.



- Y por último, como manifestamos anteriormente (Montaño y otros, 1998) dicen que, - está descrita la presencia en el territorio de Uruguay de acuíferos con contenidos de sales similares a los de Villa Elisa. Ejemplo: Paso Ullestie y Termas de Almirón en Uruguay.
5. En la actualidad y con mayor información se puede asegurar que al menos existen tres (3) regiones bien diferenciadas por su contenido salino (en lugar de las dos que describe Busso S., 1999), una al noreste: Federación, Concordia, Chajarí y Colón, otra al Suroeste: Villa Elisa, Concepción del Uruguay y Gualeguaychú y otra al noroeste: La Paz, María Grande y Estacas.
  6. Las aguas con mayores temperaturas son las de Concordia y Federación (con 46 y 42 ó 43 °C respectivamente) y las de menor temperatura son las de Colón con 33 °C, mientras que Chajarí tiene 39 °C; Villa Elisa 37 °C y La Paz 41 °C.
  7. Según Busso S., 1999, las aguas termales en las captaciones de Federación, Concordia y Colón se clasifican como Bicarbonatadas-sulfatadas-sódicas, con tendencia al tipo magnesiano y Cloruradas-sulfatadas-sódicas. Además, diferencia dos tipos de zonas hidroquímicas:
    - Zona con aguas con  $CE > 2000$  y  $< 10,000$  mS/cm
    - Zona con aguas con valores de  $CE > 10,000$  mS/cm
  8. En la Zona Hidroquímica II, la relación  $Cl^-/HCO_3^-$  presenta valores en el orden de las 84 unidades, lo cual indica aguas de origen marino ó mezcla a consecuencia de cuñas de intrusión salina (esto no tiene lugar en este caso). Según Busso S, 1999 esto puede ser debido a dos alternativas:

- Aguas de mezcla entre la recarga y las aguas connatas y;
  - Aguas de mezcla entre la recarga y otro acuífero que contenga aguas de origen marino que puede tener ó haber tenido algún grado de conexión hidráulica. (Consideramos que este puede ser el caso, pero en los próximos informes, según los resultados que se obtengan con los análisis, se podrá ampliar).
9. De acuerdo a la información consultada (SEGEMAR, 1999), sólo en la sección infrabasáltica se han encontrado aguas termales con temperaturas inferiores a los 45 °C.
10. El Basamento Cristalino está compuesto por rocas intrusivas ácidas, con sus fajas móviles asociadas de rocas metamórficas y migmatitas e intrusivas mesosilícicas y básicas.
11. También en los trabajos del SEGEMAR, 1999 y 2000 y de otros autores se reconoce que: “la alternativa de no revestir la sección interbasáltica puede reducir significativamente los costos de la perforación ya que dentro de esta sección son comunes los espesores superiores a 500 m de basaltos con intercalaciones de areniscas que deben de atravesarse para alcanzar el acuífero buscado”, no obstante, aceptan y reconocen que estos espesores son acuíferos. A nuestro entender, reconocen una mezcla de acuíferos en los pozos.

Además, del estudio y análisis de los trabajos geofísicos realizados en la región (Sondeo Eléctrico Vertical y Perfilaje de Pozo) y apoyándonos en las Columnas Geológicas

Integradas de Busso S. 1999, proponemos el siguiente Corte Geológico Esquemático para la región de la Costa Argentina del Río Uruguay. (Ver Figura No.12).

Con esta primera aproximación tratamos de esclarecer los siguientes aspectos:

- Diferencia de caudales captados en la región.
- Disminución de los caudales.
- Diferencia en la composición química de las aguas.
- Emplazamiento en la profundidad de los diferentes acuíferos determinados.

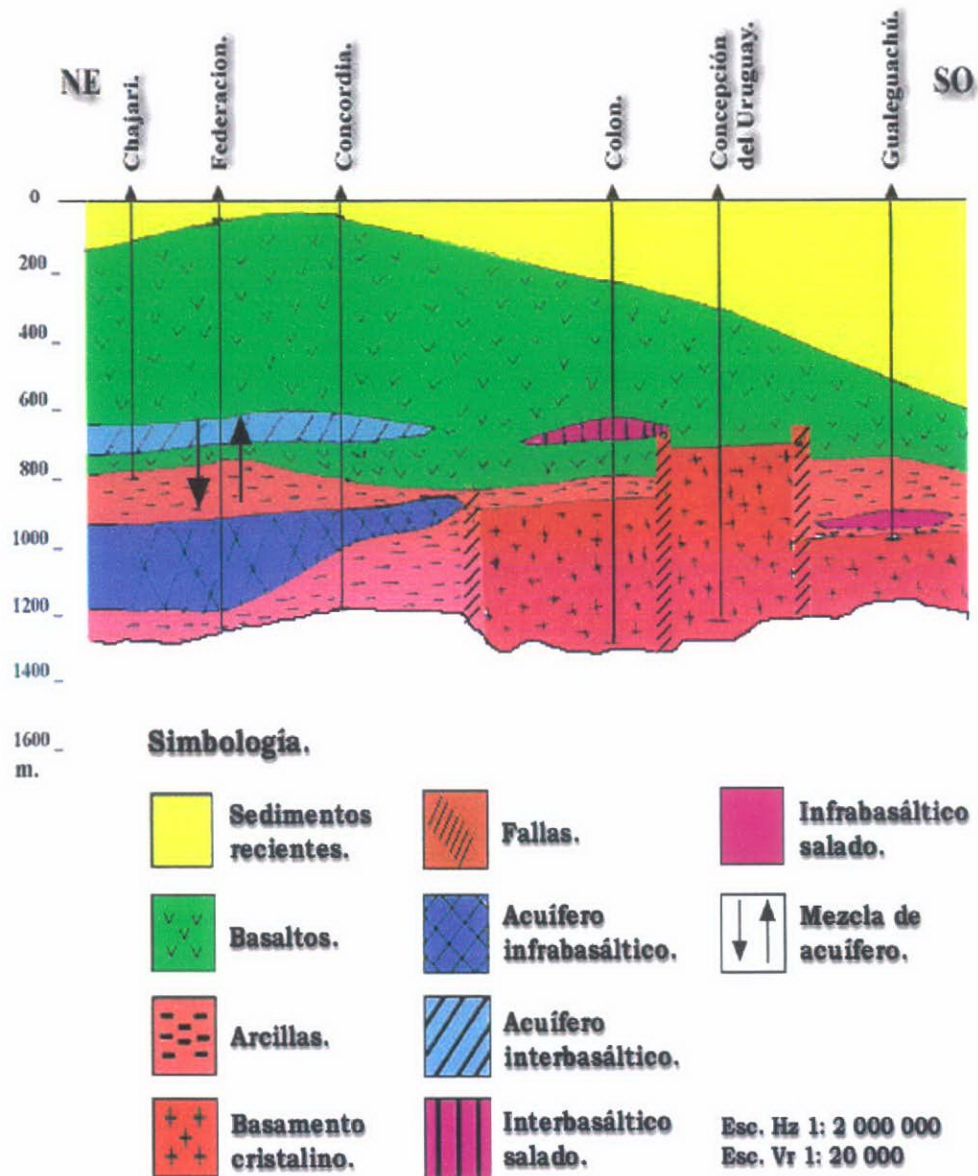
Supra, Interbasáltico e Infrabasáltico. (Busso, S. 1999)

Observando el Corte Geológico Esquemático y generalizado ( Figura No.12) presentado se desprende de Sur- Oeste a Norte- Este, que el acuífero interceptado por la perforación en Gualeguaychú no tiene continuidad hacia el Norte-Este y queda entrampado por la falla del Basamento Cristalino, determinada por la correlación entre los pozos Gualeguaychú y Concepción del Uruguay. (Ver Figuras Nros. 9 y 10)

Con relación al acuífero captado en el Pozo Colón este corresponde a un acuífero de la sección interbasáltica y no el infrabasáltico esperado. También no es probable que podamos correlacionar este acuífero con los acuíferos interbasálticos atravesados por los pozos Concordia, Federación, teniendo en cuenta que en Concordia esta sección se encuentra aislada y en Federación está mezclada con la infrabasáltica.

Los únicos pozos que interceptan el acuífero infrabasáltico en la región de la Costa Argentina del Río Uruguay, son los Pozos Concordia (con menor potencia) y Federación en toda su potencia.





**Figura No.12 Corte geólogo-geofísico esquemático elaborado sobre la interpretación de los trabajos geofísicos disponibles durante la ejecución del Primer Informe Parcial. (Cervantes P., Romero J., Moreno A. M.)**

El Pozo Chajarí quedó colgado (no cumplió con el objetivo geológico) dentro de las coladas basálticas y el acuífero interceptado es un acuífero de la sección interbasáltica.

Todo este cuadro complejo que provoca la tectónica en la región, que en definitiva es la que controla el comportamiento de los acuíferos, explica la variación en los parámetros hidráulicos que observamos en cada localidad (Montaño J., Filí y Tujchneider, 1998).

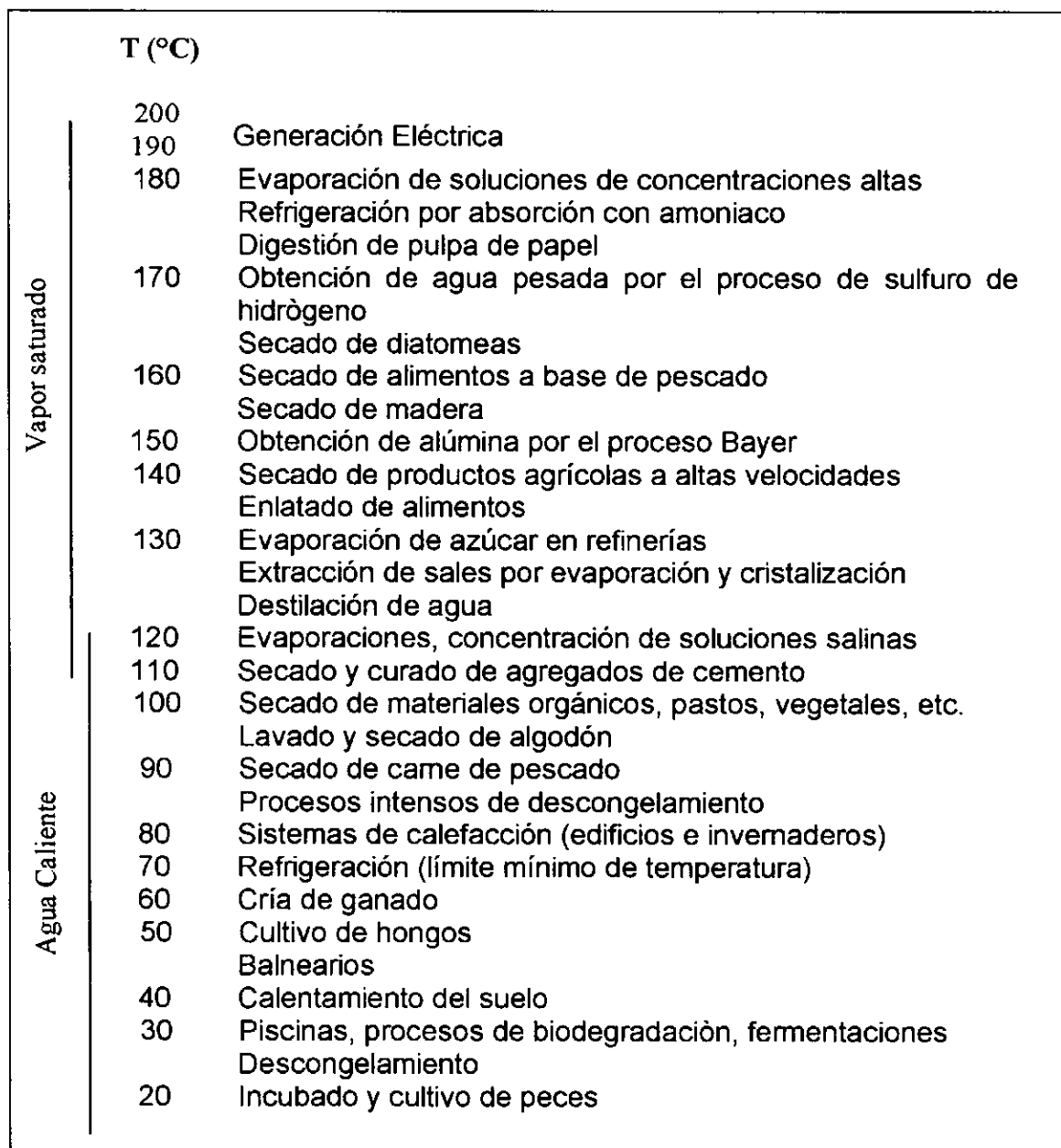
Con relación a la diferencia de salinidad observada entre los pozos de la Costa Argentina del Uruguay con los de La Paz y María Grande, sólo podemos decir, que como bien plantea Sanguinetti J. A. y otros, 2000, existen sistemas de fallas con dirección Suroeste–Noreste, paralelas a las Fallas Paraná y Uruguay, y sistemas transversales con rumbo Sureste – Noroeste que complican aun más el mosaico tectónico en la región y que pudieran haber producido un levantamiento del Basamento Cristalino aun de mayor magnitud al que observamos en la costa Argentina del Río Uruguay, que a su vez ha producido un intenso diapirismo en la región Central y Noroeste de la región entrerriana. Esta, podría ser una hipótesis geológica probable, que podría explicar el aumento elevado de la salinidad encontrada en las aguas de los acuíferos de este territorio.

## **II. - TRABAJOS DE RELEVAMIENTO EN CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS.**

Teniendo en consideración que en el presente estudio nos proponemos evaluar las potencialidades de las aguas termales que están captadas en la Provincia de Entre Ríos, en varias de sus municipalidades, las cuales han sido localizadas bajo la óptica del Relevamiento o Inventario Nacional de “Recursos Geotérmicos” ( desde baja hasta alta entalpía), nos vemos en la necesidad de focalizar la atención en su uso balneológico, que si bien esta considerado en el Diagrama de Lindal (Figura No.13), la temperatura no es lo que lo define, porque podemos calentarla en última instancia para un uso balneoterapéutico sin alterar sus propiedades. Entonces nosotros, en nuestro trabajo, pasamos a primer plano la composición química (los elementos mayoritarios y minoritarios, los elementos no ionizados, los sulfuros, etc.), la mineralización, los componentes biológicamente activos (ó elementos mineralizantes especiales), las microalgas y la radiactividad entre otros, que en definitiva son los que determinan su aplicación terapéutica y en otros usos, de acuerdo la experiencia internacional en este campo.

### **II.1 – Metodología general de los trabajos de campo.**

Para el cumplimiento de estos trabajos, se desarrolló por parte del equipo de profesionales participantes una metodología que comprende la realización de un grupo de actividades durante un total 30 días de trabajo proyectados, de los cuales 23 se realizaron en la provincia de Entre Ríos, contando con el apoyo, en algunos casos, de la Dirección de Minería y de Turismo de la provincia en lo referente a los traslados internos.



**Figura No. 13. Diagrama de LINDAL**



Esta metodología contó con la Dirección Ejecutiva del Doctor en Ciencias Técnicas Ingeniero Hidrogeólogo Juan Romero Sánchez, Presidente de la Secretaría Científica de la Federación Latinoamericana de Termalismo y la participación de los Master en Ciencias del Agua Ing. Geóloga Ana María Moreno Cao y Master en Geofísica Ing. Geofísico Pablo de Jesús Cervantes González, en sus condiciones de colaboradores e integrantes del equipo de trabajo profesional científico-técnico pertenecientes al Centro Nacional de Termalismo del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba.

A continuación referiremos el detalle de las actividades desarrolladas:

Esta etapa responde al cumplimiento total de la **Tarea 2** correspondiente al Plan de Tareas contratado y consistió en la estadía, hasta un máximo de cuatro días por área, en los Municipios: Concordia, Federación, Chajarí, Colón, Villa Elisa y La Paz indistintamente por los profesionales actuantes.

Las actividades desarrolladas fueron:

1. Ubicación de cada fuente.
2. Mediciones in situ de parámetros físico-químicos. (Temperatura, Conductividad, el TDS, pH y Eh)
3. Determinaciones de parámetros radiactivos in situ en las aguas a partir de las mediciones de Radón 222 y Radio 226 en cada fuente.
4. Detección de focos contaminantes dentro del área de restricción de cada fuente termal.
5. Muestreo de las fuentes de aguas y piletas para análisis físico-químicos completo.
6. Muestreo para el estudio de las microalgas presentes en las fuentes termales.

7. Usos actuales de los recursos en cada una de las áreas ó complejos termales.

En cada localidad se procedió inicialmente y con la cooperación de funcionarios de la Intendencia, a ubicar las fuentes de aguas termales (Figuras No. 14 a la No. 19), que en todos los casos corresponden a pozos perforados que atraviesan acuíferos profundos a profundidades superiores a los 1000 m., a excepción de la localidad de Chajari.

Todas las mediciones in situ fueron repetidas durante los cuatro días de estancia en cada localidad con vista a promediar estos resultados y disminuir los errores de medición. Estas mediciones fueron realizadas en el período de los 23 días de permanencia en la provincia, con al menos tres (3) ciclos de mediciones en ese tiempo.

Durante la visita realizada por los profesionales actuantes en las áreas de interés se realizó un recorrido de aproximadamente 800 a 1000 m<sup>2</sup> a la redonda, correspondiente a la denominada Zona I de Protección Sanitaria ó Anillo de Régimen Estricto, donde como se conoce existe la prohibición de todo tipo de actividad no propias al captado y explotación del recurso natural termal (Custodio E. y otros, 1976); con vista a detectar focos contaminantes, teniendo en cuenta que los acuíferos captados son profundos en todas las localidades objeto de estudio. Los resultados de esta actividad fueron buenos, declarándose que no existe ninguna actividad productiva ó de otra índole dentro de las áreas que pueda afectar las condiciones higiénico- sanitarias de las fuentes termales.

Vale destacar, que en la actualidad todas las instalaciones cuentan con diferentes tipos de piletas, las cuáles son de uso público y de acuerdo a nuestra experiencia, este recurso debe ser de estricto control sanitario para evitar contaminación sanitaria en ellas, por lo que se hace necesario realizar estudios bacteriológicos sistemáticos, independientemente

que se realice una adecuada circulación dentro de cada pileta y una higienización y vaciado de las mismas, diariamente. Así mismo, es necesario, en aquellos lugares donde se realiza la ingestión del recurso agua como es el caso de Colón, cumplir con los requerimientos sanitarios que se establecen en las normativas internacionales vigentes para el consumo de las aguas minerales.

Tanto la determinación de los elementos mineralizantes especiales, como el estudio de microalgas presentes en las fuentes, se llevarán a cabo en condiciones de laboratorio con las correspondientes acreditaciones para estos tipos de estudios. No obstante, con relación a los elementos mineralizantes especiales ó farmacológicamente activos, como se les denomina también, es conocida su importancia en el estudio y caracterización de las aguas.

También, se llevaron a cabo observaciones organolépticas ya que la presencia de algunos elementos mineralizantes se puede determinar cualitativamente “in situ” por los olores y sabores característicos que poseen, así como, por mediciones y observaciones de algunos parámetros, tales como, los sólidos totales disueltos (TDS), el potencial REDOX, el pH, la conductividad, el olor a huevo podrido y el sabor amargo del agua.

Se realizaron, como estaba previsto, determinaciones in situ de las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 con el objetivo de brindar un valor agregado a las aguas de las fuentes termales, de tal forma que puedan, en caso de confirmarse positivamente la presencia de radioactividad en ellas, brindar otros servicios balneológicos, así como, nuevos usos terapéuticos.

La técnica de determinación está fundamentada en el uso de Detectores Sólidos de

Trazas Nucleares LR-115 Tipo II, sensibles únicamente a las radiaciones Alfa provenientes del Radón-222, gas noble con una vida media de 3.8 días de la Serie de Desintegración del Uranio-238, siendo su progenitor el Radio-226. Los procedimientos detallados de estas determinaciones pueden ser consultados en el anexo complementario correspondiente al Segundo Informe Parcial.

El total de muestras colectadas en cada municipio objeto de estudio, así como las particularidades de las mismas aparecen descritas a continuación en la siguiente Tabla No.2.

**Tabla No. 2. - Cantidad total de muestras colectadas con vista a realizar diferentes estudios en cada localidad. Análisis Físico-Químicos Completos**

Localidades de Estudio	Cantidad de muestras colectadas para el estudio			
	Para análisis físico-químicos completos incluyendo los sulfuros. (*)	Para microalgas y especies bioquímicas asociadas.	Para la determinación de la radiactividad	
			Radón 222	Radio 226
Federación (Total: 10)	5	2	2	1
Concordia (Total: 13)	6	3	2	2
Colón (Total: 6)	4	1	1	0
Villa Elisa (Total: 10)	6	2	1	1
Chajari (Total: 6)	2	2	1	1
La Paz (Total: 8)	6	1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

(\*) Incluyen las determinaciones de elementos ionizantes y no ionizantes, sulfuros, determinaciones auxiliares y otras.

Los criterios de recolección de muestras, en cada municipio objeto de estudio, fueron en todos los casos la presencia de:

1. Perforaciones realizadas para el captado de las aguas termales.
2. Otros pozos de aguas empleados para el enfriamiento de las fuentes termales.
3. Piletas cubiertas de gran capacidad.
4. Piletas donde se realiza la mezcla de agua, o sea, el enfriamiento del recurso para su empleo actual y donde los parámetros in situ (conductividad y total de sólidos disueltos) sufren variaciones.
5. Microalgas en tuberías o en canales de circulación de las aguas.
6. Piletas que son tratadas para garantizar su calidad higiénica durante su aprovechamiento racional.
7. Perforaciones empleadas para la dilución de las concentraciones de sales en las aguas en aquellos lugares donde las mismas sean elevadas.

Las técnicas de muestreo que se ejecutaron cumplieron con los requerimientos establecidos por las normas ISO 9002 donde:

- ❖ La recolección de muestras de aguas para los análisis físico-químicos se realizó en frascos de polietileno de 500 ml, de los cuales 2 frascos se emplearán en análisis de especies iónicas mayoritarias, un frasco para análisis de metales disueltos (elementos minoritarios) por técnicas de avanzada y otro frasco para análisis de sulfuros u otros elementos.

- ❖ Durante el muestreo se tuvieron en cuenta los tipos de análisis que se practicarían sobre cada muestra, con el objeto de tomar las medidas de preservación de las especies disueltas. En nuestro particular, se atendieron procedimientos específicos para posibles especies minoritarias, contaminantes y tóxicas expuestos en las normativas internacionales.
- ❖ Los análisis se realizan en la Empresa Central de Laboratorios José Isaac del Corral del Ministerio de Industria Básica de la República de Cuba con tecnología de avanzada y acreditada para el análisis de aguas minerales, por los organismos correspondientes nacionales e internacionales.
- ❖ Las muestras para determinaciones de microalgas y estudio bioquímico de las especies detectadas en cantidades significativas se colectaron en frascos con volumen de 30 ml estériles, de polietileno, con tapa y contratapa.
- ❖ Las muestras para la determinación de componentes biológicamente activos (ó elementos mineralizantes especiales), entre los que se incluyen el Flúor, Silíceo, Magnesio, Arsénico, Litio, Hierro entre otros, se filtraron y acidificaron con 1 ml de ácido nítrico por litro de agua.
- ❖ Los muestreos de Radón 222 y Radio 226 se realizaron de acuerdo técnicas establecidas por la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) para los trabajos de prospección geológica.

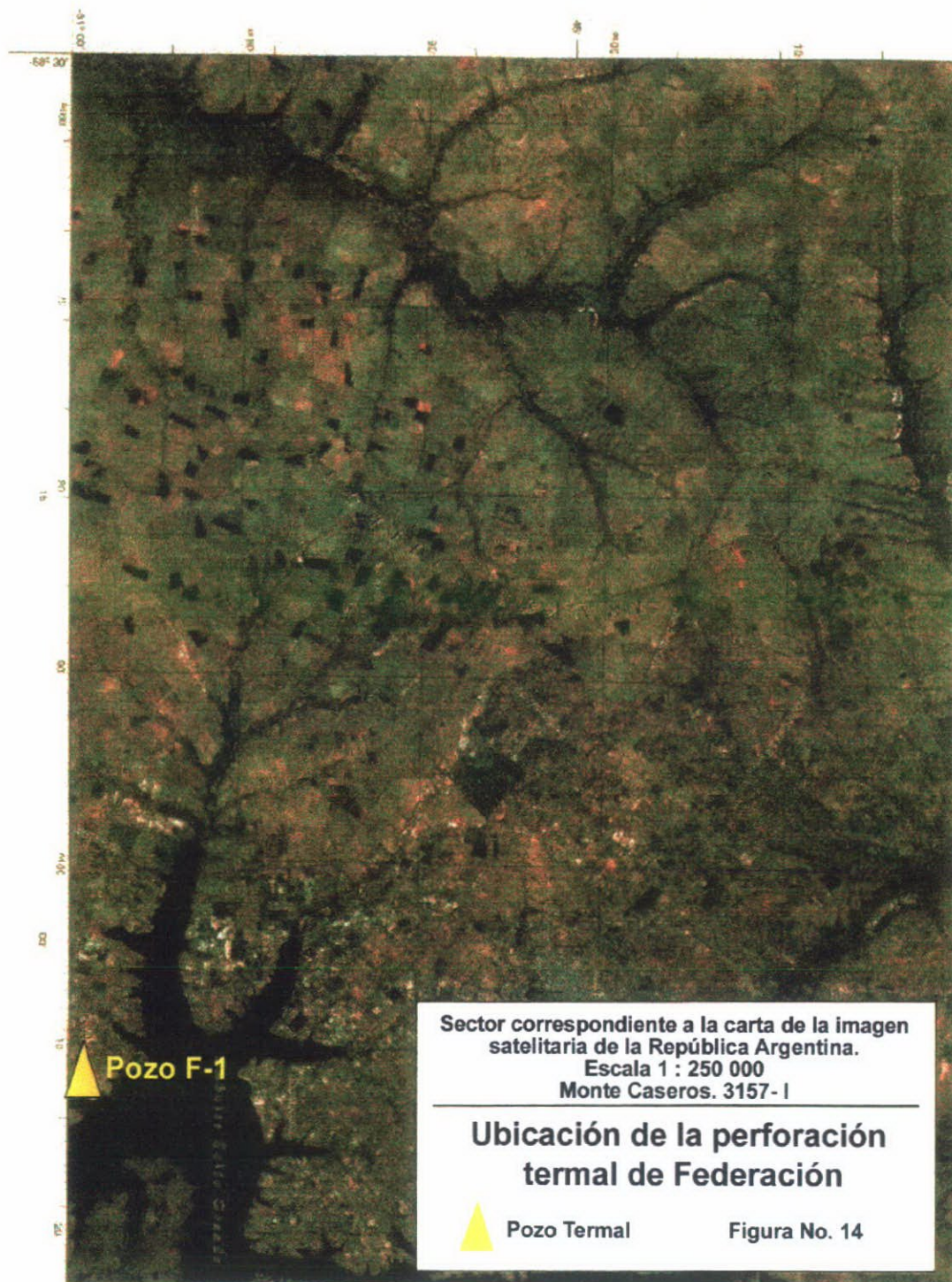
## **II. 2. - Usos actuales de cada instalación.**

- COMPLEJO TERMAL DE FEDERACIÓN

El Complejo Municipal se encuentra ubicado dentro de la planta urbana de la ciudad, a pocas cuadras del "Centro comercial", a orillas del Lago de Salto Grande. ( Ver Figura No. 14) Consta de 9 (nueve) hectáreas forestadas y parqueizadas, con una densidad de uso calculada en alrededor de 2.000 personas / día. Se han habilitado cuatro (4) piscinas de "uso pasivo" de ellas dos (2) cubiertas, con temperaturas de entre 37 °C y 39 °C - Una pileta recreativa "semi-olímpica" de 400 m<sup>2</sup> de espejo de agua (36 °C) - Una piscina, totalmente cubierta, con hidromasajes (41,5 °C.) que incluye dos vestuarios interiores, y dos piletas para niños. Existen cuatro "patios de duchas" termales, distribuidos en el parque y cercanos a las piletas. También bancos, sillas, sombrillas, refugios cubiertos y juegos infantiles. En el acceso principal y único, se han dispuesto dos amplias áreas de sanitarios / vestuarios, enfermería, seguridad e informes. Alejado del sector de "balneación", se ha instalado un sitio especial de parrillas, mesas y bancos con sombra natural y quinchos, para mayor comodidad de los usuarios.



El uso actual de las piletas y del "agua termal" es básicamente con fines turísticos y recreativos para la población de la provincia y las provincias aledañas, principales emisores de turismo durante todo el año por el favorable clima imperante.





Algunas de las piletas se mezclan con agua potable en los períodos de verano, pudiendo el visitante optar por diferentes temperaturas del agua.

Además, dentro del mismo Complejo Termal, se habilitó un moderno Spa, de administración concesionada a la actividad privada. Con equipamiento de muy buen nivel científico. Ofrece distintos tipos de duchas especiales e individuales (Escocesa, Danesa, Filiforme).



Además de piscinas de ozono e hidromasajes. Duchas termales colectivas y áreas de relax, internas y externas. También fangoterapia, drenaje linfático, exfoliación, masajes, tratamientos capilares, etc. El producto que se ofrece es el llamado “Estética y Belleza”, no cuenta con personal médico ni paramédico.

Asimismo se cuenta en el área de la instalación con un amplio restaurante y dos establecimientos de comidas rápidas, jugos naturales, frutas, etc.

- TERMA VERTIENTE DE LA CONCORDIA

A 12 Km del centro de la ciudad de Concordia y a escasos 3.000 m del Lago de Salto Grande se encuentra el Complejo Termal “Vertiente de la Concordia”, excelente opción a conocer tanto en días soleados como lluviosos ya que cuenta con cinco (5) piletas, dos (2) de ellas cubiertas y climatizadas para adultos y niños que permiten al visitante

concurrir en días donde el clima es adverso. Una de las piletas posee hidromasajes e hidrojet y se mantiene siempre con el agua del pozo termal directamente. Las piletas se mezclan en los períodos de verano con agua de otra perforación recientemente ejecutada y ubicada dentro del predio con la profundidad de 110 m.

El predio ocupado actualmente es de 5 hectáreas pero la concesión a la actividad privada corresponde a 25 hectáreas en total por un término de 40 años. La capacidad máxima actual es de 1300 –1400 personas / día. El caudal de surgencia natural del pozo es equivalente a unos 270 m<sup>3</sup>/h. (Ver Figura No.15)

El uso actual de las piletas es exclusivamente con fines turísticos recreativos para la población de la localidad, de la provincia y de los territorios aledaños como Buenos Aires y la Capital Federal durante todo el año, a consecuencia de las condiciones climáticas de la zona.

Dentro de los servicios podemos citar los siguientes: Fast food: salón cubierto. Quincho con venta de licuados y tortas caseras. Enfermería gratuita con servicios de emergencia. Vestuarios -baños con agua termal y fría. Sala de masajes, masoterapia, shiatsu (dígítópuntura). Canchas de Beach volley fútbol playero, circuito de mountain bike.

Alquiler de reposeras, carpas con mesas y sillas, toallones y batas. Zona de recreación infantil, parrillas, solarium, todo en medio de una arboleda de pinos y eucaliptos. Playa de estacionamiento para 400 vehículos con seguridad permanente. Todo esto, sólo abonando una entrada general de \$ 2,50 los mayores, \$ 1,50 los jubilados y \$ 1,00 los niños menores de 12 años.





- TERMA DE COLÓN

Ubicado en la ciudad de Colón, en una de las terrazas del Río Uruguay, de gran belleza paisajística dentro de un predio de 14 hectáreas. Cuenta con diez (10) piletas, de ellas, cuatro (4) están cubiertas y el resto al aire libre. El caudal de surgencia natural del pozo es equivalente a 110 m<sup>3</sup>/h. (Ver Figura No.16)



El uso actual de las piletas es básicamente con fines turísticos y recreativos para la población local y los turistas de las provincias de Entre Ríos, Santa Fé y Buenos Aires, entre otros, durante todo el año, por el favorable clima imperante en la ciudad.



Otro uso interesante que tienen las aguas termales del complejo es su empleo como bebida, la cual se realiza dentro de la instalación, sin costo adicional, en tres (3) canillas habilitadas al efecto, que se encuentran conectadas al pozo surgente por tubería. El turista viene con su envase, lo llena y lo consume posteriormente, durante su estancia en la instalación; No obstante este uso, que debe ser por tradición en la instalación, no existe ninguna indicación del por qué, cómo y para qué, debe consumirse esta agua. Igualmente, hay una tubería exterior a la calle habilitada con canilla, donde la población y otras personas vienen a recoger el agua en envases plásticos de 1,5; 2,0; y 5,0 litros sin ningún control ni indicación, para consumir en sus casas.

- COMPLEJO TERMAL DE VILLA ELISA

El Complejo fue habilitado el 28 de noviembre de 1999. Se encuentra ubicado a 5 minutos de la ciudad, sobre la ruta nacional 130 en el kilómetro 20 (en el centro-este de la Provincia de Entre Ríos, a sólo 30 kilómetros de la turística ciudad de Colón y en el centro del Corredor Turístico del Río Uruguay).

La fuente de agua termal está ubicada en un predio de 41 hectáreas con un lago artificial de 4 hectáreas donde se pueden practicar actividades recreativas náuticas (pedalines, botes). (Ver Figura No.17) También cuenta con extensos senderos para realizar caminatas o andar en bicicleta, área de camping con mesas y parrillas, restaurante, sanitarios con duchas y vestuarios, kiosco y proveeduría, venta y alquiler de indumentaria, local de artesanías, sala de primeros auxilios, oficina de información turística y también cuenta con modestos servicios de estética y kinesiología.



Recientemente se comenzó la construcción de un hotel y bungaloes para alojarse dentro del complejo.

Actualmente, se encuentran habilitadas 6 piletas (3 para adultos y 3 para niños) a diferentes profundidades, que se emplean básicamente para usos recreativos y turísticos de la población local y provincias circundantes.



Las de adultos cuentan con hidromasaje y bancos interiores en el área periférica y central para permanecer sentados, son de carácter pasivo. También se ha dispuesto la tecnología necesaria para abastecer las piscinas de agua templada o sea para mezclarlas con aguas de temperatura menor y baja salinidad, esto se realiza en las épocas de verano, pudiendo el visitante optar por diferentes temperaturas de agua.

Para poder aumentar el volumen de agua y abastecer a las piletas con las aguas del pozo termal, colocaron una bomba sumergible a los 45.0 m de la superficie (boca de pozo), con lo cual extraen un caudal de aproximadamente 60 m<sup>3</sup>/h.

- COMPLEJO TERMAL CHAJARI

Ubicado a unos 300 m de la Ruta Provincial No. 14, se encuentra este complejo en plenas labores constructivas dentro de un predio de 41 hectáreas de propiedad municipal. Cuenta con un pozo termal surgente de 39 °C de temperatura y de gran caudal (350 m<sup>3</sup>/h). ( Ver Figura No. 18) Actualmente, esta instalación no tiene ningún uso pues aún





no se ha terminado las edificaciones; no obstante, por informes recibidos de la Intendencia, se espera culminar parte de la obra e inaugurar para finales de Septiembre del presente año.

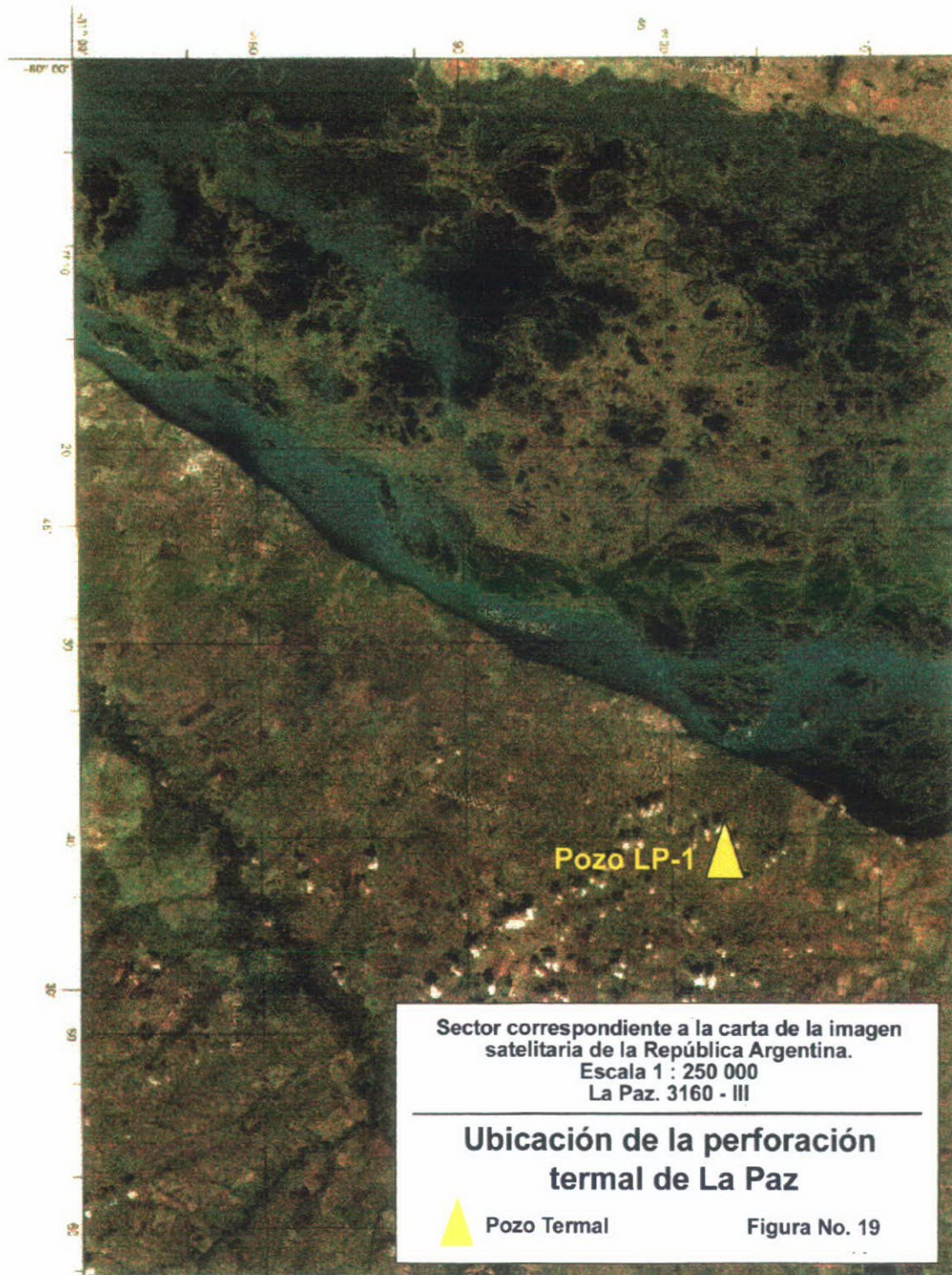


El Complejo Termal inicialmente contará con cinco (5) piletas para usos turísticos y recreativos de la localidad y de la micro-región del Centro-Sur, estas contarán con hidrojete, efectos luminosos, de cascada y otros.

Existe dentro del predio un proyecto donde se contempla también por la actividad privada, la construcción de 88 bungaloes, los cuales ya se han comenzado a construir también.

**La Paz:** En la actualidad, en este predio de 14 hectáreas, ubicado dentro de una reserva natural (selva en galería) solamente se encuentra el pozo termal surgente con un caudal de unos 90 m<sup>3</sup>/h, de temperatura de 41.6 °C y salinidad superior a los 80 g/L que vierte sus aguas termales a una pileta rústica de unos 12 a 16 m<sup>2</sup> de superficie, construida de palos a pique y de fondo de arena y pedregullo, donde los moradores de la ciudad acuden a tomar baños y el sol, sin ningún tipo de indicación especial. (Ver Figura No.19)

La actividad privada ha confeccionado un Proyecto para el Desarrollo de un Complejo Termal con la correspondiente solicitud de concesión de explotación de la fuente termal.



### **III.- ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.**

En este acápite se desarrolla lo correspondiente a la Tarea No. 3 del Plan de Tareas aprobado.

Para poder evaluar correcta e integralmente los usos y demás aplicaciones de las aguas minerales (en su concepto global, es decir, tanto minerales naturales como mineromedicinales), se hace necesario determinar, por métodos de la química moderna, sus propiedades físico-químicas y bacteriológicas, así como las posibles variaciones en el tiempo de dichas propiedades. Esta evaluación es lo que se conoce como “Caracterización de los recursos naturales termales”.

Teniendo en cuenta todo esto se deben determinar:

1. Parámetros físico-químicos in situ;
2. Sustancias ionizadas (elementos mayoritarios y minoritarios ó trazas);
3. Elementos no ionizados;
4. Otros parámetros auxiliares como: Alcalinidad, Total de Sólidos, Mineralización, entre otros;
5. Elementos contaminantes (CN<sup>-</sup> y NO<sub>2</sub>);
6. Los sulfuros;
7. Radón 222 y Radio 226 en las aguas y;
8. Las microalgas presentes en las aguas.

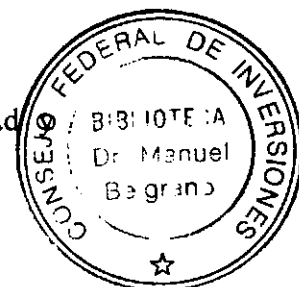
### III. 1. - Caracterización físico-química de las aguas. Procedimientos analíticos empleados.

Esta caracterización se realizará teniendo en cuenta lo planteado por la Profesora Dra. Josefina San Martín, Catedrática en Hidrología Médica de la Universidad Complutense de Madrid (Armijo V. y San Martín J., 1994), la cual incluye las siguientes agrupaciones:

- a) Determinaciones físico-químicas in situ: Conductividad Eléctrica, pH, Total de Sólidos Disueltos, Potencial Redox y Temperatura
- b) Determinaciones de sustancias ionizadas:

Elementos Mayoritarios	Elementos Minoritarios ó trazas (metales)	
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) Calcio (Ca <sup>2+</sup> ) Magnesio (Mg <sup>2+</sup> ) Sodio (Na <sup>+</sup> ) Potasio (K <sup>+</sup> ) Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Aluminio (Al) Arsénico (As) Boro (B) Bario (Ba) Berilio (Be) Cadmio (Cd) Cobalto (Co) Cromo (Cr) Cobre (Cu) Hierro (Fe) Mercurio (Hg) Litio (Li)	Manganeso (Mn) Molibdeno (Mo) Níquel (Ni) Fósforo (P) Plomo (Pb) Antimonio (Sb) Selenio (Se) Estroncio (Sr) Estaño (Sn) Vanadio (V) Zinc (Zn)

- c) Determinación de elementos no ionizados: Silice
- d) Determinaciones auxiliares: Sólidos Totales y/o Residuo Seco, Alcalinidad Mineralización.
- e) Contaminantes: Cianuro (CN<sup>-</sup>) y Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).



f) Gases disueltos y sulfuros:  $\text{SH}_2^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ , Radón-222

Todos estos elementos fueron determinados en el estudio realizado, y a partir de sus resultados los profesionales actuantes detectaron los elementos mineralizantes especiales ó componentes biológicamente activos útiles para el ser humano, que no son otra cosa, que la composición farmacológica de estos recursos naturales termales a partir de la cual los médicos establecen sus mecanismos de acción, tal y como se realiza en los medicamentos.

Según la experiencia acumulada en Cuba, durante algo más de 14 años de estudios, para que la caracterización fisico-química sea confiable, la misma debe realizarse **en un único laboratorio**, como máximo en dos, con análisis de control interno, así como, con un riguroso control del muestreo y de la conservación, preservación y traslado de las muestras.

Lo expuesto anteriormente es reconocido por muchos autores, entre ellos Lic. A. Pesce, Jefe del Área de Geotermia de SEGEMAR; A. Rivera; F. Miranda y el Dr. N. Ficcosseco (2001), cuando expresan ...”En las aguas mineromedicinales figuran una larga serie de componentes disueltos ó incorporados que es necesario conocer con la mayor precisión posible. Esto hace forzoso determinar minuciosamente las características organolépticas, físicas y químicas de las aguas. Para ello, la técnica analítica requiere ser precisa y con elevado rigor, sólo alcanzable con aparatos de precisión y personal especializado...”

Por consiguiente, el amplio uso de las aguas minerales (naturales y mineromedicinales) requiere de una evaluación muy exacta y precisa de la composición fisico-química; Por

ello, del total de muestras colectadas en cada localidad objeto de estudio, 29 fueron entregadas (Ver Tabla No. 2) para la determinación de estos parámetros en las aguas minerales a la Empresa de Laboratorios “José Isaac del Corral” del Ministerio de la Industria Básica, acreditada por la Oficina Nacional de Normalización de la República de Cuba y reconocida por los organismos internacionales correspondientes.

A continuación se describen en la Tabla No. 3 los procedimientos analíticos empleados por el laboratorio, solicitado por los profesionales actuantes para la evaluación de las propiedades y características físico-químicas de las aguas minerales, correspondientes a las exigencias de las normativas cubanas NC: 93-01-218/1995 y NC: 95-03-314/1996, el Código Alimentario Español / 95 y las CODEX: CL.1993/4-NMW y CL.1996/3-NMW reconocidas por la FAO / ONU y la OMS.

En todos los casos los límites de detección (inferior y superior) responden a lo establecido en las normativas internacionales, de ahí que, los procedimientos analíticos sean esos y en particular el de los metales disueltos ya que, la mayor parte de ellos constituyen, en dependencia de sus contenidos, los componentes biológicamente activos ó factores mineralizantes de las aguas minerales. (naturales y mineromedicinales)

**Tabla No. 3 Procedimientos analíticos empleados de acuerdo a las exigencias de las normativas cubanas e internacionales.**

PARAMETRO	DESCRIPCIÓN DEL METODO	LIMITE INFERIOR (mg.L <sup>-1</sup> )	LIMITE SUPERIOR (mg.L <sup>-1</sup> )
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	Volumétrico	20	400
Alcalinidad (especies)	Volumétrico	3	400
Sólidos Totales (103-105 °C)	Gravimétrico	50	250 g.L <sup>-1</sup>
Cloruros	Volumétrico	4	50 g.L <sup>-1</sup>
Sulfatos	Gravimétrico	10	20 g.L <sup>-1</sup>
Yoduro	Volumétrico	0.25	60
Acido Silícico	Espectrofotométrico	1.0	90
Nitrito	Espectrofotométrico	0.03	2.5
Nitrato	Espectrofotométrico	10	380
Sulfuro	Volumétrico	1	120
Amonio	Espectrofotométrico	0.25	90
Flúor	Espectrofotométrico	0.25	15
Al	Metales Disueltos I.C.P	0.10	45
As	Metales Disueltos I.C.P	0.08	20
B	Metales Disueltos I.C.P	0.10	20
Ba	Metales Disueltos I.C.P	0.01	20
Be	Metales Disueltos I.C.P	0.002	20
Ca	Metales Disueltos I.C.P	2	2000
Cd	Metales Disueltos I.C.P	0.005	20
Co	Metales Disueltos I.C.P	0.010	20
Cr	Metales Disueltos I.C.P	0.020	60
Cu	Metales Disueltos I.C.P	0.010	20
Fe	Metales Disueltos I.C.P	0.020	20
Hg	Metales Disueltos I.C.P	0.020	20
K	Metales Disueltos I.C.P	1	500
Li	Metales Disueltos I.C.P	0.05	20
Mg	Metales Disueltos I.C.P	2	1000
Mn	Metales Disueltos I.C.P	0.006	60
Mo	Metales Disueltos I.C.P	0.010	20
Na	Metales Disueltos I.C.P	2	6000
Ni	Metales Disueltos I.C.P	0.010	20
P	Metales Disueltos I.C.P	0.20	100
Pb	Metales Disueltos I.C.P	0.10	20
Sb	Metales Disueltos I.C.P	0.080	20
Se	Metales Disueltos I.C.P	0.040	20
Si	Metales Disueltos I.C.P	0.5	200
Sn	Metales Disueltos I.C.P	0.020	20
Sr	Metales Disueltos I.C.P	0.001	20
V	Metales Disueltos I.C.P	0.005	20
Zn	Metales Disueltos I.C.P	0.010	20



A continuación haremos referencia a la descripción de algunos de estos parámetros físico-químicos de gran utilidad en la evaluación e interpretación de los diferentes tipos de aguas minerales y a partir de los cuales, de acuerdo a los resultados alcanzados, se definen los diferentes usos de las mismas, y que a saber son:

### **III. 2. - Descripción de algunos parámetros físico-químicos de las aguas minerales.**

**pH:** Uno de los parámetros esenciales para la caracterización de la composición química y de las condiciones geoquímicas de formación de las aguas subterráneas, es el valor de su acidez-alcalinidad, expresada por la magnitud de su pH.

El valor de pH está determinado por la forma en que se encuentran en las aguas, los ácidos débiles, como por ejemplo, el  $H_2SiO_3$  y el  $H_2CO_3$ , entre otros, así como, por la posibilidad de la presencia en ellas de algunos metales pesados. Esta propiedad sirve, también, como un importante criterio clasificatorio para el uso práctico que puede tener el agua, ya sea como agua mineromedicinal, agua industrial, etc.

No existe una clasificación internacional única aceptada por todos para diferenciar los valores del pH en las aguas minerales, pero en la Balneología Moderna es muy utilizada por su detalle la clasificación propuesta por los Drs. V. V. Ivanov y Nebraev, 1982, según la cual, las aguas mineromedicinales se dividen en siete (7) grupos reflejados en el anexo complementario correspondiente al Segundo Informe Parcial.

**La Temperatura** de las aguas es otro de los criterios principales en la evaluación de las aguas minerales, tanto durante las investigaciones hidrogeológicas e hidrogeoquímicas, como para el uso práctico de las mismas, en balnearios, centros termales, en la industria ó en la producción de calor. Según diversos autores europeos entre ellos Ivanov. V,

1982, la temperatura por sí misma, (sin la presencia en el agua de los componentes y propiedades balneoactivas), no se considera suficiente para clasificar las aguas como mineromedicinales.

Por ejemplo, en España y en Bulgaria entre otros, se les denomina, en dependencia de la temperatura de la surgencia:

- a) Acratopegas ( $T < 35\text{ °C}$ ) y;
- b) Acratotermas ( $T > 35\text{ °C}$ )

Por otro lado, de acuerdo a investigadores europeos que estudian el mecanismo de acción de las aguas mineromedicinales, la temperatura del agua no es un parámetro que diferencie la acción de una fuente mineral, de la acción de un agua potable ordinaria.

La temperatura de las aguas, determina lógicamente, la posibilidad (y la técnica) del uso terapéutico de las aguas mineromedicinales. Son muchas y variadas las clasificaciones existentes para diferenciar las aguas minerales por su temperatura. (Armijo V y otros, 1994; Ivanov V. , 1982)

**Eh:** En las aguas se presentan reacciones de oxidación-reducción (Redox) que deciden el comportamiento de muchos de sus constituyentes químicos. La reactividad y movilidad de importantes elementos del sistema biológico (Fe, S, N, y C) y otros elementos metálicos, inciden a su vez, sobre las condiciones Redox. Las reacciones en las que se intercambian protones y electrones dependen del pH y Eh, por lo que las reacciones químicas acuosas pueden caracterizarse por ambos parámetros, de acuerdo con la actividad de las especies químicas disueltas. De forma general, un potencial de

oxidación elevado significa una acción oxidante fuerte, Un bajo potencial (Eh) corresponde a soluciones reductoras, o aguas con abundancia de hidrógeno.

**Conductividad:** La conductividad es una medida de la capacidad de una solución acuosa de hacer pasar la corriente eléctrica. Esto depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia y temperatura a que se realiza la determinación. La medición de la conductividad eléctrica de las aguas, permite establecer una estimación de la cantidad de sales que contiene, pues esta propiedad es proporcional a su mineralización total, y por tanto, a la suma de las conductividades respectivas de los iones que pueden estar disueltos. Es una determinación muy útil para indicar, de una manera rápida, la concentración de las sustancias disueltas, siendo de gran interés en el estudio de la mineralización, en el control de la composición de las aguas y en el control de las plantas embotelladoras.

**Total de Sólidos Disueltos (TDS):** Este parámetro analítico es uno de los que se toma en cuenta para el control de la calidad del conjunto de resultados de la muestra, debido a su relación con la conductividad.

**Alcalinidad (Carbonatos y Bicarbonatos):** En las aguas mineromedicinales es frecuente la presencia de estos componentes y de carbónico, dependiendo la relación entre unos y otros del pH, de la temperatura del agua, de la flora y otros muchos factores; de ahí su escasa estabilidad. El ión bicarbonato es esencialmente extracelular y constituye parte importante de la reserva alcalina del organismo. Los químicos suelen considerar el bicarbonato y el carbonato como alcalinidad del agua, y sus efectos en el

organismo son esencialmente antiácidos o alcalinizantes en el aparato digestivo cuando se ingieren aguas de este tipo; sobre la piel ó la mucosa, cuando se utilizan para baños.

**La Mineralización (M)** es uno de los principales parámetros a caracterizar y evaluar a partir de las investigaciones hidrogeológicas, hidroquímicas, fisiológicas y clínicas relacionadas con las aguas minerales, así como, para su utilización en actividades terapéuticas, de envasado y de producción de cosméticos.

Por mineralización (M) se comprende la suma, expresada en gramos / litros, de todas las sustancias disueltas en el agua, tanto en forma iónica como de moléculas no disociadas.

La formación, las condiciones y los procesos de acumulación de estos elementos en las aguas subterráneas, es particularmente diferente. Igualmente es diferente su acción fisiológica y terapéutica sobre el organismo humano, específicamente en la ingestión de las aguas minerales.

Por ello, internacionalmente, las clasificaciones de mayor aceptación en todo el mundo son las basadas en la mineralización predominante y especial que pueden contener las aguas.

**Radón-222:** Desde el punto de vista terapéutico el principal valor en las aguas minerales lo posee este gas con un período de semidesintegración igual a 3.82 días. Este elemento se forma como resultado de la desintegración del Radio-226, que se encuentra también en altas concentraciones en los poros y grietas de las rocas. Sin embargo, la cantidad de Radón (en unidades de volumen) en las aguas es significativamente baja en comparación con otros gases presentes, debido a su altísima solubilidad, o sea el Radón se encuentra

en las aguas mineromedicinales solamente en estado disuelto y no en forma de gas espontáneo.

A diferencia de otros componentes de las aguas mineromedicinales, el gas inerte Radón actúa sobre el organismo humano a través de las emanaciones de sus partículas alfa de gran apetencia por los electrones, que confieren a las aguas un considerable efecto ionizante y una peculiar actividad terapéutica.

De esta forma el Radón en la balneoterapia se tiene en cuenta como un factor físico particular, que actúa a través de sus emanaciones radiactivas (alfa) y es absorbido por todas las vías, y en orden de mayor a menor: la respiratoria, piel y digestiva; de ahí se deduce la preferencia de las vías a utilizar en estos usos terapéuticos. Se hace necesario subrayar que en todos los casos, las radiaciones alfa emitidas por las aguas radiactivas son muy poco penetrantes, requiriéndose concentraciones 1.000 a 3.000 veces superiores a la de las aguas mineromedicinales para que se puedan producir disturbios ó trastornos en el organismo.

Este parámetro es de gran importancia pues según los Dres. M. Armijo y J. San Martín, 1994, las aguas mineromedicinales españolas se clasifican de acuerdo al Código Alimentario, como radiactivas, cuando el contenido de Radón-222 debe superar unos niveles mínimos establecidos, equivalentes a 1.82 nCi.L<sup>-1</sup>. El efecto terapéutico de esta agua se hace más efectivo cuando mayor sean los contenidos de Radón de la fuente. En otros países, tales como Alemania, Italia, Bulgaria, Rumania y Rusia, entre otros, estos valores mínimos pueden ser un poco más elevados.

**Los Sulfuros:** ( $\text{SH}_2$ ,  $\text{HS}^-$  y  $\text{S}^{2-}$ ): uno de los procesos bastante bien estudiados que conducen a la acumulación de los sulfuros en las aguas subterráneas, es la reducción bioquímica de los sulfatos.

Las aguas minerales sulfuradas se emplean en muchos balnearios del mundo solamente para usos externos, en forma de baños en los tratamientos de una serie de patologías. Son de los tipos de aguas que mayor efectividad poseen, pero se exige de un riguroso control y dosificación.

Como índice ó parámetro clasificador para que las aguas mineromedicinales sean declaradas sulfuradas, el contenido de sulfuro de hidrógeno ( $\text{SH}_2$ ) y de hidrosulfito ( $\text{HS}^-$ ) debe ser igual ó mayor de 1mg/L es decir  $\text{SH}_2 + \text{HS}^- = 1 \text{ mg/L}$ .

El contenido de los sulfuros en las aguas, puede variar en dependencia de la magnitud del pH pudiéndose encontrar en:

- ❖ En forma molecular  $\text{SH}_2$ ;
- ❖ En forma iónica como el ión hidrosulfito ( $\text{SH}^-$ ) y;
- ❖ En forma combinada, como frecuentemente ocurre.

Actualmente, se considera demostrado por investigaciones científicas en los países europeos, que el  $\text{SH}_2$  y el  $\text{SH}^-$  penetran a través de la piel del cliente / paciente ejerciendo sobre el organismo humano una apreciable acción terapéutica. Aunque no está totalmente demostrado, cuál de los dos ejerce mayor influencia, por lo que se acostumbra a expresar los resultados como la suma de  $\text{SH}_2 + \text{SH}^-$ .

Otro factor especial en las aguas minerales es la **sílice** como elemento no ionizado (Armijo V y San Martín J., 1994). En muchos tipos de aguas minerales subterráneas es posible encontrar un elevado contenido de este compuesto.

Como se demuestra en la extensa bibliografía sobre investigaciones científicas en este sentido, la mayor cantidad y concentración del óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) se relaciona a las aguas termales y, en particular, a las hipertermales. En todos los casos, la acumulación de grandes cantidades de sílice en las aguas subterráneas se debe a los procesos de lixiviación de las rocas contenedoras de  $\text{SiO}_2$ .

En las aguas minerales, la sílice se puede encontrar en tres posibles formas:

1. Como ácido silíceo molecular ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) ó metasilíceo
2. Como ión hidrosilicato ( $\text{SiO}_3\text{H}$ )
3. En forma coloidal.

De las cuales, la más importante, desde el punto de vista de su utilización, es la forma molecular.

El valor terapéutico y cosmético, así como para el envasado, de aguas con determinados contenidos de ácido silíceo molecular, fue reconocido, desde los años 30, en muchos países europeos con cultura termal, considerándose una propiedad muy importante en las aguas minerales, por sus diversos usos.

En una serie de países se toma, como límite inferior para clasificar las aguas mineromedicinales por el contenido de ácido silíceo, el siguiente:  $\text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{SiO}_3\text{H}$  mayor ó igual a  $40 \text{ mg.L}^{-1}$ . Este criterio normativo fue aceptado por la Comisión de

Aguas Minerales y Termales de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos, en la década de los '80.

**Cloruros:** Constituye uno de los elementos mayoritarios presentes en las aguas. Su acción básicamente se determina por el Cloruro de Sodio disuelto en el agua; En las aguas mineromedicinales, tienen gran importancia biológica y fisiológica pues controlan la presión osmótica y con ello se regula el metabolismo y otras funciones del organismo, tendientes al reforzamiento del mismo.

Las aguas cloruradas se comportan como estimulantes de las funciones celulares, por tales efectos son en gran parte dependientes de la concentración, de ahí el interés a agrupar las aguas cloruradas atendiendo a si su mineralización es próxima a la del suero sanguíneo (M alrededor de los 35 g.L<sup>-1</sup>), más elevada ó más baja. Las de mayor mineralización suelen ser frías, en tanto que, muchas poco mineralizadas son hipertermales.

Hasta aquí, hemos ofrecido una panorámica de algunos de los parámetros y propiedades principales que deben tenerse en cuenta durante la evaluación y caracterización de las aguas minerales para diferentes usos, y por ende cuales son los principales parámetros físico-químicos que deben determinarse en fuentes de aguas minerales (naturales y mineromedicinales).

Es conocido que los Balnearios, Estaciones Termales ó simplemente Termas, son los únicos herederos en la rica tradición de la "Cura Termal", que Griegos, Romanos y Árabes dejaron en el mundo europeo y asiático. **La diferencia** entre las múltiples Termas existentes en el mundo se encuentran en el Agua, o sea, en las diferentes



propiedades y características que posee; de ahí la importancia de conocer y determinar estas propiedades con seguridad y confiabilidad.

#### **IV.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE CON LA PARTICIPACIÓN DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO DE ESPECIALISTAS.**

Esta parte del Informe corresponde a la Tarea No.4 del Plan de Tareas aprobadas, la cual se llevó a ejecución de acuerdo al cronograma aprobado, en dos periodos, según el Anexo IV del Contrato de Obra N° Expediente CFI 4896:

**1<sup>er</sup> Período:** Correspondió al desarrollo de los acápites 3.1 y 3.2 del Primer Informe Parcial que se confeccionó en el período comprendido entre el 20 de julio y el 20 de agosto del 2001.

**2<sup>do</sup> Período:** Se realizó lo correspondiente al punto “**Introducción y análisis de los materiales de interés en cada lugar estudiado**” durante la ejecución del Segundo Informe Parcial en el período del 20 de agosto al 20 de septiembre del 2001.

Para dar cumplimiento a esta Tarea participaron los especialistas colaboradores del Proyecto, bajo la Dirección Ejecutiva del Doctor en Ciencias Ing. Hidrogeólogo Juan Romero Sánchez. Además, se tuvieron en cuenta las sugerencias y las charlas de trabajo realizadas con funcionarios y especialistas de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Minería de la provincia de Entre Ríos: Geólogos José A. Sanguinetti, Director de Minería y Juan Carlos Bertolini, e Ing. Sergio Miguel Fresler, Director de Recursos Hídricos.

En el transcurso de la revisión de la información disponible realizada por los profesionales actuantes en la etapa primera de los trabajos, queda demostrado que en la provincia de Entre Ríos y en las seis (6) localidades de estudio existen todo un cúmulo

de informaciones valiosas referidas anteriormente en el acápite I del presente documento y en la bibliografía adjunta. Todo ello, con el objetivo de tratar de unificar de alguna forma conceptos y definiciones básicas que sobre el Termalismo y sus recursos naturales termales se manejan en la actualidad.

#### **IV. 1.- Consideraciones generales sobre los horizontes de la sección suprabasáltica.**

A pesar de que las perforaciones termales objeto de estudio corresponden a las denominadas secciones inter. e infrabasálticas (Busso S., 1999), surgió el interés de especialistas de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Minería de la provincia en analizar la información que sobre los acuíferos de la sección suprabasáltica estaba disponible, lo cual aceptamos gustosamente incluir, pues además de ser un pedido de la Provincia, pensamos que se podían obtener resultados interesantes para los objetivos generales del Proyecto; Lo cual así resultó.

Para el cumplimiento de este acápite se recopilaron varios estudios, perforaciones y materiales de interés, así como, se contó con la colaboración de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Medio Ambiente y Minería, quienes nos facilitaron valiosos materiales. De todos ellos, el más importante y de muy buena calidad, que abarco gran parte de la Provincia fue el Informe Final **“Estudio de Aguas Subterráneas. Etapa III. Provincia de Entre Ríos. Consejo Federal de Inversiones (CFI)**, de los autores Santi M. E., Casa H. A. y Sanguinetti J. A., Agosto 2000.

Este estudio tuvo como objetivo el suministro de agua potable para consumo humano y para la producción agropecuaria, con el fin de una explotación mejor regulada y una adecuada instrumentación de la legislación y abarcó los Departamentos de La Paz,

Federal, Paraná, Feliciano y Villaguay; con un área total de unos **15 355 Km<sup>2</sup>** donde se censaron unas 219 perforaciones con observaciones y muestras de aguas en todos los pozos para análisis físico- químicos generales.

Igualmente se utilizaron varias perforaciones realizadas en otras épocas anteriores, y el Informe sobre el Plan Geotérmico Nacional “Análisis de los Acuíferos Termales de la ribera del Uruguay” (SEGEMAR 1999).

**Del análisis de esta información se constató que:**

- 1- El estudio fue realizado para los horizontes acuíferos desarrollados en la actual zona productiva no termal y abarcó básicamente las Formaciones geológicas denominadas Hernandarias, Ituzaingo, Paraná (N<sub>1</sub>-N<sub>2</sub>) y Puerto Yerúa (K<sub>2</sub>) que son los acuíferos de igual denominación a excepción de la primera Formación.
- 2- El acuífero principal, constituido por arenas, se encuentra en la Fm. Ituzaingó, con igual denominación. Este acuífero, al igual que el acuífero Paraná se encuentra en todo el área de estudio, cubiertos por la Fm. Hernandarias, con espesores de 15 a 40 m, que le confieren características de acuífero confinado y semiconfinado..
- 3- Sus caudales se encuentran en el orden de los 90 m<sup>3</sup>/ h, y en algunos pozos, como es el caso de la Estación Montiel, alcanzaron los 300 m<sup>3</sup>/ h.
- 4- En el Acuífero Ituzaingó prevalecen dos tipos químicos de aguas: a) Bicarbonatadas - sódicas, que predominan y b) Sulfatadas - sódicas, en menor grado.

- 5- En las localidades donde los contenidos de sulfatos ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) y Cloruros (Cl) son altos, es decir, por encima de los valores normativos, según el Código Alimentario Argentino (C.A.A.), las aguas no se consumen, y por tanto, no se explotan, ni pudieron en muchos casos tomarse muestras de agua para su análisis, debido a que las aguas salobres y saladas no eran objeto de estudio en el Proyecto.
- 6- En las localidades de Estacas, Feliciano y la Esmeralda existen pozos perforados que atraviesan el acuífero de la Fm. Puerto Yerúa, donde las aguas presentan alta salinidad y tienen una composición química diferente, en general, a los otros dos acuíferos de las Fms. Ituzaingó y Paraná. Existen evidencias que en un pozo perforado en el año 1945, en la localidad de Estacas (a unos 50 Km al Norte de La Paz), que alcanzó una profundidad de 389 m, atravesó las areniscas acuíferas de la Fm. Puerto Yerúa, las cuales contienen aguas muy saladas de hasta 65 g / L y de composición Cloruradas - Sódicas (Cl / Na).
- 7- En el Estudio Aguas Subterráneas. Etapa III, se tomaron muestras para análisis físico químicos (dos por pozos); De todo este volumen de análisis químico, correspondiente a los 219 pozos, resultaron más interesantes, para los objetivos del presente Proyecto los que se presentan en la Tablas No. 4.y No. 5.  
  
Para esta selección se tuvo en cuenta en primer orden: los valores de la Conductividad Eléctrica (CE.), del Residuo Seco, los contenidos de sulfatos ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), de calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), de hierro ( $\text{Fe}^{+3}$ ), de flúor (F) y los tipos químicos de agua.

Tabla No.4.- Resultados de las observaciones y mediciones realizadas.

No.	Profundidad del Pozo (m)	Fm. Acuífera	Departamento	C.E. ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	T °C	Profundidad del nivel (m)
3	57	Ituzaingó	Feliciano	4100	19.5	13.5
20	141	Ituzaingó	Feliciano	1340	21.5	17.1
38		Ituzaingó	Feliciano	7000	22	
45		Ituzaingó	Feliciano	4800	21	
50	82	Ituzaingó	Feliciano	2250	20.7	41.05
57		Ituzaingó	Feliciano	5000	21	
60	54	Ituzaingó	Federal	2130	22.6	22.5
67		Ituzaingó	Federal	3000	22	
68	50	Ituzaingó	Federal	5000	21	
77	60	Ituzaingó	Federal	1358	23.1	38.8
70	S/D	Ituzaingó	La Paz	2480	22.8	16.95
80	65	Ituzaingó	La Paz	1572	22.5	39.2
82	52	Ituzaingó	La Paz	1265	22.4	22.7
84	110	Ituzaingó	Paraná	1374	22.5	49.5
96	58	Ituzaingó	La Paz	3170	22.7	34.3
97	62	Ituzaingó	Paraná	1131	22.7	43.8
98	60	Ituzaingó	La Paz	1179	21.9	27.05
101	90	Ituzaingó	Paraná	1528	21.5	35.25
103	100	Paraná	Paraná	1692	21.5	40.6
104	105	Paraná	Paraná	1702	22.0	47
105	72	Paraná	Paraná	1440	22.3	29.6
106	96	Paraná	Paraná	1440	21.9	51
109	70	Paraná	Paraná	3230	22.0	37.6
112	70	Ituzaingó	Villaguay	3510	20.9	18.5
116	62	Ituzaingó	Villaguay	1956	21.6	25.4
118	54	Ituzaingó	Paraná	1259	20.9	21.25
121		Ituzaingó	Paraná			
127		Paraná	Paraná			
136	50	Ituzaingó	Villaguay			
138	113	Ituzaingó	Paraná	1158	21.7	68
148		Ituzaingó	Paraná			
149	50	Ituzaingó	Villaguay	3310	21.7	25.7
150	71	Ituzaingó	Villaguay	1057	22.3	24.4
152	54	Ituzaingó	Villaguay	3290	21.7	20.6
154	50	Ituzaingó	Villaguay	3330	22.1	22
157	50	Ituzaingó	La Paz	2000	22.1	30.0
164	48	Ituzaingó	La Paz	2110	21.7	22.8
167	48	Paraná	La Paz	2700	22	21
171						
204	120	Paraná	Paraná	1335	18.5	37.4
213	70	Paraná	Paraná	1548	18.4	44.4
215	70	Paraná	Paraná	1776	18.1	41

De esta selección de 42 pozos reflejados en la tabla anterior, y ya con otros criterios y clasificaciones aplicables a las aguas minerales, se propone un grupo de pozos, 16 en total, cuyas propiedades y características fisico-químicas generales corresponden a las aguas minerales. Estos pozos y sus particularidades se describen en la Tabla No.5.

**Tabla No. 5.- Resultados de parámetros físico - químicos de los pozos con posibles usos en el Turismo, la salud, el envasado industrial y la cosmética.**

No. Muestra/ Pozo	Ph	R. Seco 105 °C mg/L	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	K	Fe	Tipo de Agua
			mg/ L								
3	7.7	3575	468	300	1450	161	35	830	8.0	3.55	SO <sub>4</sub> /Na
38	7.6	5200	506	554	1900	454	78	860			SO <sub>4</sub> /Na
45	7.2	3900	342	759	1324	284	49	820		3.4	SO <sub>4</sub> /Na
50	7.7	1800	567	310	319	30	27	500			SO <sub>4</sub> /Na
57	7.8	4038	565	529	1480	101	27	100 0			SO <sub>4</sub> /Na
60	8.3	1682	593	175	451	51	10	500			HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> /Na
66	7.6	2155	400	266	800	157	37	460			HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> /Na
67	7.5	4063	441	529	1496	207	34	850			SO <sub>4</sub> /Na
68	7.7	3039	567	408	885	122	25	710	8.0		HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> /Na
70	7.1	2424	468	17	1400	536	16	180		3.4	SO <sub>4</sub> /Ca
112	7.5	2955	372	827	792	197	44	750			Cl/SO <sub>4</sub> /Na
121	8.1	2334	345	338	815	197	44	750			/SO <sub>4</sub> /Na
127	7.6	2351	458	284	1003	136	34	500			SO <sub>4</sub> /HCO <sub>3</sub> /Na
140	7.9	3462	524	236	1540	99	26	981	5.1		SO <sub>4</sub> /Na
148	8.4	3122	337	727	855	218	61	690			SO <sub>4</sub> /Cl/Na
171	8.0	2421	492	243	865	109	6	630			SO <sub>4</sub> /HCO <sub>3</sub> /Na

8 - El acuífero Paraná adolece de información hidrogeológica, debido a que son escasas las localidades donde se explota, atendiendo a los índices de salinidades que poseen estas aguas.

- 9 - El espesor de la Fm. Paraná aumenta hacia el Sur de la Cuenca Chacoparanense, pudiendo sobrepasar los 500 m de potencia en la Cuenca del Río Salado; y que los problemas fundamentales para la explotación son: la gran profundidad y la elevada salinidad de sus aguas, superiores a 2.5 g / L, con el tipo químico de agua: Sulfatadas – Cloruradas – Sódicas.
- 10 -En la Provincia de Entre Ríos, el espesor total de la Fm. Ituzaingó alcanza los 120 m, disminuyendo de Este a Oeste y al Sur Oeste, con espesores constatados por perforación en las localidades de:
- Rosario del Tala -119 m;
  - Hasrenkamps - 94 m y;
  - General Urquiza - 80 m.
- 11 - Igualmente, presentan un residuo seco a nivel regional que varía desde los 250 mg/L, hasta los 3000 mg/L, siendo el valor más representativo los 650 mg/L.
- 12 - Se destaca la presencia, a veces elevada, de Hierro (Fe), elemento que produce un peligro potencial constante de efectos corrosivos e incrustantes.
- 13 - Otros resultados interesantes se refieren a los contenidos anómalos de Potasio y Flúor en las aguas presentes en un grupo de pozos. (Tabla No. 6 )

Del análisis y constatación de toda la información disponible, correspondiente a este acápite y de los resultados expuestos en las tablas anteriores, se expresan un grupo de consideraciones generales acerca de las aguas subterráneas correspondiente a los horizontes superiores (sección suprabasáltica) en la región.



**Tabla No.6 Contenidos anómalos de potasio y flúor en las aguas.**

No. de orden	Número del pozo	Valores anómalos	
		Potasio (mg/L)	Flúor (mg/L)
1	84	7.0	
2	96	10.0	
3	18		1.20
4	28		1.0
5	55		1.20
6	104	10.0	
7	106	10.0	
8	107	10.0	
9	109	15.0	1.0
10	110	11.0	
11	112	10.0	
12	114	15.0	
13	115		1.1
14	119		1.20
15	127	8.0	
16	140	8.0	
17	149	9.0	
18	171		1.20
19	174		1.40
20	179		1.20
21	181		2.5 (*)
22	215	11.0	
23	219	11.0	1.0

(\*) Corresponde al grupo balneológico de las aguas mineromedicinales fluoradas, según la clasificación de Ivanov V. V., 1982.

#### **IV. 2. - Consideraciones finales sobre los horizontes de la sección suprabasáltica:**

I- El proyecto del CFI ya concluido “Estudio Aguas Subterráneas Etapa III, Agosto 2000” ( Santi M. E. y otros, 2000) existen datos útiles a considerar, correspondiente a muestras de aguas salobres y saladas, las cuales pueden y

contienen elementos útiles, desde el punto de vista balneoterapéutico e industriales, entre otros.

- II- En la Formación Geológica denominada Puerto Yerúa, se encuentra un acuífero del mismo nombre, ubicado en las capas de areniscas suprabasálticas con aguas de altísima salinidad; Un ejemplo de ello, es un pozo perforado en la localidad de Estacas, a 50 Km. al norte de La Paz, con una profundidad total de 389 m donde se alcanzó valores de salinidad total equivalentes a 65 g/L, y una composición del tipo Clorurada-Sódica. Además, se señala que existen otros lugares donde la salinidad de las aguas alcanza, los 70 g/L con la misma composición química. También esta formación se encuentra reportada en las localidades de Feliciano y La Esmeralda presentando aguas salobres y saladas de igual composición. Aguas con tales valores de la salinidad, mineralización y composición química, son consideradas internacionalmente aguas minerales medicinales muy útiles para su empleo en la balneoterapia dentro del llamado producto Turismo-Salud.
- III- Las arenas acuíferas de las Formaciones Ituzaingó y Paraná, también de la sección suprabasáltica, principales abastecedoras de la mayoría de los municipios, y de los usos agrícolas presentan dos tipos de aguas diferentes:
- Bicarbonatadas-Sódicas y;
  - Sulfatadas-Cloruradas- Sódicas.
- IV- En las localidades de Piedras Blancas y de San Víctor existen aguas salobres y saladas, premisas muy importantes para ser empleadas, -previos estudios especializados-, en el desarrollo de la Balneoterapia y otros usos.

V- Se conoce que la unidad acuífera de la Formación Paraná adolece de información hidrogeológica, debido a que son escasas las localidades donde se explota el recurso, motivado por los índices elevados de salinidad que presentan las aguas, superiores a los 2.5 g/L, según datos del Plan Geotérmico Nacional (SEGEMAR, 1999), esta Formación alcanza espesores de hasta 500 m en la Cuenca del Río Salado.

VI- Es de destacar, que en varios países europeos (entre ellos, Rusia) las aguas con salinidades (mineralización) superiores a los 2.0 g/L pueden ser consideradas de interés balneoterapéutico, independientemente del valor de la temperatura que puedan tener, también de acuerdo a su composición química predominante, pueden ser usadas para uso interno, todo previo estudios especializados.

Se hace necesario esclarecer que para poder evaluar correctamente los diversos usos de las aguas minerales, indispensablemente tienen que realizarse todo un conjunto de análisis sobre las propiedades fisico-químicas y bacteriológicas, así como estudios de las microalgas presentes.

Por lo tanto, aunque se contó con buenos resultados de análisis fisico-químicos, éstos estaban dirigidos al estudio de agua potable o con calidades para usos agrícolas que, de acuerdo a las normativas de aguas minerales son insuficientes las determinaciones y análisis realizados.

Por ello, se considera que estos estudios deben ser completados en aquellos pozos previamente seleccionados en las Tablas No. 4, 5 y 6 cuyas aguas fueron denominadas de interés balneoterapéutico e industrial.

Debe quedar claro además, que aunque el criterio de diferenciar a las aguas minerales por su Residuo Seco, salinidad ó mineralización, superiores a 2g/L es válido y reconocido internacionalmente, no es sólo el único parámetro a tener en consideración para proponer científicamente el uso de este recurso mineral; pues como ejemplo decimos que: -según normas internacionales el agua mineral, conceptualmente, debe mantener una estabilidad en el tiempo de sus propiedades fisico-químicas y bacteriológicas y además no alcanzar valores superiores en determinados elementos contaminantes-, para poderse emplear ya sea para uso externo (baños) ó internamente (como bebida).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, debe destacarse lo siguiente:

- a) Que en los pozos donde se diferenciaron las aguas minerales, que fueron 16 en total (ver Tabla No 5), en dos de ellos los números 50 y 60 poseen aguas minerales preliminarmente para envasar, del tipo Bicarbonatada-sulfatada-sódica; mientras que los pozos restantes (14 pozos) de esa misma tabla, poseen aguas minerales para ser empleadas en la Balneoterapéutica, -previo calentamiento-, y como agua de bebida medicinal, -la llamada cura hidropínica- así como, para su uso cosmetológico. En todos los casos será necesario realizar estudios complementarios para proponer sus usos definitivos.
- b) Por otro lado, es de notar en algunos pozos, (pozos números 3, 45 y 70) los relativamente altos contenidos de hierro que poseen, con valores del orden de los 3,55 mg/L. Este tipo de agua, de comprobarse su estabilidad, tiene un

marcado efecto terapéutico, como por ejemplo, se emplean en forma de bebida durante el período de gestación y son denominan aguas mineromedicinales ferruginosas.

- c) También, destacamos los contenidos de Potasio y Flúor expresados en la tabla No.6, como es el pozo número 15 cuyos valores de Flúor le permiten clasificarse, por sólo este parámetro, como aguas fluoradas, de interés en la prevención de caries, previa dosificación y siempre bajo control, ya que su uso sistemático, principalmente como bebida, es dañino.
- d) Otros contenidos de interés, son los de Calcio en los pozos números 38 y 70, con valores de 454 y 536 mg/L, respectivamente, que según los parámetros internacionales le confieren al agua propiedades farmacológicas ó mineralizantes especiales muy utilizadas en la Balneología Moderna (Hidrología Médica), en la prevención y alivio de diferentes patologías. Estos contenidos hacen que éstas se clasifiquen dentro de los Grupos Balneológicos como aguas mineromedicinales cálcicas.
- e) Según las informaciones referidas en bibliografías especializadas consultadas “... El magnesio, el potasio, el sodio y el calcio; constituyen la fuente más rica que se encuentra en la naturaleza de minerales esenciales para la piel.” Las aguas que posean estos elementos en determinadas cantidades, en combinación con extractos botánicos (por ejemplo Lavanda) y aceites, pueden emplearse con buenos resultados para los servicios y tratamientos termales de estética y belleza en Centro Spas y otros afines. Estos elementos

se encuentran en las aguas minerales de los pozos números 38, 67 y 68 (de los Departamentos Feliciano y La Paz).

VII- Finalmente, según nuestro criterio, consideramos posible, que la disminución de las calidades del agua subterránea detectada y señalada por los autores del Informe Final “Estudio de Aguas Subterráneas” Etapa III, en los acuíferos Ituzaingó y Paraná, se deba, (atendiendo a los tipos de aguas que contienen); en primer lugar, a una mezcla de estos dos acuíferos, debido a que en los pozos no se aislaron los acuíferos por separado y se estén explotando en conjunto; y en segundo lugar, a una posible sobreexplotación de sus caudales, pues los niveles de agua en los pozos están profundos, en el orden de los 20 a 49,5 m. Esta profundidad de los niveles trae como consecuencia el aumento del gradiente hidráulico y la percolación más acelerada de las aguas sulfatadas sódicas, contenidas en la Formación Hernandarias que sobreyace a estos acuíferos.

#### **IV. 3. - Análisis y comentarios de los parámetros físico-químicos disponibles en cada localidad objeto de estudio.**

En este acápite los profesionales actuantes reflejarán y comentarán, las determinaciones in situ de parámetros físico-químicos y los resultados de análisis de laboratorio entregados y extraídos de bibliografías consultadas en cada una de las áreas realizados en años anteriores.

× **Complejo Termal de Federación.**



Esta instalación turística-recreativa cuenta con una perforación termal de 1350 m de profundidad total, donde el acuífero en explotación es surgente, con un nivel potenciométrico de 100 m y temperatura de 42 °C.

A continuación se reflejan los resultados y comentarios sobre las determinaciones de parámetros físico-químicos realizados.

**Tabla No. 7 Determinaciones in situ en la fuente termal de Federación en diferentes épocas.**

<b>Parámetros</b>	<b>Valores promedios (período 1994-99) (*)</b>	<b>Año 2000 Octubre (**)</b>	<b>Año 2001 Julio (**)</b>
PH	7.8	8.2	8.1
Temperatura (°C)	43	42	41.9
Conductividad (µS/cm)	997	1260	1510
TDS (mg/L)	510	698	853

(\*) Estos valores fueron extraídos del documento de Busso S., 1999

(\*\*) Determinaciones realizadas por los profesionales actuantes y corresponden al promedio de más de 10 mediciones repetidas in situ.

Sobre estos resultados podemos emitir el siguiente Comentario No.1:

- Por los valores de pH entre 7.8 y 8.1 las aguas son débilmente alcalinas.
- Por la temperatura, la fuente de agua del complejo de Federación clasifica como Hipertermal según Ivanov V. V., 1982.
- A pesar de que los contenidos de sales en las aguas no mantienen una estabilidad en el tiempo, aspecto que debe ser tomado en cuenta, son consideradas aguas de baja mineralización denominadas también, como Acrototermas (Armijo V. M. y San Martín J, 1994).
- De acuerdo a los resultados reflejados, será necesario mantener un control principalmente en la Conductividad y el Total de Sólidos Disueltos (TDS) ya que como se observa en la tabla anterior existen variaciones.
- Similar situación ocurre con el empleo reciente de aguas frías para bajar la temperatura de las aguas termales en la pileta grande (2.70m) en el verano, pues si no se conoce (previo estudios y ensayos ) la proporción adecuada de esa mezcla , las aguas podrían disminuir sus propiedades útiles con relación a su fuente termal.

Otras mediciones in situ que se realizaron en las piletas de la instalación aparecen en la Tabla No. 8.



**Tabla No. 8- Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en los meses de Octubre/2000 y Julio/2001 por los profesionales actuantes.**

Estación	T(°C)		pH		CE (µS/cm)		TDS (mg/L)		Eh		Obs.
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	
Pileta 1	38.2	37.5	8.4	8.0	1371	1409	675	765	+357	+300	Abierta
Pileta 2	35	36.3	8.6	8.2	1403	1378	693	699	+339	+372	“
Pileta 3	36.4	36,2	8.5	8.4	1422	1416	686	804	+398	+410	“
Pileta 4	34	35.3	8.7	8.5	1424	1467	694	815	+367	+399	“
Pileta 5 c/techo	34.2	39.2	8.7	8.5	1456	1504	698	809	+395	+403	Techada
Pileta Olímpica	39.2	39.7	8.7	8.4	1346	1410	675	761	+402	+423	

**Comentario No. 2:** Estos resultados constatan que ocurren variaciones de los parámetros físico-químicos de las aguas en las piletas, las cuales pueden estar ocasionadas por diversas causas, por ejemplo: la mezcla de los acuíferos intra e infrabasálticos (se encuentran libres), y la disolución con agua fría, entre otras.

Las siguientes Tablas Nros. 9, 10 y 11 reflejan diferentes análisis de laboratorios realizados a la fuente termal en años anteriores.

**Tabla No. 9- Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo Federación-1 en el año 1994**

Parámetros	Resultados (mg/L)
Temperatura (°C)	43
pH	6.8
Alcalinidad total	210
Cl	26
F	0.03
NO <sub>3</sub>	13
Ca	56
Mg	14
Na	230
K	12
Fe	0.1
SO <sub>4</sub>	16
Fosfatos	0.7
Sílice	1.5
Sólidos Totales	680
Cu	0.05

**Comentario No. 3:**

Este análisis no es confiable pues el porcentaje de error (37%) del mismo es superior al valor máximo permisible para las aguas minerales de baja mineralización o sea, el 5%; No obstante, el tipo de químico de agua corresponde a:  $\text{HCO}_3(76\%)\text{-Cl}(16\%)/\text{Na}$ .

**Tabla No. 10 – Otros resultados de las concentraciones iónicas en meq/L. (Tomado del libro “Acuíferos Regionales en América Latina. Acuífero Guaraní. Montañó J y otros, 1998)**

Muestra	Ca	Mg	Na	K	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> H	F
1	1.14	0.45	6.70	0.00	4.9	0.01	2.12	0.00	5.43	0.00
2	1.66	0.04	10.01	0.31	5.36	0.04	3.12	0.00	3.69	0.03
3	0.75	0.52	9.14	0.16	4.96	0.00	1.75	0.97	2.72	0.00

**Comentario No. 4:**

- El análisis correspondiente a la muestra 1 no es confiable el porcentaje de error es de 20 %, valor superior a lo permisible.
- Como se observa en la tabla existen variaciones del tipo químico, en la muestra 1 es  $\text{HCO}_3\text{-Cl/Na}$  y en la 2 y la 3 es  $\text{Cl-HCO}_3/\text{Na}$  ; Esta clasificación como se conoce se realiza en función de los iones predominantes.

**Tabla No. 11- Resultados de los Análisis Físico- Químicos de las aguas minerales en el pozo Federación –1 en Octubre del año 2000. La Habana, Cuba.**

<b>Elementos Químicos (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	
HCO <sub>3</sub> = 229	Fe = < 0.02
CO <sub>3</sub> = 11	Hg = < 0.02
Cl <sup>-</sup> = 132	K = 4
SO <sub>4</sub> = 69	Li = < 0.05
I = < 0.25	Mg = 6.5
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> = 20.72	Mn = < 0.006
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> = < 0.03	Mo = < 0.010
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = < 10.0	Na = 165
NH <sub>4</sub> = < 0.25	Ni = < 0.01
B = 0.15	Pb = < 0.10
Al = < 0.10	Sb = < 0.08
As = < 0.08	Se = < 0.04
Ba = 0.219	Sn = < 0.02
Be = < 0.002	Sr = 0.451
Ca = 16.7	V = 0.124
Cd = < 0.005	Zn = < 0.01
Co = < 0.01	Cu = < 0.01
Cr = 0.02	P = < 0.20
	Rn = 2.40 nCi/L

#### **Comentario No. 5:**

El agua es mineromedicinal, de baja mineralización, correspondiente al tipo químico Bicarbonatada-Clorurada-Sódica, Radiactiva, con valores anómalos de la sílice.

#### **En Resumen:**

A partir de los cinco (5) comentarios realizados anteriormente y de acuerdo a los resultados reflejados en las Tablas Nros. 9, 10 y 11, se concluye que, la fuente de agua termal de la instalación:

- 1) De acuerdo a la temperatura de surgencia y a la concentración de sales, así como a su mineralización el agua se clasifica como Acrototermal de amplia utilización en países de Europa entre ellos: España, Francia, Italia, entre otros.

- 2) Presenta un tipo químico de agua mineral correspondiente en el pozo Federación-1 que se encuentra mezclado con aguas de acuíferos suprayacentes.
- 3) Debe muestrearse sistemáticamente los parámetros físico-químicos a consecuencia de las variaciones en el tiempo de los contenidos de sales y los iones predominantes.
- 4) Contiene un elemento mineralizante especial -EL RADON-, el cual es empleado en diferentes patologías en la Balneología Moderna.
- 5) Debe mantener un estricto control sobre las propiedades físico-químicas de las aguas que se mezclan en las piletas, de emplearse las mismas para tratamientos balneoterapéuticos.

× Complejo Termal Vertiente de la Concordia.

La instalación turística- recreativa cuenta con una perforación termal que garantiza la adecuada explotación del acuífero correspondiente a la sección infrabasáltica. Esta sección está compuesta por areniscas de coloración rojiza y variada granulometría a la profundidad aproximada de 1170 m.



El acuífero en explotación, como se conoce, es surgente, con temperatura de 46 °C aproximadamente.

A continuación, se expresan los resultados y comentarios sobre las determinaciones de parámetros físico-químicos realizados en el pozo termal y en las piletas de la instalación.

(Ver Tablas Nros. 12, 13, 14 y 15)

**Tabla No. 12 - Determinaciones in situ en la fuente termal Concordia- 1 en diferentes épocas.**

Parámetros	Valores promedios (período 1994-99) (*)	Año 2000 Octubre (**)	Año 2001 Julio (**)
PH	8.3	8.5	8.9
Temperatura (°C)	46	46	46.3
Conductividad (µS/cm)	524	1077	1359
TDS (mg/L)	335	423	951

(\*) Estos valores fueron extraídos del documento de Busso S., 1999

(\*\*) Determinaciones realizadas por los profesionales actuantes y corresponden al promedio de más de 10 mediciones repetidas in situ.

Sobre estos resultados se realiza el siguiente **Comentario No.1:**

- Por los valores de pH las aguas son alcalinas, muy útiles para su empleo en diversos campos.
- De acuerdo al valor de la temperatura la fuente de agua clasifica como Hipertermal, teniendo en cuenta la clasificación expuesta por Ivanov V. V., 1982.

- Son clasificadas como aguas de baja mineralización aunque, se observa variación en los contenidos de sales.
- De acuerdo a los resultados reflejados, será necesario mantener un control principalmente en la Conductividad y el Total de Sólidos Disueltos (TDS) ya que existen variaciones.

**Tabla No. 13- Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en las piletas en Octubre/2000 y Julio/2001 por los profesionales actuantes.**

Estación	T(°C)		pH		CE (µS/cm)		TDS (mg/L)		Eh		Obs.
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	
Pileta 1 (niños)	38.2	37.5	8.7	8.9	1146	1354	552	714	+139	+120	Abierta
Pileta 2 (niños)	35.5	38	8.7	8.7	1078	1223	538	598	+142	+153	“
Pileta 3	42.6	43	8.7	8.8	1056	1101	532	654	+130	+125	Con Hidro- jet
Pileta 4	39.9	39.4	8.6	8.5	1129	1345	532	719	+156	+148	“
Pileta 5 c/techo	36.6	37.2	8.7	8.7	1081	1105	553	698	+144	+147	Con techo

**Comentario No.2:**

Se observa, por los valores de la Conductividad (CE) y de los sólidos totales disueltos (TDS) que ocurre variación de estos parámetros cuando se mezclan las aguas termales con aguas frías del otro pozo para disminuir la temperatura.

En las siguientes tablas se han reflejado diferentes análisis de laboratorios realizados a la fuente termal de esta instalación turística-recreativa.

**Tabla No. 14- Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo Concordia-1 en diferentes laboratorios durante varios periodos.**

Parámetros	Resultados de Laboratorios (mg/L)		
	GEOCONSULT S.A. Mayo/97	RAFFOARIAS Agosto/98	Instituto Bioquímico (Junio/2001)
Olor	inodoro		inodoro
pH	7.81	7.7	7.67
Sales Solubles Totales	462		
TDS		630	340 (Residuo Seco)
Alcalinidad total	260	220	223
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	29	14	30
Cl	32.5	119	18
F	0.84		0.67
NO <sub>3</sub>	1	4	0
NH <sub>4</sub>	0.06	< 0.02	0
NO <sub>2</sub>	0.008	< 0.2	0
Ca		2.2	6
Mg		2	3
As	0.058		0.1
SO <sub>4</sub>	35	23	60
Fosfatos		< 0.03	
Pb	0.006		
Cr	0.014		
Cu	0.05		
Oxidabilidad total	0.1		
Mn	< 0.01		
Tipo Químico	HCO <sub>3</sub> (72%)-Cl(17%)/Na	HCO <sub>3</sub> (49%)-Cl(45%)/Na	HCO <sub>3</sub> (68%)-SO <sub>4</sub> (23%)/Na

**Comentario No. 3:**

- Estos análisis no son confiables pues al faltar las determinaciones de Sodio y Potasio, el porciento de error del mismo no se puede determinar correctamente.

- El tipo químico de agua que se reporta declara al agua desde el punto de vista del catión predominante o sea, el sodio sin embargo no aparece su resultado.
- El valor de los cloruros difiere significativamente en el Laboratorio RAFFOARIAS, siendo muy superior en comparación con los demás.
- Se observa variación del tipo químico de agua en función del sulfato en las mediciones realizadas este año.
- Faltan por determinar una serie de elementos ionizantes (mayoritarios y minoritarios), determinaciones auxiliares, contaminantes y gases disueltos y sulfuros, necesarios para la evaluación y caracterización de las aguas minerales.

**Tabla No. 15- Resultados de los Análisis Físico- Químicos de las aguas minerales en el pozo Concordia –1 en Octubre del año 2000. La Habana, Cuba**

Elementos Químicos (mg.L <sup>-1</sup> )	
HCO <sub>3</sub> = 275	Fe = 0.054
CO <sub>3</sub> = 13	Hg = < 0.02
Cl <sup>-</sup> = 21	K = 2
SO <sub>4</sub> = 12	Li = < 0.05
I = < 0.25	Mg = 2.1
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> = 24.36	Mn = < 0.006
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> = < 0.03	Mo = < 0.010
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = < 10.0	Na = 114
NH <sub>4</sub> = < 0.25	Ni = < 0.01
B = 0.18	Pb = < 0.10
Al = < 0.10	Sb = < 0.08
As = < 0.08	Se = < 0.04
Ba = 0.305	Sn = < 0.02
Be = < 0.002	Sr = 0.206
Ca = 5.6	V = 0.109
Cd = < 0.005	Zn = < 0.01
Co = < 0.01	Cu = < 0.01
Cr = 0.022	P = < 0.20
	Rn = 8 nCi/L



**Comentario No.4:**

El agua es mineromedicinal, radiactiva, hipertermal de baja mineralización, de composición Bicarbonatada-Clorurada-Sódica ( $\text{HCO}_3(85\%)\text{-Cl}(11\%)\text{/Na}(90\%)$ ), alcalina, con valores anómalos de la sílice y con abundantes microalgas (Cianobacterias en el orden de los  $704.10^6$  cel/L

**Concluyendo:**

Teniendo en cuenta los cuatro (4) comentarios realizados anteriormente y de acuerdo a los resultados reflejados en las Tablas Nros. 12, 13, 14 y 15 se plantea:

1. De acuerdo a la temperatura, a la surgencia y a la concentración de sales, así como al valor de la mineralización el agua se clasifica similar a la de Federación: Acratotermal (mayor de 35 °C).
2. Los resultados obtenidos y reflejados en la Tabla No.14 no pueden tenerse en cuenta para validar las propiedades fisico-químicas de la fuente de agua termal por no considerarse confiables (% de error superior a 5) y por la ausencia de parámetros de interés en las aguas minerales como: Sílice, Flúor, Sodio, Potasio, entre otros. .
3. El agua mineromedicinal contiene un elemento mineralizante especial -EL RADON-, según resultados preliminares reflejados en la Tabla No.15, el cual es empleado en diferentes patologías en la Balneología Moderna (Hidrología Médica).

4. Se observan en el lugar abundantes microalgas básicamente en los canales de descarga de la fuente termal. Estos microorganismos son muy empleados en la actualidad en la terapéutica y en la cosmética.
5. La posible variación de algunos componentes útiles es producto del enfriamiento y la consecuente mezcla del agua termal con otras aguas.

× Terma de Colón.

La perforación termal se realizó al lado del río Uruguay, a cota aproximada 19 m, hasta la profundidad de 1500m.

En la actualidad el acuífero tiene poca surgencia para las necesidades diarias (o sea el llenado diario de piletas) y se utiliza una bomba sumergible para su explotación.



Para el uso en la instalación el agua se calienta en una caldera a una temperatura máxima alrededor de los 38 °C, también, en períodos de alta turística básicamente, a las piletas se le añade Cloro para evitar la contaminación bacteriana de las mismas.

A continuación, se reflejan los resultados y los comentarios sobre las determinaciones de parámetros físico-químicos realizados en el pozo termal y en las piletas de la instalación. (Ver Tablas Nros. 16, 17, 18 y 19)

**Tabla No. 16 - Determinaciones in situ en la fuente termal Colón-1 en diferentes épocas.**

<b>Parámetros</b>	<b>Valores promedios (período 1994-99) (*)</b>	<b>Año2001 Agosto (**)</b>
PH	8.7	9.1
Temperatura (°C)	33.75	32.1
Conductividad (µS/cm)	1227	1415
TDS (mg/L)	785	988

(\*) Estos valores fueron extraídos del documento de Busso S., 1999

(\*\*) Determinaciones realizadas por los profesionales actuantes y corresponden al promedio de más de 10 mediciones repetidas in situ durante las tres visitas efectuadas en los 20 días del trabajo de relevamiento.

Sobre estos resultados realizamos el siguiente **Comentario No.1:**

- Por los valores de pH las aguas son alcalinas, muy útiles para su empleo en diversos campos..
- De acuerdo a la temperatura la fuente de agua de las Termas de Colón clasifica como Mesotermal. ( Aguas entre 31 y 40 °C) de acuerdo la clasificación asumida.
- Son clasificadas como aguas de baja mineralización, aunque no mantienen estabilidad de las concentraciones de sales en el tiempo.
- De acuerdo a los resultados reflejados, será necesario mantener un control principalmente sobre la Conductividad y el Total de Sólidos Disueltos (TDS) ya que existen variaciones.

**Tabla No. 17- Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en las piletas en Agosto/2001 por los profesionales actuantes.**

<b>Estación</b>	<b>pH</b>	<b>CE (<math>\mu</math>S/cm)</b>	<b>TDS (mg/L)</b>	<b>Eh</b>	<b>Obs.</b>
Pileta L (niños)	8.9	1454	952	+128	Abierta
Pileta L Chiquita (niños)	9.0	1520	968	+112	“
Pileta Grande Exteriores	8.8	1501	729	+123	“
Pileta techada	9.0	1445	732	+130	
Pileta c/techo	9.0	1505	753	+134	

Sobre los resultados de la tabla anterior se realiza el **Comentario No2:**

No se observan variaciones significativas con relación a las determinaciones del pH, la CE y Eh realizadas en el pozo termal en igual periodo. No sucede lo mismo con los Sólidos Disueltos Totales que como se observa en la Tabla No. 17 en las piletas techadas y en la exterior grande, hay variaciones en relación al resto.

En las siguientes tablas se han reflejado diferentes análisis de laboratorios realizados a la fuente termal de esta instalación turística-recreativa.

**Tabla No. 18 - Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo Colón-1 en diferentes laboratorios durante varios períodos.**

Parámetros	Resultados de Laboratorios (mg/L)		
	Centro de Diagnóstico Bioquímico, Colón Marzo/97	Concepción del Uruguay Septiembre/99	MICHELI S.A. (Febrero/2001)
Temperatura (°C)	33		
pH	8.46	8.85	7.8
Sales Solubles Totales			875
Alcalinidad total		275	300
Bicarbonato			230
Carbonato			70
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	7.12	0	
Cl	3.4 meq/L	110	120
F		1.2	
NO <sub>3</sub>	0	5	0
NH <sub>4</sub>		0.05	
NO <sub>2</sub>	0	0.1	0
Na	13,6 meq/L		
K	0.1 meq/L	0	
Ca		0	
Mg		0	
As	0		
SO <sub>4</sub>		200	234
Fosfatos			1.5
Pb		0.05	
Fe			0.23
Tipo Químico	No se puede determinar	HCO <sub>3</sub> (39%)- SO <sub>4</sub> (35%)- Cl(35%)/Σcationes =0	SO <sub>4</sub> (40%)- HCO <sub>3</sub> (33%)- Cl(28%)/Na(?)

**Comentario No. 3:**

- Estos análisis no son confiables, le faltan la determinación de algunos elementos ionizantes y no ionizantes, determinaciones auxiliares, gases disueltos y sulfuros, entre otros.
- El tipo químico de agua no pudo ser determinado en algunos casos, por la ausencia de los cationes básicamente en los resultados anteriores.
- De acuerdo a los resultados de los años 1999 y 2001 reflejados en la tabla anterior se constata que existe una mezcla de agua con relación a los contenidos de sus aniones, la cual puede estar dada por no existir aislamiento del horizonte productivo; claro está este análisis tampoco se puede considerar confiable pues le faltan las mismas determinaciones antes mencionadas.

Otros resultados aparecen en la tabla de concentraciones iónicas en meq/L del libro "Acuíferos Regionales en América Latina. Acuífero Guaraní. Montañó J y otros, 1998) los cuales son:

**Tabla No. 19. Resultados de la composición física-química, en miliequivalentes/Litros (meq/L)**

Localidad	Ca	Mg	Na	K	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> H	F
Colón	0.12	0.03	12.96	0.04	3.61	0.00	3.08	3.56	3.2	0.13
Tipo Químico	Clorurada-Bicarbonatada-Sulfatada /Sódica									

**Comentario No.4:**

El porcentaje de error de estas determinaciones es menor al 5% , lo cual resulta confiable, evidenciándose un tipo químico de agua complejo.

**Concluyendo:**

1. Los resultados de laboratorios reflejados en la Tabla No. 18 están incompletos por lo que no se puede calcular el porcentaje del error de análisis y por ende no se consideran confiables.
2. Las aguas de la fuente termal de acuerdo a las determinaciones de algunos de los aniones, reportan mezclas en profundidad. ( $\text{HCO}_3$ , Cl,  $\text{SO}_4$ )
3. Es necesario controlar periódicamente los indicadores de contaminación del agua en las piletas y el Cloro Residual que se añade en las mismas, teniendo en cuenta que en épocas de alta (verano básicamente) la instalación turística-recreativa es muy frecuentada, aunque en la actualidad la estacionalidad se ha extendido.
4. Los valores elevados de  $\text{CO}_3^{-2}$  reflejados en la Tabla No.18 son cuestionable, y deben ser controlados por otros análisis, teniendo en cuenta que existen resultados de 230 mg/L de  $\text{HCO}_3$  con valores de la Alcalinidad Total igual a 300 mg/L.

Terma de Villa Elisa



La perforación alcanzó la profundidad de 1.032 m; sólo se aisló la sección suprabasáltica (unos 352 m) dejando la secuencia de basalto libre.

El agua es surgente, con poca presión y elevados contenidos de sales (> 18 g/L). Se conoce, que desde hace alrededor de un año, el nivel se ha deprimido 8 m con relación al medido inicialmente. y desde el mes de marzo del presente se ha observado además, una disminución del caudal de agua del pozo.

El agua termal para su empleo en la instalación se mezcla, en algunos períodos del año, con agua fría de otro pozo perforado en el predio (dentro de la sección suprabasáltica) y de baja mineralización.

En las Tablas Nros. 20 y 21 se reflejan las determinaciones in situ realizadas hasta el momento en la fuente termal y en las piletas de la instalación turística-recreativa.

**Tabla No. 20 - Determinaciones in situ en la fuente termal en diferentes épocas.**

Parámetros	Valores promedios (período 1994-99) (*)	Año 2001 Agosto (**)
PH	7.9	8.1
Temperatura (°C)	40.3	40.2
Conductividad (μS/cm)	20849	29500
TDS (mg/L)	13344	14800

(\*) Estos valores fueron extraídos del documento de Busso S., 1999

(\*\*) Determinaciones realizadas por los profesionales actuantes y corresponden al promedio de más de 10 mediciones repetidas in situ.

Sobre estos resultados se realiza el siguiente **Comentario No.1:**

- Por los valores de pH las aguas son débilmente alcalinas, muy útiles para diversos usos..
- De acuerdo a la temperatura la fuente de agua de las Termas de Villa Elisa clasifican como Mesotermiales, muy idónea para su empleo. (Ivanov V.V., 1982)



- Son clasificadas como aguas de alta mineralización  $15 \leq M \leq 35$  g/L. (Armijo V y otros, 1994)
- Teniendo en cuenta los altos contenidos de sales en las aguas y las mezclas que se realizan para enfriar (y disolver) las aguas en las piletas, será necesario mantener un control principalmente en la Conductividad y el Total de Sólidos Disueltos (TDS) y así saber los contenidos del agua mezclada que se emplea en las piletas para futuros programas de servicios y tratamientos con esa agua.

**Tabla No. 21- Valores promedios de las mediciones in situ realizadas en las piletas en Agosto/2001 por los profesionales actuantes.**

Estación	pH	CE ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)	Eh	Observaciones
Pileta 1	7.9	14540	10520	+328	Abierta
Pileta 2	8.0	15200	10680	+312	“
Pileta 3 c/techo	8.0	15050	11530	+234	

**Comentario No.2:**

Como se observa en la tabla anterior (No.21), en las piletas, los valores de Conductividad Eléctrica y TDS sufren variaciones significativas, con respecto a las mediciones de estos parámetros en la fuente termal ( Ver Tabla No.20) producto de la mezcla con el agua dulce del otro pozo perforado, cuyos parámetros determinados in situ son: CE =1500  $\mu$ S/cm; TDS = 1049 mg/L y pH = 7.4, pero se mantiene clasificando las aguas como de alta mineralización.

En la siguiente Tabla se reflejarán diferentes análisis de laboratorios realizados a la fuente termal y a las mezclas de esta instalación turística-recreativa.

**Tabla No. 22- Análisis físico-químicos realizados a las aguas termales del pozo Villa Elisa-1 en diferentes laboratorios durante varios periodos.**

Parámetros	Resultados del Laboratorio de Concepción del Uruguay en Entre Ríos(mg/L)								Obras Sanitarias (mg/L)	Laboratorio del (INTI) en mg/L (*)	
	31/agosto del 2000 (pozo)	31/agosto del 2000 (mezcla)	26/febrero del 2001 (pozo)	26/febrero del 2001 (mezcla)	12/ marzo del 2001 (pozo)	12/ marzo del 2001 (mezcla)	26/marzo del 2001 (pozo)	12/ marzo del 2001 (mezcla)			
pH	6,7	7,2	7,4	7,3	7,5	7,5	7,5	7,3	7,9	7,9	7,6
Residuo Seco (gr/L)	17.15	989	17.18	7,48	16,49	8,34	13..3	7,38	15,2		
Alcalinidad total	90	125	75	124	65	155	80	140	80	77	66
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	1098	145	740	625	887	736	927	725	1030	990	1860
Cl	5800	300	7450	2200	7000	2900	6650	2700	6400	7500	7800
F	3,6	0,4	3,5	1,2	3,8	1,7	2,9	1,8			
NO <sub>3</sub>	<1	4							<1	<0,2	<0,5
NH <sub>4</sub>	<0,05	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,20	<0,05		
NO <sub>2</sub>	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,1	<0,01		
Na									4750	6500	6150
K									8		
Ca	346	50	180	92	289	232	298	226	280	340	645
Mg	57	5	70	61	40	38	44	39	80	33,5	60
Sr									15		
SO <sub>4</sub>	3940	70	3350	920	3250	940	2800	1050	3650	3900	3500
B										3,7	
I									1,0		
Tipo Químico	Cl <sup>(75%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(43%)</sup> /Na-Ca	Cl <sup>(71%)</sup> -Na	Cl <sup>(75%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(24%)</sup> /Na	Cl <sup>(75%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(22%)</sup> /Na	Cl <sup>(75%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(23%)</sup> /Na	Cl <sup>(73%)</sup> /Na	Cl <sup>(76%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(23%)</sup> /Na-Ca	Cl <sup>(76%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(21%)</sup> /Na-Ca	Cl <sup>(71%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(29%)</sup> /Na(91%)	Cl <sup>(73%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(27%)</sup> /Na(93%)	Cl <sup>(55%)</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>(42%)</sup> /Na(48%)

(\*)Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Buenos Aires.

Sobre estos resultados realizaremos los siguientes comentarios por Laboratorio, teniendo en cuenta que el volumen de información así lo amerita.

**Comentario No. 3** sobre los resultados de los análisis realizados en el Laboratorio de Concepción del Uruguay:

- Ausencia de las determinaciones de Na y K en las muestras, lo que impide calcular adecuadamente el error de cada análisis, por tal motivo no se consideran confiables los análisis.
- Los contenidos de Calcio tienen diferencias significativas en el pozo termal y sus mezclas.
- No se conocen las proporciones de las mezclas de aguas realizadas, pero sin embargo se observa que las mismas, -a excepción de la muestra mezclada con fecha 31 de agosto del 2000-, mantienen concentraciones interesantes de algunos de los factores mineralizantes presentes en la fuente de agua, como por ejemplo: el Sulfato y los Cloruros.
- La fuente termal presenta elementos con propiedades terapéuticas interesantes como por ejemplo los contenidos de Flúor, entre otros.
- El tipo químico de las aguas es Clorurado-Sulfatada-Sódica y en algunos análisis también Cálcida.

**Comentario No. 4** sobre el resto de los análisis realizados en otros laboratorios:

- Los errores del análisis son inferior al 5 % en todos los casos.

- Las determinaciones de Calcio no se han realizado de acuerdo las normativas internacionales.
- Se observa la presencia de contenidos elevados de Sulfatos y Cloruros muy empleados en la Balneología.
- La relación geoquímica expresada  $Na/Cl = 0.86$  permite suponer que las aguas termales de la instalación son de origen marino, lo cual se corroborará con los próximos resultados fisico-químicos a obtener, y que se expondrán en el Informe Final.
- La fuente termal presenta elementos con propiedades terapéuticas especiales, como son, el Estroncio (Sr) y el Yodo (I). Esto deberá corroborarse con los análisis fisico-químicos que se están realizando en estos momentos.

Teniendo en cuenta los cuatro (4) comentarios realizados anteriormente y resaltando la existencia de análisis sistemáticos entre los años 2000 y 2001 llevados a cabo en tres (3) laboratorios podemos decir que:

1. A pesar de que los resultados de laboratorios están incompletos y no se consideran confiables, se observa en el tipo químico de agua termal predominante es Clorurada-Sulfatada-Sódica.
2. Las determinaciones de Potasio y Sodio, de acuerdo a las normativas internacionales deben realizarse por la técnica de Espectrometría con plasma inducido. (ICP)

3. De acuerdo al valor del indicador geoquímico de la relación Na/Cl equivalente a 0.86, se puede deducir que las aguas termales son de origen marino, es decir, son aguas de sedimentación y no de infiltración.
4. Deben conocerse las concentraciones y proporciones relativas de las mezclas con el agua termal cuyos contenidos de sales de las primeras son menores, para evitar así la pérdida de las propiedades de la fuente termal a causa de una mezcla.
5. Se observa en los resultados anteriores, la presencia en las aguas de elementos mineralizantes especiales como son: los Cloruros, los Sulfatos, el Estroncio y el Flúor, entre otros, confiriéndole al agua termal importantes usos en el Turismo, la salud y la industria especializada.
6. Deben realizarse análisis bacteriológicos periódicos teniendo en cuenta que indicadores de contaminación ambiental como lo son los nitritos, se encuentran ligeramente elevados con relación a los valores permisibles.

✧ Terma de Chajarí.



En Chajarí, se perforó un pozo hasta la profundidad total de 811.0 m. El acuífero en explotación tiene una gran surgencia natural en la boca del pozo del orden de los 5 Kg/cm<sup>2</sup> y un caudal de 380 m<sup>3</sup>/h (106 L/seg).

En la actualidad se concluye la construcción de una instalación turística-recreativa que inicialmente contara con cinco (5) piletas.

A continuación se reflejan las determinaciones realizadas por los profesionales actuantes y corresponden al promedio de más de 10 mediciones repetidas in situ en la fuente termal.

**Tabla No. 23 Determinaciones in situ en la fuente termal en diferentes épocas.**

<b>Parámetros</b>	<b>Año 2000 Octubre</b>	<b>Año 2001 Agosto</b>
PH	7.8	8.4
Temperatura (°C)	38	39
Conductividad ( $\mu$ S/cm)	1220	1490
TDS (mg/L)	912	985

Sobre estos resultados se realiza el siguiente **Comentario No.1:**

- Por los valores de pH las aguas son débilmente alcalinas (Ivanov V. V., 1982), muy útiles para su empleo en el turismo, la salud y la balneocosmética.
- De acuerdo a los valores de la temperatura en la fuente de agua del Complejo Termal de Chajarí estas se clasifican como Mesotermal, muy idóneas para su empleo en piletas.
- Son clasificadas como aguas de baja mineralización.

En la siguiente Tabla se reflejan las determinaciones realizadas, hasta el momento, a la fuente termal de esta instalación turística-recreativa.

**Tabla No. 24- Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo Chajarí-1 en el Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN) el 6 de Octubre del 2000.**

<b>Parámetros</b>	<b>mg/L</b>
Conductividad	918
TDS	569
pH	8.2
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	230
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	48
Cl	120
F	0.6
NO <sub>3</sub>	0.2
Na	175
Ca	11
Mg	5
SO <sub>4</sub>	40
Li	< 0.1
Mn	< 0.005
As	0.021
Al	0.017
Fe	0.008
Boro	0.176
Tipo Químico	HCO <sub>3</sub> (47%)- Cl(42%)/Na(87%)

**Comentario No. 2:**

- El análisis tiene un 4.2 % de error por lo que se puede considerar confiable.
- Están ausente determinaciones de los elementos ionizantes , no ionizantes, gases y sulfuros, entre otras, necesarias durante la evaluación y caracterización de fuentes termales.

- Los contenidos de Boro son interesantes para aguas minerales de acuerdo las normativas internacionales.
- También, de acuerdo a las normativas internacionales los parámetros pH, conductividad, temperatura y TDS deben medirse in situ ya que después de colectada la muestra y trasladada al laboratorio, a pesar de la correspondiente preservación, cambian las condiciones de su medio geológico y estos parámetros pueden alterarse. (Ver Tablas Nros. 23 y 24)

Se concluye planteando lo siguiente:

1. El tipo químico de agua correspondiente a la fuente termal es  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$  similar a la de las fuentes de los complejos de Federación y Concordia.
2. La presencia en el análisis de contenidos de Boro anómalos, hace necesario comprobar estos valores de forma sistemática para su empleo.

× Fuente Termal La Paz:



La perforación del pozo termal se realizó cercano al Río Paraná hasta la profundidad de 1005 m.

No se llevó a cabo el aislamiento de las secciones Inter. e infrabasálticas por lo que el acuífero productivo se encuentra mezclado.

El acuífero es surgente, alcanzó un caudal de  $90 \text{ m}^3/\text{h}$  con temperatura de  $41 \text{ }^\circ\text{C}$  y se caracteriza por altísimos contenidos de sales en el agua, mayores a  $80 \text{ g/L}$ .



**Tabla No. 25- Determinaciones in situ en la fuente termal.**

<b>Parámetros</b>	<b>Año2001 Agosto</b>
PH	7.1
Temperatura (°C)	40
Conductividad (µS/cm)	100.3
TDS (gr/L)	50.5
Eh	- 0.53

Sobre estos resultados se realiza el siguiente Comentario No.1:

- Por los valores de pH las aguas son débilmente alcalinas, muy útiles para su empleo en el producto Turismo-Salud.
- De acuerdo al valor de la temperatura la fuente de agua de La Paz clasifica como Mesotermal.
- Son clasificadas como aguas hipermineralizadas por sus elevados contenidos de sales.
- Sólo en esta fuente de las seis (6) localidades estudiadas se determinaron valores de Eh negativos lo cual pueden indicar la posible presencia de sulfuros en sus aguas o de otros elementos químicos como el Oxígeno Disuelto, entre otros.

En la siguiente Tabla se reflejan las determinaciones realizadas, en diferentes laboratorios a esta fuente termal.

**Tabla No. 26- Análisis físico-químico realizado a las aguas termales del pozo La Paz-1 en diferentes períodos del año 2000.**

Parámetros	Laboratorios	
	ASENSO S.R.L. Bs.As. (20/Abril/00)	Estudio y Laboratorio de Análisis Industriales S.C.A. (30/Mayo/00)
pH	6.9	6.7
Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		137100
Sales Solubles Totales (mg/L)	92487	82370
Alcalinidad total	150	29
Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ )	5000	4450
Cl	41000	41642
F	3.1	2.3
$\text{NO}_3$	33	< 1
$\text{NH}_4$		< 0.2
$\text{NO}_2$	0.03	0.25
Na		29422
K		206
Ca		1112
Mg		401
As	0.05	
$\text{SO}_4$	8886	9547
Cu	0.02	
Pb	0.14	
Fe	0.1	
Mn	0.04	
Zn	0.02	
Ag	0.04	
Cr	0.05	
Cd	0.02	
<b>Tipo Químico</b>	<b>No se puede calcular</b>	<b><math>\text{Cl}_{(86\%)/\text{Na}_{(93\%)}}</math></b>

**Comentario No. 2:**

- El análisis del 20 de abril carece de la determinación de los cationes por tanto no se puede calcular el error del análisis ni el tipo químico de aguas. El otro análisis es confiable y su porcentaje de error es de 1%.
- Los contenidos de Flúor son altos, los cuales deben comprobarse con otros análisis ya que este elemento se emplea, como factor mineralizante especial en el agua.
- De acuerdo a las normativas internacionales los parámetros pH, conductividad, temperatura y TDS deben medirse in situ ya después que la muestra es colectada, cambian las condiciones de su medio geológico y estos parámetros pueden alterarse. Durante los trabajos de relevamiento realizados por los profesionales actuantes en cada localidad objeto de estudio se realizaron estas determinaciones in situ. (Ver Tabla No.25 de los parámetros medidos en la fuente termal del municipio La Paz)

**Como conclusión decimos que:**

1. La fuente de agua termal de La Paz presenta interesantes contenidos de Cloruros, Flúor y Sulfatos que pueden emplearse para uso terapéuticos y en el Turismo-Salud.
2. De acuerdo a nuestra experiencia las muestras cuya concentración de sales es muy elevada, necesitan de variados controles de laboratorio, teniendo en cuenta que para su determinación es necesario diluir mucho por medio de alícuotas y esto introduce grandes errores de medición.

## **V. - OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS PARA CADA AREA EVALUADA.**

En este acápite se desarrolla lo correspondiente a la tarea No. 5 del Plan de Tareas aprobado y recogido en el Contrato CFI Exp. No. 4896 firmado el pasado 13 de julio del 2001 incluyendo los resultados de las determinaciones de la radiactividad, las microalgas, la calidad sanitaria y los parámetros físico-químicos de las fuentes termales objeto de estudio, realizados en el presente estudio por los profesionales actuantes, sus colaboradores y las entidades acreditadas para estos fines.

Vale destacar, que todos los resultados obtenidos han sido procesados e interpretados de acuerdo las normativas internacionales vigentes.

### **V.1.- Sobre las determinaciones in situ de Radón 222 y Ra 226.**

El Rn-222 es un gas noble, incoloro e inodoro, descendiente de la Serie de Desintegración del U-238, elemento radioactivo, presente en la corteza terrestre. Este gas radioactivo de vida media de 3.8 días, es un radiador de partículas  $\alpha$  por su constitución nuclear, las cuales tienen un gran poder de ionización de la materia. Debido a sus características químicas y físicas el Radón tiene una elevada capacidad de migración en los medios geológicos (Andrews J. N. y otros, 1972), según estudios realizados, han sido determinadas concentraciones del elemento en superficie a partir de fuentes ubicadas a más de 300 m (Fleischer R. L. y otros, 1979; King C. y., 1988; Kristiansson K. y otros, 1984; Manual de Geofísica Nuclear, 1986; Sinitzin Y. A., 1974 y Tanner A. B., 1964), los propios autores tienen experiencias de la detección de fuentes de Radón a la profundidad de 200 m (Cervantes G. P. y otros, 1990; Cervantes G. P. y otros, 1999; González D. y otros, 1991 y GEOCONSULT, 1994). Los mecanismos de

migración utilizados son la difusión en las zonas cercanas a la superficie, en el orden de los primeros metros y en forma de flujo vertical de gas en microburbujas desde las partes más profundas del corte (Fleischer R. L. y otros, 1979; Kristiansson K. y otros, 1982, 1984, 1980; Armijo V. M. y otros, 1994 y Varhegyi A. y otros, 1986).

Las zonas más favorables para la ascensión del gas contenido en las aguas subterráneas, son las de elevada porosidad, ya sea por intersticio granular (porosidad de capa), agrietamiento, fracturación y fallas (Cervantes G. P. y otros, 1999; Cox M. E., 1980; Ellwood A. y otros, 1995; Fleischer R. L. y otros, 1979 y Segovia N. y otros, 1989). Estas vías pueden estar combinadas, superpuestas y consecutivas, dispuestas de una forma estructurada que facilita la comunicación de las zonas más profundas del corte geológico con la superficie.

De forma sintetizada se puede proponer el esquema siguiente, por debajo del nivel freático el mecanismo es el flujo vertical el que permite la migración y por encima, en la zona seca, es la difusión. Estas formas de transporte y diversidad de vías de acceso permiten el movimiento del Radón, desde zonas profundas de la corteza, como lo han demostrado las mediciones incrementadas de la concentración de Radón que anteceden a los sismos (Cox M. E. y otros, 1980; Ellwood A. y otros, 1995; King C. Y., 1980 y Segovia N. y otros, 1989).

El agua que contiene Radón se puede desplazar rápidamente a través de grietas, fallas y/o fracturas del terreno, variando su concentración de Rn-222 según los cambios de temperatura, presión parcial a la que se encuentra sometida y la mezcla con otros tipos de agua. Una vez alcanzada la superficie, la menor presión parcial del Radón en el aire

exterior provoca la exhalación del gas a una velocidad que dependerá, fundamentalmente, del estado de agitación del agua.

La presencia del Ra- 226 en las aguas nos indica sin lugar a dudas la presencia del Rn-222, ya que este gas es un descendiente directo del Ra-226, emisor  $\alpha$  y por excelencia en la Serie de Desintegración del U-238 y de 1642 años de vida media. Este elemento, muy diferente por sus características químicas y físicas a su progenitor, tiene una elevada movilidad en medios ácidos y reductores siendo arrastrado fácilmente por las aguas, sobre todo las del tipo cálcicas, dada su similitud en radio iónico con el Ca, lo que facilita la sustitución isomórfica del Ra-226 en los compuestos donde está presente el Ca (Dyck W., 1979 y Technical Report Series No. 310, IAEA, 1990).

La solubilidad del Radón en el agua depende, según la ley de Henry, del coeficiente de disolución del gas, que en este caso disminuye con la temperatura, y de la presión parcial del gas en contacto con el líquido (Gómez A. J., 1994). Además, el Radón aportado por el terreno a la cavidad subterránea puede disolverse en el agua por diferentes mecanismos:

1. Desintegración radioactiva del progenitor, Ra-226, que se halle disuelto en el agua.
2. Directamente por retroceso del átomo de Radón procedente de la desintegración del Ra-226 cerca de la superficie, en el límite de la interfase sólido-líquido.
3. Difusión de los átomos de Radón en el agua en función de la superficie de contacto aire-agua, del espesor de la capa de agua y del coeficiente de difusión.

4. Por retroceso de los átomos de Radón a las microfisuras e imperfecciones del cristal y posterior difusión a la superficie de la partícula, de donde pasan al agua.

El estudio de la radioactividad en las Aguas Mineromedicinales contempla principalmente la determinación de la concentración de Radón-222 y Radio-226 en las mismas. El conocimiento de este parámetro es de vital importancia por el valor incorporado que adiciona a los tratamientos de diferentes afecciones, desde el punto de vista balneológico.

La detección y medición de la concentración de Radón-222 es una técnica considerada como la de mayor profundidad de estudio entre los métodos radiométricos (Manual de Geofísica Nuclear, 1986 y Sinitsin Y. A., 1974).

Las variantes de medición más usadas son las determinaciones en suelos, aguas y en el aire (con fines de estudios ambientales). Las técnicas de determinación pueden ser de tiempo corto: emanometría, y de tiempo largo ó de monitoreo: Track-etch (Cervantes G. P., 1990; Fleischer R. L. y otros, 1979; González D. y otros, 1991 y Varhegyi A. y otros, 1986) (Detectores sólidos de trazas nucleares).

De lo anterior resulta evidente que la técnica a aplicar para la determinación de Radón-222 y Radio-226 en muestras de agua es la de tiempo largo de medición ó Track-etch.

A continuación exponemos algunos criterios técnico-metodológicos relacionados con las determinaciones de Radón por el método Track-etch.

La técnica de Track-etch ha sido implementada metodológicamente, Fleischer, 1979, King, 1980, Cox, 1980, Kristiansson, 1984, Segovia, 1989 y Varhegyi, 1986, y aplicada

por los autores para la resolución de distintas tareas geológicas, Cervantes, 1990, González, 1991, Rumayor, 1995, Cervantes, 1996 y Cervantes, 1999.

Los aspectos elementales de esta técnica para la determinación de Radón-222 y Radio-226 en muestras de agua y la metodología para el muestreo, la medición y el laboratorio se describen detalladamente en el anexo complementario correspondiente al Segundo Informe Parcial.

En forma breve los pasos a seguir para la determinación de Radón-222 y Radio-226 en muestras de agua consisten en:

1. Se toma la muestra de agua en un recipiente plástico (tipo tarro de 1 litro), en un volumen aproximado de 0,5 l.
2. Se anota en la libreta: Fecha, Hora y minutos, No. de Muestra, No. de Recipiente y Localización.
3. Se coloca el detector en el portadetector y se acopla el mismo al recipiente muestreador mediante juntas de goma y se sella con silicona y precinta plástica. Se expone el detector por un término de 3 días.
4. Se revela el detector y se determina el volumen exacto de la muestra.
5. Se realiza el conteo de las trazas en condiciones de laboratorio con el empleo de un microscopio.
6. Se procesan los datos con expresiones matemáticas conocidas.

Para determinar el Radio-226 se procede como sigue:

1. Después de medir el Radón, se coloca un detector en el portadetector.



2. Se acopla el portadetector al recipiente muestreador mediante juntas de goma y se sella con silicona y precinta plástica.
3. Se anota: Fecha, Hora y minutos del cierre. Se espera entre 7 y 21 días.
4. Se revela el detector y se determina el volumen exacto de la muestra.
5. Se realiza el conteo de las trazas en condiciones de laboratorio.
6. Se calcula la concentración de Radio-226 a través de formulaciones matemáticas existentes.

A continuación se refleja en la Tabla No. 27 los datos de interés correspondiente al muestreo realizado en los 6 pozos termales estudiados.

Tabla No. 27 - Datos del muestreo de campo. Provincia Entre Ríos.

No. de orden.	Localidad.	No. del Detector.	Fecha / Hora de Toma de muestra.	Fecha / Hora de Exposición del Detector.	Fecha / Hora de Recogida del Detector	Fecha del Revelado del Detector	Volumen en litros. (l)
1	Chajari Pozo CH-1	H-28	28-07-01 / 11:30	28-07-01 / 11:30	30-07-01 / 13:33	17-08-01	0,4
		HR-4	28-07-01 / 11:35	04-08-01 / 11:30	12-08-01 / 07:34	17-08-01	0,51
2	Federación Pozo F-1	F-15 (Duplicada)	26-07-01 / 13:00	26-07-01 / 13:00	27-07-01 / 08:50	29-07-01	0,6
		FR-3	26-07-01 / 13:00	31-07-01 / 16:00	07-08-01 / 20:00	17-08-01	0,55
3	Concordia Pozo C-1	CO 7 (Duplicada)	24-07-01 / 12:20	24-07-01 / 12:20	25-07-01 / 20:34	29-07-01	0,63
		CR-1 (Duplicada)	24-07-01 / 12:30	28-07-01 / 17:00	04-08-01 / 12:00	17-08-01	0,57
4	Colón Pozo CL-1	N-38	31-07-01 / 18:30	31-07-01 / 18:30	02-08-01 / 20:50	17-08-01	0,5
		NR-5	31-07-01 / 18:30	04-08-01 / 11:45	12-08-01 / 07:40	17-08-01	0,4
5	Villa Elisa Pozo VE-1	V-42	01-08-01 / 11:00	01-08-01 / 11:00	04-08-01 / 12:20	17-08-01	0,5
		VR-5	01-08-01 / 11:00	06-08-01 / 19:35	12-08-01 / 07:30	17-08-01	0,54
6	La Paz Pozo LP-1	P-52	08-08-01 / 12:30	08-08-01 / 12:35	10-08-01 / 10:40	17-08-01	0,52
		PR-6	08-08-01 / 12:45	12-08-01 / 08:00	17-08-01 / 09:20	17-08-01	0,55

Una vez realizado todo el procedimiento metodológico para obtener la medición de la concentración de Radón-222 y Radio-226 mediante la utilización de Detectores Sólidos de Trazas Nucleares, obtenemos el dato de la determinación en  $\text{Bq.m}^{-3}$  de ambos radionucleidos en las aguas de los 6 pozos profundos de diferentes municipalidades de la Provincia Entre Ríos.

Los resultados de las determinaciones de Radón-222 y Radio-226 en aguas”, en unidades  $\text{Bq.m}^{-3}$  (Becquerelio por metro cúbico) y  $\text{nCi.L}^{-1}$  (nano Curio por litro,  $1 \text{ nCi} = 10^{-9} \text{ Ci}$ ) son presentados en diferentes tablas, correspondientes a cada localidad objeto de estudio, destacándose que los pozos de la Costa Argentina del Río Uruguay (Colón, Concordia, Federación y Chajarí) son clasificados, desde el punto de vista balneológico, como **Aguas Radiactivas** por contener una concentración mayor que  $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$  de Radón-222, según normas para la caracterización de las aguas mineromedicinales europeas. Mientras que las aguas de los pozos de Villa Elisa y La Paz presentan valores anómalos de Radón 222 y Radio 226, no obstante, pueden ser utilizadas con fines terapéuticos, teniendo en cuenta el aumento de la frecuencia y tiempo del tratamiento.

La precisión de estas mediciones se fundamenta en la exposición de más de tres detectores en cada objeto de estudio, obteniéndose un error relativo de  $\pm 20 \%$  ( $E_r = \pm 20 \%$ ).

Las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 determinadas en los pozos de la Costa Argentina del Río Uruguay se corresponden con la situación geológica de la región, así como, con el origen y composición de las rocas areniscas que constituyen los acuíferos interceptados (interbasálticos e infrabasálticos), pertenecientes al denominado Sistema

Acuífero Termal (Guaraní), el depósito eólico antiguo más grande del mundo; Stanford y Lange, 1969; Bigurella y Saimuni, 1964.

Estos depósitos acuíferos están constituidos, fundamentalmente, por areniscas cuarzo feldespáticas micaceas (moscovita) de granulometría muy fina a media lo cual indica como fuente de aporte a rocas de composición ácida (granitos y granitoides), principal fuente de Uranio y que en la región tiene edad Proterozoica.

Un indicio geológico de la radioactividad en las rocas del Basamento Cristalino y en los sedimentos del Sistema Acuífero Termal son las anomalías radioactivas descubiertas por la sonda gamma natural del perfilaje de pozo en el pozo CL-1 (Colón) y en los pozos C-1 y F-1 (Concordia y Federación):

**Pozo Colón (CL-1):** Asociadas al Basamento Cristalino entre los 910 y 915 m, entre los 1147 y 1160 m y desde 1250 hasta 1260 m.

**Pozo Concordia (C-1):** Asociadas a las areniscas con intercalaciones de basalto, desde 770 hasta 820 m y desde 920 hasta 960 m.

**Pozo Federación (F-1):** Asociadas a las areniscas que componen el Acuífero Infrabasáltico desde 930 hasta 970 m.

Las aguas surgentes de estos acuíferos alumbrados por los pozos están incorporando a su paso el Radio-226 y el Radón-222 formados en la serie de desintegración del Uranio-238, que constituye la mineralización uranífera contenida en las areniscas de estos acuíferos termales.

Esta mineralización uranífera del tipo “roll front” (Colectivo de autores, 1970) puede estar entrampada en una barrera de oxidación-reducción en las diferentes lenguas de

areniscas que conforman la roca de caja. Un estudio regional de ubicación de los afloramientos de rocas fuentes (granitos), mecanismo de transporte y afloramientos de rocas huésped (areniscas) pudieron brindar un mejor esclarecimiento al respecto.

Lo que sí es una realidad, es la evidencia geológica de la presencia de concentraciones anómalas de Radón-222 y Radio-226 en las aguas de estos acuíferos que indican la posibilidad de la presencia de mineralización uranífera en profundidad.

Conjugando los indicios y evidencias geológicas analizadas anteriormente, podemos afirmar que la presencia de Radón-222 y Radio-226 en las aguas mineromedicinales de la Costa Argentina del Río Uruguay es un hecho que se corresponde con la situación geológica de la región.

Estas aguas mineromedicinales radioactivas, de diferente composición química y salinidad nos brindan un horizonte de amplias perspectivas para la potenciación de circuitos de turismo- salud para la atención de diferentes afecciones que aquejan al ser humano y para el mejoramiento de la calidad de vida.

#### **V.1.1.- Características específicas de la radioactividad en cada localidad.**

Con el objetivo de resumir las especificidades de cada localidad estudiada presentamos a continuación los resultados más distintivos de las investigaciones realizadas.

##### ♦ COMPLEJO TERMAL DE CHAJARÍ

La concentración de Radón-222 y Radio-226 determinada en las aguas del pozo profundo CH-1 que abastece la **Terma de Chajarí** demuestran el carácter radioactivo de las aguas del acuífero captado. Ver Tabla No.28.

**Tabla No. 28- Concentración de Radón-222 y Radio-226. Terma Chajarí.****Entre Ríos.**

Determinación	Medio		
	Agua		Aire
	Bq.m <sup>-3</sup>	nCi.L <sup>-1</sup>	Bq.m <sup>-3</sup>
Concentración de Radón-222	73 299.0	1.98	159 792.0
Concentración de Radio-226	21 148.0	0.57	-

Lo anterior nos permite afirmar que las aguas del acuífero interbasáltico captado entre los 700 y 800 metros de profundidad son **aguas mineromedicinales radioactivas** por contener una concentración de Radón-222 mayor de 67 340.0 Bq.m<sup>-3</sup> (Becquerelio por metro cúbico) ó su conversión de 1.82 nCi.L<sup>-1</sup> (nano Curio por litro).

Las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 detectadas representan “anomalías” de estos parámetros en el medio geológico estudiado las cuales están asociadas a la presencia de mineralización uranífera en las areniscas que conforman el acuífero.

♦ COMPLEJO TERMAL DE FEDERACIÓN.

Los estudios de la radioactividad en el Complejo Termal de Federación demuestran el carácter radioactivo de las aguas del pozo F-1 que abastece al mismo, ya que contienen una concentración de Radón-222 mayor de 67 340.0 Bq.m<sup>-3</sup> (Becquerelio por metro cúbico) ó 1.82 nCi.L<sup>-1</sup> (nano Curio por litro). Desde el punto de vista balneológico, estas aguas son mineromedicinales radioactivas.

Las concentraciones se presentan en la Tabla No. 29, observándose lo arriba planteado.

**Tabla No. 29 - Concentración de Radón-222 y Radio-226. Federación. Entre Ríos.**

Determinación	Medio		
	Agua		Aire
	Bq.m <sup>-3</sup>	nCi.L <sup>-1</sup>	Bq.m <sup>-3</sup>
Concentración de Radón-222	92 976.0	2.51	202 781.0
Concentración de Radio-226	14 109.0	0.38	-

Estas concentraciones anómalas de Radón-222 y Radio-226 caracterizan el acuífero infrabasáltico, interceptado por el pozo F-1 entre los 1000 y 1250 metros de profundidad.

Las anomalías de la concentración de estos radionucleidos, conjuntamente con la anomalía gamma detectada en el perfilaje de pozo son indicios geológicos de la posible presencia de mineralización uranífera en las areniscas que constituyen el acuífero, lo cual se corresponde muy estrechamente con la situación geológica existente en la región. En el mes de octubre del año 2000, durante un trabajo de promoción, fue tomada una muestra de este mismo pozo a la cual se le determinó, por el propio autor de este informe, la concentración de Radón-222. Dicha medición detectó una concentración de Radón-222 de 89 310.0 Bq.m<sup>-3</sup>, comparable con la actual determinación promedio, a partir de 6 muestras medidas durante el presente estudio, que detectó una concentración de Radón-222 de 92 976.0 Bq.m<sup>-3</sup> con un error relativo de  $\pm 2\%$ , poco usual en estas determinaciones en las que el error suele ser mucho mayor debido a la gran variabilidad de diferentes factores técnicos y naturales que afectan la estabilidad del Radón-222 en la naturaleza.

♦ TERMA VERTIENTE DE LA CONCORDIA.

Las aguas del pozo profundo C-1 que abastece a la Terma Vertientes de la Concordia son aguas mineromedicinales radioactivas, según los resultados obtenidos durante el presente estudio.

Las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 que avalan la afirmación anterior se presentan en la Tabla No. 30. En la misma se puede observar que el valor de la concentración de Radón-222 es superior a los 67 340.0 Bq.m<sup>-3</sup> (Becquerelio por metro cúbico) ó 1.82 nCi.L<sup>-1</sup> (nano Curio por litro), valor fijado para la clasificación balneológica de las aguas radioactivas.

**Tabla No. 30 - Concentración de Radón-222 y Radio-226. Concordia. Entre Ríos.**

Determinación	Medio		
	Agua		Aire
	Bq.m <sup>-3</sup>	nCi.L <sup>-1</sup>	Bq.m <sup>-3</sup>
Concentración de Radón-222	92 670.0	2.50	275 723.0
Concentración de Radio-226	35 922.0	0.97	-

Estas concentraciones de radionucleidos caracterizan al acuífero captado por el pozo profundo C-1 entre los 950 y 1050 metros de profundidad el cual se asocia al acuífero Infrabasáltico, correlacionable con el interceptado en el pozo F-1 de Federación, aunque es probable que en Federación puedan existir mezclas con aguas provenientes de acuíferos Interbasálticos ya que el horizonte basáltico suprayacente al acuífero no está encamisado (aislado por tuberías ciegas).

Estas anomalías de las concentraciones de Radón-222 y Radio-226, conjuntamente con la anomalía de la intensidad gamma natural detectada por el perfilaje de pozo son



indicios y evidencias geológicas de la presencia de mineralización uranífera en las areniscas que constituyen el acuífero.

Es necesario analizar la desviación existente entre la determinación de Radón-222 realizada por el propio autor a una muestra tomada del pozo C-1 en octubre del año 2000 durante un trabajo de promoción, con relación a las determinaciones realizadas en el presente informe, a partir del análisis de 10 muestras tomadas en el mismo pozo.

El error relativo entre ambas determinaciones alcanza los  $\pm 50,3 \%$ , cuando lo esperado para esta técnica de monitoreo es entre 20 y 30 %.

Esta situación puede estar provocada por varios factores los cuales citamos a continuación:

- Elevada variabilidad de las concentraciones de Radón-222 en agua por diferentes factores relacionados con su naturaleza y comportamiento en los medios geológicos, recogido ampliamente en la literatura especializada.
- Variación en el tiempo de la concentración de Radón-222 en las aguas del acuífero, producto de posibles mezclas con aguas de horizontes superiores.
- Mayor precisión, por el aumento del número de muestras en el estudio actual lo que permitió la repetibilidad de las mediciones y la medición exacta del volumen de la muestra estudiada.

Independientemente de la desviación en las determinaciones de Radón en períodos de tiempo diferentes, las concentraciones de Radón-222 determinadas son consideradas como anómalas.

♦ TERMA DE COLÓN.

Las aguas de la Terma de Colón son mineromedicinales radioactivas como lo demuestran las determinaciones de Radón-222 y Radio-226 realizadas.

En la Tabla No. 31 se presentan las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 detectadas en las investigaciones.

**Tabla No. 31 - Concentración de Radón-222 y Radio-226.**

**Terma de Colón.**

Determinación	Medio		
	Agua		Aire
	Bq.m <sup>-3</sup>	nCi.L <sup>-1</sup>	Bq.m <sup>-3</sup>
Concentración de Radón-222	134 436.0	3.63	293 070.0
Concentración de Radio-226	91 728.0	2.48	-

Estas concentraciones detectadas son anómalas (mayores de 67 340.0 Bq.m<sup>-3</sup>) y se correlacionan con la probable presencia de mineralización uranífera en las areniscas que constituyen el acuífero interbasáltico interceptado por el pozo CL-1 entre los 700 y 800 metros de profundidad.

Además, es posible considerar el aporte del Uranio contenido en las rocas que constituyen el Basamento Cristalino el cual también fue interceptado por este pozo desde los 1000 metros de profundidad hasta el final del mismo (1300 metros). Estas posibles zonas de mineralización de Uranio son fijadas por las anomalías de la intensidad gamma natural, a partir de trabajos anteriores de Perfilaje de Pozo realizados.

Todo lo anterior demuestra una relación estrecha entre los valores anómalos de Radón-222 y Radio-226 detectados en las aguas y la situación geológica existente en el área de estudio.

♦ COMPLEJO TERMAL DE VILLA ELISA.

Las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 detectadas en las aguas mineromedicinales de alta salinidad del pozo VE-1 nos permiten plantear que son aguas medianamente radioactivas y que también pueden ser utilizadas en curas balneológicas, siempre que se tome en consideración el aumento de la frecuencia y tiempo del tratamiento.

En la Tabla No. 32 se presentan los valores anómalos de las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 obtenidos en los estudios de la radioactividad realizados en el Complejo Termal de Villa Elisa.

**Tabla No. 32 - Concentración de Radón-222 y Radio-226.**

**Complejo Termal de Villa Elisa. Entre Ríos.**

Determinación	Medio		
	Agua		Aire
	Bq.m <sup>-3</sup>	nCi.L <sup>-1</sup>	Bq.m <sup>-3</sup>
Concentración de Radón-222	58 260.0	1.57	127 007.0
Concentración de Radio-226	28 575.0	0.77	-

◆ FUENTE TERMAL LA PAZ.

La radioactividad de las aguas del pozo LP-1 de La Paz es de niveles bajos, como lo demuestran los valores de las determinaciones de la concentración de Radón-222 los cuales son menores de  $67\ 340.0\ \text{Bq.m}^{-3}$ . No obstante estos valores de la concentración de Radón-222 son anómalos.

En la Tabla No. 33 se muestran los valores de las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 detectados en los estudios realizados.

**Tabla No. 33 - Concentración de Radón-222 y Radio-226. La Paz.**

Determinación	Medio		
	Agua		Aire
	$\text{Bq.m}^{-3}$	$\text{nCi.L}^{-1}$	$\text{Bq.m}^{-3}$
Concentración de Radón-222	49 567.0	1.34	108 056.0
Concentración de Radio-226	17 219.0	0.46	-

Los valores de la concentración de Radón-222 obtenidos son anómalos para concentraciones en agua. No disponemos de la información geológica necesaria para realizar un análisis de la asociación de estas anomalías con la realidad geológica de esta área.

**V. 2. - Microalgas presentes en las fuentes termales estudiadas.**

Las microalgas de los ecosistemas mineromedicinales tienen ventajas especiales por ser resistentes a condiciones extremas del medio digamos cambios bruscos de temperatura, salinidad, pH, concentración elevadas de determinadas sustancias como azufre, arsénico, hierro, carbonatos, bicarbonatos, magnesio, calcio, entre otros, ya que las microalgas que habitan en estos medios son cepas resistentes, no tienen otras especies que compitan

con ellas obteniendo por lo general cultivos monoespecíficos, son fuentes naturales explotables y renovables con principio activos que sustituyen los producidos por animales y algunos exclusivos de ellas, por todo esto poseen las mejores adaptaciones a las condiciones de formulación y conservación de productos cosmetológicos y farmacéuticos. (Bresdin, 1991).

Aspectos de interés sobre las sustancias que excretan o segregan las microalgas que le sirven a ellas para poder vivir y mantenerse en un medio digamos adverso además de ofrecerle al hombre otras posibilidades de utilización se describen el anexo complementario correspondiente al Segundo Informe Parcial.

Se conoce la acción terapéutica de algunas microalgas, a las cuales les atribuyen acciones en la reducción del nivel de colesterol en el hombre, reduce el riesgo del cáncer, reduce la intoxicación renal por medicamentos, estimulan e influyen el sistema inmunológico, actúa contra la anemia, en diabetes, son usadas en tratamientos alérgicos, en úlceras gástricas, es una fuente importante de calcio compensando la descalcificación de los huesos y el riesgo de osteoporosis, incremento de energía en atletas no produciendo efectos secundarios, no es tóxica, no es doping, en tratamientos de acné vulgar, disminuye la radioactividad en la orina

Por todo lo indicado anteriormente se hace necesario identificar, cuantificar y caracterizar las microalgas de cada fuente termal para poder hacer un uso adecuado de sus propiedades, por lo que este es el objetivo principal de esta investigación.

Para la realización de estos estudios se colectaron muestras de agua en 6 pozos termales ubicados en los municipios de La Paz, Villa Elisa, Federación, Concordia, Chajarí y Colón, en la provincia de Entre Ríos, para un total de 11 muestras. (Ver Tabla No.2)

Se tomaron las muestras en la surgencia de cada pozo y en los canales de vertimiento y/o circulación en frascos estériles con volúmenes entre 150 y 500ml.

La metodología de muestreo y el procedimiento para las determinaciones se presentan en el Anexo correspondiente al Segundo Informe.

#### V. 2. 1. - Resultados alcanzados de las determinaciones de microalgas.

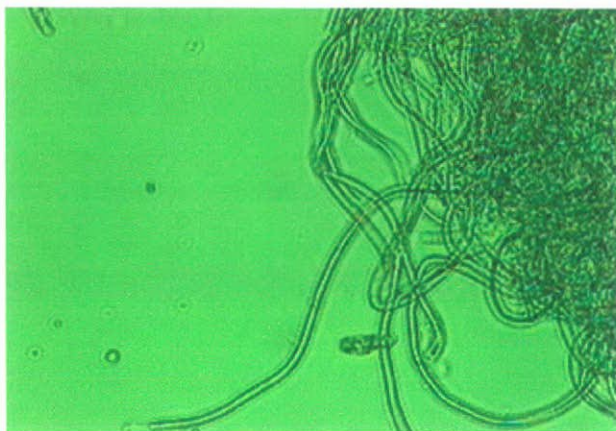
De todos los pozos analizados solo en tres de ellos (7 muestras en total) se observaron microalgas, aunque en todas se apreció la presencia de materia orgánica, en pequeñas cantidades, algo muy significativo ya que no es lógico la ausencia de esta comunidad en este tipo de ecosistema. En esto puede haber interferido la salinidad del agua, la mezcla del acuífero productivo termal con los horizontes suprayacentes, entre otros.

Las microalgas fueron encontradas en Concordia, Federación y Chajarí donde la concentración celular varió de 52 500 000 cel.L<sup>-1</sup> a 23 380 cel.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabla. 34 Concentración de microalgas (cel.L<sup>-1</sup>) en las aguas de los pozos termales estudiados (Agosto/01)**

YACIMIENTOS	DIATOMEAS	CIANOBACTERIAS	TOTAL
LA PAZ	0	0	0
VILLA ELISA	0	0	0
FEDERACION	668	22 712	23 380
CONCORDIA	625 000	51 875 000	52 500 000
CHAJARI	700	20 000	20 700
COLON	0	0	0

La composición de la microflora está constituida fundamentalmente por cianobacterias (cianofíceas ó algas azules) y diatomeas, grupos estos característicos de ecosistemas termales.



**Foto representativa de la microalga asociada:**  
**División *Cyanophyta***  
**Clase *Cyanophyceae***  
**Subclase *Hormogonophycideae***  
**Orden *Oscillatoriales***  
**Género *Lyngbya***  
**Especie *Lyngbya vacuolifera***

Concordia, Federación y Chajarí tienen una composición específica similar, donde las cianobacterias representan el 98,6 %, 97,14 % y 96.6 % del total de las microalgas estimadas, con la misma especie dominante en las tres (3) fuentes ya que estamos en presencia de tipos de aguas (bicarbonatadas-cloruradas-sódicas), temperatura (entre 39-46 °C), pH (8-9) y mineralización ( $\leq 1$ g/L) similares.

Una única diferencia se destaca en la concentración celular donde Concordia presenta las mayores concentraciones probablemente se deba a que en Federación y Chajarí existe una mezcla de aguas que puede interferir en las condiciones del medio y a su vez en el desarrollo de las microalgas, así como, también la rápida circulación del agua termal y la fuerte presión de surgencia natural que presentan estas fuentes, particularmente el pozo de Chajarí.

*Lyngbya Vacuolifera* (Skuja ) presentó concentraciones diferentes en las tres (3) fuentes termales pero representa la especie dominante con más del 50 % del total de células, se determinaron además *Oscillatoria sancta* (Anagnostidis), *Anabaena* sp, *Phormidium* sp y *Navicula* sp pero en un porcentaje muy bajo entre 12 y 9. (Ver Tabla No. 35)

**Tabla. 35- Especie dominante en cada fuente termal investigada.**

ESPECIES DOMINANTES	YACIMIENTOS	CONCENTRACIÓN (CEL/L)	% DEL TOTAL
<i>Lyngbya Vacuolifera</i>	Concordia	46 x10 <sup>6</sup>	88
<i>Lyngbya Vacuolifera</i>	Federación	20 875	89
<i>Lyngbya Vacuolifera</i>	Chajarí	19 000	91

Con respecto al muestreo realizado por los profesionales actuantes, en octubre del año anterior, las densidades de microalgas en Concordia y Federación están dentro del mismo orden de valores entre sí. Desde el punto de vista cualitativo las especies son las mismas pero existe una diferencia en Federación obteniendo en octubre/00 *Navicula* sp (diatomea) como la especie dominante en el sistema.

**Tabla.36.- Concentración de microalgas (cel/L) en Concordia y Federación en los dos muestreos realizados.**

YACIMIENTOS	OCTUBRE/00	AGOSTO/01
CONCORDIA	704 x10 <sup>6</sup>	52 x10 <sup>6</sup>
FEDERACION	17 700	23 380

Las cianobacterias, grupo dominante en Concordia, Federación y Chajarí, son productoras en general, de pigmentos naturales (ficocianina, ficoeritrina, carotenoides, clorofila) antioxidantes naturales o reactivos del oxígeno como vitaminas C y E, ácidos



grasos polisaturados, proteínas, aminoácidos esenciales, complejo vitamínico B, selenio, protectores solares, entre otros Codomier, 1991.

Estos resultados obtenidos sobre las microalgas permiten su empleo en diversas formas no elaboradas y/o elaboradas como extracto bruto asimilables por la epidermis, extractos purificados para elaborar determinada línea de productos cosméticos como geles, jabones, cremas con efectos para mantener el estado fisiológicos de la piel y de restauración en casos necesarios. Igualmente pueden ser usados en Centros Termales o SPA en bañeras liofilizando el producto microalgas como un relajante o anti estrés.

En la actualidad existe un interés muy particular sobre los productos termales y en especial sobre las microalgas de fuentes termales por los nuevos conceptos que se manejan en las investigaciones que están referidas a obtener fuentes y recursos naturales, sustituir principios específicos animales, búsqueda de conservadores y antioxidantes naturales en la formulación de cosméticos, que por demás están presentes en las microalgas.

### **V. 3. - Comportamiento de la calidad sanitaria (bacteriología) de las aguas minerales en las localidades objeto de estudio.**

Como ya se ha expuesto con anterioridad, las normativas internacionales (Norma Cubana NC: 2: 1996, Norma Internacional CL-1996/3-NMW) plantean que las aguas minerales (naturales y mineromedicinales) deben tener un comportamiento estable no sólo de los parámetros físico.-químicos sino también de indicadores bacteriológicos.

También debemos decir que, de acuerdo a los usos de las fuentes de aguas mineromedicinales así serán las determinaciones bacteriológicas de las fuentes y de las

instalaciones que se realicen, además, la frecuencia de los muestreos dependerá del uso del agua.

Pero, como es sabido, cuando se realizan muestreos para evaluar la calidad sanitaria de las aguas minerales según su uso (para la ingestión es más sistemático) estos trabajos deben realizarse in situ ó en un tiempo muy pequeño y por tal motivo, la gran mayoría de los Centro Termales en el mundo cuentan con un laboratorio especializado propio ó en lugares cercanos, avalado por las instituciones competentes de cada país y con profesionales con experiencia en este campo.

En Cuba se cuenta con una institución acreditada para la determinación de parámetros microbiológicos, el Instituto de Higiene y Epidemiología del Ministerio de Salud. Los estudios que se referirán en este acápite fueron realizados en el Laboratorio Especializado Microbiológico del Centro Termal San Diego de los Baños, avalado por la institución antes mencionada.

Los requisitos microbiológicos internacionales para el uso de las aguas mineromedicinales son:

Conteo Total de Microorganismos Heterótrofos:  $10^2$  UFC/ml (Mínimo)

$10^4$  UFC/ml (Máximo)

	<b>Técnica de tubos múltiple</b>	<b>Técnica de filtración por membrana</b>
Coliformes	< 2,2 NMP/100 ml	0 UFC/ml
Estreptococos fecales	< 2,2 NMP/100 ml	0 UFC/ml
Pseudomonas aeruginosa	< 2,2 NMP/100 ml	0 UFC/ml
Bacterias Anaerobias Esporuladas Reductoras de Sulfito	< 2,2 NMP/100 ml	0 UFC/ml

**UFC/ml:** Unidades formadoras de colonias por mililitro.

**NMP/100 ml:** Número más probable por 100 mililitros.

**NOTAS:**

1. Todas estas determinaciones microbiológicas deben ser realizadas dentro de las 24 horas de tomadas las muestras y se deben analizar 5 muestras.
2. De 5 muestras analizadas, una pudiera dar positiva a coliformes totales. En este caso se deberá confirmar que no sean coliformes fecales.

A continuación en la Tabla No.37 se referirán los resultados obtenidos en cada muestra colectada en frascos estériles y herméticos, los cuales como hemos mencionado no corresponden a una evaluación de la calidad sanitaria de las fuentes termales estudiadas sino a contribuir al conocimiento de la estabilidad de los parámetros bacteriológicos, teniendo en cuenta que:

1. Si el agua correspondiente a cada fuente puede, por estos parámetros clasificar como aguas minerales, dándole de esta forma cumplimiento a lo establecido en las normativas internacionales.
2. El posible uso de estas fuentes en el Turismo-Salud, el envasado de aguas minerales naturales y mineromedicinales, así como, en la elaboración de cosméticos. (sprays, lociones, tónicos, entre otros)

**Tabla No. 37 Resultados de los parámetros bacteriológicos en las fuentes termales.**

Localidad	Bacterias Totales UFC/ml	Índice Coli NMP/100ml	Índice Coli Fecal NMP/100ml	Índice Streptococos fecales NMP/100ml	Índice Pseudomonas Aeruginosas. NMP/100ml	Índice Clostridium NMP/100 ml
Colón	30	2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
Federación	50	2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
Chajari	35	2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
La Paz	60	2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
Concordia	65	2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
Villa Elisa	60	2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2

A partir de su comparación con los requisitos internacionales antes mencionados y teniendo en cuenta que cada muestra se repitió mas de 10 veces, podemos decir que:

- Las muestras estudiadas en las localidades objeto de estudio presentan estabilidad de su comportamiento bacteriológico pues los indicadores sanitarios son buenos y cumplen con las normativas establecidas.

#### V. 4. - Determinaciones fisico-químicas realizadas en el laboratorio.

Para evaluar y caracterizar a las aguas minerales, tanto las minerales naturales, como mineromedicinales se hace necesario determinar, además de las microalgas, la radiactividad y la bacteriología, sus propiedades fisico-químicas generales y detalladas acorde a lo recomendado por la Profesora Dra. Josefina San Martín, Catedrática en Hidrología Médica de la Universidad Complutense de Madrid (Armijo V. y San Martín J., 1994).

Estas propiedades fueron determinadas en la Empresa Central de Laboratorios “José Isaac del Corral”, en Ciudad de La Habana, Cuba, única en su tipo en el país, que cuenta

con laboratorios acreditados y certificados por la Oficina Nacional de Normalización y su Órgano Nacional de Acreditación. Se adjuntan al final del informe documentos de certificación de ambas instituciones.

En las seis (6) localidades de estudio se tomaron todo un conjunto de muestras para diferentes tipos de evaluación, según lo expuesto en la Tabla No.2 correspondiente al epígrafe III del presente documento, con el objetivo de evaluar sus propiedades físico-químicas generales y detalladas [propiedades físico-químicas in situ, determinaciones de sustancias ionizadas (elementos mayoritarios y minoritarios (metales)) y no ionizadas, contaminantes, determinaciones auxiliares], así como, para el contenido de los sulfuros, donde se colectaron, además, 6 muestras (Ver Tablas Nros.38 y 39). A este conjunto de propiedades y elementos se les denomina **Análisis Físico-Químico Completo**.

Todos los protocolos correspondientes a los resultados de las determinaciones físico-químicas entregados por el laboratorio aparecen como anexos textuales adjuntos al presente documento.( Anexos Textuales Nros 1, 2, 3, 4, 5 y 6)

**Tabla No. 38- Relación de muestras para Análisis Físico-Químico Completo en el laboratorio.**

N/O	Localidad	Estación ó lugar de muestreo	Denominación de la muestra
1	Federación	Pozo Termal	PT-1
2	“	Pozo Termal (*)	PT-2
3	“	Pileta No.5 (Cubierta)	PL- 1
4	Concordia	Pozo Termal	PT-3
5	“	Pozo Termal (*)	PT-4
6	“	Pozo de Agua Fria	PA-1
7	“	Pileta No.3	PL- 2
8	Colón	Pozo Termal	PT-5
9	“	Pileta No.3 (Cubierta)	PL- 3
10	“	Pozo de Agua Fria (El Palmar)	PA-2
11	Villa Elisa	Pozo Termal	PT-6
12	“	Pozo de Agua Fria	PA-3
13	“	Pileta No.5 (Cubierta)	PL- 4
14	“	Mezcla No.1	M-1
15	“	Mezcla No.2	M-2
16	Chajari	Pozo Termal	PT-7
17	La Paz	Pozo Termal	PT-8
18	“	Pozo Termal (**)	PT-9
19	“	Pozo de Agua Fria	PA-4
20	“	Mezcla No.1	M-3
21	“	Mezcla No.2	M-4

(\*) Corresponden a muestras de aguas colectadas en el pozo termal en otro ciclo hidrológico (Octubre 2000)

(\*\*) Por su contenido elevado de sales se tomó esta muestra duplicada del pozo termal, teniendo en cuenta que, es necesario diluir varias veces en condiciones de laboratorio para realizar las determinaciones de parámetros fisico-químicos.

**Tabla No.39 Estaciones de muestreo en cada localidad para la determinación de sulfuros ( $S^{2-}$  y SH).**

N/O	Localidad	Estación ó lugar de muestreo	Denominación de las muestras
1	Federación	Pozo Termal	PT-1 PT-2
2	Concordia	Pozo Termal	PT-3 PT-4
3	Colón	Pozo Termal	PT-5
4	Villa Elisa	Pozo Termal	PT-6
5	Chajari	Pozo Termal	PT-7
6	La Paz	Pozo Termal	PT-8

De esta cantidad total de muestras, que en todos los casos, tuvieron una capacidad de hasta 2.0 litros de agua cada una en envases de 500 y 1000 ml adecuadamente preservados, se incluyen:

- Muestras de cada pozo termal, duplicadas en algunos casos, y de otros pozos de agua fría en el predio.
- Muestras de aguas, previamente mezcladas in situ por los profesionales actuantes (la fuente termal con el agua fría de otro pozo).
- Muestras de aguas en varias piletas de las instalaciones donde se realiza adición de otro tipo de agua.
- Una muestra de agua colectada en el Parque Nacional “El Palmar” en la localidad de Colón solicitada por las autoridades municipales.

Las muestras colectadas y enviadas al laboratorio para Análisis Físico-Químico Completo, tuvieron en cuenta: el trabajo de relevamiento realizado, la interpretación de los análisis físico-químicos precedentes, los usos actuales de las instalaciones y las

futuras modificaciones que se propongan, así como, el manejo del recurso natural termal, es decir, el enfriamiento que se realiza, por un lado, para disminuir la temperatura del agua básicamente en verano, y la adición, por otro lado, de volúmenes de aguas de otro pozo para aumentar el caudal en algunas instalaciones y también el tratamiento con cloro como en el caso de las Termas de Colón para prevenir contaminación.

De esta información se aprecia, que en cada caso se realizaron alrededor de unas cuarenta (40) determinaciones de parámetros de acuerdo a las normativas internacionales en un laboratorio acreditado por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba, reconocido como miembro pleno de las organizaciones regionales e internacionales de acreditación: IAAC desde 1999, e ILAAC desde Noviembre del 2000. Como se dijo anteriormente, copia de estos documentos se adjuntan al final como constancia.

Como corresponde se realizaron los controles en el laboratorio, y se calcularon en todos los casos, los por cientos de error de los análisis entregados, los cuales se encuentran, por debajo de los límites admisibles, es decir, hasta 5 % para las aguas de baja mineralización o sea menor de 1g/L, y hasta un 10 % para las de alta mineralización, de acuerdo a las exigencias internacionales.



## **VI. - INTERPRETACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS. USOS DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES DETECTADOS.**

Las tareas de interpretación y certificación de los resultados alcanzados, y los posibles usos de los recursos naturales termales existentes, correspondientes a las Tareas Nros. 6, 7 y 8 del estudio contratado, se tratarán de conjunto en los Informes Técnicos que para cada localidad se presentan como **PRODUCTO** a entregar.

Estos Informes (ó Dictámenes) Técnicos realizados para cada una de las localidades objeto de estudio incluirán los aspectos siguientes de:

- a) La caracterización e interpretación físico-química de las aguas minerales (naturales y mineromedicinales) presentes.
- b) Las determinaciones in situ del Radón 222 y Radio 226 en las fuentes de aguas.
- c) Estudios dosimétricos realizados en las instalaciones termales, a partir de los resultados de las determinaciones realizadas.
- d) La determinación de las microalgas asociadas.
- e) Las recomendaciones acerca de la mejor forma de explotación y uso de los recursos naturales termales existentes en el Turismo; el Turismo-Salud; la elaboración de productos cosméticos y dermocosméticos; y en la industria de envasado, como agua mineral natural, y otros.
- f) La posibilidad de traslado de las aguas y las microalgas presentes, sin afectar sus propiedades benéficas.

g) Una propuesta de Programas de servicios y tratamientos a ofertar como producto termal acorde a los recursos que se estudiaron.

Todo ello, avalado por la Federación Latinoamericana de Termalismo (FLT) y el Centro Nacional de Termalismo “Víctor Santamarina”, rector técnico-metodológico de la actividad termal en la República de Cuba adscrito al Ministerio de Salud Pública.

Adicionalmente, se realizó un análisis e interpretación de los resultados existentes de las aguas subterráneas correspondientes a los horizontes superiores (sección suprabasáltica) en unos 219 pozos hidrogeológicos, los cuales fueron reflejados anteriormente en el epígrafe IV.2. y ejecutado durante la etapa correspondiente al Primer Informe Parcial presentado y aprobado.

La interpretación de los resultados de los Análisis Físico-Químicos Completos realizados (anexos textuales Nros. 1, 2, 3, 4, 5, 6) y los que anteriormente existían de las aguas en las diferentes instalaciones objeto de estudio (Ver Tablas de la No.7 a la No.26) se realiza teniendo en cuenta la Norma Internacional del CODEX ALIMENTARIUS CL 1996/3-NMW de la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) para aguas minerales naturales, la Norma Cubana de Aguas Minerales Naturales NC: 2: 1996 aprobada por la Oficina de Normalización y el Órgano de Acreditación de la República de Cuba, el Código Alimentario Español para aguas mineromedicinales con factores mineralizantes especiales, así como, la diferenciación y/o clasificación de los Grupos Balneológicos realizadas por los Institutos Centrales de Balneología y Curortología de Rusia, Bulgaria y otros países Europeos.

La clasificación de las aguas mineromedicinales de acuerdo al Código Alimentario Español puede consultarse en el anexo complementario correspondiente al Segundo Informe Parcial en el acápite I.1.1.

A continuación, reflejamos la diferenciación de los Grupos Balneológicos de las aguas mineromedicinales que según los investigadores de los institutos antes mencionados, existen en la corteza terrestre. Plantean que, atendiendo a la composición química (los aniones y cationes predominantes), a las propiedades físicas, al valor terapéutico, y a la experiencia balneoterapéutica de su uso, en un grupo de países europeos, tales como: Alemania, Francia, Italia, España, Rusia, Bulgaria y otros, se pueden diferenciar 20 Grupos Balneológicos de aguas (estos grupos incluyen los factores mineralizantes especiales denominados en el Código Español), que a saber son:

- 1) Aguas con componentes y propiedades no específicas.**
- 2) Aguas aciduladas ó carbónicas.**
- 3) Aguas sulfhídricas ó sulfuradas.**
- 4) Aguas radiactivas radónicas.**
- 5) Aguas bromuradas.**
- 6) Aguas yodadas.**
- 7) Aguas ferruginosas.**
- 8) Aguas arsenicales, polimetálicas.**
- 9) Aguas silíceas ó silicatadas.**

- El Código Alimentario Español, y
- La Clasificación de los Grupos Balneológicos.

Acorde a los resultados obtenidos en los análisis y las determinaciones realizadas a las aguas minerales de las termas enterrerianas, y teniendo en cuenta los parámetros normativos y clasificatorios mencionados, así como, su adecuada y correcta interpretación, se confirma la existencia, en la Provincia de Entre Ríos, de los tres (3) tipos de recursos naturales termales diferenciados por los profesionales actuantes, los cuales son: **las aguas minerales naturales, las aguas mineromedicinales y varios de sus grupos balneológicos y las microalgas.**

Teniendo en cuenta los recursos con que cuenta la provincia, así como, sus características y propiedades en cada localidad objeto de estudio, se describen, a continuación, los elementos de aplicación terapéutica necesarios, considerándose lo mínimo a incorporar para el desarrollo de los programas de servicios y tratamientos que se proponen para cada instalación, como producto Turismo-Salud, a partir de la incorporación de otros recursos como: los lodos mineromedicinales sulfurados y las algas marinas, de fácil y factible adquisición por encontrarse en otras áreas del país.

Los elementos disponibles serán señalados con guiones y los mínimos necesarios a adquirir, con asteriscos, para de esta forma hacer posible el enriquecimiento de los programas propuestos con la incorporación de pocos recursos materiales y conformar el **Nuevo Producto Termal** de cada instalación estudiada consistente en: TERAPIA CON AGUAS MINEROMEDICINALES + FANGOTERAPIA + REHABILITACION TERMAL combinado con servicios de estética y belleza y ofertas recreativas. Es preciso

señalar también, la necesidad de contar en cada instalación con personal profesional capacitado, tanto médico como técnico, para la aplicación y puesta en marcha de estos programas.

Elementos de aplicación terapéutica necesarios en las Termas de Entre Ríos para la implementación de los programas de servicios y tratamientos.

**I- Terapia con Agua Mineromedicinal**

a) Sin elementos dinámicos:

- Baño de inmersión en piletas ó bañeras individuales.
- \* Inhalación de emanaciones radiactivas con cubiertas plásticas ó equipamiento especializado para estos fines (aerosoles, irrigadores).

b) Con elementos mecánicos:

- Hidromasaje en piletas
- Duchas terapéuticas

c) Con elementos dinámicos:

- Ejercicios subacuáticos individuales y grupales en piletas
- Kinesioterapia subacuática (Pileta)

**II- Masajes Terapéuticos:**

- Masaje Corporal total ó parcial
- Masajes Terapéuticos: analgésicos, relajantes, tonificantes ó previo al ejercicio, circulatorio y/o evacuativo, especiales del cuero cabelludo y faciales.

### **III- Aplicaciones de lodos sulfurados**

- Mascarilla Facial Cosmética
- Aplicación Parcial Cosmética (Zonas de celulitis, flacidez, etc.)
- Fangoterapia:  
por diferentes métodos: egipcio, parcial ó total (calentando el lodo), facial, combinado.

### **IV- Agentes Físicos**

- \* Calor Infrarrojo (fundamentalmente para método combinado de Fangoterapia)
- \* Ultrasonido
- \* Sauna

### **V- Gimnasia con y sin aparatos**

- \* Gimnasia Cultura Física
- \* Gimnasia Terapéutica:  
Se realiza con auxilio de diferentes tipo de ejercicios entre ellos: Charriere, Williams, especiales de columna vertebral, correctivos, cardiovasculares, respiratorios, de equilibrio y coordinación, isométricos, reeducación de la marcha, entre otros.
- \* Mecanoterapia: bicicleta terapéutica, remos, banco de cuádrices, etc.

### **VI- \* Kinesioterapia**

- a). Movilizaciones pasivas
- b). Movilizaciones activas: asistidas, resistidas y libres

### **VII- \* Toma de infusiones y Sala de Relax.**

Dándole cumplimiento a los objetivos y tareas previstos en el estudio, se presentan a continuación los seis (6) Informes Técnicos que se confeccionaron para cada Terma, Complejo y/o Fuente termal de las localidades objeto de estudio de la provincia de Entre Ríos.

## **VI.1.- INFORME TÉCNICO DEL COMPLEJO TERMAL FEDERACIÓN**

En este complejo se realizó el estudio físico-químico de las aguas del pozo termal en dos periodos distintos de tiempo (muestras PT-1 y PT-2). La cantidad de muestras colectadas en total es de 10 con vista a realizar: análisis físicos-químicos completos (muestras PT-1, PT-2 correspondiente al pozo termal incluyendo determinaciones de sulfuros y PL-1 en la pileta No.5), las determinaciones de las microalgas asociadas al ecosistema termal (MA-1 y MA-2) y las determinaciones de la radiactividad in situ a través de las mediciones de Radón-222 y el Radio-226 en las aguas (resultados a partir de los detectores F-15 y FR-3). También se realizaron la medición de varios parámetros in situ (Ver Tabla Nros. 7 y 8 del epígrafe IV.3.) en su fuente principal y en las piletas.

El muestreo del agua en la pileta No.5 cubierta de la instalación se realiza, teniendo en cuenta la adición de volúmenes de agua de otro pozo, para disminuir la temperatura del agua en varias piletas, fundamentalmente en verano.

Esta instalación ha sido muestreada por los profesionales actuantes en dos periodos: 1<sup>to</sup>: Octubre del 2000 y; 2<sup>do</sup>: Julio del 2001.

Los comentarios y resultados de las determinaciones de los parámetros físico-químico medidos in situ y realizados en la instalación termal en periodos anteriores al presente estudio aparecen en las Tablas Nros. 9, 10 y 11 correspondiente al epígrafe IV.3. del presente documento y los resultados alcanzados de las determinaciones realizadas de parámetros físico-químicos se reflejan en el Anexo Textual No. 1 adjunto, correspondiente al protocolo entregado por el laboratorio.



A continuación se procede a presentar el Informe técnico elaborado a partir del procesamiento e interpretación de los resultados alcanzados.

## **1.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

Teniendo en cuenta los resultados alcanzados y reflejados en el Anexo Textual No. 1 y en las Tablas Nros. 9, 10 y 11 del presente documento, así como, los comentarios descritos anteriormente sobre las determinaciones in situ, se realiza a continuación la evaluación y caracterización físico-química de las aguas minerales (tanto las minerales naturales, como las mineromedicinales) en el Complejo Termal de Federación.

Las mediciones de parámetros físico-químicos in situ, realizados en la instalación (pozo termal y piletas) se compararon, y de acuerdo a estos resultados se obtuvo que:

1. El rango de variación de la Conductividad Eléctrica del agua en las piletas (1346-1504  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), es menor que la variación que tiene lugar en el pozo termal (997-1510  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y no sobrepasa los 1510  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
2. La variación de los sólidos totales disueltos (TDS) en las aguas de las piletas (675-809 mg/L), también es un poco menor que la del pozo surgente (510-853 mg/L).
3. El valor de la temperatura del pozo termal (42 °C), lógicamente no puede ser similar a los valores de las piletas (34.2-39.7 °C) ya que en las mismas se adiciona agua fría.

Otros resultados de la evaluación y caracterización de las aguas en las muestras PT-1, PT-2, correspondientes al pozo surgente termal y en la pileta No.5 (PT-1), revelan que:

1. El pH presenta un valor que oscila en el pozo termal entre 7.8 y 8.2 unidades; mientras que en las piletas (con la adición del agua fría entre Noviembre y Marzo)

varía entre 8.0-8.7 unidades. De acuerdo a estos valores y según la clasificación de los Dres. Ivanov y Nebraev (1982), las aguas de esta instalación pertenecen a los grupos 5 y 6 de dicha clasificación, o sea:

- **Grupo 5.- Aguas débilmente alcalinas (pH = 7.25-8.5)**
  - **Grupo 6.- Aguas alcalinas (pH = 8.55-9.5)**
2. La temperatura de surgencia del agua en la boca del pozo se mantiene prácticamente constante todo el año, así como, tampoco ha variado desde que comenzó su explotación en el año 1994, alcanzando un valor estable de 42 °C. De acuerdo a este valor y teniendo en cuenta la clasificación de la Hidrología Médica y del Instituto Central de Balneología de Rusia, las aguas del pozo termal se clasifican como **hipertermales**.
  3. En esta instalación y básicamente durante todo el verano, se adiciona agua fría a varias piletas, de un pozo de la localidad con el objetivo de disminuir la temperatura del agua. Según las mediciones realizadas en octubre del 2000 y julio-agosto del 2001, la temperatura del agua en dichas piletas varía entre 34 y 39.2 °C, clasificándose las aguas, como **mesotermiales** (3<sup>er</sup> Grupo de la mencionada clasificación) y variando su temperatura original; correspondiendo los valores más bajos a las diluciones realizadas, y los más altos a las aguas originales del pozo termal, sin enfriar.
  4. El valor de la mineralización total, o sea, la suma de todas las sustancias disueltas, tanto en forma iónica, como de moléculas no disociadas de las aguas en el pozo surgente (muestras PT-1 y PT-2) varía desde 0,68 a 0,74 mg/L, clasificándose por

este valor como aguas de mineralización menor de 1 g/L según el Código Alimentario Español. Estas muestras pertenecen a dos períodos de tiempo distintos, una tomada al inicio del período lluvioso y la otra en el período seco, por lo que se demuestra relativa estabilidad de la mineralización total.

5. El valor de la mineralización en el agua de la pileta No. 5 (muestra PL-1) de la instalación, es de 0.55 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose por este valor, también como aguas de mineralización menor de 1 g.L<sup>-1</sup> ó de baja mineralización.
6. Los valores de los microcomponentes tóxicos, como el cianuro (CN<sup>-</sup>), los nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y el amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), hallados en las aguas de las muestras colectadas se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles, establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral natural para envasar y como agua mineral medicinal para baños e ingestión en el campo de la Hidrología Médica y la Balneología Moderna.
7. Los contenidos de los metales tóxicos como el As, Hg, Mo, Ni, Cd, Cr, Pb, Zn y otros en pequeñísimas cantidades se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral para usos internos (como bebida) y externos (para baños).
8. Teniendo en cuenta, los resultados de los análisis físico-químicos completos realizados en los dos períodos de tiempo en el pozo termal surgente de Federación y comparándolos con los valores máximos permisibles de la norma CODEX ALIMENTARIUS CL 19996/3 – NMW de la FAO y de la OMS y la NC:2:1996, reflejados en la Tabla No.40 podemos asegurar, que las aguas del pozo surgente del

Complejo Termal de Federación se pueden clasificar como **Aguas Minerales Naturales** de buena calidad para su envasado y distribución nacional e internacional, en un futuro próximo, pues son de mineralización media ( $M \leq 1,0 \text{ g.L}^{-1}$ ), con un residuo seco, que oscila entre 0,57 y 0,66  $\text{g.L}^{-1}$ .

**Tabla No. 40 - Tabla comparativa con los parámetros internacionales.**

Normativas del CODEX ALIMENTARIUS.		COMPLEJO TERMAL DE FEDERACIÓN	
Límites Máximos Permisibles.		PT-2 Oct/200	PT-1 Agosto/2001
Cu	1 mg/L	<0,010	<0,010
Mn	0,5 / 2 (*)	<0,006	<0,006
Zn	5	<0,010	0,014
Borato H <sub>3</sub> Bo <sub>3</sub>	30	0,15	<0,10
Mat. Orgánica como O <sub>2</sub>	3	< 3	< 3
As Total	0.01 / 0.08 (*)	<0,08	<0,080
Bario	0,7 / 1 (*)	0,22	0,24
Cadmio	0,003 / 0.005 (*)	<0,005	<0,005
Cromo	0,05	0,020	0,021
Plomo	0,01 / 0.1 (*)	<0,10	<0,10
Mercurio	0,001/ 0.03 (*)	<0,020	<0,020
Selenio	0.01 / 0.04 (*)	<0,04	<0,04
Fluoruro	2		0.4
Nitrato	45	<10	<10
Sulfuro como SH <sub>2</sub>	0.05/ 1.0 (*)	<1,0	< 1.0
Antimonio	0.005 / 0.08 (*)	<0,080	<0,080
Níquel	0.02	<0,010	<0,010
Nitritos	0.02	<0,03	<0,03
CN <sup>-</sup>	0.07	< 0.03	< 0.03
Observaciones	(*) Límites aceptados en la Norma cubana NC:2:1996 para aguas minerales naturales	Cumple	Cumple

9. El agua mineral ya definida en el pozo surgente del Complejo Termal y que, de acuerdo a los documentos y materiales consultados y elaborados, corresponde a la mezcla en determinado grado, de las secciones acuíferas inter e infrabasálticas, cuyas

aguas desde el punto de vista fisico-químico responden al tipo de agua Clorurada – Bicarbonatada – Sulfatada - Sódica, siendo su expresión más característica ( $\text{Cl}_{45} - \text{HCO}_3_{38} - \text{SO}_4_{16} / \text{Na}^+_{84}$ ).

10. Este tipo de agua, de composición compleja, sin un predominio absoluto de uno de los aniones sobre los otros, es característico para las aguas de horizontes acuíferos que se mezclan ó están interrelacionados, tal como ocurre en el pozo surgente del complejo. Por lo que su composición fisico-químico puede presentar variaciones en determinados períodos largo de tiempo.
11. El agua de la muestra tomada en la pileta No.5 (PL-1), en la cual se adiciona agua fría de otro pozo de la localidad, corresponde al tipo químico de agua: Clorurada – Bicarbonatada- Sulfatada- Sódica cuya expresión característica es:  $\text{Cl}_{(51)} - \text{HCO}_3_{(31)} - \text{SO}_4_{(18)} - / \text{Na}_{(91)}$ . Esta será la composición que se tendrá en consideración para los usos en el Turismo-Salud , ya que para los tratamientos y servicios a ofertar es necesario disminuir los valores de temperatura de surgencia hasta los 37-39 °C.
12. Los valores de los microcomponentes biológicamente activos (ó factores mineralizantes especiales), tales como el Li, Sr, Ba, Fe, Br, I y otros, están presentes en muy pocas cantidades, no constituyendo, por tanto, grupos balneológicos específicos de aguas mineromedicinales, a excepción de las determinaciones del Radón-222.
13. Los resultados de las determinaciones de la concentración de Radón-222 y de Radio-226 in situ, realizadas en la boca del pozo surgente dieron valores de la concentración de Radón-222 superiores a los  $67340 \text{ Bq.m}^{-3}$  (Becquerelio por metro

cúbico) ó  $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$  (nanocurio por litro). A partir de estos valores, las aguas son clasificadas como radiactivas, según el Código Alimentario Español.

El valor obtenido de la concentración de Radón-222 fue de  $92976 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $2.50 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), mientras que para el Radio-226 fue de  $14109.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $0.38 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), por lo que las aguas se clasifican, dentro del Grupo Balneológico de las aguas mineromedicinales, como radiactivas radónicas.

14. Existe una concentración celular de microalgas con un valor general de 23 380 células por litro (cel/L). Es conocido, que las concentraciones de microalgas en las aguas por encima de los  $1.10^4$  cel/L, ya tienen utilización práctica en las instalaciones termales.
15. La composición de la microflora está constituida básicamente por Cianobacterias (denominadas también, Cianoficeas ó algas azules) y Diatomeas, grupos éstos característicos de ecosistemas termales.
16. Los valores en el pozo termal de la concentración celular de las Diatomeas están en el orden de las 668 cel/L; mientras que en las Cianobacterias están en los 22 712 cel/L.
17. La especie dominante de microalgas en las dos muestras del Complejo fue la *Lyngbya Vacuolifera*, con más del 80% del total de las células; las otras especies halladas fueron la *Oscillatoria Sancta* y la *Navicula Spirulina*, pero en porcentajes más bajo, que oscilaron entre 9 y 11 %.
18. En la muestra PL-1, los valores fueron 22 500 cel/L de Cianobacterias y 500 cel/L de Diatomeas, para un total de 23 000 cel/L, el grupo dominante de las

Cianobacterias, según Codomier, L. 1991, son productoras de pigmentos naturales, antioxidantes naturales ó reactivos del oxígeno como vitaminas C y E, proteínas, aminoácidos esenciales, complejo vitamínico B, selenio y protectores solares, entre otros.

19. Los indicadores sanitarios determinados se encuentran dentro de los límites permisibles propuestos en las normativas internacionales. (Ver el epígrafe V.3)

**En Resumen:**

El primer tipo de recurso natural termal existente en el Complejo Termal, es el agua mineral natural correspondiente a las muestras PT-1 y PT-2, que de acuerdo a los resultados alcanzados (Anexo Textual No. 1) y su comparación con las normas internacionales, (Tabla No. 40) posee buenas calidades físico-químicas, aunque se hace necesario previo a su explotación y uso, realizar un control estricto y sistemático de los indicadores microbiológicos en dicha fuente.

También debe realizarse un control anual de los parámetros físicos-químicos durante los próximos tres años, con el objetivo de valorar la estabilidad en ese periodo, teniendo en cuenta que la fuente por su composición química es compleja ya que existe una mezcla de horizontes acuíferos.

Las aguas del pozo surgente de la instalación, según las especificaciones del Código Alimentario Español, clasifican como mineromedicinales de los Grupos II y III, que a saber son:

**Grupo II:** Aguas mineromedicinales con factores mineralizantes especiales:

- a) Radiactivas Radónicas (debido a la presencia del Radón-222 por encima de los  $1,82 \text{ nCi.L}^{-1}$ )

**Grupo III:** Aguas mineromedicinales con mineralización total inferior a  $1,0 \text{ g/L}$ , o sea, de débil mineralización denominadas también Acratotermiales cuando la temperatura de surgencia es mayor de  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En este tipo de agua, los oligoelementos y metales útiles no alcanzan valores significativos pero su acción terapéutica se debe a la presencia de esas pequeñísimas cantidades por ejemplo, el boro (B), potasio (K), sílice ( $\text{SiO}_2$ ), estroncio (Sr) que pueden ejercer acciones directas ó indirectas importantes sobre el organismo humano (Ver Anexo Textual No. 1).

En otras palabras, las aguas del pozo surgente que atraviesa las secciones acuíferas inter e infrabasálticas no aisladas entre sí, en el Complejo Termal de Federación, son aguas mineromedicinales, que cumplen con las especificaciones del Código Alimentario Español y con la clasificación de los Grupos Balneológicos y constituyen el segundo tipo de recurso natural termal determinado en el presente Estudio para esta localidad.

Los resultados obtenidos sobre las microalgas, es decir, los grupos y la especie dominante, así como, la concentración celular determinada, permiten su empleo en diversas formas no elaboradas y/o elaboradas en la instalación actual y en futuras proyecciones a desarrollar. Los valores reales obtenidos en las muestras estudiadas, sobrepasan en dos veces las cantidades mínimas admisibles ( $1.10^4 \text{ cel/L}$ ), por lo que pueden y deben ser empleadas para los usos previstos y recomendados en el presente Estudio.



Con la identificación, cuantificación y caracterización de las microalgas asociadas a las aguas del pozo surgente, queda confirmada la presencia del tercer tipo de recurso natural termal, descrito en dicha localidad- LAS MICROALGAS .

## **2.- ESTUDIOS DOSIMETRICOS REALIZADOS EN EL COMPLEJO TERMAL.**

Los estudios dosimétricos tienen el objetivo de determinar las Dosis Equivalentes Efectivas por exposición a radiaciones ionizantes provenientes del Radón-222 y del Radio-226 que reciben los “curistas” y personal profesionalmente expuesto en las instalaciones termales.

Por otra parte, es de mucha utilidad conocer qué dosis utilizaremos en los diferentes tratamientos con aguas radiactivas, en las distintas afecciones del ser humano y si ésta dosis se mantiene por debajo del límite superior permisible anual.

En los tratamientos balneológicos con aguas radiactivas aprovechamos los “efectos horméticos” del Radón-222, el cual, en concentraciones de bajos niveles produce efectos beneficiosos en el organismo humano.

Las curas más usuales con aguas radiactivas son la hidroterapia combinada con la inhalación y la hidropínica mediante la ingestión de cantidades dosificadas de estas aguas. Debido a esto, los cálculos de la Dosis están dirigidos a la “Dosis por Inhalación de Radón-222”, “Dosis por Ingestión de Radón-222” y “Dosis por Ingestión de Radio-226”.

El cálculo de la Dosis Equivalente Efectiva se fundamenta en la utilización de “Factores de Conversión” determinados en Modelos Dosimétricos que simulan los diferentes “órganos críticos” del cuerpo humano.

Estos Factores de Conversión son aplicados a las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 determinados en agua y a la concentración de Radón-222 determinada en el aire de las instalaciones termales, obteniendo como resultado las Dosis Equivalentes Efectivas en cada “órgano crítico” y en el “cuerpo entero” la cual se compara con los “Límites de Dosis Permisibles” que fijan los organismos internacionales de protección a las radiaciones ionizantes.

Para tranquilidad de todos, los cálculos dosimétricos realizados demuestran que la exposición del cuerpo humano a estas concentraciones elevadas de Radón-222 y Radio-226 son muy inferiores a los límites de dosis que fijan los organismos internacionales de protección radiológica para la exposición a radiaciones ionizantes ( $50 \text{ mSv.año}^{-1}$ ) (Gómez A. J., 1993).

En la Tabla No. 41. se presentan las Dosis Equivalentes Efectivas por exposición a estas concentraciones en los diferentes órganos críticos y en el cuerpo entero.

**Tabla No.41.– Dosis Equivalente Efectiva. Federación. Entre Ríos.**

Vía de incorporación.	Órgano crítico.			
	Cuerpo entero (mSv)	Estómago (mSv)	Tejido osteogénico (mSv)	Médula ósea roja (mSv)
Inhalación de Radón-222	26.0	-	-	-
Ingestión de Radón-222	0.022	0.18	-	-
Ingestión de Radio-226	0.05	-	0.96	0.05

Es necesario resaltar que desde el punto de vista tecnológico estas aguas, por ser Radio-Radónicas, pueden ser trasladadas a instalaciones alejadas del pozo de captación sin que pierdan sus características radiactivas.

Hasta aquí, hemos realizado la evaluación y caracterización, así como la interpretación de los resultados alcanzados, de los tres recursos termales diferenciados en el Complejo Termal de Federación paso previo e indispensable para poder establecer y justificar sus usos en el Turismo, la Salud y la Industria especializada (agua envasada y cosméticos).

### **3. RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS FORMAS DE APROVECHAMIENTO RACIONAL Y USOS DEL COMPLEJO TERMAL.**

Las aguas minerales del Complejo Termal, tienen el doble propósito de servir, por un lado como Minerales Naturales y como Mineromedicinales por el otro.

Atendiendo a los usos y a las propiedades físico-químicas estudiadas, las aguas minerales naturales, las mineromedicinales y las microalgas asociadas de este Complejo se pueden emplear en:

#### **1. EL TURISMO**



a) Agua mineromedicinal en usos recreativos para baños en piscinas con sus correspondientes control sanitario e higiénico, y régimen de temperatura mediante el enfriamiento con las aguas de otro pozo de la localidad.

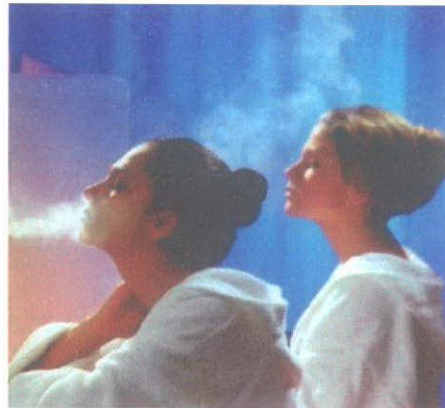
b) Agua mineral natural en usos comerciales, produciendo un agua mineral envasada, la cual tendría como mercado principal a los turistas que visitan el Complejo y la ciudad de Federación, pues sería la promoción más económica para la comercialización del Complejo. En casi todas las termas de Europa con aguas de este

tipo, éstas se envasan. Ejemplos de ello, son las aguas Evian, Perrier y Vichy en Francia, San Pellegrino en Italia, Vichy Catalán en España y muchas otras.

## **2. EN EL TURISMO-SALUD**

Se emplean solamente las aguas mineromedicinales por su efecto benéfico en:

- a) Usos terapéuticos, de acuerdo a su composición, son empleadas las aguas de baja mineralización del tipo Cloruradas- Bicarbonatadas- Sulfatadas Sódicas, Acratotermiales (temperatura > 35 °C)
- b) Usos externos, debido a la presencia de factores mineralizantes especiales, como el Radón-222 cuyos efectos sedantes, analgésicos, antiespasmódicos y reguladores del tono vegetativo, son muy empleados . Entre las indicaciones más utilizadas están su empleo en pacientes con asma bronquial, .la gota, los procesos congestivos crónicos ginecológicos, el estrés, entre otros.
- c) Posterior a su enfriamiento pueden emplearse con buenos resultados en la cura hidropínica, o sea la ingestión de bebidas en dosis recomendadas, con el correspondiente control higiénico sanitario.
- d) Balneocosmética, por los valores de pH, clasificadas como débilmente alcalinas, las del pozo surgente y alcalinas (la de las piletas), por los tipos y cantidades relativas



de microalgas presentes y por los contenidos anómalos de sílice, expresada como  $H_2SiO_3$ , las aguas de este complejo son buenas para diferentes servicios y tratamientos de estética y belleza y como profilaxis para atenuar la esclerodermia ó endurecimiento de la piel (Ivanov V., 1982). Este debe ser uno de los principales usos del Complejo Termal y del Centro Spa concesionado.

### **3. EN LA INDUSTRIA ESPECIALIZADA**

- a) Como agua mineral natural de buena calidad para envasar, pues son aguas de mineralización media ( $M \leq 1,0 \text{ g/L}$ ), las cuales, aunque son de composición química compleja, podrían conservar sin grandes dificultades de almacenamiento hasta 1-2 años sus propiedades fundamentales y con los grandes caudales de surgencia que poseen servirían para el montaje de una planta de 15-30 millones de litros anuales como mínimo.
- b) En la elaboración de algunos productos cosméticos y dermocosméticos, de acuerdo a los valores anómalos de la sílice ( $H_2SiO_3$ ) y a la presencia de concentraciones interesantes de microalgas del tipo Cianobacterias (22712 cel/L), ya que son capaces de adaptar su metabolismo durante los cambios de pH, temperatura y otros, produciendo sustancias bioactivas como proteínas, lípidos, carbohidratos y vitaminas entre otras que vierten al medio. Estas sustancias tienen una acción como antioxidante natural inmunológico, fotoprotectoras, antibióticas, hidratantes y dermatológicas. Esto hace que las aguas minerales del Complejo Termal, constituyan una fuente de microalgas para la elaboración de cosméticos (como aditivos); para su

utilización en piletas ó bañeras en los programas de balneocosmética y en el enriquecimiento de los peloides, de acuerdo al uso de estos.

Las indicaciones más probables de los usos de estas microalgas son:

1. En la terapéutica: En las lesiones inflamatorias en caso de quemadura, permitiendo a la piel una mayor resistencia y una cicatrización y sensibilidad de mayor calidad. También han sido aplicadas en ulceraciones. Como productores de vitamina B, tienen acción profiláctica en afecciones osteomioarticulares.

2. En la cosmética: Constituyen una importante ayuda en la prevención del envejecimiento cutáneo. Clement, 1967, Durand-Chastel 1993 y Bulik, 1993, atribuyen a las Cianobacterias una acción preservadora por sus agentes antioxidantes, permitiendo una vida más longeva y joven.



#### **4. POSIBILIDADES DE TRASLADOS DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES.**

Tanto las aguas minerales naturales, como las mineromedicinales, en caso de ser necesario, pueden trasladarse por tuberías ó en envases cerrados a distancias económicamente factibles, sin temor a que pierdan sus propiedades benéficas

fundamentales, que son, las Microalgas asociadas disueltas en las aguas y el Radón-222 ya que:

1. Las microalgas disueltas, mientras no estén en contacto directo con los rayos solares y el oxígeno atmosférico, no tendrán problemas, es decir no habrá crecimiento ni variaciones que afecten la calidad del agua
2. El Radón-222, por su parte se encuentra disuelto en el agua, que a su vez contiene valores anómalos de Radio-226, que garantizan una fuente estable de **Radón-222** en las mismas, lo que nos permite el traslado del agua desde el pozo de captación a cualquier distancia técnica y económicamente factible, sin correr el riesgo de que disminuya la concentración del gas Radón-222 en las aguas mineromedicinales.

Un aspecto importante lo es, controlar periódicamente la calidad higiénico-sanitario en el punto de llegada, teniendo en cuenta que éstas fuentes serán empleadas en la Hidrología Médica y en la estética y belleza básicamente.

A continuación y teniendo en cuenta los recursos termales ya caracterizados con que cuenta este Complejo y los usos previstos, integrando además los peloides ó fangos ya estudiados y en aplicación en el Centro Médico de Orientación Termal y en dos hoteles cuatro estrellas de la ciudad termal de Río Hondo, en la provincia Santiago del Estero, ofrecemos la propuesta de un **Nuevo Producto Termal** para esta instalación, que pudiera comercializarse como Turismo-Salud, incluyendo además, los servicios de Calidad de Vida con Programas de Estética y Belleza, Anti-Stress, Antiobesidad, por la presencia de las microalgas, el pH y los valores anómalos de la sílice ( $H_2 SiO_3$ ) en las aguas.

En la actualidad las aguas termales del Complejo son empleadas básicamente en el turismo y la recreación, contándose con varias piletas e incluso una olímpica, con duchas colectivas y otras instalaciones e infraestructura casi exclusivamente para estos fines . Algunas de sus piletas pueden ser seleccionadas para brindar servicios de hidroterapia y kinesiología subacuática ya que disponen de estructuras favorables.

Existe además una Spa, concesionado a un privado, donde se ofrecen toda una serie de servicios con esta agua y con algunos otros productos incorporados , los cuáles con los conocimientos actuales que se poseen de los recursos existentes pudieran incrementarse y diversificarse con personal especializado en estas temáticas.

Ahora bien, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio y la existencia de los tres (3) tipos de recursos naturales termales en el pozo surgente del Complejo, así como sus caudales constantes y la relativa estabilidad de sus propiedades, **recomendamos** ampliar la oferta y darle paulatinamente al Complejo Termal una gama de servicios y tratamientos con los recursos termales detectados y estudiados. Debe destacarse que, en el Spa se utilizan lodos, los cuales no han sido caracterizados integralmente, por lo que pensamos, que deben inicialmente incorporar los lodos de la Salina de Huyamampa en la provincia de Santiago del Estero, cuyas características y propiedades son excelentes, tanto para la terapéutica como para la cosmética. Resultados de la aplicación de estos recursos pueden obtenerse en el Centro Médico de Orientación Termal de Termas de Río Hondo y en los Hoteles Los Pinos y el Hostal del Abuelo en la misma ciudad.



En este lugar con los recursos ya caracterizados en el presente informe, además de los usos actuales de la instalación, se pueden ofrecer y comercializar en un futuro próximo (con las adecuadas inversiones):

- ❖ Servicios y tratamientos de Turismo-Salud
- ❖ Envasado industrial de agua mineral natural
- ❖ Servicios y tratamientos de Calidad de Vida (Estética y Belleza, Antiestrés, etc)
- ❖ Elaboración de algunos productos cosméticos (Cremas, Tónicos, Shampoo, Jabones, etc).
- ❖ Construcción y montaje (y/o remodelación) de un nuevo Spa modular para la correcta implementación de estos programas con un personal capacitado y especializado.

#### **4. PROPUESTA DE UN PRODUCTO TERMAL ELABORADO A PARTIR DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

### **COMPLEJO TERMAL DE FEDERACIÓN**

#### **Recursos Naturales Termales:**

Aguas Mineromedicinales, Radiactivas, Hipertermales, alcalinas, con Microalgas, Acratotermales.

- Por su Radiactividad, mineralización < 1.0 g/L y temperatura por encima 35 °C se utilizan en baños, duchas, pulverizaciones, etc. Y por sus efectos mecánicos, térmicos, analgésicos y sedantes, en afecciones crónicas reumáticas y del aparato locomotor; Además aumentan la eliminación de ácido úrico.

- Por su Radiactividad, se indican en: Asma Bronquial, Bronquitis Asmatiformes, y Afecciones nerviosas, entre otras.
- Por su contenido en microalgas, tienen acciones balneocosméticas.

A continuación, en la Tabla No. 42 se presentan los diferentes tipos de programas generales (de Estética y Belleza y otros) y especiales terapéuticos a desarrollar por las características y propiedades de las aguas mineromedicinales.

**Tabla No. 42 -Programas elaborados a partir de los recursos naturales termales disponibles.**

<b>PROGRAMAS GENERALES</b>	<b>PROGRAMAS ESPECIALES TERAPEUTICOS</b>
Programa Anti-Stress: (Calidad de Vida) Por sus efectos sedantes debido a su Radiactividad.	Programa Locomotor: Procesos Algicos Reumáticos Crónicos por su Radiactividad y temperatura, pudiendo incluirse afecciones neurológicas asociados a los mismos.
Programa de Balneocosmética: Por su contenido en microalgas, en oligominerales y por su PH.	Programa Respiratorio: Asma Bronquial y Bronquitis Asmatiforme, por su Radiactividad, aplicándola en forma de Inhalaciones y pulverizaciones
Programa de Estética y Belleza (Estética Termal) Por el contenido anómalo de la sílice (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ), y los lodos ó peloides incorporados, etc.	Programa Antiobesidad Sólo posible si se aplican Lodos y/o macroalgas, así como aparatos de fitness, y dietas personalizadas.

Todos estos programas pueden ampliar su espectro de indicaciones con un producto fundamental, los fangos ó lodos mineromedicinales sulfurados de la Salina de Huyamampa ubicada en el Departamento La Banda en Santiago del Estero, que además complementan las acciones de esta agua. Por otro lado, se enriquecerán con elementos

mínimos que aporten otras modalidades terapéuticas, como agentes físicos, áreas y aparatos de gimnasia, sala relax, toma de infusiones y cubierta plástica para inhalaciones (ó con inhaladores).

**Programas de Servicios y Tratamientos para el Complejo Termal de Federación**

***ESPECIALES TERAPÉUTICOS: Con una duración de 10 a 15 días para prevenir y aliviar dolencias y afecciones en personas no sanas.***

**1) Programa Locomotor:**

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Ejercicios subacuáticos individuales y grupales.
- ❖ Kinesioterapia subacuática
- ❖ Masajes terapéuticos
- ❖ Aplicaciones de lodos (por aplicaciones y por el método combinado)
- ❖ Calor infrarrojo.
- ❖ Gimnasia terapéutica.
- ❖ Mecanoterapia.
- ❖ Kinesioterapia.
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

**2) Programa Respiratorio**

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.

- ❖ Inhalación de emanaciones radiactivas con cubierta plástica (ó con inhaladores).
- ❖ Gimnasia terapéutica. Ejercicios respiratorios
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

### 3) Programa Antiobesidad.

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Ejercicios subacuáticos (individuales ó grupales)
- ❖ Sauna
- ❖ Masaje Corporal (Total ó parcial).
- ❖ Aplicaciones de lodos.
- ❖ Gimnasia Cultura Física (sin aparatos y con aparatos).
- ❖ Toma de infusiones adelgazantes-Sala relax.

Este programa estará acompañado de orientaciones dietéticas individuales.

***PROGRAMAS DE CALIDAD DE VIDA: 6 a 7 días de duración. Dirigido a personas sanas.***

### 1) Programa Anti-Stress

- Consulta Médica Inicial y Final
- Baños de inmersión en bañeras
- Hidromasaje
- Masaje Corporal (Total ó parcial)

- Masajes terapéuticos relajantes
- Aplicaciones de lodos parcial y total.
- \* Gimnasia Cultural Física (sin aparatos)
- \* Toma de infusiones – Sala relax

### 2) Programa de Balneocosmética.

- Consulta Médica Inicial y Final
- Baños de inmersión en bañeras
- Hidromasaje
- Masaje Corporal (Total ó parcial)
- Masajes terapéuticos relajantes.
- Aplicaciones de lodos parciales.
- \* Gimnasia Cultural Física (sin aparatos y/o con aparatos)
- \* Toma de infusiones –Sala relax.

### 3) Programa de Estética y Belleza

- Consulta Médica Inicial y Final
- Baños de inmersión en bañeras
- Hidromasaje
- Mascarilla Facial Cosmética
- Aplicaciones parcial cosmética (Zona de celulitis, flacidez, etc.)
- \* Toma de infusiones –Sala relax.
- \* Servicios de Peluquería y podología

Algunos ejemplos de estas aguas en el mundo:

**Alemania:**

Badenweiler: locomotor, circulatorio, metabolismo

Wilbad: Locomotor , Geriatria.

**Francia:**

Bains-les-Bains: Circulatorio

Thonon-les-bains: urinario, locomotor

**Italia:**

Comano: urinario, piel

Lursia: locomotor, digestivo

Merano: respiratorio, circulatorio

**Portugal:**

Luso. Urinario, circulatorio

Monfortinho: locomotor, piel

**Brasil:**

Araxá: urinario, locomotor

Lindoia: urinario, digestivo, metabolismo

**Estados Unidos:**

Berkeley Springs: Locomotor

Hot Spring (Virginia): locomotor, digestivo

Hot Spring Nat: locomotor, piel

## **CONCLUSIONES.**

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden sacar las siguientes conclusiones generales:

- I. Que las aguas del Complejo Termal se clasifican como aguas mineromedicinales de baja y media mineralización favorable tanto para baños, como para uso interno, debido a la presencia de un factor mineralizante especial- El Radón-222, que se encuentra en cantidades superiores al valor mínimo admisible establecido internacionalmente (1,82 nCi.L<sup>-1</sup>), alcanzando en las determinaciones realizadas los 2,51 nCi.L<sup>-1</sup>.
- II. La comunidad de microalgas, valorada en una cantidad de 23380 cel/L, está constituida básicamente por Diatomeas y Cianobacterias, ambas con amplio usos en la prevención del envejecimiento cutáneo (Clement, 1967, Durand.-Chastel, 1993, Bulik, 1993), atribuyen a las Cianobacterias una acción preservadora por sus agentes antioxidantes, permitiendo una vida más longeva y joven.
- III. Los análisis realizados en la Empresa Central de Laboratorios “José Isaac del Corral”, de Cuba, son confiables y tienen la calidad requerida, debido a que fueron comprobadas mediante el sistema de análisis múltiples con patrones, obteniéndose resultados satisfactorios en dichas determinaciones.
- IV. El agua mineromedicinal termal de acuerdo a su composición fisico-química corresponde al tipo de agua Clorurada.-Bicarbonatada-Sulfatada-Sódica, débilmente alcalina y de baja mineralización (0.68 – 0,74g/L).

- V. Esta agua pudiera ser utilizada, como agua mineromedicinal de bebida in situ, previo enfriamiento, teniendo en cuenta que son fácilmente absorbidas cuando se administran por la vía oral.
- VI. Las aguas del pozo surgente se clasifican también, como aguas minerales naturales para su envasado industrial, teniendo en cuenta que son de media mineralización  $M < 1,0 \text{ g/L}$  y no contienen elementos tóxicos ni contaminantes y cumplen cabalmente con los valores del CODEX ALIMENTARIUS para aguas minerales naturales.
- VII. Por el valor de la temperatura de  $42 \text{ }^\circ\text{C}$  las aguas se clasifican como hipertermales y necesitan ser enfriadas para todos sus usos en el Turismo-Salud y en la balneocosmética, hasta los  $37\text{-}39 \text{ }^\circ\text{C}$ , mientras que para los fines turísticos-recreativos debe ser inferiores a los  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- VIII. Los cálculos dosimétricos realizados demuestran que las Dosis Equivalentes Efectivas por exposición del cuerpo humano a estas concentraciones de Radón-222 y Radio-226, a través de vías de incorporación como: inhalación e ingestión, son muy inferiores a los límites máximos permisibles de dosis que fijan los organismos internacionales de protección radiológica para la exposición a radiaciones ionizantes ( $50 \text{ mSv.año}^{-1}$ ).
- IX. Atendiendo a los resultados de las propiedades fisico-químicas, presencia de microalgas y otras, los usos de las aguas mineromedicinales de la instalación pueden ser:

❖ Usos recreativos-turísticos



- ❖ Usos terapéuticos
- ❖ Como agua mineral natural de buena calidad para envasar.
- ❖ Para usos interno (cura hidropínica)
- ❖ Tratamientos de belleza, mediante los servicios de la Balneocosmética y de Estética Termal.

- X. Desde el punto de vista terapéutico, según la Dra. San Martín y otros, las aguas de baja mineralización, de temperatura superior a los 35 °C, y radiactivas, como es el caso de la fuente termal de la instalación, se emplean principalmente en forma de baños, inhalaciones, pulverizaciones, etc., por sus efectos térmicos y sedantes, muy favorables en el tratamiento de afecciones crónicas reumáticas, asma bronquial, gota y en trastornos del aparato locomotor, que precisan de rehabilitación hidroterápica, etc.
- XI. Comprobada la estabilidad de los parámetros físico-químicos de esta agua, en otro muestreo adicional (período de lluvia), así como del contenido de Radón-222, se propuso un producto termal específico para el Complejo de Federación, consistente en varios programas generales de Calidad de Vida y especiales terapéuticos de Turismo-Salud con el uso complementario en ambos programas de los Peloides ó Fangos de Santiago del Estero ó de otros lugares del país que se encuentren estudiados debidamente.
- XII. No existe un producto termal, combinando la terapia con las aguas mineromedicinales existentes, la Fangoterapia (que debe adicionarse) y la Rehabilitación Termal, como la vía más rápida y efectiva para obtener logros

sociales y una mayor efectividad económica de las instalaciones termales existentes y/o en proyecto.

### **RECOMENDACIONES.**

- I- Realizar en los próximos tres años , una vez por año, un análisis físico-químico completo de las aguas del Complejo por personal especializado, con el objetivo de mantener actualizadas las características y propiedades de estos recursos naturales, teniendo en cuenta sus diversos usos y posibilidades.
- II- Realizar muestreo periódico de las aguas para análisis bacteriológico, teniendo en cuenta que las aguas se emplean en piscinas y otros tipos de servicios dentro de la instalación.
- III- Deben enfriarse las aguas para su uso terapéutico hasta temperaturas entre 37-39 °C de acuerdo a parámetros internacionales y hasta valores menores para su ingestión.
- IV- Para las curas con Aguas Radiactivas recomendamos varias técnicas que van desde las **inhalaciones** mediante inhaladores, bañeras cubiertas ó piscinas individuales cubiertas, **hidroterapia** en recintos cerrados ó en bañeras cubiertas y **curas hidropínicas** mediante ingestión dosificada de las aguas en recipientes especiales con boquilla invertida.
- V- Adecuar el suelto de promoción y la promoción actual a los resultados físico-químicos y de microalgas obtenidos, así como a los tipos de aguas minerales que existen y a la propuesta de un nuevo producto termal

elaborado, con sus programas generales de Calidad de Vida, y especiales terapéuticos de Turismo-Salud, como marketing para promocionar el Complejo Termal.

- VI- Integrar, en la medida de las posibilidades los Programas Generales y Especiales Terapéuticos propuestos con sus posibles modificaciones al Spa actual de la instalación, como una medida rápida de introducir los resultados de este trabajo.
- VII- Preparar un proyecto integral para los usos de las aguas mineromedicinales y minerales naturales recomendadas, con vista a potenciar el producto termal y a obtener mayores beneficios económicos.
- VIII- Tener muy en cuenta el actual manejo de las aguas del pozo surgente y su posterior enfriamiento en varias de las piletas con la adición de agua fría, para los programas generales de Calidad de Vida, los de Turismo-Salud y de Balneocosmética con los de recreación y turismo; **En otras palabras**, hay que especializar las distintas piletas para cada uno de los usos que se quiera implementar.
- IX- Controlar adecuadamente, con la ayuda de mediciones in situ de parámetros físico-químicos (Conductividad, TDS y pH), la adición de agua fría a las piletas de la instalación, básicamente en verano, con vista a mantener las calidades de las aguas de la instalación y por ende, los programas de servicios y tratamientos que se ofrecen como Turismo-Salud y de Balneocosmética; teniendo en cuenta que con la adición de otra agua de

diferente composición fisico-química, cambia el tipo químico de la fuente termal.

- X- Trasladar las aguas mineromedicinales del pozo surgente del Complejo por tuberías, hasta varios hoteles importantes de la ciudad (3 y 4 estrellas) con vista a elevar la categoría de los servicios de éstos, mediante la construcción de modernos y modulares SPA, pues ello, ayudaría también a elevar el prestigio del Complejo Termal y de la Ciudad de Federación, con un turismo de mayor ingreso nacional y posiblemente también internacional, por la cercanía del URUGUAY.
- XI- Se recomienda la creación de un nuevo producto termal, combinando la terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia y la Rehabilitación Termal.
- XII- Se recomienda introducir y organizar en el Spa existente de la instalación el nuevo producto termal propuesto, como una vía efectiva de aumentar la efectividad económica de este Complejo.

## **VI.2. – INFORME TÉCNICO DE LA TERMA “VERTIENTE DE LA CONCORDIA”.**

En esta instalación termal se realizó el estudio de sus perforaciones, una termal y otra de agua fría. Esta última se emplea para enfriar el agua de las piletas durante el verano y su profundidad oscila alrededor de los 110 m. El total de muestras colectadas fue de 13.

Todos los resultados de los análisis físico-químicos completos de las cuatro (4) muestras tomadas (PT-3, PT-4, PA-1 y PL-2) aparecen reflejados en el protocolo entregado por el Laboratorio “José Isaac del Corral, incluyendo las dos (2) muestras para análisis de sulfuros correspondiente al pozo termal.( Ver anexo textual No.2).

Por otra parte, los resultados de las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 en las aguas y de las microalgas asociadas a ellas, así como las mediciones realizadas in situ en el pozo termal y en las piletas se encuentran reflejadas en las tablas Nros. 12, 13, 14, 15, 30, 34, 35 y 36, correspondientes a los epígrafes V.1.2., V.2.1. y IV.3, respectivamente del presente documento.

A continuación se presenta el Informe Técnico de la Terma Vertiente de la Concordia realizado por los profesionales actuantes como producto a ofertar de acuerdo el contrato realizado.

Debe mencionarse, que esta instalación termal, al igual que el Complejo Termal de Federación fue objeto de dos muestreos realizados al pozo termal por los profesionales actuantes correspondiente, el primero en octubre del 2000 y el segundo en Julio del 2001.

## **1.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos y plasmados en el Anexo Textual No. 2 y las tablas arriba mencionadas, se realiza la evaluación y caracterización físico-química de las aguas minerales (tanto las minerales naturales, como las mineromedicinales), de las microalgas asociadas, y de la radiactividad de las aguas en la Terma “Vertiente de la Concordia”, comenzando por las mediciones in situ.

Las mediciones de parámetros físico-químicos in situ, realizados en la instalación (pozo termal y piletas) se compararon, y de acuerdo a estos resultados se obtuvo que:

1. El rango de variación de la Conductividad Eléctrica del agua en las piletas (1056-1345  $\mu\text{S/cm}$ ), es un poco menor que en el pozo termal ( 524-1359  $\mu\text{S/cm}$ ) y no sobrepasa los 1359  $\mu\text{S/cm}$ .
2. El rango de variación de los sólidos totales disueltos (TDS) en las aguas de las piletas (532- 719 mg/L), también es un poco menor que en el pozo termal ( 335- 951 mg/L). El valor obtenido en las mediciones de Julio- Agosto/ 2001 de los TDS (951 mg/L), es un poco anómalo en comparación con el año anterior (423 mg/L) y con el período 1996-99 (335 mg/L). Por lo que debe ser objeto de medición sistemática para detectar posibles cambios futuros, ya que tendrán que definirse cuáles serán las piletas que se emplearán para otros usos.

3. El valor de la temperatura del pozo termal ( 46 °C), lógicamente no puede coincidir, con los valores de las piletas ( 35.5-42.6 °C) ya que en las mismas se adiciona agua fría.

Otros resultados de la evaluación y caracterización de las aguas en las muestras PT-3, PT-4, PA-1 y PL-2, correspondientes al pozo surgente, al pozo de agua fría y a la pileta No.5, donde en verano se adiciona agua fría para disminuir la temperatura, revelan que:

4. El pH presenta un valor que oscila en el pozo termal entre 8.3 y 8.9; mientras que en las piletas (con la adición del agua fría entre Noviembre y Marzo) varía entre 8.5-8.7. De acuerdo a estos valores y según la clasificación de los Dres. Ivanov y Nebraev (1982), las aguas de esta instalación pertenecen a los grupos 5 y 6 de dicha clasificación, o sea:

- **Grupo 5.- Aguas débilmente alcalinas (pH = 7.25-8.5)**
- **Grupo 6.- Aguas alcalinas (pH = 8.55-9.5)**

5. La temperatura de surgencia del agua en la boca del pozo se mantiene prácticamente constante todo el año, así como, tampoco ha variado desde que comenzó su explotación en el año 1996, alcanzando un valor estable de 46 °C. De acuerdo a este valor y teniendo en cuenta la clasificación de la Hidrología Médica y del Instituto Central de Balneología de Rusia, expresada en el informe anterior, las aguas del pozo termal se clasifican como **hipertermales**.

6. En esta instalación y durante todo el verano básicamente, en las piletas 1,2,4 y 5, se adiciona agua fría de un pozo de 110 m. de profundidad con el objetivo de

disminuir la temperatura del agua. Según las mediciones realizadas en octubre del 2000 y julio-agosto del 2001 (Ver Tabla No.13), la temperatura del agua en dichas piletas varía entre 35.5 y 39.9 °C, clasificándose las aguas, como **mesotermales** y variando su temperatura original.

7. En la piletta No. 3, a la cual no se le adiciona agua fría, la temperatura del agua alcanza los 42.6 °C, clasificándose como **hipertermal**.
8. El valor de la mineralización total, o sea la suma de todas las sustancias disueltas, tanto en forma iónica como de moléculas no disociadas, de las aguas en el pozo surgente de la instalación (muestras PT-3 y PT-4) no sufre variación, siendo sus valores de 0.46 y 0.44 g/L, clasificándose las mismas como aguas Oligominerales o de baja mineralización. Estas muestras corresponden a dos períodos de tiempo diferentes, una tomada a finales de Octubre / 2000 (cercana al comienzo del período de lluvia) y otra en Agosto / 2001 (seca), por lo que se demuestra estabilidad fisico-química de su comportamiento.
9. El valor de la mineralización de las aguas en el pozo de agua fría (PA-1) de la instalación es de 0.38 g/L<sup>-1</sup>, clasificándose también como aguas de baja mineralización ( $M \leq 1$  g/L)
10. El valor de la mineralización del agua en la piletta 5 correspondiente a la muestra PL-2 es de 0.39 g/L, clasificándose también como agua de baja mineralización.
11. Los valores de los microcomponentes tóxicos tales como: el cianuro (CN<sup>-</sup>), los nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), detectados en los análisis de las muestras colectadas en la instalación se encuentran por debajo de los parámetros



establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral natural para envasar y como agua mineromedicinal para baños e ingestión en el campo de la Hidrología Médica ó el Termalismo.

12. Los contenidos de los metales tóxicos como: el Pb, el As, el Hg, el Mo, el Ni, el Cd, el Cr, el Zn y otros en pequeñísimas cantidades, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral (Ver Tabla No. 43)
13. De acuerdo, con los resultados de los análisis físico-químicos completos, realizados en dos periodos de tiempo en el pozo termal y comparándolos con los valores máximos permisibles de la norma CODEX ALIMENTARIUS CL 1996/3- NMW de la FAO y de la OMS reflejados en la Tabla No.43. podemos decir, que las aguas del pozo surgente de la Terma Vertiente de la Concordia son clasificadas como Aguas Minerales Naturales de excelente calidad para su envasado y distribución nacional e internacional, en un futuro próximo, pues son oligominerales (Mineralización  $\leq 500$  mg/L).
14. El agua mineral, ya definida en el pozo surgente de la instalación, y que corresponde a la sección infrabasáltica, desde el punto de vista de su composición fisico-química responde al tipo de agua Bicarbonatada –Sódica, alcalina, siendo su expresión  $\text{HCO}_3^{(81)} / \text{Na}^{(91)}$  para la muestra PT-3 y  $\text{HCO}_3^{(83)} / \text{Na}^{(94)}$  en la PT-4, es decir, en ambas existe un predominio absoluto de los iones  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Na}^+$ .

**Tabla No.43 – Comparación entre los valores permisibles de los elementos químicos establecidos por las normativas internacionales y los resultados alcanzados a partir de los análisis físico-químicos completos en las muestras de aguas minerales de Concordia.**

Normativa CODEX ALIMENTARIUS		Muestras del pozo termal CONCORDIA	
Elementos	Límites máximos permisibles	PT-3 Agost/2001	PT-4 Oct/2000
Cobre	1 mg/L	< 0.01	< 0.01
Manganeso	0,5 / 2 (*)	< 0.006	< 0.006
Zinc	5	< 0.01	< 0.01
Borato, como H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30	0.12	0.15
Materia orgánica ,como O <sub>2</sub>	3	< 3	< 3
Arsénico total	0.01 / 0.08 (*)	0.084	< 0.08
Bario	0,7 / 1 (*)	0.325	0.219
Cadmio	0,003 / 0.005 (*)	< 0.005	< 0.005
Cromo	0,05	0.026	0.02
Plomo	0,01 / 0.1 (*)	< 0.10	< 0.10
Mercurio	0,001/ 0.03 (*)	< 0.02	< 0.02
Selenio	0.01 / 0.04 (*)	< 0.04	< 0.04
Fluoruro	2	0.77	
Nitrato	45	< 10	< 10.0
Sulfuro, como SH <sub>2</sub>	0.05		< 1.0
Antimonio	0.005 / 0.08 (*)	< 0.08	< 0.08
Niquel	0.02	< 0.01	< 0.01
Nitrito	0.02	< 0.03	< 0.03
Cianuro	0.07	< 0.03	< 0.03
Observaciones	(*) Límites aceptados en la Norma cubana NC:2:1996 para aguas minerales naturales	Cumple	Cumple

15. Por otro lado, las aguas frías del pozo perforado en el predio (muestra PA-1) corresponden al tipo químico: HCO<sub>3</sub> (55) – Cl (30) / Ca (51) Na (27) Mg (22), mientras que la muestra de la pileta No. 5 (PL-2) se corresponde a la expresión de: HCO<sub>3</sub> (63) – Cl (24) / Na (94) o sea del tipo químico Bicarbonatada- Clorurada- Sódica. Como se

observa en la pileta ocurre una mezcla de agua que cambia la composición natural del pozo surgente, lo que no es favorable para la propuesta de posibles usos en el Turismo- Salud, aunque debe mencionarse que con la mezcla se elevan los contenidos de sílice de las aguas, los cuales son útiles en algunos servicios y tratamientos.

16. Las aguas del pozo de agua fría (PA-1) clasifican, por su contenido de sílice con valores superiores a 40 mg/L, como aguas mineromedicinales silíceas del grupo balneológico IX de la clasificación anteriormente expuesta.
17. Los valores de los microcomponentes biológicamente activos (ó factores mineralizantes especiales), tales como, el Litio, Estroncio, Bario, Hierro. Bromo, Yodo y otros, están presentes en pequeñísimas cantidades, no constituyendo, por tanto, grupos balneológicos específicos de aguas mineromedicinales, a excepción del Radón-222 que si los tiene y por lo cual, las aguas clasifican como Radiactivas.
18. Los resultados de la determinación de la concentración de Radón-222 y Radio-226 in situ, realizadas en la boca del pozo surgente de la Terma (Ver Tabla No. 30) dieron valores de la concentración de Radón-222 superiores a 67340.0 Bq.m<sup>-3</sup> (Becquerelio por metro cúbico) ó 1.82 nCi.L<sup>-1</sup> (nanocurio por litro). A partir de estos valores, las aguas son clasificadas como radiactivas, según el Código Alimentario Español. El valor promedio obtenido de la concentración de Radón-222 fue de 92670.0 Bq.m<sup>-3</sup> (2.50 nCi.L<sup>-1</sup>), mientras que para el Radio-226 fue de 35922 Bq.m<sup>-3</sup> (0.97 nCi.L<sup>-1</sup>).
19. Existe una altísima concentración celular de microalgas con un valor general promedio en el orden de los 52.5 x 10<sup>6</sup> de células por litros (cel.L<sup>-1</sup>).

20. La composición de la microflora esta constituida fundamentalmente por Cianobacterias en el orden de los  $51.87 \times 10^6$  cel.L<sup>-1</sup> (denominadas también, Cianofíceas o algas azules) y Diatomeas en el orden de los 650 000 cel/L; grupos estos característicos de Ecosistemas Termales.
21. La especie dominante de microalgas en la tres (3) muestras de Concordia fue la Lyngbya Vacuolifera, con más del 80 % del total de células; las otras especies halladas fueron la Oscillatoria Sancta, la Anabaena sp. Phormidium Spirulina y Navicula Spirulina, pero en porcentajes bajos que oscilaron entre 9 y 12 %.
22. El grupo dominante de las Cianobacterias, según Codomier L., 1991, son productoras de pigmentos naturales, antioxidantes naturales o reactivos del oxígeno como vitaminas C y E, proteínas, aminoácidos esenciales, complejo vitamínico B, Selenio y protectores solares, entre otros.

**En Resumen:**

El primer tipo de recurso natural termal detectado de la Terma es el **Agua Mineral Natural** correspondiente a las muestras PT-3 y PT-4, que de acuerdo a los resultados alcanzados (Anexo Textual No.2) y su comparación con las normativas internacionales (Tabla No.43) posee muy buenas calidades, aunque, se hace necesario, previo a su envasado, realizar un control estricto y sistemático de los indicadores microbiológicos en dicha fuente.

Las aguas del pozo surgente de la instalación, según las especificaciones del Código Alimentario Español, clasifican, además, como mineromedicinales de los grupos II y III, que a saber son:

**Grupo II:** Aguas mineromedicinales con factores mineralizantes especiales:

- a) Radiactivas (debido a la presencia de Radón-222 por encima de  $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$ ).
- b) Alcalinas: (con predominio absoluto de los iones  $\text{HCO}_3^-$  y el  $\text{Na}^+$ ).

**Grupo III:** Aguas mineromedicinales con mineralización total, inferior a  $1,0 \text{ g/L}$ , o sea, de débil mineralización, denominadas también Acrototermas cuando la temperatura de surgencia es mayor de  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ . En este tipo de agua, los oligoelementos y metales útiles no alcanzan valores significativos, pero su acción terapéutica se debe a la presencia de esas pequeñas cantidades que pueden ejercer acciones directas ó indirectas importantes sobre el organismo.

En otras palabras, las aguas del pozo surgente que atraviesa ó corta al horizonte acuífero de la sección infrabasáltica en la Terma “Vertiente de la Concordia”, son **Aguas Mineromedicinales**, que cumplen con las especificaciones del Código Alimentario Español y con la clasificación de los Grupos Balneológicos y constituyen el Segundo Tipo de recursos naturales termas constatado en el presente Estudio para esta localidad.

También el agua fría del pozo ubicado en la instalación se clasifica como aguas mineromedicinales silíceas por sus contenidos superiores a los  $40 \text{ mg/L}$ .

Los resultados obtenidos sobre las microalgas, es decir, los grupos y la especie dominante, así como, la concentración celular determinada, permiten su empleo en diversas forma no elaboradas y/o elaboradas en la instalación existente ó en futuras proyecciones. Desde el punto de vista de su utilización práctica, una concentración celular de microalgas en las aguas, equivalente a  $1.0 \times 10^4 \text{ cel/L}$ , se considera como

valor mínimo admisible. Los valores reales obtenidos en el presente Estudio sobrepasan con creces estas cantidades mínimas, por lo que la concentración de las microalgas en el pozo surgente de Concordia, es considerada como eutrófica (muy alta), donde inclusive en el canal de desagüe del pozo se forma una Bioglea de color verde y carmelita oscuro. Con la identificación, cuantificación y caracterización de las **Microalgas** en las aguas del pozo surgente en la Terma, queda confirmada la presencia del Tercer Tipo de recursos naturales termales descrito en dicha localidad de estudio.

## **2.- ESTUDIOS DOSIMÉTRICOS REALIZADOS EN LA INSTALACIÓN TERMAL.**

Los estudios dosimétricos tienen el objetivo de determinar las Dosis Equivalentes Efectivas por exposición a radiaciones ionizantes provenientes del Radón-222 y del Radio-226 que reciben los “curistas” y personal profesionalmente expuesto en las instalaciones termales. Por otra parte, es de mucha utilidad conocer qué dosis utilizaremos en los diferentes tratamientos con aguas radiactivas, en las distintas afecciones del ser humano y si ésta dosis se mantiene por debajo del límite superior permisible anual.

En los tratamientos balneológicos con aguas radiactivas aprovechamos los “efectos horméticos” del Radón-222, el cual, en concentraciones de bajos niveles produce efectos beneficiosos en el organismo humano.

Las curas más usuales con aguas radiactivas son la hidroterapia combinada con la inhalación y la hidropínica mediante la ingestión de cantidades dosificadas de estas aguas. Debido a esto, los cálculos de la Dosis están dirigidos a la “Dosis por Inhalación

de Radón-222”, “Dosis por Ingestión de Radón-222” y “Dosis por Ingestión de Radio-226”.

El cálculo de la Dosis Equivalente Efectiva se fundamenta en la utilización de “Factores de Conversión” determinados en Modelos Dosimétricos que simulan los diferentes “órganos críticos” del cuerpo humano.

Estos Factores de Conversión son aplicados a las concentraciones de Radón-222 y Radio-226 determinados en agua y a la concentración de Radón-222 determinada en el aire de las instalaciones termales, obteniendo como resultado las Dosis Equivalentes Efectivas en cada “órgano crítico” y en el “cuerpo entero” la cual se compara con los “Límites de Dosis Permisibles” que fijan los organismos internacionales de protección a las radiaciones ionizantes.

Los estudios dosimétricos realizados reportaron amplio margen para el uso de estas aguas mineromedicinales radiactivas en Balneología. Las Dosis Equivalentes Efectivas se presentan en la Tabla No.44.

**Tabla No. 44 - Dosis Equivalente Efectiva. Concordia. Entre Ríos.**

Vía de incorporación.	Órgano crítico.			
	Cuerpo entero (mSv)	Estómago (mSv)	Tejido osteogénico (mSv)	Médula ósea roja (mSv)
Inhalación de Radón-222	36.0	-	-	-
Ingestión de Radón-222	0.022	0.18	-	-
Ingestión de Radio-226	0.08	-	1.44	0.13

Todas las Dosis Equivalentes Efectivas calculadas son inferiores a los 50 mSv año<sup>-1</sup> (Gómez A. J., 1993) fijada como límite superior para la exposición a radiaciones ionizantes por las organizaciones de protección radiológica internacionales.

Hasta aquí, hemos realizado la evaluación y caracterización integral, de los tres (3) recursos naturales termales diferenciados en el Complejo Termal “Vertiente de la Concordia”, paso previo e imprescindible para poder establecer, argumentar y justificar sus usos en el Turismo, la Salud (el Turismo-Salud) y la Industria especializada (agua envasada y cosmética).

### **3.- RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS FORMAS DE APROVECHAMIENTO RACIONAL Y USOS DE LA INSTALACIÓN TERMAL.**

Las aguas minerales de la Terma “Vertiente de la Concordia” tienen el doble propósito de servir, por un lado, como minerales naturales y como mineromedicinales por el otro. Atendiendo a los usos y a las propiedades físico-químicas estudiadas, las aguas minerales naturales y mineromedicinales de esta Terma se pueden emplear en:

#### **1. EL TURISMO**



- a). Agua mineromedicinal en usos recreativos, para baños en piscinas ó piletas con su correspondiente control sanitario e higiénico y régimen de temperatura.



Es recomendable para estos fines, realizar el enfriamiento con las aguas del otro pozo perforado en el predio.

- b). Agua mineral natural en usos comerciales, produciendo un agua mineral envasada la cual tendría como mercado principal los turistas que visitan la instalación y la Ciudad de Concordia, y empleada como promoción del resto de los servicios de la Terma.

Es conocido que, en casi todas las Termas de Europa con características similares, se envasan sus fuentes de aguas termales, por ejemplo: Evian (Francia), San Pellegrino (Italia), Vichy Catalán (España), entre otras.

## **2. EN EL TURISMO –SALUD**

Se emplean solamente las aguas mineromedicinales por su efecto benéfico en:

- a). Usos terapéuticos, de acuerdo a su composición, son empleadas las aguas de baja mineralización (oligominerales) del tipo Bicarbonatadas -Sódicas, Acratotermas (Temperatura > 35 °C) en diferentes servicios y tratamientos. Es necesario con posterioridad definir cual ó cuales serán las piletas que se emplearán para estos usos en la instalación, ya que deberá evitarse en las mismas la adición de otra agua de diferente composición fisico-química.
- b). Usos externos, debido a la presencia de factores mineralizantes especiales como el Radón cuyos efectos sedantes, analgésicos, antiespasmódicos y reguladores del tono vegetativo, son muy empleados. Entre las indicaciones más utilizadas están su uso en pacientes con asma bronquial, la gota, los procesos congestivos crónicos ginecológicos, entre otros [libro de Josefina San Martín].



c). Posterior a su enfriamiento, las aguas del pozo termal, pueden emplearse con excelentes resultados en la cura hidropínica, o sea en la ingestión de bebidas en dosis recomendadas con el correspondiente control higiénico – sanitario.

d). Balneocosmética, por los valores de pH clasificadas como débilmente alcalinas y alcalinas, los contenidos anómalos de sílice y por los tipos y cantidades de microalgas presentes las aguas de este Centro son muy buenas también para diferentes tratamientos de estética y belleza y como profilaxis para atenuar la esclerodermia ó endurecimiento de la piel.

### 3. EN LA INDUSTRIA ESPECIALIZADA.



a). Como agua mineral natural de excelente calidad para envasar, pues son Oligominerales, es decir, de baja mineralización ( $M \leq 500 \text{ mg/L}$ ), que le confieren propiedades diuréticas, entre otras. Las cuales podrían conservarse sin grandes dificultades de almacenamiento hasta 1-3 años sin perder sus propiedades fundamentales.

Sus grandes caudales de surgencia servirían para el montaje de una planta de 10-30 millones de litros anuales como mínimo.

- b). Elaboración de productos cosméticos, dermocosméticos y parafarmacéuticos, de acuerdo a la presencia de concentraciones considerables de microalgas del tipo Cianobacterias ( $52.5 \times 10^6$  cel/L) , considerada como un cultivo, este grupo que resiste mayores tensiones ambientales tales como: elevadas temperaturas, cambios de pH y concentraciones altas de azufre, es capaz de adaptar su metabolismo, produciendo sustancias bioactivas como proteínas, lípidos, carbohidratos y vitaminas, entre otras que vierten al medio. Estas sustancias tienen una acción como antioxidantes naturales, inmunológicas, fotoprotectoras, antibióticas, hidratantes y dermatológicas, entre otras.

Esto hace que las aguas minerales de la Terma Vertiente de la Concordia constituyan una fuente muy importante de microalgas que pueden ser utilizadas, previo proceso tecnológico de liofilización, en la elaboración de productos, para su utilización en piletas, bañeras ó en el enriquecimiento de peloides de acuerdo al uso que se pretenda darle a estos últimos.

Las indicaciones más probables de estos productos elaborados con microalgas son:

1. En la terapéutica.- En las lesiones inflamatorias en caso de quemadura, permitiendo a la piel una mayor resistencia y una cicatrización y sensibilidad de mayor calidad. También han sido aplicadas en ulceraciones. Como productoras de vitamina B, tienen acción en afecciones osteomioarticulares.

2. En la cosmética.- Constituyen una importante ayuda en la prevención del envejecimiento cutáneo (Clement, 1967, Durand-Chastel, 1993, Bulik, 1993), atribuyen a las Cianobacterias una acción preservadora por sus agentes antioxidantes, permitiendo una vida más longeva y joven.

#### **4.- POSIBILIDADES DE TRASLADO DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES EN LA TERMA.**

Tanto las aguas minerales naturales, como las mineromedicinales, en caso de ser necesario, pueden trasladarse por tuberías ó en envases cerrados a distancias económicamente factibles, sin temor a que pierdan sus propiedades benéficas fundamentales que son, las Microalgas asociadas disueltas en las aguas y el Radón-222 ya que:

- Las microalgas disueltas, mientras no estén en contacto directo prolongado con los rayos solares y el oxígeno atmosférico, no tendrán problemas, es decir no habrá crecimiento ni variaciones que afecten la calidad del agua
- El Radón-222, por su parte se encuentra disuelto en el agua, que a su vez contiene valores anómalos de Radio-226, que garantizan una fuente estable de **Radón-222** en las mismas, lo que nos permite el traslado del agua desde el pozo de captación a cualquier distancia técnica y económicamente factible, sin correr el riesgo de que disminuya la concentración del gas Radón-222 en las aguas mineromedicinales.

Un aspecto importante lo es, controlar periódicamente la calidad higiénico-sanitario en el punto de llegada, teniendo en cuenta que estas fuentes serán empleadas en la Hidrología Médica y en la Estética y Belleza básicamente.

A continuación y teniendo en cuenta los recursos naturales termales ya caracterizados con que cuenta esta Terma, y los usos propuestos integrando además los peloides ya estudiados y en aplicación en el Centro Médico de Orientación Termal y en dos hoteles cuatro estrellas de Río Hondo en la provincia Santiago del Estero, ofrecemos la propuesta de un **Nuevo Producto Termal** para esta instalación, que pudiera comercializarse como Turismo-Salud, incluyendo además los servicios de Estética y Belleza por la presencia de las microalgas, el pH y los contenidos anómalos de sílice.

#### **5.- PROPUESTA DEL PRODUCTO TERMAL ELABORADO A PARTIR DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES.**

En la actualidad las aguas termales en las instalaciones de la Terma “Vertiente de la Concordia”, son empleadas básicamente en el turismo – recreativo contándose con cinco (5) piletas; de ellas 3 para adultos y 2 para niños con duchas colectivas y otras instalaciones e infraestructura casi exclusivamente para estos fines. Algunas de sus piletas pueden ser seleccionadas para brindar servicios de hidroterapia y kinesiología subacuática.

Ahora bien, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio y la existencia de los tres tipos (3) de recursos naturales termales en el pozo surgente, así como sus caudales más ó menos constantes y la relativa estabilidad de sus propiedades; Recomendamos ampliar la oferta y darle paulatinamente al Complejo una mejor gama de servicios y tratamientos con los recursos termales con que cuenta y con la incorporación a ellos de un nuevo recurso, Los Peloides, que pueden traerse de la Provincia Santiago del Estero ó de Termas de Río Hondo, sin grandes dificultades.

Este lugar con los recursos naturales termales que tienen caracterizados en el presente informe, además de los usos actuales de la instalación, puede ofrecer y comercializar en un futuro cercano (con las adecuadas inversiones):

- Servicios y tratamientos de Turismo-Salud
- Envasado de agua mineral natural
- Servicios y tratamientos de Estética y Belleza
- Elaboración de algunos productos cosméticos (cremas, jabones, shampoo, etc.)
- Construcción y Montaje de un Centro Spa modular para la correcta implementación de estos programas.

## **PROPUESTA**

### **“TERMA VERTIENTE DE LA CONCORDIA”**

#### **Recursos Naturales Termales:**

Aguas Mineromedicinales, Radiactivas, Hipertermales, alcalinas, con abundantes Microalgas. Bicarbonatadas-Sódicas y Acrototermas.

- Por ser aguas oligomineromedicinales se pueden usar por su acción diurética, en curas Hidropínicas para inflamaciones crónicas de las vías urinarias como: Pielitis, Cistitis y Uretritis.
- Por su Radiactividad, escasa mineralización y temperatura por encima 35°C se utilizan en baños, duchas, pulverizaciones, etc. Y por sus efectos mecánicos, térmicos, analgésicos y sedantes, en afecciones crónicas

reumáticas y del aparato locomotor; Además aumentan la eliminación de ácido úrico. Las aguas radiactivas-radónicas, se indican en: Asma Bronquial, Bronquitis Asmatiformes.

- Por su contenido en microalgas y los contenidos anómalos de la sílice, tienen acciones balneocosméticas o sea en la estética y la belleza. También en el alivio de diferentes dolencias, como por ejemplo las osteomioarticulares.

A continuación en la Tabla No.45 se presentan los diferentes tipos de programas generales y especiales terapéuticos a desarrollar por las características y propiedades de las aguas mineromedicinales:

**Tabla No.45 - Programas elaborados a partir de los recursos naturales termales disponibles.**

PROGRAMAS GENERALES	PROGRAMAS ESPECIALES TERAPEUTICOS
❖ <u>Programa Anti-Stress:</u> Por sus efectos sedantes debido a su Radiactividad.	❖ <u>Programa Locomotor:</u> Procesos Algicos Reumáticos Crónicos por su Radiactividad y temperatura, pudiendo incluirse afecciones neurológicas asociados a los mismos.
❖ <u>Programa de Balneocosmética (Estética y Belleza):</u> Por su contenido en microalgas, en oligominerales y por su pH, así como, por el contenido de sílice.	❖ <u>Programa Urológico:</u> Inflamaciones de vías urinarias crónicas, como Pielitis, Cistitis y Uretritis por su acción diurética y de arrastre, dada su característica de ser Oligomineromedicinales, sin peligro por su radiactividad.
	❖ <u>Programa Respiratorio:</u> Asma Bronquial y Bronquitis Asmatiforme, por su Radiactividad, aplicándola en forma de Inhalaciones, y pulverizaciones.
	❖ <u>Programa Dermatológico:</u> Sólo es posible si se aplican Lodos en combinación con el resto de los recursos naturales termales existentes..

Todos los programas anteriormente citados, pueden ampliar su espectro de indicaciones con un producto fundamental, los fangos ó lodos mineromedicinales sulfurados de la Salina de Huyamampa ubicada en el Departamento La Banda en Santiago del Estero, que además complementan las acciones de esta agua. Por otro lado, se enriquecerán con elementos mínimos que aporten otras modalidades terapéuticas, como agentes físicos, áreas y aparatos de gimnasia, sala relax, toma de infusiones y cubierta plástica para inhalaciones.

**Programas de Servicios y Tratamientos para la Terma Vertiente de la Concordia**

***GENERALES: dirigidos principalmente a personas sanas, con una duración entre 7 y 10 días.***

**1) Programa Anti-Stress (Calidad de Vida)**

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Masaje Corporal (Total ó parcial).
- ❖ Masajes terapéuticos relajantes.
- ❖ Aplicaciones de lodos.
  - Método Egipcio
  - Facial
- ❖ Gimnasia Cultura Física (sin aparatos).
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.



2) Programa de Balneocosmética.

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Masaje Corporal (Total ó parcial).
- ❖ Masajes terapéuticos relajantes.
- ❖ Aplicaciones de lodos.
  - Mascarilla Facial Cosmética.
  - Aplicación parcial cosmética (zona de celulitis, flacidez, etc.).
- ❖ Gimnasia Cultura Física (sin aparatos y/o con aparatos).
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

***ESPECIALES TERAPEUTICOS: Dirigido a la prevención, alivio de dolencias en personas no sanas. Duración entre 10 y 14 días.***

1) Programa Locomotor:

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Ejercicios subacuáticos individuales y grupales.
- ❖ Kinesioterapia subacuática
- ❖ Masajes terapéuticos
- ❖ Aplicaciones de lodos (por aplicaciones y por el método combinado)

- ❖ Calor infrarrojo.
- ❖ Gimnasia terapéutica.
- ❖ Mecanoterapia.
- ❖ Kinesioterapia.
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

#### 2) Programa Urológico

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Curas Hidropínicas.

#### 3) Programa Respiratorio

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Inhalación de emanaciones radiactivas con cubierta plástica (ó con equipos inhaladores).
- ❖ Gimnasia terapéutica. Ejercicios respiratorios
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

#### 4) Programa Dermatológico.

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Aplicaciones de lodos:
  - Método Egipcio.
  - Facial.
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

Finalmente presentamos algunos ejemplos de Balnearios (Centros termales europeos) con aguas radiactivas débilmente mineralizadas cuyas características son similares a la fuente termal de la instalación:

1. Caldas de Oviedo(España)	Radiactivas	43 °C
2. Monfortinho(Portugal)	6 nCi/L	28 °C
3. Celtigos-Logroño(España)	6 nCi/L	20 °C
4. Lugo(España)	4 nCi/L	40 °C
5. Guitiriz-Lugo(España)	3,7 nCi/L	46 °C
6. Retortillo-Salamanca(España)	3,7 nCi/L	46 °C
7. Fitero-Navarra(España)	3,1 nCi/L	47 °C
8. Caldelas de Tuy- Pontevedra	7 nCi/L	49 °C
9. King's Spring, Bath (Inglaterra)	2,16 nCi/L	43.1 °C
10. Cross Bath, Bath	1,40 nCi/L	45 °C
11. Hot Bath, Bath	2,36 nCi/L	49 °C

## **CONCLUSIONES.**

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden sacar las siguientes conclusiones generales:

- I. Que las aguas de la Terna Vertiente de la Concordia se clasifican como aguas mineromedicinales Radiactivas Radónicas, debido a la presencia de un factor mineralizante especial –EL RADÓN-, que se encuentra en cantidades superiores al valor mínimo establecido internacionalmente (1.82 nCi/L), alcanzando en las

determinaciones realizadas los 2,50 nCi/L. Asimismo, pertenecen al Grupo Balneológico de Aguas Alcalinas, por el predominio absoluto de los iones  $\text{HCO}_3^-$  y el  $\text{Na}^+$  y además son diuréticas.

- II. Las aguas del pozo surgente se clasifican también, como aguas minerales naturales para su envasado industrial, teniendo en cuenta que son de baja mineralización, oligominerales (Mineralización < 500 mg/L) y no contienen elementos tóxicos ni contaminantes, y cumplen cabalmente con los parámetros del CODEX ALIMENTARIUS para aguas minerales naturales. Además, se comprobó la estabilidad de los parámetros físico-químicos de esta agua, en otro muestreo adicional, o sea, en otro período del ciclo hidrológico.
- III. Las aguas del pozo termal por el valor de su temperatura de 46 °C, clasifican como hipertermales y necesitan ser enfriadas para todos sus usos: en el Turismo-Salud y en la balneocosmética, hasta los 37-39 °C; mientras que para los fines turísticos-recreativos las temperaturas deben ser inferiores a los 30 °C.
- IV. Los análisis realizados en la Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral", de Cuba, son confiables y tienen la calidad requerida, debido a que fueron comprobados mediante el sistema de análisis múltiples con patrones, obteniéndose resultados satisfactorios en dichas comprobaciones.
- V. Desde el punto de vista de la composición iónica las aguas de la fuente termal de Concordia clasifica como Bicarbonatadas- Sódicas, Alcalinas y de baja mineralización (< 500 mg/L)

VI Atendiendo a los estudios realizados sobre las características fisico-químicas, presencia de microalgas y otros, los usos de las aguas mineromedicinales de la Terma Vertiente de la Concordia pueden ser:

- ❖ Usos recreativos-turísticos;
- ❖ Tratamientos de belleza y estética, mediante los servicios de Balneocosmética;
- ❖ Usos terapéuticos (internos y externos);
- ❖ Como agua mineral natural de excelente calidad para envasar y;
- ❖ Como materia prima para la elaboración de productos cosméticos, dermocosméticos.

XI. Desde el punto de vista terapéutico, según Armijo V. y San Martín J., 1994, las aguas de baja mineralización, de temperatura superior a los 35 °C, y radiactivas, como es el caso de la fuente termal de la instalación “Vertiente de la Concordia”, se emplean principalmente en forma de baños, pulverizaciones, inhalaciones, etc., por sus efectos térmicos y sedantes, muy favorables en el tratamiento de afecciones crónicas reumáticas, asma bronquial, gota y en trastornos del aparato locomotor, que precisan de rehabilitación hidroterápica, etc.

XI. Los estudios dosimétricos realizados reportaron amplio margen para el uso de estas Aguas Mineromedicinales Radiactivas en Balneología.

XI. Las Dosis Equivalentes Efectivas calculadas son inferiores a los 50 mSv año<sup>-1</sup> fijada como límite superior permisible para la exposición a radiaciones ionizantes por las organizaciones de protección radiológica internacionales.

- XI. El pozo termal y las piletas de la instalación constituyen una fuente muy importante por la abundancia de microalgas, en una cantidad equivalente a  $52.5 \times 10^6$  cel/L. Esto constituye prácticamente un caldo de cultivo de microalgas, que pueden y deben ser utilizadas para la elaboración de productos cosméticos y dermocosméticos, así como aditivo de los peloides con vista a mejorar y enriquecer sus propiedades. Asimismo, se utilizarían para servicios y tratamientos de Balneocosmética, como profilaxis para la flexibilización de la piel.
- XI. Se propuso un nuevo producto termal específico para esta Terna consistente en varios programas de servicios y tratamientos de Turismo-Salud, de Calidad y Bienestar de Vida, así como, de Estética y Belleza con el uso complementarios de los peloides de Santiago del Estero ó de otro lugar del país que se encuentren estudiados.
- XI. No existe un producto termal combinando la terapia con las aguas mineromedicinales existentes, la Fangoterapia (que debe adicionarse) y la Rehabilitación Termal, como la vía más rápida y efectiva para obtener logros sociales y una mayor efectividad económica de las instalaciones termales existentes y/o en proyecto.

## **RECOMENDACIONES.**

- I. Realizar en los próximos tres años, una vez por año un Análisis Físico-Químico Completo de las aguas del Complejo por personal especializado, con el objetivo de mantener actualizado las características y propiedades de este recurso natural, teniendo en cuenta sus usos y posibilidades.

- II. Realizar muestreo periódico de las aguas para análisis bacteriológico, teniendo en cuenta que las aguas se emplean en piscinas y otros tipos de servicios dentro de la instalación.
- III. Deben enfriarse las aguas para su uso terapéutico hasta temperaturas entre 37 y 39 °C de acuerdo a parámetros internacionales de la Hidrología Moderna.
- IV. Es necesario llevar a cabo un control ambiental para evitar cualquier tipo de contaminación que conlleve a la proliferación de microalgas tóxicas o el cambio de la estructura de la microflora.
- V. Las aguas mineromedicinales radiactivas de la Terna pueden ser utilizadas en curas balneológicas, hidropínicas y en inhalaciones, en el tratamiento de diferentes afecciones que aquejan al ser humano.
- VI. Adecuar el suelto de promoción actual a los resultados fisico-químicos, y de microalgas obtenidos, así como, la propuesta del nuevo producto termal elaborado, con sus programas especializados, de Calidad de Vida, etc., como marketing para promover el Complejo Termal Vertiente de la Concordia.
- VII. Preparar un proyecto más integral para los usos de las aguas mineromedicinales y minerales naturales de la instalación, con vista a potenciar el producto termal, y a obtener mayores beneficios económicos.
- VIII. Controlar adecuadamente, con la ayuda de mediciones in situ de parámetros fisico-químicos (Conductividad, TDS y pH), la adición de agua fría a las piletas de la instalación, básicamente en verano, con vista a mantener las calidades de las aguas de la instalación y por ende, los programas de servicios y tratamientos que se

ofrecen como Turismo-Salud y de Balneocosmética; teniendo en cuenta que con la adición de otra agua de diferente composición físico-química, cambia el tipo químico de la fuente termal.

- IX. Se recomienda la creación de un nuevo producto termal, combinando la terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia y la Rehabilitación Termal.
- X. Se recomienda, inicialmente, la construcción y montaje de un pequeño, modular y funcional centro del tipo Termal-Spa para ofertar el nuevo producto termal propuesto, unido al entorno y a los atractivos turísticos y culturales de la localidad.

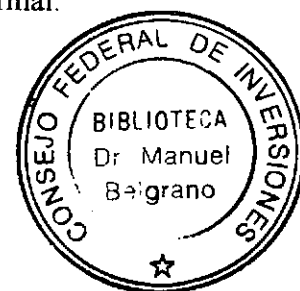


### **VI.3. – INFORME TÉCNICO DE LA TERMA DE COLÓN**

En esta instalación turística se llevó a cabo el estudio de las aguas durante los trabajos de relevamiento realizados entre finales de Julio y principio de Agosto del 2001 donde se colectaron un total de seis (6) muestras, para Análisis Físico-Químicos Completos incluyendo una de ellas para sulfuros (PT-5). Las estaciones de muestreo corresponden al termal (PT-5), a la pileta No.3 cubierta (PL-3) y, la otra a una solicitud de las autoridades locales en el Parque Nacional “El Palmar” donde se ubica un pozo de agua fría que abastece a esta instalación turística ya que existe el interés de ampliar en la misma otras ofertas de servicio como: baños en piletas u otros usos a partir de los resultados alcanzados con este estudio. Todos los resultados de estos análisis físico-químicos completos aparecen reflejados en el protocolo entregado por el Laboratorio correspondiente al anexo textual No. 3.

Tal y como se refleja en los epígrafes V.1.2 y V.2.2 del presente documento, también se realizaron determinaciones de microalgas en la fuente termal (muestra MA-6, ) y de la radiactividad (in situ) del Radón-222, y el Radio-226 (detectores N-38 y Nr-5), los resultados alcanzados se exponen en las Tablas Nros.31, 34, 35 y 36, mientras que las determinaciones realizadas in situ de su fuente y sus piletas y sus comentarios se muestran en las Tablas Nros.16, 17, 18 y 19 dentro del epígrafe IV.3.

A continuación se presenta el Informe Técnico elaborado para esta instalación termal.



## **1.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos de las determinaciones in situ, los análisis de laboratorio (anexo textual No. 3) y las determinaciones de Radón-222 y Radio-226, arriba mencionadas se realiza a continuación la evaluación y caracterización fisico-química de las aguas minerales en la Terma de Colón.

Las mediciones de parámetros fisico-químicos in situ, realizados en la instalación (pozo termal y piletas) se compararon, y de acuerdo a estos resultados se obtuvo que:

1. El rango de variación de la Conductividad Eléctrica del agua en las piletas (1454-1520  $\mu\text{S/cm}$ ), es similar que en el pozo termal (1415  $\mu\text{S/cm}$ ).
2. El rango de variación de los sólidos totales disueltos (TDS) en las aguas de las piletas del área en L es de 952 y 968 mg/L siendo muy similar a la determinación en el pozo termal (988 mg/L), mientras que las piletas del área exterior y las tres (3) techadas responden a valores entre 729 -753 mg/L, diferenciándose del resto y similares con el período 1996-99 (785 mg/L). Por lo que debe ser objeto de medición sistemática para detectar estas variaciones, teniendo en cuenta que, tendrán que definirse cuales serán las piletas que se emplearán para otros usos.
3. El valor de la temperatura del pozo termal oscila entre 32.1 y 33.7 °C, clasificando las aguas como Mesotermales. Para el uso en la instalación el agua se calienta en una caldera a una temperatura máxima alrededor de los 38 °C, por lo que lógicamente no puede coincidir los valores de este parámetro con la fuente termal.

4. El pH presenta un valor que oscila en el pozo termal entre 8.7 y 9.0 unidades; mientras que en las piletas varía entre 8.8-9.0 unidades. De acuerdo a estos valores y según la clasificación utilizada (reflejada en el Informe Parcial II), las aguas de esta instalación pertenecen al grupo 6 de dicha clasificación, o sea:

▪ **Grupo 6.- Aguas alcalinas (pH = 8.55-9.5)**

Los otros resultados alcanzados (Anexo Textual No. 3) revelan que:

5. El valor de la mineralización total, o sea la suma de todas las sustancias disueltas, tanto en forma iónica como de moléculas no disociadas, de las aguas en el pozo profundo de la instalación (muestras PT-5 y PL- 3) sufre variación, siendo sus valores de 0.88 y 0.61 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose las mismas como aguas de mineralización menor de 1 g.L<sup>-1</sup>, ó de baja mineralización, según el Código Alimentario Español.
6. Mientras que el valor de la mineralización de las aguas en el pozo de agua fría (PA-2) colectado en el Parque Nacional “El Palmar” es de 0.54 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose también como aguas de baja mineralización ( $M \leq 1 \text{ g.L}^{-1}$ )
7. Los valores de los microcomponentes tóxicos tales como: el cianuro (CN<sup>-</sup>), los nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), detectados en los análisis de las muestras colectadas en la instalación (PT-5 y PL-3) se encuentran por debajo de los parámetros establecidos internacionalmente para su uso como agua mineromedicinal ya sea para baños e ingestión en el campo de la Hidrología Médica ó del Termalismo.

8. Los valores de estos mismos microcomponentes tóxicos,  $\text{CN}^-$ ;  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$  detectados en el análisis de la muestra del pozo El Palmar (PA-2), ubicado en el Parque Nacional “El Palmar” se encuentran por debajo de los parámetros establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral natural para envasar.
9. Teniendo en cuenta que las aguas de la instalación al igual que las del pozo El Palmar son utilizadas para la ingestión, es decir como bebida, se comparan los contenidos de los metales tóxicos y contaminantes obtenidos de ambas muestras PT-5 y PA-2, con los establecidos por el CODEX ALIMENTARIUS, normativa internacional exclusiva para aguas minerales naturales (Ver Tabla No.46) y se observa que en la muestra PT-5, el contenido de Arsénico es superior a los límites máximos permisibles para el agua mineral natural. En otras palabras, esta agua correspondiente a la fuente termal de Colón no constituye un recurso natural termal a tener en cuenta para estos fines. En el caso de los elementos Selenio, Plomo, Cadmio, Antimonio y Mercurio cuyos valores también son superiores a los límites de la CODEX se compararon con los límites permisibles establecidos por la Norma Cubana para Aguas Minerales Naturales NC: 2: 1996, teniendo en cuenta que estas concentraciones no son nocivas para el organismo humano, ya que los mismos se encuentran en el orden de las trazas. Mientras que, la muestra PA-2 del pozo El Palmar si cumple con los requerimientos internacionales establecidos por las normativas antes expuestas. Por lo que, clasifican como aguas minerales naturales para envasar, previo control higiénico sanitario y comprobación de su estabilidad físico-química.

10. Los valores de los microcomponentes biológicamente activos (ó elementos mineralizantes especiales) como por ejemplo, el Sr, I, F, As, en la muestra de agua del pozo termal (PT-5) están presentes en pequeñísimas cantidades, no constituyendo, por tanto, grupos balneológicos específicos de aguas mineromedicinales, a excepción del Radón-222 que alcanza una concentración promedio  $134\ 436.0\ \text{Bq.m}^{-3}$  (Becquerelio por metro cúbico) ó  $3.63\ \text{nCi.L}^{-1}$  (nanocurio por litro) siendo muy superior a  $1.82\ \text{nCi.L}^{-1}$  límite establecido a partir del cual las aguas clasifican como Radiactivas, según el Código Alimentario Español y de acuerdo a la clasificación de los Grupos Balneológicos corresponden al grupo IV “Aguas Radiactivas-Radónicas”.

**Tabla No. 46 – Resultados de la comparación con las normativas internacionales de aguas minerales naturales**

Normativa CODEX ALIMENTARIUS		Muestras del pozo termal COLON	Muestra del pozo de agua fría (El Palmar)
Elementos	Límites máximos permisibles	PT-5	PA-2
Cobre	1 mg/L	< 0.01	< 0.01
Manganeso	0,5 / 2 (*)	< 0.006	< 0.006
Zinc	5	< 0.01	0.021
Borato, como H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30	1.86	< 0.10
Materia orgánica ,como O <sub>2</sub>	3	< 3	< 3
Arsénico total	0.01 / 0.08 (*)	0.113	< 0.08
Bario	0,7 / 1 (*)	0.024	0.473
Cadmio	0,003 / 0.005 (*)	< 0.005	< 0.005
Cromo	0,05	< 0.02	< 0.02
Plomo	0,01 / 0.1 (*)	< 0.10	< 0.10
Mercurio	0,001 / 0.03 (*)	< 0.02	< 0.02
Selenio	0.01 / 0.04 (*)	< 0.04	< 0.04
Fluoruro	2	0.75	0.44
Nitrato	45	< 10	10

(continuación)			
Elementos	Límites máximos permisibles	PT-5	PA-2
Sulfuro, como SH <sub>2</sub>	0.05	< 1.0	< 1.0
Antimonio	0.005 / 0.08 (*)	< 0.08	< 0.08
Niquel	0.02	< 0.01	< 0.01
Nitrito	0.02/ 0.03 (*)	< 0.03	< 0.03
Cianuro	0.07	< 0.03	< 0.03
Observaciones	(*) Límites aceptados en la Norma cubana NC:2:1996 para aguas minerales naturales	Los contenidos de Arsénico son superiores a los establecidos	Cumple

11. El agua mineromedicinal ya definida en el pozo de la Terma, y que corresponde a la sección interbasáltica, se encuentra aislada de la sección suprabasáltica con una probada estanqueidad (Silva Busso, 1999).
12. De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químicos el agua del pozo termal de la instalación (muestra PT-5) responde al tipo químico de agua Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada –Sódica, siendo su expresión  $Cl_{(29)}- SO_4_{(29)} - HCO_3_{(26)} / Na_{(98)}$ , mientras que la muestra PL-3 también tiene el mismo tipo químico y su expresión característica es  $Cl_{(36)}- SO_4_{(35)} - HCO_3_{(28)} / Na_{(98)}$ . Es decir, ambas muestras expresan una composición química compleja, que pudiera ser reflejo entre otras causas, a una mezcla de secciones ó acuíferos.
13. Por otro lado, las aguas frías del pozo perforado en el predio del Parque Nacional “El Palmar” (muestra PA-2) corresponden al tipo químico: Bicarbonatada- Cálctica-Sódica, y se corresponde a la expresión de:  $HCO_3_{(84)} Ca_{(65)} / Na_{(23)}$ .

14. Las aguas minerales naturales definidas en la muestra PA-2, presentan contenidos de sílice superiores a los 40 mg/L, clasificando como silíceas correspondiente al Grupo Balneológico IX.
15. A partir de los resultados alcanzados en las dos (2) muestras analizadas se concluye que no existe una concentración celular de microalgas en el pozo termal.

**En Resumen:**

El único recurso natural termal detectado de la Terna de Colón es el **Agua Mineromedicinal** correspondiente a las muestras PT-5 y PL-3, que de acuerdo a los resultados alcanzados (Anexo Textual No.3) y según las especificaciones del Código Alimentario Español clasifican, además, como **mineromedicinales** de los grupos II y III, que a saber son:

**Grupo II:** Aguas mineromedicinales con factores mineralizantes especiales:

- Radiactivas (debido a la presencia de Radón-222 por encima de  $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$ ).

**Grupo III:** Aguas mineromedicinales con mineralización total, inferior a  $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ , o sea, de débil mineralización, denominadas también Acratopegas (cuando la temperatura de surgencia es menor de  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ). En este tipo de agua, los oligoelementos y metales útiles no alcanzan tampoco valores significativos, pero su acción terapéutica se debe a la presencia de esas pequeñas cantidades que pueden ejercer acciones directas ó indirectas importantes sobre el organismo como son, el Cr, Sr, K, Al, Zn, Pb, V y otros.

Mientras que, las aguas del Parque Nacional “El Palmar” de acuerdo a los resultados alcanzados se clasifican como, aguas minerales naturales de excelente calidad para su envasado, previo análisis microbiológicos periódicos, de acuerdo a las exigencias de las

normativas internacionales y como aguas mineromedicinales por la presencia de un factor mineralizante especial –EL SILICEO- clasificando dentro del Grupo Balneológico IX “Aguas Silíceas”, las cuales en un futuro, si se construye la instalación necesaria se pueden emplear en programas de servicios y tratamientos balneocosméticos con excelentes resultados.

## **2.- RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS FORMAS DE EXPLOTACIÓN Y USOS DE LA INSTALACIÓN TERMAL.**

Las aguas mineromedicinales de la Terma de Colón de acuerdo a las propiedades físico – químico estudiadas se pueden emplear en:

### **1. EN EL TURISMO**



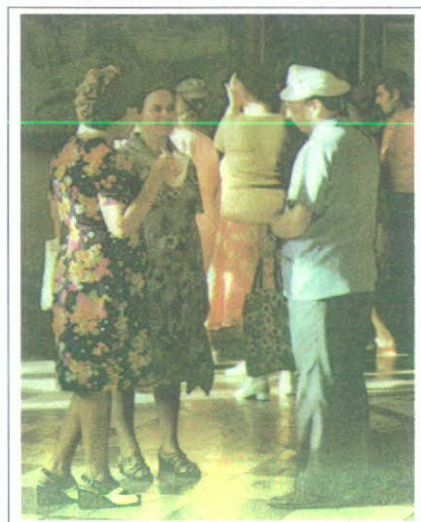
- a). Agua mineromedicinal en usos recreativos, para baños en piscinas ó piletas con su correspondiente control sanitario e higiénico, y régimen de temperatura, mediante el calentamiento para estos fines.



## 2. EN EL TURISMO –SALUD

Se emplean por su efecto benéfico en:

- a). Usos terapéuticos internos, de acuerdo a su composición, son empleadas las aguas de baja mineralización del tipo Acratopegas (Temperatura < 35 °C) para la denominada cura hidropínica.

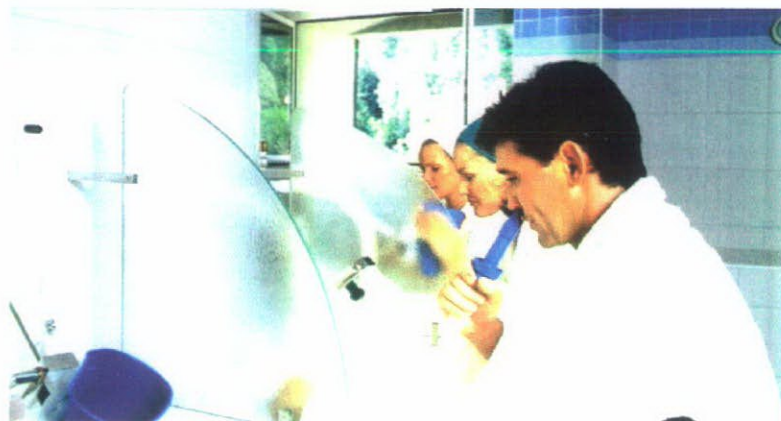


Es necesario con posterioridad definir cual ó cuales serán las dosis que se emplearán para estos usos en la instalación, y también, de acuerdo a las normativas internacionales, deberá evitarse en las mismas cualquier tipo de tratamiento, como por ejemplo la cloración.



- b). Usos externos, debido a la presencia de factores mineralizantes especiales como el Radón cuyos efectos sedantes, analgésicos, antiespasmódicos y reguladores del tono vegetativo, son muy empleados.

Entre las indicaciones más utilizadas están su uso en pacientes con asma bronquial, la gota, los procesos congestivos crónicos ginecológicos, estrés, entre otros.



**Equipo de Inhalación para aguas mineromedicinales.**

- c). Otros usos terapéuticos en la localidad lo constituyen, las aguas minerales estudiadas en el Parque Nacional “El Palmar” que pueden emplearse en usos recreativos-turísticos básicamente y posterior a estudios de comportamiento de estabilidad en un ciclo hidrológico se pueden usar en la terapéutica médica, -previo calentamiento-, en servicios de balneocosmética por sus contenidos de sílice en cantidades superiores a los 40 mg/L.

**3.- POSIBILIDADES DE TRASLADO DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES EN LA TERMA.**

Las mineromedicinales, en caso de ser necesario, pueden trasladarse por tuberías ó en envases cerrados a distancias económicamente factibles, sin temor a que pierdan su factor mineralizante, es decir el Radón-222 ya que:

1. Este gas inerte, por su parte se encuentra disuelto en el agua, que a su vez contiene valores anómalos de Radio-226, que garantizan una fuente estable de **Radón-222** en las mismas, lo que nos permite el traslado del agua desde el pozo de captación a cualquier distancia técnica y económicamente factible, sin correr el riesgo de que disminuya la concentración del gas Radón-222 en las aguas mineromedicinales.

Se destaca, que es importante controlar periódicamente la calidad higiénico-sanitario en el punto de llegada, teniendo en cuenta que estas fuentes serán empleadas en la Hidrología Médica.

A continuación y teniendo en cuenta los recursos naturales termales ya caracterizados con que cuenta esta Terma y los usos propuestos, integrando además, los peloides ya estudiados y en aplicación en el Centro Médico de Orientación Termal y en dos hoteles cuatro estrellas de Río Hondo en la provincia Santiago del Estero, ofrecemos la propuesta de un **Nuevo Producto Termal** para esta instalación, que pudiera comercializarse como Turismo-Salud, con determinados programas generales y especiales terapéuticos acorde a las características de los recursos evaluados.

Este Complejo Termal, debe integrarse, de ser factible, en un circuito turístico-termal con el Complejo Termal de Villa Elisa, por su cercanía y diferencias básicas de los recursos de aguas mineromedicinales, de sus programas de servicios y tratamientos, así como, por otros factores de conveniencia común. Pudiera esto, constituir el inicio de un Programa de Multidestino Termal donde la Provincia de Entre Ríos, sería la primera en establecerlo.

#### **4.- PROPUESTA DEL PRODUCTO TERMAL ELABORADO A PARTIR DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES.**

En la actualidad las aguas termales en las instalaciones de la Terma de Colón, son empleadas básicamente en el turismo–recreativo contándose con nueve (9) piletas; de ellas 2 con duchas colectivas y otras instalaciones e infraestructura casi exclusivamente para estos fines. Algunas de sus piletas pueden ser seleccionadas para brindar servicios de hidroterapia y kinesiología subacuática ya que disponen de estructuras favorables, como por ejemplo: hidrojet y duchas, entre otras.

Otro uso que tienen las aguas termales del complejo es su empleo como bebida, de forma empírica, la cual aunque no se realiza sistemáticamente por los turistas que llegan al Complejo, sí pudiera tener algún efecto sobre los pobladores que la toman ó consumen sistemáticamente. Para estos casos, y en general, deben controlarse sistemáticamente los contenidos reportados de arsénico en el análisis realizado al pozo termal (PT-5), pues de acuerdo a las normativas internacionales se encuentran por encima de los límites permisibles para su ingestión como agua de mesa ó mineral.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio y la existencia en el complejo termal de un tipo de recurso natural termal (las aguas mineromedicinales) en la instalación; **Recomendamos** ampliar y especializar la oferta y darle paulatinamente al Complejo un uso más racional, incorporando una mayor gama de servicios y tratamientos y con estos recursos naturales termales con que cuenta, y con la incorporación a ellos, como una necesidad, de un nuevo recurso, Los Peloides, que pueden traerse de la Provincia Santiago del Estero ó de Termas de Río Hondo

cumplimentando las normas de manejo y traslado establecidas, sin altos costos. Ello se realizaría a través de dos tipos de Programas (Generales y Especiales Terapéuticos) que se proponen desarrollar en un pequeño Centro Spa que debe ser construido en las áreas del predio ó cercanas a ellas.

## **PROPUESTA**

### **“TERMA DE COLON”**

#### **Recursos Naturales Termales:**

Aguas Mineromedicinales, Radiactivas, Mesotermales, alcalinas y Acratopegas.

- Por la presencia de Radón-222 y mineralización menor de 1g/L se utilizan en baños, duchas, inhalaciones, pulverizaciones, etc. Y por sus efectos mecánicos, térmicos, analgésicos y sedantes, en afecciones crónicas reumáticas y del aparato locomotor; Además aumentan la eliminación de ácido úrico. Las aguas radiactivas se indican en: Asma Bronquial, Bronquitis Asmatiformes, estrés. También son recomendadas para la ingestión por sus valores de temperaturas menores a 35 °C en dosis establecidas por personal médico especializado y previo control sistemático de sus indicadores microbiológicos y componentes tóxicos.

Para los diferentes tipos de programas especiales terapéuticos las aguas deben calentarse a temperaturas entre 37 y 39 °C.

Por las características y propiedades de las aguas mineromedicinales se ofertarían en la instalación:

❖ Programa Anti-Stress:

Por sus efectos sedantes debido a su Radiactividad.

❖ Programa de Puesta en Forma:

Siempre que se incorporen elementos de fitness en la instalación

❖ Programa de Estética y Belleza:

Por los contenidos anómalos de sílice y la incorporación de los peloides ó lodos sulfurados.

❖ Programa Respiratorio:

Asma Bronquial y Bronquitis Asmatiforme, por su Radiactividad, aplicándola en forma de Inhalaciones, y pulverizaciones.

❖ Programa Locomotor:

Procesos Algicos Reumáticos Crónicos por su Radiactividad, pudiendo incluirse afecciones neurológicas asociados a los mismos. Su efectividad terapéutica está condicionada al empleo de las aguas en combinación con los peloides ó lodos sulfurados.

En general, todos los programas anteriormente citados, pueden ampliar su espectro de indicaciones con dos productos fundamentales, las macroalgas traídas del Sur del país y los fangos ó lodos mineromedicinales sulfurados de la Salina de Huyamampa ubicada en el Departamento La Banda en Santiago del Estero, que además complementan las acciones de esta agua. Por otro lado, se enriquecerán con elementos mínimos que aporten otras modalidades terapéuticas, como agentes físicos, áreas y aparatos de gimnasia, sala relax, toma de infusiones y cubierta plástica para inhalaciones (ó equipos de inhalación).

**Programas de Servicios y Tratamientos para la Terma de Colón**

*PROGRAMAS GENERALES: Dirigido a elevar la calidad y bienestar de la vida y, con una duración de 6 a 10 días.*

**1) Programa Anti-Stress**

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Masaje Corporal (Total ó parcial).
- ❖ Masajes terapéuticos relajantes.
- ❖ Aplicaciones de lodos.
  - Método Egipcio
  - Facial
- ❖ Gimnasia Cultura Física (sin aparatos).
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

**2) Programa de Puesta en Forma.**

- ❖ Consulta Médica Inicial.
- ❖ Ejercicios subacuáticos en bañeras individuales.
- ❖ Ejercicios subacuáticos grupales en pileta.
- ❖ Baños de vapor.
- ❖ Aplicaciones de lodos (parcial)
- ❖ Masajes corporal (parcial)
- ❖ Masajes previo al ejercicio

- ❖ Gimnasia sin aparatos
- ❖ Gimnasia con aparatos
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax

### 3) Programa de Estética y Belleza.

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Mascarilla Facial Cosmética
- ❖ Aplicación parcial cosmética (Zona de celulitis, flacidez, etc.)
- ❖ Toma de infusiones –Sala relax.
- ❖ Servicios de Peluquería y podología

*PROGRAMAS ESPECIALES TERAPÉUTICOS: Para prevenir y aliviar dolencias y/o afecciones. Necesita una duración de 12 a 15 días.*

### 1) Programa Respiratorio

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Inhalación de emanaciones radiactivas con cubierta plástica (ó con equipos de inhalación).
- ❖ Gimnasia terapéutica. Ejercicios respiratorios
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

### 2) Programa Locomotor:

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras



- ❖ Hidromasaje
- ❖ Ejercicios subacuáticos individuales y grupales.
- ❖ Kinesioterapia subacuática
- ❖ Masajes terapéuticos
- ❖ Aplicaciones de lodos (por aplicaciones y por el método combinado)
- ❖ Calor infrarrojo.
- ❖ Gimnasia terapéutica.
- ❖ Mecanoterapia.
- ❖ Kinesioterapia.
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

Finalmente presentamos algunos ejemplos de Balnearios (Centros termales europeos) con aguas radiactivas débilmente mineralizadas cuyas características son similares a la fuente termal de la instalación:

1. Baden-Baden (Alemania) : Locomotor Respiratorio
2. Kreuznach (Alemania): Locomotor y Respiratorio
3. Luchon (Francia): Respiratorio y Piel
4. Bath (Inlaterra): Locomotor y Anti-estrés
5. Lurisia (Italia): Locomotor y Digestivo
6. Felguei (Portugal): Respiratorio y Circulatorio
7. Araxá (Brasil): Locomotor y Urinario
8. San Diego de los Baños (Cuba): Locomotor y Piel

## **CONCLUSIONES.**

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden sacar las siguientes conclusiones generales:

- I. Las aguas del pozo termal por el valor de su temperatura  $< 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , clasifican como Mesotermales y necesitan ser calentadas para todos sus usos en el Turismo-Salud; mientras que para los fines turísticos-recreativos las temperaturas son buenas.
- II. Las aguas de la Terna de Colón se clasifican como aguas mineromedicinales radiactivas radónicas, debido a la presencia de un factor mineralizante especial – EL RADÓN-, que se encuentra superando el valor mínimo establecido internacionalmente (1.82 nCi/L), alcanzando en las determinaciones realizadas los 3.63 nCi/L. Además presentan contenidos anómalos de Arsénico ( $\text{As} = 0.11\text{ mg/L}$ ) limitando su uso como agua mineral natural para envasar.
- III. Las aguas se clasifican por su temperatura y la presencia de pequeñas cantidades de elementos, como por ejemplo el arsénico, cuyos valores superan los permisibles para agua mineral natural, en Acratopegas y se emplean básicamente en los tratamientos de ingestión ó cura hidropínica, previa dosis establecida, y profilaxis.
- IV. Los análisis realizados en la Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral", de Cuba, son confiables y tienen la calidad requerida, debido a que fueron comprobados mediante el sistema de análisis múltiples con patrones, obteniéndose resultados satisfactorios en dichas comprobaciones.

- V. Desde el punto de vista de la composición iónica las aguas de la fuente termal de Colón constituyen posiblemente una mezcla de acuíferos y se clasifican como Cloruradas-Sulfatadas-Bicarbonatadas- Sódicas.
- VI. Los cálculos dosimétricos permiten concluir que las dosis por exposición a las radiaciones ionizantes a las que están sometidos los curistas, son inferiores al límite superior permisible ( $50 \text{ mSv año}^{-1}$ ) fijado por las organizaciones internacionales de protección a las radiaciones ionizantes (Gómez A. J., 1993).
- VII. Atendiendo a los estudios realizados sobre las características físico-químicas, los usos de las aguas mineromedicinales de la Terma de Colón son: en el Turismo-Salud y Recreativos-turísticos.
- VIII. Se propuso un nuevo producto termal específico para esta Terma consistente en varios programas de servicios y tratamientos de Turismo-Salud, de Calidad y Bienestar de Vida, con el uso complementarios de los peloides de Santiago del Estero ó de otro lugar del país que se encuentren estudiados.
- IX. Desde el punto de vista terapéutico, según la Dra. Josefina San Martín, la forma más frecuente de utilizar esta agua es en la Balneación, los chorros, las duchas e inhalaciones, así como se mencionó anteriormente, la ingestión de agua en la Terma, previo control y dosificación.
- X. Las aguas del pozo El Palmar por sus contenidos de sílice ( $> 40 \text{ mg/L}$ ) clasifican como aguas mineromedicinales del Grupo Balneológico IX, de gran utilidad en la balneocosmética.

- XI. No existe un producto termal combinando la terapia con las aguas mineromedicinales existentes, la Fangoterapia (que debe adicionarse) y la Rehabilitación Termal, como la vía más rápida y efectiva para obtener logros sociales y una mayor efectividad económica de las instalaciones termales existentes y/o en proyecto.

### **RECOMENDACIONES.**

- I. Controlar adecuadamente los parámetros in situ (Conductividad, TDS y pH), teniendo en cuenta que sufre variación el TDS en las piletas del área exterior y cubiertas, ya que se ofrecerán programas de servicios y tratamientos en las mismas.
- II. Realizar en los próximos tres años, una vez por año, otro Análisis Físico-Químico Completo de las aguas del Complejo Termal de Colón por personal especializado, con el objetivo de conocer la estabilidad de los parámetros físico-químicos, prestando atención a los contenidos de Arsénico en el agua. Este elemento por su carácter de tóxico debe controlarse periódicamente. (trimestral durante el primer año)
- III. Realizar muestreo periódico de las aguas para análisis bacteriológico, teniendo en cuenta que las aguas se emplean en piscinas y otros tipos de servicios dentro de la instalación.
- IV. Implementar las curas más frecuentes que se aplican, con el empleo de las Aguas Radiactivas, utilizando técnicas de inhalación, hidroterapia e hidropínicas.

- V. Adecuar el suelo y la promoción actual a los resultados físico-químicos, así como, a la propuesta del nuevo producto termal elaborado, con sus programas especializados y de Calidad de Vida, etc., como marketing para promover el Complejo Termal.
- VI. Preparar un proyecto más integral para los usos de las aguas mineromedicinales y de los recursos complementarios en la instalación, con vista a potenciar el producto termal, y a obtener mayores beneficios económicos.
- VII. Establecer un circuito turístico-termal con el Complejo Termal de Villa Elisa, con vista a potenciar estas dos localidades y establecer el Multidestino Termal para la Provincia de Entre Ríos.
- VIII. Se recomienda la creación de un nuevo producto termal, combinando la terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia y la Rehabilitación Termal.
- IX. Se recomienda, inicialmente, la construcción y montaje de un pequeño, modular y funcional centro del tipo Termal-Spa para ofertar el nuevo producto termal propuesto, unido al entorno y a los atractivos turísticos y culturales de la localidad.
- X. Se recomienda organizar el nuevo producto termal propuesto mediante la modalidad del Multidestino Termal entre la Terna de Colón y el Complejo Termal de Villa Elisa, como una vía efectiva de potenciar ambas instalaciones.

#### **VI.4. - COMPLEJO TERMAL DE VILLA ELISA.**

En el complejo termal ubicado en la localidad, se llevo a cabo el estudio de las aguas que incluyó, entre otros, el análisis y la interpretación de los datos de la perforación termal, de las propiedades físico químicas de las aguas anteriormente realizadas, el muestreo para Análisis Físico-Químico Completo del pozo termal, una perforación de agua fría (profundidad 106 m) y la pileta No.5 techada correspondiente a las muestra PT-6, PA-3 y PL-4, respectivamente, las determinaciones de microalgas presentes (MA-9 y MA-10), y de la concentración in situ del, Radón-222, y el, Radio-226 (muestras correspondientes a los detectores V-42 y VR-5), así como la medición de varios parámetros in situ. (Ver Tabla No.21 epígrafe IV.3)

Además, y como una consecuencia del manejo que se realiza con las aguas del pozo termal y su posterior enfriamiento con agua fría, por un lado para disminuir la temperatura en el verano y la adición de agua para aumentar los volúmenes de entrega a las piletas, por otro, es que los profesionales actuantes tomaron dos muestras de agua previamente mezcladas in situ (M-1 y M-2): la fuente termal con el agua fría de otro pozo (PA-3) en diferentes proporciones relativas.

Todos los resultados correspondiente a las determinaciones físico-químicas realizadas en condiciones de laboratorio aparecen reflejados en el Anexo Textual No. 4.

Se confeccionó por los profesionales actuantes el siguiente Informe Técnico a partir del procesamiento e interpretación de todos los resultados alcanzados durante el estudio realizado en esta instalación termal.

## **1- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos y reflejados en el anexo textual No. 4 y las Tablas Nros. 20, 21, 22, 32 y 34, se realiza a continuación la evaluación y caracterización fisico-química de las aguas minerales (tanto las minerales naturales como las mineromedicinales), de las microalgas asociadas y de la radiactividad de las aguas en la Terma de Villa Elisa, comenzando por las mediciones in situ.

Las mediciones de los parámetros fisico-químicos in situ, realizados en la instalación (pozo termal, piletas y pozo de agua fría) se compararon, y de acuerdo a estos resultados se obtuvo que:

- 1- La conductividad eléctrica en el pozo termal se incrementó desde los 20 849  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el año 1999 hasta 29 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el año 2001; en las piletas varió desde 14 500 a 15 050  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (en Julio - Agosto /2001), debido a la adición ó mezcla con el pozo de agua fría que tiene una conductividad de 1 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- 2- El rango de variación de los sólidos solubles totales (TDS) en las aguas del pozo termal oscila entre 13 344 mg/L en el año 1999 a 14 800 mg/L (en el 2001); mientras que en las piletas, en las mediciones de Julio - Agosto del 2001, varió desde 10 520 a 11 530 mg/L, también debido a la adición y mezcla con el pozo de agua fría, que tienen un valor de 1048 mg.L<sup>-1</sup>.
- 3- El valor de la temperatura del pozo termal (40 °C), no puede coincidir con los valores de las piletas (32-35 °C) y la del pozo de agua fría es de 23.1 °C. Los valores de la temperatura del agua en las piletas se encuentran por debajo de los valores

recomendados para su uso en el Turismo-Salud, problema que debe solucionarse, con la especialización de las diferentes piletas.

Otros resultados de la evaluación y caracterización de las aguas en las muestras PT-6, PA-3; piletas No 4 y mezclas (M-1 y M-2) correspondientes al pozo de agua surgente, al pozo de agua fría y a la Pileta No 5, donde se adiciona agua para disminuir la temperatura y a las mezclas realizadas con el pozo termal y con el de agua fría, revelan que:

4- El pH presenta un valor que oscila en el pozo termal entre 8.0 y 8.1, mientras que en las piletas (con adición de agua fría), entre los meses de Noviembre y Marzo básicamente, varía entre 7.9 y 8.0. De acuerdo con estos valores y según la clasificación de los Dres. Ivanov y Nebraev, 1982, investigadores del Instituto Central de Balneología de Rusia, las aguas de esta instalación pertenecen al grupo 5 de dicha clasificación, o sea:

▪ **Grupo 5 - Aguas débilmente alcalinas (pH = 7.25-8.5).**

5. La temperatura de surgencia del agua en la boca del pozo se mantiene prácticamente constante todo el año, así como, tampoco ha variado desde que comenzó la explotación en el año 1997, alcanzando un valor estable de 40 °C. De acuerdo a este valor y teniendo en cuenta la clasificación de la Hidrología Médica y del Instituto Central de Balneología de Rusia, las aguas del pozo termal clasifican como **Mesotermiales.**

6. En esta instalación durante todo el verano y otras épocas del año, en todas las piletas, desde la No. 1 hasta la No. 6, se adiciona agua fría procedente de un pozo somero



(106 metros de profundidad) con el objetivo de disminuir la temperatura y de aumentar los caudales de entrega. Según las mediciones realizadas en Julio y Agosto del 2001, la temperatura del agua en dichas piletas varia entre 32 y 35.6 °C, clasificándose las aguas como Mesotermales (grupo 3 de la mencionada clasificación), variando su temperatura original.

7. El valor de la Mineralización, o sea la suma de todas las sustancia disueltas, tanto en forma iónica como de moléculas no asociadas, de las aguas del pozo termal de la instalación (muestra PT-6) alcanza un valor de 16.87 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose las mismas como Aguas de Alta Mineralización ( o Fuertemente Mineralizada), según la Hidrología Médica Española. Esta muestra corresponde al período de tiempo Agosto 2001 (seca). Existen otros resultados para el período lluvioso (Noviembre del 2000) de análisis precedentes, por ejemplo, del INTI Argentino, que dan valores de la Mineralización, en el orden de los 18.35 g.L<sup>-1</sup>, que indica una relativa estabilidad del comportamiento de este parámetro en el período 2000-2001.
8. El valor de la Mineralización en el agua de la Pileta No. 5 correspondiente a la muestra PL-4 (anexo textual No.4), es de 7.78 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose, también como aguas de Alta Mineralización.
9. El valor de la Mineralización de las muestras mezcladas por los profesionales actuantes (M-1 y M-2), correspondientes a proporciones arbitrarias realizadas con el pozo de agua termal (PT-6) y el de agua fría (PA-4) es de 1.64 y 1.21 g/L respectivamente.

10. Los valores de los microcomponentes tóxicos, tales como: el Cianuro(CN<sup>-</sup>), los Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), los Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>); detectados en los análisis de las muestras colectadas en la instalación se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos, en las aguas, internacionalmente para su uso como Agua Mineromedicinal en baños e ingestión en el campo de la Hidrología Médica ( o del Termalismo).
11. Los contenidos de los metales tóxicos como: el Pb, el As, el Hg, el Mo, el Ni, el Cd, el Cr, el Zn y otros se encuentran en pequeñísimas cantidades, es decir, por debajo de los límites máximos permisibles establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral.
12. De acuerdo, con los resultados de los Análisis Físico-Químicos Completos realizados, y los análisis procedentes de otros laboratorios para el pozo termal y las piletas de la instalación, las aguas de la Terma son consideradas de alta mineralización ( $M \gg 1 \text{ g.L}^{-1}$ ), por lo que no procede realizar comparaciones con los valores máximos permisibles de las normas CODEX ALIMENTARIUS CL 1996/3-NMW de la FAO /OMS y NC:2:1996. (Norma Cubana)
13. Teniendo en cuenta los resultados actuales de los análisis obtenidos (Ver anexo textual No.4) y los anteriormente realizados, y comparándolos con las clasificaciones, del Código Alimentario Español, y de los Grupos Balneológicos diferenciados en el presente informe, las aguas del pozo profundo de Villa Elisa, y de algunas de sus mezclas realizadas en las piletas y en el laboratorio, se pueden clasificar como **Aguas Mineromedicinales**, de excelente calidad terapéutica. Ello se

debe a la presencia de la Mineralización Total por encima de  $10 \text{ g.L}^{-1}$ , a la presencia de factores mineralizantes especiales, tales como; los Cloruros (Cl), los Sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) y el Estroncio (Sr), entre otros, y a los valores anómalos de la concentración de Radón-222 medidos en la fuente, equivalentes a  $58\,260.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $1.57 \text{ nCi.L}^{-1}$ ).

14. El agua mineral, ya definida como mineromedicinal en el pozo profundo de Villa Elisa, corresponde a la Sección Acuífera del Interbasáltico, - **"bien diferente a este mismo corte en las localidades de Federación, Chajarí y Colón"**-, que desde el punto de vista de su composición fisico-química responde al tipo de agua Clorurada-Sulfatada Sódica, siendo su expresión más característica:  $\text{Cl}_{73}\text{-SO}_4_{26}/\text{Na}_{86}$ , con un predominio casi absoluto del ión  $\text{Cl}^-$  y absoluto del  $\text{Na}^+$ .
15. Por otro lado, las aguas frías ( $T = 23.1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) del pozo de 106 metros de profundidad, perforado en el predio (muestra PA-3) y con caudales en el orden de los  $200\text{-}300 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  y  $M = 0.73 \text{ g.L}^{-1}$ , corresponden al tipo de aguas Bicarbonatadas-Sulfatadas, Sódicas-Cálcicas, siendo su expresión característica  $\text{HCO}_3_{70}\text{-SO}_4_{21}/\text{Na}_{54}\text{-Ca}_{35}$ ; mientras que, la muestra tomada en la Pileta No. 5 (PL-4), se corresponde al tipo químico de agua Clorurada-Sulfatada- Sódica, siendo su expresión característica  $\text{Cl}_{82}\text{-SO}_4_{17}/\text{Na}_{84}$ , con un predominio absoluto de los iones  $\text{Cl}^-$  y de  $\text{Na}^+$ .
16. Como se observa, en la pileta No. 5, en el momento del muestreo (Agosto/01) ocurre una mezcla, (que aunque no sabemos cuáles fueron las proporciones relativas del agua del pozo termal y del agua fría) que cambio en determinado grado la composición natural del pozo termal en cuanto a la presencia de los sulfatos, pero sin perder sus propiedades mineromedicinales.

17. La mezcla de agua (M-1), realizada arbitrariamente, corresponde el tipo químico de agua Clorurada-Sulfatada- Sódica- Cálcica, siendo su expresión:  $Cl_{54} - SO_4_{42} / Na_{70} - Ca_{28}$ , mientras que a la mezcla (M-2), también proporcionalmente arbitraria, le corresponde el mismo tipo químico de agua cuya expresión es  $Cl_{65} - SO_4_{31} / Na_{78} - Ca_{21}$ . De estos resultados se puede apreciar, la necesidad de tener bajo control técnico la adición de agua para aumentar los caudales de entrega a las piletas, y la disminución de la temperatura en ellas para los diferentes usos, pues pueden ocurrir cambios significativos en las calidades del agua mineromedicinal e inclusive perder las propiedades mineromedicinales, como fue en el caso de las muestras M-1 y M-2 (Ver anexo textual No.4) y del análisis físico químico del 31/Agosto/00 a una mezcla realizada en la instalación (Ver Tabla No.22).
18. Esta situación sobre el manejo de las aguas debe tenerse en cuenta a la hora de seleccionar las piletas para los diferentes tipos de servicios y programas de tratamientos de Turismo-Salud, Balneocosméticos y Turístico-Recreativos.
19. Los valores de los microcomponentes biológicamente activos (ó elementos mineralizantes especiales), tales como: el Li, el Br, el Fe. As, el I, y otros están presentes en pequeñísimas cantidades, no constituyendo éstos, grupos balneológicos específicos, a excepción del Estroncio (Sr) y los contenidos de Cloruros y Sulfatos. En otras palabras, existen tres (3) grupos balneológicos en las aguas.
20. De acuerdo al valor del indicador geoquímico  $Na / Cl$  en  $mg L^{-1}$  obtenidos en los análisis físico-químicos actuales y en los precedentes (Informe II), equivalente desde 0.78 hasta 0.86, nos permite suponer que las aguas del pozo profundo de la Terna,

posiblemente son de origen marino. Igualmente los contenidos de Estroncio ( $Sr = 15 \text{ mg L}^{-1}$ ) y de Yodo ( $I = 1.0 \text{ mg L}^{-1}$ ) en esta agua pueden avalar este origen.

21. Los resultados de la determinación de la concentración de Radón-222 y Radio-226 in situ, realizadas en la boca del pozo termal de la instalación Terma de Villa Elisa dieron valores de la concentración de Radón-222 inferiores a  $67340.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  (Becquerelio por metro cúbico) ó  $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$  (nanocurio por litro). A partir de estos valores, las aguas son clasificadas como radiactivas, según el Código Alimentario Español. El valor promedio obtenido de la concentración de Radón-222 fue de  $58\,260.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $1.57 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), mientras que para el Radio-226 fue de  $28\,575 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $0.77 \text{ nCi.L}^{-1}$ ). Es decir no clasifican como Aguas Radioactivas, pero sí con valores muy anómalos.
22. Con relación a las microalgas asociadas de las muestras colectadas, las determinaciones dieron resultados negativos, es decir no se detectó la presencia de este tipo de microflora.

**En resumen:**

Atendiendo a los resultados obtenidos (Anexo Textual No. 4) y a los análisis fisico-químicos precedentes, en la Terma Villa Elisa no están presentes las Aguas Minerales Naturales (1<sup>er</sup> tipo de recurso natural termal detectado). Sin embargo si existen, de acuerdo a los Grupos Balneológicos y al Código Alimentario Español, Aguas Mineromedicinales de excelente calidad terapéutica (2<sup>do</sup> tipo de recurso).

Ello viene dado por la presencia de varios componentes:

- a- En primer lugar, por los valores de la Mineralización Total ( $M > 18-19 \text{ g.L}^{-1}$ ) que están muy por encima de los  $1-2 \text{ g.L}^{-1}$ .
- b- En segundo lugar, por los contenidos de Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), cuyos valores por encima de  $1200 \text{ mg.L}^{-1}$  se consideran con acción farmacológica y se diferencian como un Grupo Balneológico específico, el Grupo XIV de la Clasificación Balneológica, el de las Aguas Cloruradas.
- c- En tercer lugar, por los contenidos de los Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), cuyos valores por encima de  $950 \text{ mg.L}^{-1}$ , se consideran con acción farmacológica y se diferencian como un Grupo Balneológico específico, el Grupo XVI de la Clasificación Balneológica, el de las Aguas Sulfatadas.
- d- En cuarto lugar, por los contenidos de Estroncio ( $\text{Sr}$ ), cuyos valores por encima de  $10 \text{ mg.L}^{-1}$  se consideran con acción farmacológica y se diferencian como un Grupo Balneológico específico, el Grupo XIII de la Clasificación Balneológica, el de las Aguas Estróncicas.

Además, estas aguas presentan valores de la radiactividad, caracterizada por una concentración de Radón-222 equivalente a  $1.57 \text{ nCi L}^{-1}$ , que aunque no llegan a clasificar como Aguas Radiactivas, si son valores anómalos que pueden tener acción terapéutica. Igualmente presentan valores anómalos los contenidos de Yodo (I) equivalentes a  $1.0 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Por otro lado, de acuerdo al valor de la relación geoquímica  $\text{Na/Cl}$ , en  $\text{mg.L}^{-1}$ , equivalente a 0.86. se puede inferir que las aguas del pozo profundo de la Terma Villa

Elisa, tienen un probable origen marino. La relación Na / Cl de las aguas marinas es aproximadamente 0.90 - 0.95 y mayores que 1.0.

En otras palabras, las aguas del pozo profundo termal que corta la sección acuífera del Interbasáltico en la Terma de Villa Elisa son aguas mineromedicinales, que cumplen con las especificaciones del Código Alimentario Español y con la clasificación de los grupos Balneológicos y constituyen el segundo tipo de recursos naturales termales caracterizados en el presente Estudio para esta localidad.

Estas aguas mineromedicinales, aunque pertenecen al Interbasáltico, según la bibliografía consultada (Busso S., 1999), presentan propiedades y características fisico-químicas bien distintas a las aguas profundas de los complejos Termales de Federación, Colón y Chajarí que también se alimentan de esa sección, así como son aguas de sedimentación de origen marino, mientras que las otras tres, son de infiltración.

Con este resumen hemos realizado la evaluación y caracterización, así como, la interpretación de los resultados de los análisis físicos- químicos actuales y precedentes de los recursos naturales termales, que en definitiva fueron las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos, paso previo y necesario para poder establecer y argumentar sus usos en el Turismo y la Salud (el Turismo-Salud) y la Industria Especializada (Cosmética y dermocosmética)

## **2.- RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS FORMAS DE EXPLOTACIÓN Y USOS DEL COMPLEJO TERMAL.**

Atendiendo a los usos y a las propiedades y características estudiadas, las aguas mineromedicinales y sus tres (3) Grupos Balneológicos se pueden emplear en:

## 1. EL TURISMO

### a) Agua mineromedicinal de composición

Clorurada- Sódica y de mineralización alta en usos recreativos turísticos para baños en piscinas con su correspondiente control higiénico-sanitario y régimen de temperatura mediante el enfriamiento y dilución del agua con las aguas frías de otro pozo con abundante caudal, utilizando la tecnología que disponen para ello.



De esta manera pueden brindar el servicio que ofrecen actualmente, por ejemplo, en dos piletas (una de adulto y la otra para los niños).

Mediante el control de algunos parámetros, en la instalación como, el PH, la conductividad y los TDS se podrían mantener una determinada estabilidad de estas mezclas y adiciones de agua en las piletas seleccionadas para este uso, para evitar que ocurra un cambio significativo de la calidad terapéutica de las aguas, como en las muestras M-1 y M-2, las cuales se realizaron arbitrariamente, tal y como se hace en la instalación, es decir sin control in situ de sus parámetros físico-químicos.

## 2. EN EL TURISMO-SALUD

Se emplean las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos por sus efectos profilácticos benéficos y en determinados grado, para aliviar algunas dolencias en:



- a) Usos terapéuticos, fundamentalmente por vía externa en baños, bañeras, en piletas y otras técnicas de aplicación.

Debido a los factores mineralizantes especiales que tienen y a los grupos balneológicos diferenciados, estas aguas son muy empleadas.



Entre las indicaciones más utilizadas están su empleo en pacientes con afecciones y problemas reumatológicos, secuelas de traumatismo y post-traumatismo, problemas del aparato locomotor: artrosis, artritis, tendinitis, afecciones de la circulación y algunos dermatológicos.

- b) Balneocosmética, por los valores de pH, clasificadas como débilmente alcalinas, tanto las del pozo profundo, como las aguas mezcladas de las piletas, por los elementos y metales útiles que contienen como son el K, Na, Sr y otros, las aguas mezcladas en las piletas se pueden emplear para determinados tipos de servicios de estética termal, acompañados con el empleo de los peloides ó lodos y las macroalgas traídos de otros lugares del país.

### **3. EN LA INDUSTRIA ESPECIALIZADA**

Debido a la alta concentración de sales ( $M = 16.87 \text{ g.L}^{-1}$ ) y a algunos de sus elementos útiles, estas aguas se pueden emplear como aditivos para diferentes productos cosméticos y como materia prima para la elaboración de agua tónica y algunos tipos de cremas.

Estas deben ser pequeñas producciones, pues los volúmenes existentes de agua del pozo termal, deben ser para los usos de los programas de TURISMO-SALUD que se proponen en el presente estudio.



### **3.- POSIBILIDADES DE TRASLADO DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES.**

Las aguas mineromedicinales del pozo profundo en caso de ser necesario, pueden trasladarse a distancias cortas por tuberías. Ahora bien, teniendo en cuenta que son aguas de alta mineralización. ( $M = 16.87 \text{ g.L}^{-1}$ ) y de composición Clorurada-Sulfatada-Sódica, son muy agresivas a los metales y a los equipos de bombeo, por lo que su traslado debe realizarse con materiales anticorrosivos.

Pudieran también ser trasladadas a mayores distancias sin perder propiedades en envases plásticos bien cerrados de determinadas capacidades para su uso en algunos lugares (Centros Spa, clínicas, etc.), debido a su elevado poder terapéutico y propiedades benéficas.

Un aspecto importante a considerar en el traslado, además de la corrosión, es el control periódico que debe realizarse sobre la calidad higiénico – sanitaria de las mismas en los lugares de empleo.

Sin embargo, teniendo en cuenta, los volúmenes existentes y sus actuales y futuros usos, no recomendamos su traslado, sino concentrarse en ampliar y diversificar sus usos en

las actuales instalaciones y en los bungalows que se construyan en el predio, así como en el hotel próximo a su terminación.

A continuación y teniendo en cuenta las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos diferenciados y caracterizados en esta Terma, integrando como una necesidad muy importantes los lodos ó peloides ya estudiados y en aplicación en el Centro Médico de Orientación Termal y en dos hoteles cuatro estrellas de Río Hondo en la provincia de Santiago del Estero, ofrecemos la propuesta de un **Nuevo Producto Termal** para esta instalación, que debiera comercializarse principalmente como Turismo-Salud por las magníficas calidades terapéuticas que posee, complementándose con los servicios de Balneocosmética y turísticos- recreativos en general.

Debe integrarse este Complejo Termal además, en la medida de las posibilidades reales existentes, en un circuito turístico termal con el Complejo de Colón por su cercanía y diferencias básicas de los recursos de aguas mineromedicinales, programas de servicios y tratamientos, así como, por otros factores de conveniencia común, entre ambas localidades. En otras palabras, se propone un circuito turístico-termal que complemente a ambas ciudades con sus complejos termales ofertando servicios y tratamientos diversos.

#### **4.- PROPUESTA DEL PRODUCTO TERMAL ELABORADO A PARTIR DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES**

Actualmente las aguas termales en las instalaciones de la Terma de Villa Elisa son empleadas básicamente en el turismo-recreativo contándose con tres piletas dobles, seis

(6) en total, de ellas 3 para adultos y 3 para niños, con duchas colectivas y otras instalaciones e infraestructura casi exclusivamente para estos fines.

Ahora bien, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio y la existencia de un solo tipo de recurso natural termal - las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos-, en el pozo profundo de la Terma, así como sus caudales no tan significativos en el orden de los 50-60 m<sup>3</sup>/h y la relativa estabilidad de sus propiedades, Recomendamos ampliar la oferta y darle paulatinamente al Complejo Termal, un uso más racional, incorporando una mayor gama de servicios y tratamientos con los recursos termales con que cuenta y con la incorporación a ellos, como una necesidad, de un nuevo recurso, Los Peloides, que pueden traerse de la Prov. Santiago del Estero ó de Termas de Río Hondo, sin grandes dificultades y costos. Ello se realizaría a través de dos tipos de programas que se proponen: Generales (Calidad de Vida) y Especiales Terapéuticos.

En este lugar con el recurso natural termal que se tiene caracterizado en el presente informe más el que se propone incorporar, es decir, los lodos, además de los usos actuales de la instalación, se pueden ofrecer y comercializar en un futuro cercano, (con las adecuadas modificaciones y necesarias inversiones):

- ❖ Servicios y tratamientos de Turismo-Salud
- ❖ Servicios y tratamientos de Balneocosmética (Estética y Belleza)
- ❖ Elaboración de algunos productos cosméticos (cremas, jabones, shampoo, etc.) in situ en pequeñas cantidades.

- ❖ Construcción y Montaje de un Centro Spa modular para la correcta implementación de estos programas .

## **PROPUESTA**

### **COMPLEJO TERMAL DE VILLA ELISA**

#### **Recursos Naturales Termales:**

Aguas Mineromedicinales de alta mineralización, de composición Cloruradas-Sulfatadas Sódicas, Estróncicas (Sr = 15 mg/L), con iones Cloruros (> 7000 mg/L) y sulfatos (> 3000 mg/L), Mesotermales, y con valores anómalos de Radón-222.

- Por su alta mineralización, contenidos predominante de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{Na}^+$  y temperaturas superiores a 35 °C se utilizan en baños, duchas, piletas e inhalaciones. Y por sus efectos mecánicos, térmicos, analgésicos y sedantes se pueden usar en afecciones circulatorias del aparato locomotor y afecciones reumatológicas. Las aguas cloruradas de alta mineralización se indican como estimulantes de las funciones celulares, de la actividad secretoria, del metabolismo, etc.
- Por la concentración anómala del Radón – 222 ( $1.57 \text{ nCi.L}^{-1}$ ) tienen efectos sedantes y se indican en el estrés y el asma bronquial.
- Por los contenidos elevados de Cloruro de Sodio tienen una acción de aumentar el poder de defensa de la piel y mucosas, así como, de efectos generales de estimulación orgánica. También tienen efectos sedantes y analgésicos, antiinflamatorios, etc.

De acuerdo a estas características y propiedades de las aguas mineromedicinales del Complejo Termal de Villa Elisa se pueden desarrollar diferentes tipos de programas generales y especiales terapéuticos, los cuales aparecerán descritos más adelante.

Todos estos programas pueden ampliar su espectro de indicaciones con dos productos fundamentales:

- Las macroalgas del Sur del país y;
- Los lodos mineromedicinales sulfurados ó peloides de la Salina de Huyamampa, ubicada en el Departamento de La Banda, provincia Santiago del Estero; que además, complementan las acciones profilácticas y terapéuticas de las aguas mineromedicinales de muy buena calidad de la instalación. Por otro lado, se enriquecerán con elementos mínimos que aporten otras modalidades terapéuticas, como agentes físicos, áreas y aparatos de gimnasia, sala de relax, toma de infusiones, gabinete para cosmética y estética, entre otros.

### **Programas de Servicios y Tratamientos para el Complejo Termal de Villa Elisa**

**I.- PROGRAMAS DE CALIDAD DE VIDA: Estos programas están dirigidos principalmente a personas sanas.**

#### ***A) Programa de Familiarización (7 días)***

- ❖ Consulta Médica Inicial.
- ❖ Baño de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje con chorro dirigido
- ❖ Duchas
- ❖ Ejercicios subacuáticos grupales en pileta.

- ❖ Aplicación de lodos (parcial)
- ❖ Masaje corporal (total)
- ❖ Masaje facial
- ❖ Gimnasia con aparatos
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax

*B) Programa de Puesta en Forma (12 días)*

- ❖ Consulta Médica Inicial.
- ❖ Ejercicios subacuáticos en bañeras individuales.
- ❖ Ejercicios subacuáticos grupales en pileta.
- ❖ Baños de vapor.
- ❖ Aplicaciones de lodos (parcial)
- ❖ Masajes corporal (parcial)
- ❖ Masajes previo al ejercicio
- ❖ Gimnasia sin aparatos
- ❖ Gimnasia con aparatos
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax

**II.- PROGRAMAS ESPECIALES (TERAPÉUTICOS):** Dirigidos a la prevención y alivio de dolencias en personas no sanas en combinación con sus vacaciones de salud.

*A) Programas Antirreumáticos (12 días)*

- ❖ Consulta Médica Inicial.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Ejercicios subacuáticos en bañeras individuales.

- ❖ Ejercicios subacuáticos grupales en pileta
- ❖ Duchas
- ❖ Aplicaciones de lodos (parcial)
- ❖ Fisioterapia
- ❖ Masoterapia (analgésicos, relajantes y tonificantes)
- ❖ Kinesioterapia (activas y pasivas según el caso)
- ❖ Gimnasia terapéutica (Ejercicios de Charriere, William, especiales de columna vertebral, correctivos e isométricos)
- ❖ Mecanoterapia
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax
- ❖ Consulta Médica Final

*B) Programas Circulatorios (12 días)*

- ❖ Consulta Médica Inicial.
- ❖ Ejercicios subacuáticos en bañeras individuales
- ❖ Ejercicios subacuáticos grupales en pileta
- ❖ Hidromasaje (Jaguzzi)
- ❖ Hidromasaje con chorro dirigido (Jaguzzi)
- ❖ Duchas
- ❖ Aplicaciones de lodos (parcial)
- ❖ Masoterapia (analgésicos, relajantes, circulatorios y tonificantes ó previo al ejercicio)
- ❖ Gimnasia terapéutica (Ejercicios cardiovasculares, yoga e isométricos)



- ❖ Mecanoterapia
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax
- ❖ Consulta Médica Final

*C) Programa Dermatológico (12 días): Si se emplean lodos sulfurados ó peloides.*

- ❖ Consulta Médica Inicial.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Ejercicios subacuáticos en bañeras individuales.
- ❖ Duchas
- ❖ Aplicaciones de lodos (parcial)
- ❖ Masoterapia ( relajantes, especial y facial terapéutico)
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax
- ❖ Consulta Médica Final

Finalmente presentamos algunos ejemplos de Balnearios ó Centro Termales europeos y de otros países, con aguas cloruradas sódicas de alta mineralización utilizadas en diversas afecciones, cuyas características son similares al pozo profundo del complejo Termal de Villa Elisa.

- 1- Baden-Baden (Alemania): Tratamientos del aparato locomotor.
- 2- Salzuflen (Alemania): Aparato Locomotor y afecciones circulatorias.
- 3- BourBon-Lancy (Francia): Locomotor y circulatorio.
- 4- Bourbonne-les-Bains (Francia): Locomotor y Circulatorio
- 5- Leamington Spa (Gran Bretaña): Locomotor y Respiratorio
- 6- Ischia (Italia): Locomotor

- 7- Amieira-Azenha (Portugal): Locomotor y Dermatológico.
- 8- Estoril (Portugal): Locomotor y Dermatológico.
- 9- Rheinfelden (Suiza): Locomotor y Reumatológico.
- 10- Elguea (Cuba): Locomotor, Dermatológico y Sistema nervioso.
- 11- Glenwood Spa (USA): Locomotor y Sistema Nervioso.
- 12- Ixtapan de la Sal (México): Locomotor y sistema Nervioso.

## **CONCLUSIONES**

- I. Las aguas del Complejo Termal de Villa Elisa se clasifican como aguas mineromedicinales de excelente calidad terapéutica, debido a la presencia de varios factores mineralizantes especiales (ó grupos balneológicos) tales como: el Estroncio, los Cloruros, y los Sulfatos disueltos que se encuentran en cantidades superiores a los establecidos por el Código Alimentario Español, y a la clasificación de los Grupos Balneológicos, del Instituto Central de Balneología de Rusia.
- II. Las aguas del pozo termal por el valor de su temperatura de 40 °C, clasifican como mesotermales y no necesitan ser enfriadas para sus usos en el Turismo-Salud; sin embargo, para los fines turísticos-recreativos sí deben enfriarse.
- III. Los análisis realizados en la Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral", de Cuba, son confiables y tienen la calidad requerida, debido a que fueron comprobados mediante el sistema de análisis múltiples con patrones, obteniéndose resultados satisfactorios en dichas comprobaciones.

- IV. Atendiendo a la composición iónica, las aguas del pozo profundo de la terma clasifica como Clorurada- Sulfatada- Sódicas, con un predominio de los iones de Cloruro y de Sodio, con valores de la mineralización total superiores a los  $16 \text{ g.L}^{-1}$ , aspecto que las distingue de las otras termas del noreste de la provincia de Entre Ríos.
- V. Por las características fisico-químicas, por las propiedades y los grupos balneológicos presentes, y por el manejo de las aguas termales y frías de la instalación, el empleo más probable de las aguas mineromedicinales pueden ser:
- \* Usos recreativos-turísticos, como se realiza en la actualidad;
  - \* Usos terapéuticos en bañeras, baños, piletas y otras técnicas de aplicación, en el Turismo-Salud;
  - \* Para servicios y tratamientos de balneocosmética y;
  - \* Como materia prima para la elaboración de algunos productos cosméticos en pequeña escala.
- VI. Desde el punto de vista terapéutico la forma más frecuente de utilizar esta agua, según la Dra. San Martín y otros, es la balneación, y las duchas e irrigaciones, aunque también se emplean en las técnicas de pulverizaciones y de inhalaciones.
- VII. Desde el punto de vista de la concentración de Radón-222, éstas aguas aunque no clasifican como radiactivas, sí presentan altos valores anómalos de este parámetro.  
( $1.57 \text{ nCi.L}^{-1}$ )
- VIII. Los cálculos dosimétricos realizados solamente para la exposición por inhalación de Radón-222, debido a que no es recomendable su ingestión por la alta salinidad

de las aguas, reflejan que las Dosis Equivalente Efectiva para “cuerpo entero” es inferior al valor límite superior de 50 mSv año<sup>-1</sup> fijado por las organizaciones internacionales de protección radiológica (Gómez A. J., 1993).

- IX. Se propuso un nuevo producto termal específico para esta Terma consistente en dos tipos de programas de servicios y tratamientos de Turismo-Salud: Generales y Especiales Terapéuticos, con el uso complementario de los lodos sulfurados y las macroalgas de otras áreas del país con vista a prevenir y aliviar diferentes tipos de dolencias.
- X. Deben especializarse las piletas de la instalación para los diferentes servicios y tratamientos recomendados en los programas generales y especiales terapéuticos, así como, para los usos recreativos-turísticos, utilizando lo más racionalmente posible el excelente recurso mineromedicinal que poseen.
- XI. No existe un producto termal combinando la terapia con las aguas mineromedicinales existentes, la Fangoterapia (que debe adicionarse) y la Rehabilitación Termal, como la vía más rápida y efectiva para obtener logros sociales y una mayor efectividad económica de las instalaciones termales existentes y/o en proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

- I. Realizar en los próximos tres años, al menos una vez por año, un Análisis Físico-Químico Completo de las aguas del Complejo Termal por personal especializado, con el objetivo de mantener actualizado las características y propiedades de este recurso natural, teniendo en cuenta sus usos y posibilidades.

- II. Realizar muestreo periódico de las aguas para análisis bacteriológico, teniendo en cuenta que las aguas se emplean en piscinas y otros tipos de servicios dentro de la instalación.
- III. Aplicar la cura balneológica por la técnica de inhalación del Radón-222 en bañeras y/o recintos cubiertos o cerrados teniendo en cuenta que las concentraciones de este gas en los estudios realizados son considerados anómalos.
- IV. Adecuar la promoción actual a los resultados fisico-químicos obtenidos, así como, a la propuesta del nuevo producto termal elaborado, con sus programas especializados terapéuticos y de Calidad de Vida, como marketing para promover el Complejo Termal de Villa Elisa.
- V. Preparar un proyecto más integral para los usos de las aguas mineromedicinales y de los recursos complementarios en la instalación, con vista a potenciar el producto termal, y a obtener mayores beneficios económicos.
- VI. Controlar adecuadamente, con la ayuda de mediciones in situ los parámetros fisico-químicos (Conductividad, TDS y pH), la adición de agua fría a las piletas de la instalación, básicamente en verano, con vista a mantener las calidades de las aguas de la instalación y por ende, los programas de servicios y tratamientos que se ofrecen como Turismo-Salud y de Balneocosmética; teniendo en cuenta que la adición de otra agua de diferente composición fisico-química, cambia el tipo químico de la fuente termal. (Como por ejemplo las muestras de mezcla realizadas durante los trabajos de relevamiento perdieron parte de las propiedades terapéuticas del agua del pozo profundo).

- VII. Se recomienda la creación de un nuevo producto termal, combinando la terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia y la Rehabilitación Termal.
- VIII. Se recomienda, inicialmente, la construcción y montaje de un pequeño, modular y funcional centro del tipo Termal-Spa para ofertar el nuevo producto termal propuesto, unido al entorno y a los atractivos turísticos y culturales de la localidad.
- IX. Se recomienda organizar el nuevo producto termal propuesto mediante la modalidad del Multidestino Termal entre este Complejo Termal de Villa Elisa y la Terma de Colón, como una vía efectiva de potenciar ambas instalaciones.

## **VI. 5- INFORME TÉCNICO DEL COMPLEJO TERMAL CHAJARI**

En la actualidad la Intendencia se encuentra enfrascada en la fase constructiva de un complejo recreativo termal ubicado a 3 Km aproximadamente de las afueras de la ciudad y próximo a la Ruta Provincial No. 14., Ocupando un predio de 41 hectáreas.

Durante la visita al complejo se colectaron en total seis (6) de ellas; una muestra (PT- 7) correspondiente al pozo termal surgente, para el estudio físico-químico de las aguas incluyendo la determinación de sulfuros, dos (2) para las determinaciones de las microalgas asociadas al ecosistema termal ( MA-7 y MA-8) y se realizaron in situ las determinaciones de la radiactividad a través de las mediciones de Radón 222 y el Radio 226 en las aguas. (Detectores H-28 y HR-4). Todos los resultados aparecen reflejados en el anexo textual No. 5 y en las Tablas Nros.28, 34 y 35 correspondientes a los epígrafes V.1.2 y V.2.1, respectivamente.

Así como, se realizó la medición de varios parámetros in situ (pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica y TDS) de su fuente principal, así como otras determinaciones realizadas anteriormente. (Ver Tablas Nros. 23 y 24 del epígrafe IV.3 del presente documento).

A continuación se realiza el Informe Técnico de la instalación teniendo en cuenta todos los resultados alcanzados en el presente estudio.

## **1.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y reflejados en el anexo textual No. 5 y en la Tabla No. 23, así como, los descritos anteriormente, se realiza a continuación la evaluación y caracterización físico-química de las aguas minerales (tanto las minerales naturales, como las mineromedicinales), de las microalgas asociadas a este ecosistema termal, y de la radiactividad de las aguas en el complejo termal de Chajari.

Las mediciones de parámetros físico-químicos in situ, realizados en la instalación (pozo termal) se compararon, y de acuerdo a estos resultados se obtuvo que:

1. El rango de variación de las determinaciones in situ de la Conductividad Eléctrica, el pH, la Temperatura y el TDS en el agua del pozo termal no sufren variaciones significativas en ambos períodos.
2. El pH presenta un valor que oscila en el pozo termal entre 7.8 y 8.4. De acuerdo a estos valores y según la clasificación de los Dres. Ivanov y Nebraev ( Ivanov V. y otros, 1982), las aguas de esta instalación pertenecen al grupo 5 de dicha clasificación, o sea:
  - **Grupo 5.- Aguas débilmente alcalinas (pH = 7.25-8.5)**
3. La temperatura de surgencia del agua en la boca del pozo se mantiene prácticamente constante todo el año, así como, tampoco ha variado desde que comenzó su explotación en el año 2000, alcanzando un valor estable entre 38 y 39 °C. De acuerdo a este valor y teniendo en cuenta la clasificación de la Hidrología Médica y



del Instituto Central de Balneología de Rusia, las aguas del pozo termal se clasifican como **mesotermales**.

4. El valor de la mineralización total, o sea la suma de todas las sustancias disueltas, tanto en forma iónica como de moléculas no disociadas, de las aguas en el pozo surgente de la instalación (muestra PT-7) responde al valor de  $0.64 \text{ g.L}^{-1}$ , siendo en otro análisis químico realizado por el ITEMIN-SEGEMAR de  $0.59 \text{ g.L}^{-1}$ ; clasificándose las mismas como aguas con mineralización total inferior a un gramo por litro o sea de baja mineralización. Estas muestras corresponden a dos períodos de tiempo diferentes, una tomada el 6 de Octubre / 2000 (cercano al período de lluvia) y otra en Agosto / 2001 (seca), por lo que se demuestra la relativa estabilidad fisico-química de su comportamiento.
5. La concentración celular de las microalgas en el pozo termal alcanza el orden de las  $20\,700 \text{ cel/L}$ ; y está constituida fundamentalmente por los grupos de Cianobacterias y Diatomeas.
6. La especie dominante presente en estas aguas fue la *Lyngbya Vacuolifera* con más del 91 % del total de abundancia en las células.
7. Los valores de los microcomponentes tóxicos, cianuro ( $\text{CN}^-$ ), los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ), los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), hallados en las aguas de la muestra colectada se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles, establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral natural para envasar y como agua minero medicinal para baños e ingestión en el campo de la Hidrología Médica y la Balneología Moderna.

8. Los contenidos de los metales como el As, Hg, Mo, Ni, Cd, Cr, Pb, Zn y otros en pequeñísimas cantidades se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos internacionalmente para su uso como agua mineral para usos internos (como bebida) y externos (para baños), así como, el contenido de materia orgánica.
9. Teniendo en cuenta, los resultados de los análisis físico-químicos realizados en los dos periodos de tiempo en el pozo termal surgente de Chajarí, comparándolos con los valores máximos permisibles de las normas internacionales, CODEX ALIMENTARIUS CL 19996/3 – NMW de la FAO y de la OMS y la NC:2:1996, reflejados en la Tabla No.47 podemos decir, que las aguas del pozo surgente del Complejo Termal de Chajarí se pueden clasificar como **Aguas Minerales Naturales** de buena calidad para su envasado y distribución nacional e internacional, en un futuro próximo, pues son de mineralización media ( $M \leq 1,0$  g.L<sup>-1</sup>).

**Tabla No. 47 - Tabla comparativa con los parámetros internacionales.**

Normativas del CODEX ALIMENTARIUS. Límites Máximos permisibles.		COMPLEJO TERMAL CHAJARÍ	
		PT-7 Agosto/2001	INTEMIN-SEGEMAR Octubre/2000
Cu	1 mg/L	<0,010	
Mn	0,5 / 2 (*)	<0,006	0.005
Zn	5	0,014	
Borato H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30	0,10	0.176
Mat. Orgánico como O <sub>2</sub>	3	< 3	
As Total	0.01 / 0.08 (*)	<0,08	0.021
Bario	0,7 / 1 (*)	< 0,10	
Cadmio	0,003 / 0.005 (*)	<0,005	
Cromo	0,05	0,026	
Plomo	0,01 / 0.1 (*)	<0,10	
Mercurio	0,001/ 0.03 (*)	<0,020	
Selenio	0.01 / 0.04 (*)	<0,04	

(continuación)			
Normativas del CODEX ALIMENTARIUS.		COMPLEJO TERMAL CHAJARÍ	
Límites Máximos permisibles.		PT-7 Agosto/2001	INTEMIN-SEGEMAR Octubre/2000
Fluoruro	2	0.57	0.6
Nitrato	45	<10	0.2
Sulfuro como SH <sub>2</sub>	0.05	<1,0	
Antimonio	0.005 / 0.08 (*)	<0,080	
Níquel	0.02	<0,010	
Nitritos	0.02	<0,03	
CN <sup>-</sup>	0.07	< 0.03	
Observaciones	(*) Límites aceptados en la Norma cubana NC:2:1996 para aguas minerales naturales	Cumple	Ausencia de determinaciones para comparar

10. El agua mineral ya definida, en el pozo surgente del Complejo Termal y que corresponde a la mezcla en determinado grado, de las secciones acuíferas inter e infrabasálticas, cuyas aguas desde el punto de vista físico-químico responden al tipo de agua Bicarbonatada – Clorurada - Sódica, siendo su expresión característica  $\text{HCO}_3(44) - \text{Cl}(40) - \text{Na}^+(88)$  similar al tipo de composición química obtenida en Octubre/2000 por los profesionales del Instituto de Tecnología Minera-SEGEMAR.
11. Los valores de los cationes, tales como el Sr, Ba, Cr, K, V y otros (anexo textual No. 5), están presentes en muy pocas cantidades, tal y como corresponde a las aguas de baja mineralización y de acuerdo a lo que se describe en la bibliografía internacional.
12. Los valores de los componentes biológicamente activos (ó elementos mineralizantes especiales) como el Li, Sr, Fe, Br, I y otros, como se encuentran en cantidades muy pequeñas, no constituyen grupos balneológicos específicos de aguas

mineromedicinales, a excepción de las determinaciones del Radón – 222, que sí clasifican a las aguas dentro del grupo IV de Aguas Radiactivas-Radónicas, de acuerdo a la clasificación definida anteriormente.

13. Los resultados de las determinaciones de la concentración de Radón – 222 y de Radio – 226 in situ, realizadas en la boca del pozo surgente del Complejo dieron valores de la concentración de Radón –222 superiores a los  $67340 \text{ Bqm}^{-3}$  (Becquerelio por metro cúbico) ó  $1.82 \text{ nCi; L}^{-1}$  (Nanocurie por litro) y a partir de estos valores, las aguas son clasificadas como radiactivas, según el código Alimentario Español.
14. El valor obtenido de la concentración de Radón –222 fue de  $73\ 299.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $1.98 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), mientras que para el Radio-226 fue de  $21\ 148.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $0.57 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), por lo que las aguas se clasifican dentro del Grupo Balneológico de las aguas mineromedicinales radiactivas.

**En Resumen:**

El primer tipo de recurso natural termal existente en el Complejo Termal, es el agua mineral natural correspondiente a la muestra PT-7, que de acuerdo a los resultados alcanzados (anexo textual No. 5) y su comparación con las normas internacionales (Tabla No. 47) posee buenas calidades, aunque se hace necesario previo a su explotación y uso realizar un control estricto y sistemático de los indicadores microbiológicos en dicha fuente.

También debe realizarse un control anual de los parámetros físicos-químicos durante los próximos tres años, con el objetivo de valorar la estabilidad en ese periodo.

Las aguas del pozo surgente de la instalación, según las especificaciones del Código Alimentario Español, clasifican como mineromedicinales de los Grupos II y III, que a saber son:

**Grupo II:** Aguas mineromedicinales con factores mineralizantes especiales:

- a) Radiactivas Radónicas (debido a la presencia del Radón –222 por encima de los 1,82 nCi.L<sup>-1</sup>)

**Grupo III:** Aguas mineromedicinales con mineralización total inferior a 1,0 g.L<sup>-1</sup>, o sea, de débil mineralización denominadas también Acrototermales cuando la temperatura de surgencia es mayor de 35°C. En este tipo de agua, algunos cationes y metales útiles no alcanzan valores significativos pero su acción terapéutica se debe a la presencia de esas pequeñísimas cantidades por ejemplo, el bario (Ba), potasio (K), sílice (SiO<sub>2</sub>), estroncio (Sr) que pueden ejercer acciones directas ó indirectas importantes sobre el organismo humano (anexo textual No. 5 )

En otras palabras, las aguas del pozo surgente (PT-7) que atraviesa las secciones acuíferas inter e infrabasálticas no aisladas entre sí en el Complejo Termal de Chajarí, son aguas mineromedicinales, que cumplen con las especificaciones del Código Alimentario Español y con la clasificación de los Grupos Balneológicos y constituyen el segundo tipo de recursos naturales termales determinado en el presente Estudio para esta localidad.

Los resultados obtenidos sobre las microalgas es decir, los grupos y la especie dominante, así como, la concentración celular determinada, permiten su empleo en diversas formas no elaboradas y/o elaboradas en la instalación actual, aunque es

importante señalar que, teniendo en cuenta las elevadas presiones naturales del acuífero en explotación se recomienda el uso de las concentraciones de microalgas en la terapéutica ya que sus volúmenes pueden verse afectadas por esos valores de presión. Desde el punto de vista de su utilización práctica, una concentración celular de microalgas en las aguas, equivalente a  $1.0 \times 10^4$  cel/L, se considera como valor mínimo admisible.

Los valores reales obtenidos en las muestras estudiadas, sobrepasan en dos veces estas cantidades mínimas, por lo que pueden y deben ser empleadas para los usos previstos y recomendados en el presente Estudio.

Con la identificación, cuantificación y caracterización de las microalgas asociadas a las aguas del pozo surgente de la instalación, queda confirmada la presencia del Tercer Tipo de recursos naturales termales, descrito en dicha localidad, **las microalgas**.

Hasta aquí, hemos realizado la evaluación y caracterización, así como la interpretación de los resultados alcanzados, de los tres recursos termales diferenciados en el Complejo Termal de Chajarí paso previo e indispensable para poder establecer y justificar sus usos en el Turismo, el Turismo-salud y la Industria especializada (agua envasada y cosméticos)

## **2. RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS FORMAS DE EXPLOTACION Y USOS DEL COMPLEJO TERMAL.**

Las aguas minerales del Complejo Termal, tienen el doble propósito de servir, por un lado como Minerales Naturales y como Mineromedicinales por el otro, similar a la de los Complejos Termales de Concordia y Federación.

Atendiendo a los usos y a las propiedades físico-químicas estudiadas, las aguas minerales naturales, las mineromedicinales y las microalgas asociadas de este Complejo se pueden emplear en:

### **1. EL TURISMO**

a) Agua mineromedicinal en usos recreativos para baños en piscinas con sus correspondientes controles sanitario e higiénico y régimen de temperatura.



b) Agua mineral natural en usos comerciales, produciendo un agua mineral envasada la cual tendría como mercados principales los turistas que visitan el Complejo y la ciudad de Chajarí, pues sería la promoción más económica para la comercialización del Complejo. Como se conoce, en casi todas las termas de Europa con aguas de este tipo ó similares, éstas se envasan; Ejemplos de ellos son las aguas Evian, Perrier y Vichy en Francia, San Pellegrino en Italia, Vichy Catalán en España y muchas otras.

### **2. EN EL TURISMO-SALUD**

Se emplean solamente las aguas mineromedicinales por su efecto benéfico en:



- a) Usos terapéuticos, de acuerdo a su composición, son empleadas las aguas de baja mineralización del tipo Acratotermiales (temperatura  $> 35^{\circ}\text{C}$ ) y con la presencia en pequeñísimas cantidades de algunos cationes y componentes activos, se emplean básicamente en balneación ó hidroterapia.
- b) Usos externos, debido a la presencia de factores mineralizantes especiales, como el Radón –222 cuyos efectos sedantes, analgésicos, antiespasmódicos y reguladores del tono vegetativo, son muy empleados. Entre las indicaciones más utilizadas están su empleo en pacientes con asma bronquial, la gota, los procesos congestivos crónicos ginecológicos, el estrés, entre otros.
- c) Posterior a su enfriamiento pueden emplearse con buenos resultados en la cura hidropínica, o sea la ingestión de bebidas en dosis recomendadas con el correspondiente control higiénico sanitario.
- d) Balneocosmética por los valores de pH, clasificadas como débilmente alcalinas y cantidades relativas de microalgas presentes y por los contenidos anómalos de  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , las aguas de este complejo son buenas para diferentes servicios y tratamientos de estética y belleza y como profilaxis para atenuar la esclerodermia ó endurecimiento de la piel (Ivanov V., 1982)



### **3. EN LA INDUSTRIA ESPECIALIZADA**

a) Como agua mineral natural de buena calidad para envasar, pues sus aguas de mineralización media ( $M \leq 1,0 \text{ g.L}^{-1}$ ), las cuales, aunque son de composición química compleja, podrían conservar sin grandes dificultades de almacenamiento hasta 1-2 años sus propiedades fundamentales y con los grandes caudales de surgencia que poseen servirían para el montaje de una planta de 15-30 millones de litros anuales como mínimo.



### **3. POSIBILIDADES DE TRASLADOS DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES.**

Tanto las aguas minerales naturales, como las mineromedicinales, en caso de ser necesario, pueden trasladarse por tuberías ó en envases cerrados a distancias económicamente factibles, sin temor a que pierdan sus propiedades benéficas fundamentales que son, las Microalgas asociadas disueltas en las aguas y el Radón – 222 ya que:

- Las microalgas disueltas, mientras no estén en contacto directo prolongado con los rayos solares en depósitos donde el agua no circule, no tendrán problemas, es decir no habrá crecimiento ni variaciones que afecten la calidad del agua

- El Radón –222, por su parte se encuentra disuelto en el agua, que a su vez contiene valores anómalos de Radio 226, que garantizan una fuente estable de **Radón – 222** en las mismas, lo que nos permite el traslado del agua desde el pozo de captación a cualquier distancia técnica y económicamente factible, sin correr el riesgo de que disminuya la concentración del gas Radón – 222 en las aguas mineromedicinales.

Un aspecto importante lo es, controlar periódicamente la calidad higiénico-sanitario en el punto de llegada, teniendo en cuenta que estas fuentes serán empleadas en la Hidrología Médica y en la estética y belleza básicamente.

A continuación y teniendo en cuenta los recursos termales ya caracterizados con que cuenta este Complejo y los usos previstos, integrando además, los peloides ó fangos ya estudiados y en aplicación en el Centro Médico de Orientación Termal y en dos hoteles cuatro estrellas de la ciudad termal de Río Hondo, en la provincia Santiago del Estero, ofrecemos la propuesta de un **Nuevo Producto Termal** para esta instalación, que pudiera comercializarse como Turismo-Salud, incluyendo además, los servicios de Calidad de Vida con Programas de Estética y Belleza, Anti-Stress, Antiobesidad, por la presencia de las microalgas, el pH y los valores anómalos de la sílice en las aguas, la radiactividad y otros elementos acompañantes, además del agradable entorno.

En la actualidad, el Complejo no cuenta con una infraestructura adecuada para ofrecer un grupo de servicios y tratamientos, pero puede ser objeto de futuras proyecciones la misma, teniendo en cuenta en primer lugar, las características y propiedades de su fuente y la estratégica ubicación cercana a la Ruta Nacional No.14. Algunas de sus piletas

pueden ser seleccionadas para brindar servicios de hidroterapia y kinesiología subacuática ya que disponen de estructuras favorables como por ejemplo: hidrojet, efectos de cascadas, entre otras.

Ahora bien, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudios y la existencia de los tres (3) tipos de recursos naturales termales en el pozo surgente del Complejo, así como sus caudales constantes y la relativa estabilidad de sus propiedades, **recomendamos** introducir las adecuadas modificaciones en el proyecto de desarrollo y ampliar y especializar la oferta y darle paulatinamente al Complejo Termal un uso más racional, incorporando una mejor gama de servicios y tratamientos con los recursos termales con que cuenta y con la incorporación a ellos de otro recurso, -los Peloides-, que pueden traerse desde Santiago del Estero y de otros lugares que estén estudiados y caracterizados adecuadamente.

En este lugar con los recursos ya caracterizados en el presente informe, además de los usos que se prevén de la instalación, se pueden ofrecer y comercializar en un futuro próximo (con las adecuadas modificaciones e inversiones):

- ❖ Servicios y tratamientos de Turismo-Salud
- ❖ Envasado industrial de agua mineral natural
- ❖ Servicios y tratamientos de Calidad de Vida (Estética y Belleza, Antiestrés, etc.)
- ❖ Construcción y montaje de un Centro Spa modular para la correcta implementación de estos programas con un personal capacitado y especializado.

#### **4.- PROPUESTA DE UN PRODUCTO TERMAL ELABORADO A PARTIR DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

##### **COMPLEJO TERMAL DE CHAJARI**

###### **Recursos Naturales Termales:**

Aguas Mineromedicinales, Radiactivas, Mesotermales, alcalinas, con Microalgas-Bicarbonatadas- Cloruradas- Sódicas - Acratotermales.

- Por su Radiactividad, escasa mineralización y temperatura por encima 35°C se utilizan en baños, duchas, inhalaciones, pulverizaciones, etc. Y por sus efectos mecánicos, térmicos, analgésicos y sedantes, en afecciones crónicas reumáticas y del aparato locomotor; Además aumentan la eliminación de ácido úrico. Y también se indican en: Asma Bronquial, Bronquitis Asmatiformes, afecciones nerviosas, estrés y otras.
- Por su contenido en microalgas, tienen acciones balnecosméticas.

A continuación, en la Tabla No.48 Se presentan los diferentes tipos de programas generales (de Estética y Belleza y otros) y especiales terapéuticos a desarrollar por las características y propiedades de las aguas mineromedicinales y sus microalgas asociadas.

**Tabla No.48 - Programas elaborados a partir de los recursos naturales termales disponibles.**

PROGRAMAS GENERALES	PROGRAMAS ESPECIALES TERAPÉUTICOS
<p>Programa Anti-Stress: (Calidad de Vida)                      Por sus efectos sedantes debido a su Radiactividad.</p>	<p>Programa Locomotor:                      Procesos Algicos Reumáticos Crónicos por su Radiactividad y temperatura, pudiendo incluirse afecciones neurológicas asociados a los mismos.</p>
<p>Programa de puesta en forma: (Calidad de Vida)                      Por ser aguas de baja mineralización cuyos valores de temperatura son óptimos para la Hidrología Médica.                      Se emplea si se incorporan elementos de fitness.</p>	<p>Programa Respiratorio:                      Asma Bronquial y Bronquitis Asmatiforme, por su Radiactividad, aplicándola en forma de Inhalaciones y pulverizaciones</p>
<p>Programa de Balneocosmética: (Estética y Belleza)                      Por su contenido en microalgas, en oligominerales y por su pH.</p>	<p>Programa Urológico:                      Es necesario establecer las dosis a emplear en la cura hidropínica previo enfriamiento del agua.</p>

Todos los programas anteriormente citados, pueden ampliar su espectro de indicaciones con un producto fundamental, los fangos ó lodos mineromedicinales sulfurados de la Salina de Huyamampa ubicada en el Departamento La Banda en Santiago del Estero, que además complementan las acciones de esta agua. Por otro lado, se enriquecerán con elementos mínimos que aporten otras modalidades terapéuticas, como agentes físicos,

áreas y aparatos de gimnasia, sala relax, toma de infusiones y cubierta plástica para inhalaciones (ó con equipos de inhalación).

### **Programas de Servicios y Tratamientos para el Complejo Termal de Chajarí**

Programas especiales terapéuticos con una duración entre 10 y 14 días.

#### **1) Programa Locomotor:**

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Baños de inmersión en bañeras
- ❖ Hidromasaje
- ❖ Ejercicios subacuáticos individuales y grupales.
- ❖ Kinesioterapia subacuática
- ❖ Masajes terapéuticos
- ❖ Aplicaciones de lodos (por aplicaciones y por el método combinado)
- ❖ Calor infrarrojo.
- ❖ Gimnasia terapéutica.
- ❖ Mecanoterapia.
- ❖ Kinesioterapia.
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

#### **2) Programa Respiratorio**

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Inhalación de emanaciones radiactivas con cubierta plástica (ó con equipo inhalador).

- ❖ Gimnasia terapéutica. Ejercicios respiratorios
- ❖ Toma de infusiones-Sala relax.

### 3) Programa Urológico

- ❖ Consulta Médica Inicial y Final.
- ❖ Curas Hidropínicas.

Entre los programas de Calidad de Vida, con una duración de 7 a 10 días, recomendamos:

#### 1) Programa Anti-Stress

- Consulta Médica Inicial y Final
- Baños de inmersión en bañeras
- Hidromasaje
- Masaje Corporal (Total ó parcial)
- Masajes terapéuticos relajantes
- Aplicaciones de lodos.
- Método Egipcio
- Facial
- Gimnasia Cultural Física (sin aparatos)
- Toma de infusiones – Sala relax

#### 2) Programa de Balneocosmética.

- Consulta Médica Inicial y Final
- Baños de inmersión en bañeras
- Hidromasaje

- Masaje Corporal (Total ó parcial)
- Masajes terapéuticos relajantes.
- Aplicaciones de lodos.
- Mascarilla Facial Cosmética
- Aplicación parcial cosmética (Zona de celulitis, flacidez, etc.)
- Gimnasia Cultural Física (sin aparatos y/o con aparatos)
- Toma de infusiones –Sala relax.

### 3) Programa Puesta en forma.

- Consulta Médica Inicial.
- Ejercicios subacuáticos en bañeras individuales.
- Ejercicios subacuáticos grupales en pileta.
- Baños de vapor.
- Aplicaciones de lodos (parcial)
- Masajes corporales (parcial)
- Masajes previos al ejercicio
- Gimnasia sin aparatos
- Gimnasia con aparatos
- Toma de infusiones-Sala relax

Presentamos a continuación algunos ejemplos de estas aguas en el mundo:

- 1- Kreuznach (Alemania): Locomotor y Respiratorio
- 2- Munster am Stein (Francia): Locomotor y Respiratorio



- 3- Nérís les Bains (Francia): Sistema nervioso y Locomotor
- 4- Bagni di Bornio (Italia): Locomotor
- 5- Luso (Portugal): Urinario y Locomotor
- 6- Serra Negra (Brasil): Urinario, Piel
- 7- Tabio (Colombia): Locomotor, circulatorio y Piel
- 8- El Peñón (México): Locomotor

## **CONCLUSIONES.**

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden sacar las siguientes conclusiones generales:

- I. Se detectan la presencia de tres tipos de recursos naturales termales en el complejo termal Chajarí, que a saber son:

1° Tipo.- . Aguas mineromedicinales radiactivas, debido a la presencia de un factor mineralizante especial –EL RADÓN-, que se encuentra en cantidades superiores al valor mínimo establecido internacionalmente ( $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), alcanzando en las determinaciones realizadas los  $2,50 \text{ nCi.L}^{-1}$ . Asimismo, pertenecen al Grupo Balneológico de Aguas Alcalinas, por el predominio absoluto de los iones  $\text{HCO}_3^-$  y el  $\text{Na}^+$  y además son diuréticas.

2° Tipo.- . Aguas minerales naturales para su envasado industrial, teniendo en cuenta que son de baja mineralización, ( $M < 1000 \text{ mg.L}^{-1}$  ó  $1 \text{ g. L}^{-1}$ ) y no contienen elementos tóxicos ni contaminantes, cumpliendo

cabalmente con los parámetros del CODEX Alimentarius para aguas minerales naturales.

3° Tipo.- Microalgas asociadas a las aguas mineromedicinales del pozo surgente de la instalación que responden a los grupos de Cianobacterias y Diatomeas características de ecosistemas termales con un total de 20 700 cel/L, superiores a los valores mínimos de estas concentraciones en aguas minerales, ambas con amplio usos en la prevención del envejecimiento cutáneo Clement, 1967, Durad.-Chastel, 1993, Bulik, 1993, atribuyen a las Cianobacterias una acción preservadora por sus agentes antioxidantes, permitiendo una vida más longeva y joven

- II. Las aguas del pozo termal por el valor de su temperatura de 39°C, clasifican como mesotermiales y se consideran óptimas para sus usos: en el Turismo-Salud y en la balneocosmética, hasta los 37-39°C; mientras que para los fines turísticos-recreativos y la ingestión las aguas deben enfriarse a valores alrededor de los 30°C.
- III. Los análisis realizados en la Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral", de Cuba, son confiables y tienen la calidad requerida, debido a que fueron comprobados mediante el sistema de análisis múltiples con patrones, obteniéndose resultados satisfactorios en dichas comprobaciones.
- IV. Desde el punto de vista de la composición iónica las aguas de la fuente termal de Chajarí clasifica como Bicarbonatadas-Cloruradas- Sódicas, débilmente alcalinas y de baja mineralización (inferior a 1.0 g.L<sup>-1</sup>), similar a la fuente termal del Complejo de Federación.

- V. Atendiendo a los estudios realizados sobre las características físico-químicas, presencia de microalgas y otros, los usos de las aguas mineromedicinales de la instalación pueden ser:
- ❖ Usos recreativos-turísticos;
  - ❖ Tratamientos de belleza, mediante los servicios de Balneocosmética;
  - ❖ Usos terapéuticos (internos y externos);
  - ❖ Como agua mineral natural de excelente calidad para envasar y;
- VI. Desde el punto de vista terapéutico según la Dra. San Martín y otros, las aguas de baja mineralización, de temperatura superior a los 35 °C, y radiactivas, como es el caso de la fuente termal del complejo de Chajarí, se emplean principalmente en forma de baños, piletas pequeñas, inhalaciones, pulverizaciones, etc., por sus efectos térmicos y sedantes, muy favorables en el tratamiento de afecciones crónicas reumáticas, asma bronquial, gota, estrés y en trastornos del aparato locomotor, que precisan de rehabilitación hidroterápica, etc.
- VII. Las Dosis Equivalentes Efectivas recibidas por los curistas por inhalación de Radón-222 e ingestión de Radón-222 y Radio-226 en mSv calculadas para diferentes “órganos críticos”, tales como: estómago, tejido osteogénico, médula roja y para el “cuerpo entero” son inferiores a la dosis límite superior permisible de 50 mSv año<sup>-1</sup> fijada por los organismos internacionales de protección a las radiaciones ionizantes (Gómez A. J., 1993).
- VIII. Se propuso un nuevo producto termal específico para esta Terma consistente en varios programas de servicios y tratamientos de Turismo-Salud, de Calidad y

Bienestar de Vida, así como, de Estética y Belleza con el uso complementario de los peloides de Santiago del Estero ó de otro lugar del país que se encuentren estudiados.

- IX. No existe un producto termal combinando la terapia con las aguas mineromedicinales existentes, la Fangoterapia (que debe adicionarse) y la Rehabilitación Termal, como la vía más rápida y efectiva para obtener logros sociales y una mayor efectividad económica de las instalaciones termales existentes y/o en proyecto.

#### **RECOMENDACIONES.**

- I. Realizar en el próximo año, y durante dos años más, otro Análisis Físico-Químico Completo de las aguas del Complejo Termal por personal especializado, con el objetivo de mantener actualizado las características y propiedades de este recurso natural, teniendo en cuenta sus usos y posibilidades.
- II. Realizar muestreo periódico de las aguas para análisis bacteriológico, teniendo en cuenta que las aguas se emplean en piscinas y otros tipos de servicios dentro de la instalación.
- III. Es necesario llevar a cabo un control ambiental para evitar cualquier tipo de contaminación que conlleve a la proliferación de microalgas tóxicas o el cambio de la estructura de la microflora.
- IV. Las Aguas Radiactivas de la Terma Chajarí, como lo demuestran los estudios dosimétricos realizados, pueden ser utilizadas para usos balneológicos, con un amplio rango de seguridad radiológica, en las técnicas terapéuticas siguientes:

- Inhalaciones y pulverizaciones.
  - Hidroterapia.
  - Curas hidropínicas.
  - Combinación de 2 o más técnicas.
- V. Adecuar la promoción que se realice, a los resultados físico-químicos, y de microalgas obtenidos, así como, la propuesta del nuevo producto termal elaborado, con sus programas especializados, de Calidad de Vida, etc., como marketing para promover el Complejo.
- VI. Adecuar el proyecto de desarrollo con una tendencia a un uso más racional de los recursos naturales existentes, las aguas mineromedicinales y minerales naturales de la instalación, así como, de los recursos complementarios a incorporar, con vista a potenciar el producto termal, y a obtener mayores beneficios económicos.
- VII. Se recomienda la creación de un nuevo producto termal, combinando la terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia y la Rehabilitación Termal.
- VIII. Se recomienda, inicialmente, la construcción y montaje de un pequeño, modular y funcional centro del tipo Termal-Spa para ofertar el nuevo producto termal propuesto, unido al entorno y a los atractivos turísticos y culturales de la localidad.

## **VI. 6.- INFORME TÉCNICO DE LOS RECURSOS TERMALES DE LA PAZ.**

La localidad de La Paz ubicada en el margen del Río Paraná sobre el extremo noroeste de la provincia es escenario de pesca reconocido en el ámbito internacional. Aún no se ha construido una instalación termal en el predio alrededor de la fuente termal captada.

En esta fuente, se llevo a cabo el estudio de las aguas que incluyó, entre otros, el análisis y la interpretación de los datos de la perforación termal, de las propiedades físico-químicas de las aguas anteriormente realizadas, el muestreo para Análisis Físico-Químico Completo (muestras PT-8 y PT-9), para las determinaciones de microalgas presentes (MA- 11), y de la concentración in situ del Radón-222, y el Radio-226 (detector LP-1), así como la medición de varios parámetros in situ reflejada en la Tabla No.25 del epigrafe IV.3.

Debe destacarse que, por los elevados índices de salinidad de esta agua y la necesidad en condiciones de laboratorio de realizar una gran cantidad de diluciones (manipulación de las muestras) se consideró oportuno por los profesionales actuantes realizar dos (2) muestreos en la misma fuente correspondiendo a las muestras entregadas PT-8 y PT-9 durante las dos visitas realizadas a la localidad en los trabajos de relevamiento ejecutados. (Ver resultados en el anexo textual No. 6)

Adicionalmente, se realizó el muestreo de un pozo de agua fría correspondiente al abasto de la ciudad (muestra PA-4) y se colectaron dos (2) muestras de mezclas in situ de ambos pozos (termal y agua fría) realizadas por los profesionales actuantes (M-3 y M-4), teniendo en cuenta que:

1. Por los elevados índices de salinidad de las aguas del pozo termal está deberá diluirse para los usos básicamente turísticos-recreativos y también para el uso para el Turismo-Salud.
2. Las aguas del pozo termal deben tratarse antes de expulsar sus residuales al medio ambiental.

Por otra parte, los resultados de la concentración de Radón-222 y Radio-226 en el pozo termal de La Paz, así como, en el medio ambiente (aire) del lugar se reflejan en la Tabla No. 33 correspondiente al epígrafe V.1.2 del presente documento.

Mientras que los resultados de las microalgas, a partir de las determinaciones de la muestra de agua tomada en el pozo termal dieron negativos, o sea, no se detectó la presencia en las aguas de microflora, ni de ningún grupo, ni especies.

A continuación se confecciona el siguiente Informe Técnico como resultado del procesamiento y la interpretación de la información obtenida durante la realización del estudio de la fuente termal en esta localidad.

## **1.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos y reflejados en el anexo textual No. 6, las determinaciones in situ de los parámetros físico-químicos, los análisis realizados anteriormente reflejados en la Tabla No. 26 del presente documento, se realiza a continuación la evaluación y caracterización físico-química de las aguas en la fuente termal de la localidad de La Paz, comenzando por las mediciones in situ.

Las mediciones de los parámetros físico-químicos in situ, realizados en la instalación (pozo termal, piletas y pozo de agua fría) se compararon, y de acuerdo a estos resultados se obtuvo que:

- 1- La conductividad eléctrica (CE) en el pozo termal supera los 100 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  como valor promedio, mientras que los sólidos solubles totales (TDS) responden a valores de 50 500  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- 2- El valor de la temperatura del pozo termal es  $40^{\circ}\text{C}$ , favorable para sus usos en Turismo-Salud.

Otros resultados de la evaluación y caracterización de las aguas correspondientes a las muestras PT-8, PT-9 y las mezclas M-3 y M-4, revelan que:

- 3- El pH presenta un valor en el pozo termal 7.1, y según la clasificación de los Dres. Ivanov V. y otros, 1982, investigadores del Instituto Central de Balneología de Rusia, las aguas de esta instalación pertenecen al grupo 4 de dicha clasificación, o sea:
  - Grupo 4 - Aguas neutras (pH = 6.85-7.2).
- 4- La temperatura de surgencia del agua en la boca del pozo se mantiene prácticamente constante todo el año, así como, tampoco ha variado desde que comenzó la surgencia, alcanzando un valor estable de  $40^{\circ}\text{C}$ . De acuerdo, a este valor y teniendo en cuenta la clasificación de la Hidrología Médica y del Instituto Central de Balneología de Rusia, las aguas del pozo termal clasifican como Mesotermiales,
- 5- El valor de la Mineralización, o sea la suma de todas las sustancia disueltas, tanto en forma iónica como de moléculas no asociadas, de las aguas del pozo termal de la



localidad (muestras PT-8 y PT-9) alcanza los valores de 77 y 78 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose las mismas como Aguas Fuertemente Mineralizadas, según la Hidrología Médica Española, y como Salmueras según, el Instituto Central de Balneología de Rusia.

- 6- El valor de la Mineralización en el agua del pozo de agua fría (PA-4), es de 0.87 g.L<sup>-1</sup>, clasificándose como aguas de baja mineralización.
- 7- El valor de la Mineralización de las muestras mezcladas por los profesionales actuantes (M-3 y M-4), correspondientes a proporciones arbitrarias, presentan los valores siguientes: M-3, M = 31.6 g. L<sup>-1</sup> y M-4, M = 38 g.L<sup>-1</sup>.
- 8- Los valores de los microcomponentes tóxicos, tales como: el Cianuro(CN), los Nitratos (NO<sub>3</sub>) y el Amonio (NH<sub>4</sub>); detectados en los análisis de las muestras colectadas (PT-8, PT-9, M-3 y M-4) se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos internacionalmente para su uso como Agua Mineromedicinal, mientras que los contenidos de los Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) se encuentran elevados, es decir por encima de los valores permisibles. (Ver anexo textual No.6). Este aspecto debe prestársele atención teniendo en cuenta, que para sus usos en baños y bañeras constituye un elemento que invalida, por lo que será necesario establecer un control al respecto. Ténganse en cuenta que, al parecer la contaminación es proveniente en todos los casos de la fuente termal, ya que la muestra PA-4 correspondiente al pozo de abasto no reporta esos índices de nitritos.
- 9- En la fuente termal los contenidos de los metales tóxicos como: el Pb, el As, el Hg, el Mo, el Ni, el Cd, el Cr, el Zn y otros se encuentran en pequeñísimas cantidades, es

decir, por debajo de los límites máximos permisibles establecidos internacionalmente para su uso.

10- De acuerdo a los resultados de los Análisis Físico-Químicos Completos realizados, y los análisis procedentes de otros laboratorios para el pozo termal y las mezclas de la instalación, las aguas de la Terma son consideradas de mineralización fuerte ( $M > 35 \text{ g.L}^{-1}$ ), por lo que no procede realizar comparaciones con los valores máximos permisibles de las normas CODEX ALIMENTARIUS CL 1996/3- NMW de la FAO /OMS y NC:2:1996. (Norma Cubana) ya que en ningún caso podrían emplearse como agua mineral natural.

11- Teniendo en cuenta los resultados actuales de los análisis obtenidos (anexo textual No.6) y los anteriormente realizados, y comparándolos con las clasificaciones, del Código Alimentario Español, y de los Grupos Balneológicos diferenciados, las aguas del pozo profundo de La Paz, y en las mezclas realizadas en el laboratorio, se pueden clasificar como **Aguas Mineromedicinales**, de excelente calidad terapéutica. Ello se debe a la presencia de la Mineralización Total por encima de  $35 \text{ g L}^{-1}$ , a la presencia de factores mineralizantes especiales, tales como; el Estroncio (Sr), los sulfatos ( $\text{SO}_4$ ), el Calcio (Ca), los cloruros (Cl) y el Magnesio (Mg) y a los valores anómalos de la concentración de Radón-222, equivalentes a  $1.34 \text{ nCi.L}^{-1}$  y otros.

12- También debemos destacar los contenidos elevados de la sílice expresada como ácido metasilíceo reportados ( $45 \text{ mg/L}$ ) en la muestra del pozo de abasto fría PA-4, lo que permite clasificar a esta agua como silíceas.

- 13-El agua mineral, ya definida como mineromedicinal en el pozo profundo de La Paz, desde el punto de vista de su composición físico-química responde al tipo de agua **Clorurada-Sódica**, siendo su expresión más característica:  $\text{Cl}_{86}\text{-SO}_4_{16}/\text{Na}_{95}$ , con un predominio casi absoluto del ión  $\text{Cl}^-$  y absoluto del  $\text{Na}^+$ .
- 14-Por otro lado, las aguas frías del pozo de abasto (muestra PA-4) corresponden al tipo de aguas **Bicarbonatadas-Cloruradas-Sulfatadas- Sódicas-Cálcicas**, siendo su expresión característica  $\text{HCO}_3_{60}\text{-SO}_4_{20}\text{-Cl}_{20}/\text{Na}_{57}\text{-Ca}_{34}$  considerándose aguas de composición compleja.
- 15-Mientras que las mezclas de aguas realizadas (M-3 y M-4) corresponde el tipo químico de aguas **Clorurada-Sulfatada- Sódicas**, siendo sus expresiones:  $\text{Cl}_{85}\text{-SO}_4_{14}/\text{Na}_{91}$ ,  $\text{Cl}_{88}\text{-SO}_4_{12}/\text{Na}_{94}$ , respectivamente. Estas características servirán para el manejo de las aguas a la hora de seleccionar las piletas para los diferentes tipos de servicios y programas de tratamientos que se quieran implementar, ya sea de Turismo-Salud. Balneocosméticos y Turístico-Recreativos.
- 16-Los valores de los microcomponentes biológicamente activos (ó elementos mineralizantes especiales), tales como: el Li, el Br, el Fe. As, el I y otros están presentes en pequeñísimas cantidades, no constituyendo éstos, grupos balneológicos específicos, a excepción del Estroncio (Sr), y los contenidos elevados Cloruros, Sulfatos, Calcio y Magnesio. En otras palabras, existen cinco (5) grupos balneológicos en las aguas de esta fuente termal, de aquí su elevado valor terapéutico.

17-De acuerdo al valor del indicador geoquímico Na / Cl en  $\text{mg.L}^{-1}$  obtenido en los análisis físico-químicos actuales equivalente a 0.86 es similar al del agua de mar, lo que nos permite suponer que las aguas del pozo profundo de la localidad, son posiblemente de origen marino. Igualmente los contenidos de Estroncio ( $\text{Sr} = 19 \text{ mg.L}^{-1}$ ) y de Yodo ( $\text{I} = 1.18 \text{ mg.L}^{-1}$ ) en esta agua, son elementos indicativos de estos ambientes y pueden avalar este origen.

18- Los resultados de la determinación de la concentración de Radón-222 y Radio-226 in situ, realizadas en la boca del pozo termal de la localidad dieron valores de la concentración de Radón-222 inferiores a  $67340.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  (Becquerelio por metro cúbico) ó  $1.82 \text{ nCi.L}^{-1}$  (nanocurio por litro). A partir de estos valores, las aguas son clasificadas como radiactivas, según el Código Alimentario Español. El valor promedio obtenido de la concentración de Radón -222 fue de  $41\ 567.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $1.34 \text{ nCi.L}^{-1}$ ), mientras que para el radio-226 fue de  $17\ 219.0 \text{ Bq.m}^{-3}$  ( $0.46 \text{ nCi.L}^{-1}$ ). Es decir no clasifican como Aguas Radiactivas.

19- Con relación a las microalgas asociadas de las muestras colectadas, las determinaciones dieron resultados negativos, no se detectó la presencia de este tipo de microflora.

**En resumen:**

Atendiendo a los resultados obtenidos (anexo textual No. 6) y a los análisis físico-químicos, las aguas mineromedicinales de la fuente termal de La Paz clasifican en el II Grupo: Aguas con factores mineralizantes especiales y, de acuerdo a los Grupos

Balneológicos y al Código Alimentario Español, estas son consideradas de excelente calidad terapéutica.

Ello viene dado por la presencia de varios componentes:

- a). En primer lugar, por los valores de la Mineralización Total ( $M > 77-78 \text{ g.L}^{-1}$ ) que están por encima de los  $35 \text{ g.L}^{-1}$ , valor normativo que clasifican a las aguas mineromedicinales como fuertemente mineralizadas ó salmueras.
- b). En segundo lugar, por los contenidos de Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), cuyos valores por encima de  $1200 \text{ mg.L}^{-1}$  se consideran con acción farmacológica y se diferencian como un Grupo Balneológico específico, el Grupo XIV de la Clasificación Balneológica, el de las Aguas Cloruradas.
- c). En tercer lugar, por los contenidos de los Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), cuyos valores por encima de  $950 \text{ mg.L}^{-1}$ , se consideran con acción farmacológica y se diferencian como un Grupo Balneológico específico, el Grupo XVI de la Clasificación Balneológica, el de las Aguas Sulfatadas.
- d). En cuarto lugar, por los contenidos de Calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), cuyos valores se encuentran por encima de  $300 \text{ mg.L}^{-1}$ , se consideran con acción farmacológica diferenciándose como del grupo Balneológico XVII de las Aguas Cálcidas.
- e). En quinto lugar, por los contenidos de Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), cuyos valores se encuentran por encima de  $150 \text{ mg.L}^{-1}$ , se consideran con acción farmacológica diferenciándose como del grupo Balneológico XVII de las Aguas Magnesianas.
- f). En sexto lugar, por los contenidos de Estroncio ( $\text{Sr}$ ), cuyos valores por encima de  $10 \text{ mg.L}^{-1}$  se consideran con acción farmacológica y se diferencian como un Grupo

Balneológico específico, el Grupo XIII de la Clasificación Balneológica, el de las Aguas Estróncicas.

Además, estas aguas presentan valores anómalos de la radiactividad, caracterizada por una concentración de Radón-222 equivalente a  $1.34 \text{ nCi.L}^{-1}$ , de Yodo (I) equivalente a  $1.18 \text{ mg.L}^{-1}$ , de Boro (B),  $7.3 \text{ mg.L}^{-1}$ , de Potasio (K)  $242 \text{ mg.L}^{-1}$ , entre otros.

En otras palabras, las aguas del pozo profundo termal de la localidad son aguas mineromedicinales, que cumplen con las especificaciones del Código Alimentario Español y con la clasificación de los grupos Balneológicos y constituyen aguas de excelente calidad terapéutica con una gama amplia de posibilidades de empleo en diversos servicios y tratamientos de Turismo-Salud y en la industria especializada de la cosmética. Aunque es necesario controlar sistemáticamente la fuente termal, teniendo en cuenta que los valores de los nitritos superan los límites máximos permisibles.

Estas aguas mineromedicinales, presentan propiedades y características físico-químicas bien distintas a las aguas profundas de los complejos Termales de Federación, Colón, Chajarí, y de Villa Elisa, aunque en estas últimas también existen evidencias de aguas de sedimentación de origen marino pero sus contenidos de sales son mucho menores.

Con este resumen hemos concluido la evaluación y caracterización, así como, la interpretación de los resultados de los análisis físico- químicos actuales y precedentes de los recursos naturales termales, que en definitiva fueron las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos, paso previo y necesario para poder establecer y argumentar sus usos en el Turismo, el Turismo-Salud y la Industria Especializada (cosmética y dermocosmética) a tener en cuenta, en las proyecciones futuras de una instalación termal

del tipo de Centro Termal-Spa donde se combinarían los servicios especiales de terapéutica rehabilitadora y la calidad de vida.

## **2.- RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS FORMAS DE EXPLOTACIÓN Y USOS DEL COMPLEJO TERMAL.**

Atendiendo a los usos y a las propiedades y características estudiadas, las aguas mineromedicinales y sus cinco (5) grupos Balneológicos se pueden emplear en:

### **I. EL TURISMO**

- a). Agua mineromedicinal de composición Clorurada- Sódica y de mineralización fuerte en usos recreativos turísticos para baños en piscinas con su correspondiente control higiénico-sanitario y régimen de temperatura mediante el enfriamiento y dilución del agua con las aguas frías de otro pozo, utilizando una adecuada tecnología como existe en la Terma de Villa Elisa. De esta manera pudieran brindar el servicio turístico-recreativo, por ejemplo en dos piletas, una de adultos y otra para niños, mediante el control de algunos parámetros.

### **II. EN EL TURISMO-SALUD**

Se emplean las aguas mineromedicinales y sus grupos balneológicos por sus efectos profilácticos benéficos y en determinados grado, para aliviar algunas dolencias en:

- a). Usos terapéuticos, fundamentalmente por vía externa en baños, bañeras, en piletas y otras técnicas de aplicación.

Debido a los factores mineralizantes especiales que tienen y a los grupos balneológicos diferenciados, éstas aguas son muy empleadas en pacientes con afecciones y problemas reumatológicos, secuelas de traumatismo y post-

traumatismo, problemas del aparato locomotor: artrosis, artritis, tendinitis, afecciones de la circulación y algunos dermatológicos (Armijo V. y San Martín J., 1994). Pueden, por tanto, ser empleadas con determinada eficacia en clínicas ó centros de rehabilitación.

- b). Balneocosmética, por los elementos y metales útiles que contienen como son el K, Na, Sr y otros, las aguas previamente mezcladas en las piletas con el pozo de abasto PA-4 que contiene valores elevados de sílice, se pueden emplear para determinados tipos de servicios de estética termal, acompañados con el empleo de los peloides ó lodos y las macroalgas traídos de otros lugares del país.

Observación: Para estos usos será necesario eliminar los contenidos de Nitritos que presentan las muestras del pozo termal profundo.

### **III. EN LA INDUSTRIA ESPECIALIZADA**

Debido a la alta mineralización ( $M > 35 \text{ g.L}^{-1}$ ) y a algunos de sus elementos útiles esta agua se puede emplear como aditivo para diferentes productos cosméticos y como materia prima para la elaboración de agua tónica y algunos tipos de cremas de amplia demanda en el mercado, con el uso complementario de los lodos y las macroalgas.

### **3.- POSIBILIDADES DE TRASLADO DE LOS RECURSOS NATURALES TERMALES EXISTENTES.**

Las aguas mineromedicinales del pozo profundo en caso de ser necesario, pueden trasladarse a distancias cortas por tuberías. Ahora bien, teniendo en cuenta que son aguas de fuerte mineralización. ( $M = 77- 78 \text{ g.L}^{-1}$ ) y de composición Clorurada-



Sulfatada-Sódica, son muy agresivas a los metales y a los equipos de bombeo por lo que su traslado debe realizarse con materiales anticorrosivos.

Pudieran también ser trasladadas a mayores distancias sin perder propiedades en envases plásticos bien cerrados de determinadas capacidades para su uso en algunos lugares como Centros Spa, clínicas, etc., debido a su elevado poder terapéutico y propiedades benéficas.

Un aspecto importante a considerar en el traslado, además de la corrosión, es el control periódico que debe realizarse sobre la calidad higiénico – sanitaria de las mismas en los lugares de empleo.

Sin embargo, teniendo en cuenta, los volúmenes existentes y sus futuros usos, no recomendamos su traslado, sino concentrarse en ampliar y diversificar sus usos en las instalaciones que se construyan en el predio seleccionado.

Teniendo en cuenta que aún en la localidad no se cuenta con una instalación para el uso y explotación de estos recursos no se propondrá la propuesta de programas de servicios y tratamientos, sólo destacaremos que, con la presencia en la localidad de aguas mineromedicinales de calidades terapéuticas excelentes y, posterior a la diferenciación de sus grupos balneológicos, así como la integración de otros recursos naturales termales como lo son los lodos ó peloides ya estudiados y caracterizados en la provincia de Santiago del Estero y actual aplicación en el Centro Médico de Orientación Termal y en dos hoteles cuatro estrellas de Río Hondo recomendamos: Construir un Centro del tipo Termal-Spa cuyo **Producto Termal** pudiera consistir en:

- ❖ Servicios y tratamientos de Turismo-Salud dirigidos básicamente a dolencias reumáticas, circulatorias, locomoción y dermatológicas.
- ❖ Servicios de rehabilitación termal, con el empleo de los fangos sulfurados y la actividad físico- médica, entre otros.
- ❖ Servicios y tratamientos de Balneocosmética (Estética y Belleza)
- ❖ Elaboración de algunos productos cosméticos (cremas, jabones, shampoo, etc.) in situ en pequeñas cantidades.
- ❖ Así como, servicios complementarios recreativos-turísticos.

Es importante señalar, que durante la implementación de este Centro Termal-Spa deberán tenerse en cuenta los elementos terapéuticos necesarios mínimos expuestos anteriormente en el presente documento, que aportan otras modalidades terapéuticas, como agentes físicos, áreas y aparatos de gimnasia, sala de relax, toma de infusiones, gabinete para cosmética y estética, entre otros. Es preciso señalar la necesidad de personal profesional capacitado, tanto médico, como técnico para la aplicación y puesta en marcha de los programas que se brindarán.

Algunos ejemplos de balnearios con fuentes cuyas características son similares a la fuente termal de la localidad de La Paz.

- 1- Salzuflen (Alemania): Locomotor y Circulación
- 2- Bourbon-Lancy (Francia): Locomotor y Circulación
- 3- Droitwich (Gran Bretaña): Locomotor (rehabilitación)
- 4- Cucos (Portugal): Locomotor

- 5- Bex-les-Bains (Suiza): Locomotor
- 6- Menéndez (Cuba): Locomotor, Piel y sistema Nervioso
- 7- El Tingo (Ecuador): Circulación y Locomotor
- 8- Saratoga Spa (USA): Circulación, Locomotor
- 9- Topochico (México): Locomotor

## **CONCLUSIONES**

- I. Las aguas de la fuente termal de La Paz se clasifican como aguas mineromedicinales de excelente calidad terapéutica, debido a la presencia de varios factores mineralizantes especiales (ó grupos balneológicos) tales como: los Cloruros, los Sulfatos, el Calcio, el Magnesio y el Estroncio, que se encuentran en cantidades superiores a los establecidos por el Código Alimentario Español, y a la clasificación de los Grupos Balneológicos, del Instituto Central de Balneología de Rusia.
- II. Las aguas del pozo termal por el valor de su temperatura de 40°C, clasifican como mesotermales y no necesitan ser enfriadas para sus usos en el Turismo-Salud; sin embargo, para los fines turísticos-recreativos sí deben enfriarse.
- III. Los análisis realizados en la Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral", de Cuba, son confiables y tienen la calidad requerida, debido a que fueron comprobados mediante el sistema de análisis múltiples con patrones, obteniéndose resultados satisfactorios en dichas comprobaciones.
- IV. Atendiendo a la composición iónica, las aguas del pozo profundo de la localidad de La Paz, clasifican como Cloruradas- Sulfatadas- Sódicas, con un predominio de

los iones de Cloruro y de Sodio, con valores de la mineralización total superiores a los 35 g.L<sup>-1</sup>, aspecto que las distingue de las otras termas del noreste de la provincia de Entre Ríos.

V. Por las características físico-químicas, propiedades y los grupos balneológicos presentes, el empleo más probable de las aguas mineromedicinales en la futura instalación puede ser:

- ❖ Usos recreativos-turísticos, para captar un mayor mercado;
- ❖ Usos terapéuticos en bañeras, baños, piletas y otras técnicas de aplicación, en el Turismo-Salud;
- ❖ Usos en la rehabilitación termal, con el empleo de otros recursos naturales termales.
- ❖ Para servicios y tratamientos de balneocosmética y;
- ❖ Como materia prima para la elaboración de algunos productos cosméticos en pequeña escala, por los volúmenes disponibles en el pozo termal.

VI. Desde el punto de vista terapéutico la forma más frecuente de utilizar esta agua, según la Dra. San Martín (Armijo V. y otros, 1994) es la balneación, y las duchas e irrigaciones, aunque también se emplean en las técnicas de pulverizaciones y de inhalaciones.

VII. Desde el punto de vista de la concentración de Radón 222, éstas aguas aunque no clasifican como radiactivas, sí presentan altos valores anómalos de este parámetro. (1.57 nCi.L<sup>-1</sup>). Sólo fue posible, por la elevada salinidad de esta agua, calcular la Dosis Equivalente Efectiva por exposición al Radón-222, a través de la vía de

incorporación al organismo humano por inhalación, la Dosis Equivalente Efectiva calculada por inhalación de Radón-222 es inferior al valor límite superior de 50 mSv año<sup>-1</sup> fijado por las organizaciones internacionales de protección radiológica.

**VIII.** Se propone la construcción de un Centro Termal-Spa atendiendo a las características y propiedades terapéuticas de las aguas mineromedicinales disponibles teniendo en cuenta, los elementos terapéuticos necesarios y la incorporación de otros recursos naturales termales (lodos mineromedicinales sulfurados) con vista a desarrollar un Producto Termal de Turismo-Salud, con énfasis en actividades de rehabilitación termal.

**IX.** Es necesario prestar atención a los contenidos de nitritos detectados en la fuente termal ya que se encuentran por encima de los valores permisibles establecidos en las normativas internacionales.

**X.** No existe un producto termal combinando la terapia con las aguas mineromedicinales existentes, la Fangoterapia (que debe adicionarse) y la Rehabilitación Termal, como la vía más rápida y efectiva para obtener logros sociales y una mayor efectividad económica de las instalaciones termales existentes y/o en proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

**I.** Realizar en los próximos tres años, al menos una vez por año, un Análisis Físico-Químico Completo de las aguas del Complejo Termal por personal especializado, con el objetivo de mantener actualizado las características y propiedades de este recurso natural, teniendo en cuenta sus posibles usos.

- II. Realizar muestreo periódico de las aguas para análisis bacteriológico, ya que las mismas se emplearán, de acuerdo sus propiedades terapéuticas básicamente en balneación y en duchas.
- III. Aplicar en la futura instalación la cura balneológica por la técnica de inhalación del Radón-222 en bañeras y/o recintos cubiertos o cerrados teniendo en cuenta que las concentraciones de este gas en los estudios realizados son considerados anómalos.
- IV. Preparar un proyecto integral para los usos de las aguas mineromedicinales y de los recursos complementarios en la futura instalación, contando con la asesoría de personal calificado.
- V. Controlar adecuadamente, con la ayuda de mediciones in situ de parámetros físico-químicos (Conductividad, TDS y pH), la adición de agua fría en las futuras piletas de la instalación, con vista a mantener las calidades de las aguas mineromedicinales y los efectos benéficos de las mismas.
- VI. Se recomienda controlar sistemáticamente los microcomponentes tóxicos, tales como: los Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), los Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) y el Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) del pozo termal; teniendo en cuenta que los contenidos de nitritos durante este estudio resultaron elevados.
- VII. Se recomienda la creación de un nuevo producto termal, combinando la terapia con aguas mineromedicinales, la Fangoterapia y la Rehabilitación Termal.

- VIII. Se recomienda, inicialmente, la construcción y montaje de un pequeño, modular y funcional centro del tipo Termal-Spa para ofertar el nuevo producto termal propuesto, unido al entorno y a los atractivos turísticos y culturales de la localidad.

## CONCLUSIONES FINALES DEL ESTUDIO

El avance realizado en el estudio del conocimiento de los recursos naturales termales de la provincia, permite disponer en la actualidad con un antecedente básico, a partir del cual se pueden desarrollar otros estudios complementarios ya que existe la posibilidad de acuerdo a los resultados alcanzados, de crear en todas las localidades objeto de estudio un nuevo producto de Turismo-Salud: “**EL PRODUCTO TERMAL**”, con vista a ampliar la utilización de estos recursos y ofrecer la posibilidad de obtener en primer lugar; el potencial de un desarrollo turístico y de turismo-salud de los lugares estudiados, así como una opción para el mejoramiento de la salud física y mental, el bienestar y la calidad de vida en general, ya que entre los servicios y tratamientos a ofertar se incluirán:

1. Los destinados a determinadas patologías: afecciones reumáticas, circulatorias, cardiovasculares, y dermatológicas.
2. Los que influyen en el aspecto psíquico de las personas: stress, agotamiento físico y nervioso.
3. Los encaminados a elevar la autovaloración: Celulitis, obesidad, reacondicionamiento físico, estética, belleza.
4. Otros.

Sin embargo, como se conoce, la explotación de los recursos termales no reporta beneficios únicamente en los aspectos referentes a la salud, sino que también puede repercutir en el desarrollo económico y social de la zona favorecida con su existencia, debido a que los centros termales y otras instalaciones:



1. Constituyen una fuente de empleo tanto para los naturales de la región, como para los profesionales foráneos, ya sea en un caso u otro, relacionados con la actividad termal directamente o con funciones conexas.
2. Lo anterior incide en el desarrollo cultural de los habitantes de la zona.
3. La utilización de las fuentes obliga a establecer determinadas regulaciones para su protección, lo que repercute en el equilibrio ecológico de la región.
4. La explotación racional y sobre bases científicas de los recursos termales, reporta beneficios económicos importantes por los centros termales ó turísticos que ofrecen servicios implementados a partir del empleo de estos recursos naturales.
5. Asimismo, también se convierte en un foco de atracción de capital foráneo, por el interés que este tema despierta en diferentes ramas del mundo empresarial (salud, turismo e industria, entre otras).

Adicionalmente, en la provincia de Entre Ríos, se describe un Sistema Acuífero Hipotermal (Busso S., 1999) constituido por los horizontes productivos de la sección Suprabasáltica, el cual no se explota con fines turísticos, tal y como se mencionó anteriormente; pero que, atendiendo a los resultados obtenidos del Estudio de Aguas Subterráneas ( Santi M.E., Sanguinetti, J.A. y otros, 2000), deben ser objeto de un estudio complementario las aguas salobres y saladas de las Formaciones acuíferas Ituzaingó, Paraná y Puerto Yerúa, con salinidades (mineralización, y/o residuo seco) superiores a los 2g/L, y de composición: Sulfatadas-cloruradas-sódicas; Cloruradas-sulfatadas-sódicas; así como, las Sulfatadas-cálcicas y las Bicarbonatadas-sódicas; teniendo en cuenta que estos resultados pueden considerarse también, de interés

balneoterapéutico en el desarrollo del producto Turismo-Salud y en la cosmética; así como para otros fines recreativos y turísticos en otras regiones de la provincia.

El informe se confeccionó dándole cumplimiento a los requerimientos expuesto en el contrato CFI No. de Expediente 4896 del 13 de julio del 2001 entre el Secretario General Ing. Juan José Ciácera y el Doctor en Ciencias Técnicas Ingeniero Hidrogeólogo Juan Romero Sánchez en su condición de experto.

**Bibliografía Consultada.**

- [1] Actas del Décimo Congreso Argentino Geológico Argentino. San Miguel de Tucuman. Argentina Tomo V, 1987.
- [2] Andrews, J. N. and Wood, D. F. 1972. Mechanism of Radon release in rock matrices and entry into groundwater nuclear studies group. School of Chemistry and Chemical Engineering. University of Bath. England.
- [3] Anteproyecto de Ley Promoviendo el Recurso Termal. Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, 1994.
- [4] Araujo, L. M y otros. (S/a). Acuífero gigante del Mercosur: Mapas Hidrogeológicos de las Formaciones: Botucatu, Pirámola, Rosario do Sul, Buena Vista, Misiones y Tacuarembó. Informe Geológico.
- [5] Armijo V. M y San Martín J. 1994 Curas Balnearias y Climáticas, Talasoterapia y Helioterapia. Editorial Complutense. Madrid.
- [6] Armijo, M. Y A., San Martín, J. 1984 La salud por las Aguas Termales. EDAF. España.
- [7] Arum Mineral Bath Salts, USA, 1999.
- [8] Auge, M. Seminario Acuífero Guaraní. Foz de Iguazú. Artículo. Universidad de Buenos Aires, 2000.
- [9] Baruk, H. Y Berling, M. 1974. La thérapeutique des escarres par les algues cyanophycées. Ann.ther.psychiatr., 201-203.
- [10] Benitez, J. E. Aguas Termales en Entre Ríos, 1997

- [11] Bresdin, F.1991. Les besoin du cosmetologue: les microalgues. Premier Colloque Scientifique Français sur la Biotechnologie des microalgues et des cyanobacteries apliquee au thermalisme. 76-80.
- [12] Bulik, C. G. 1993. How the espirulina, a blue-green alga preserves the cell from degeneration and extends youth tho human. *Espirulin Algue de Vie*. Pag. 121-132.
- [13] Busso, S.. 1999 Perfiles geológicos integrados con sus respectivos registros de Perfilaje de Pozo. En los pozos profundos de las Municipalidades: Federación, Concordia, Colon, Villa Elisa, Concepción del Uruguay y Gualeguaychú. Presentados en la Tesis Doctoral.
- [14] Busso S. A., 1999. Contribución al conocimiento de la Geología e Hidrogeología del Sistema Acuífero Termal de la Cuenca Chacoparanense Oriental Argentina. Tesis Doctoral.
- [15] Certificado de prefactibilidad de explotación del Recurso Termal. Proyecto Complejo Hotelero Ecológico y Termal. Villa Zorraquin, Concordia. 1998.
- [16] Cervantes, G. P., Moreno, C. A. M y Manchado M. A. 1996 Niveles de exposición a las radiaciones ionizantes en el Balneario Elguea. Cuba. Colección Summa. Ciencias Experimentales. Universidad Jaumei. España. Pp 311 – 317.
- [17] Cervantes, G. P. y González, D. 1990. Detección de Radón-222 en suelos por Track-etch. Reporte CEAC- R. Comisión de Energía Atómica de Cuba. 12 págs.
- [18] Cervantes, G. P. y Manchado, M. A. 1999. Determinación de Radón- 222 en el Balneario San Diego de los Baños. Resumen Primer Congreso Nacional de Termalismo. Ciudad de La Habana. Cuba.

- [19] Chebli, G. A y otros. (1989) Mesopotamia. Cuencas Sedimentarias Argentinas. Informe Geológico.
- [20] Codomier, L. 1991. La microflore des eaux thermales. . Premier Colloque Scientifique Français sur la Biotechnologie des microalgues et des cyanobacteries apliquee au thermalisme. 21-26.
- [21] Colectivo de Autores. 1970 Uranium Exploration Geology. Proceedings of a Panel. Vienna. 13-17 April.
- [22] Compendio sobre Termalismo. Curso Básico. Ministerio de Salud. Ciudad de La Habana, Cuba. 2000.
- [23] Cox M. E. 1980 Ground radon survey of a geothermal area in Hawaii. Geophys. Res. Lett. 7; 283 –286.
- [24] Cox M.E., Cuff K. E. and Thomas D. M. 1980. Variations of ground radon concentration with activity of Kilauea Vulcan, Hawaii, Nature 283; 74-76.
- [25] Cozzi, N, A. Prospección Geóloga – Geofísica para localizar Aguas Termales Profundas. Departamento Gualeguaychú. Termas Concepción del Uruguay, 1996.
- [26] Custodio, E. y Llamas, M. Hidrogeología subterránea Tomo I. Ediciones Omega. Barcelona, 1976.
- [27] Clemet, G., Rebeler, M. and Zawrrouk, C. 1967. Wound Treating medicaments containing algae. Freivle, Medical, 5279.
- [28] Danko, J. y Azze, A., 1972. Geoelectricidad I, Centro de Información Universidad de la Habana, Cuba,

- [29] De Saura, A. H. Consideraciones tectónicas y deposicionales de la Cuenca del norte Uruguayo. LXXI Reunión de expertos. Calgary, Alberta, Canadá, 1989.
- [30] De Francesco F. Aqua. Appunti introduttivi alla scienza, alla tecnica, alla difesa delle acque naturali. Ed TEMI, Trento, Pp 96-103, 1991.
- [31] Dirección y inspección de obra. Construcción Pozo Termal. Informe Final. Instituto de Aguas Termales de La Paz, 2000.
- [32] Documentos ( Expedientes) sobre el "Certificado de Prefactibilidad para la Explotación del Recurso Hidrotermal en María Grande". Subsecretaría de Turismo de Entre Ríos, Gobierno de Entre Ríos. Paraná. Agosto del 2000.
- [33] Documentos del expediente para la Solicitud de Prefactibilidad para la perforación y explotación de Aguas Termales en la Ciudad de La Paz. Decreto M.E.O.S.P, Gobierno de Entre Ríos.
- [34] Dyck W. 1979. Application of Hydrogeochemistry to the search for Uranium. Economic Geology Report 31, p. 489 –510.
- [35] Durand-Chastel H. 1993. La espiruline, algue de vie. Monaco. Musée Océanographique. Editeur Cinetifique.
- [36] Elementos del ciclo hidrogeológico. Memoria explicativa. Carta hidrogeológica, Escala 1: 2 000 000. Ministerio de Industria y Energía. Dirección Nacional. División de Aguas Subterráneas. Uruguay, 1986.
- [37] Ellwood, A., Kennedy, B. M. and DePaolo, D. J. 1995. Noble gas isotope characteristics of fluids and gases collected from three separate tectonic regions of California. Trans. Am. Geophys. Union. 76 pags. F 702.

- [38] Emprendimiento Turístico Termal en el Departamento Uruguay. Entre Ríos. Termas Concepción del Uruguay S.A., 1996.
- [39] Estudio de Factibilidad y solicitud de autorización de explotación. Termas de Gualeguaychú. Gobierno de Entre Ríos.
- [40] Expediente del pozo Nogoyá- 1. YPF- ERN. 1962.
- [41] Fernández, G. C. A. La sucesión estratigráfica del pozo YPF Nogoyá-1. Provincia de Entre Ríos Informe, 1989.
- [42] Fleischer R. L. and Magro Campero A. 1979. Radon enhancement in the earth: evidence for intermittent upflows? *Geophys. Res. Lett.* 6, 361 –364.
- [43] Fleischer R. L., Hart Jr. H. R. and Magro Campero A. 1979. Radon emanation above ore body. Search for long distance transport of radon. General Electric Report. No. 79, CRO. 148 Schenectady, New York.
- [44] Geología, 1972, En Idioma ruso. Nedra, Moscú
- [45] Gómez A. J. 1994 Medida de niveles de radioactividad en aguas. Estimación de las dosis de radiación producidas. Tesis de Dr. en Física, Univ. de Cantabria, Facultad de Ciencias, Dpto. de Física aplicada. España.
- [46] González, D. y Cervantes, G. P. 1991. Efectividad geológica del Método de Trazas Nucleares en la prospección de Uranio. Reporte CEAC- R. Comisión de Energía Atómica de Cuba. 15 págs.
- [47] Información Hidrogeológica complementaria de Aprovechamiento de Aguas Termales. Zona NO de la República Oriental del Uruguay. s/a.

- [48] Ivanov, V. V. Criterios para evaluar la composición química de las aguas. En ruso. Instituto Central de Balneología, 1982.
- [49] Keifer, J. 1989. Radium-226 content of Beverages. Health Physics. Vol. 57, No.5, pp. 761 – 763.
- [50] Kennedy, B. M., Benoit, D. and Truesdell, A. H. 1996. A preliminary survey of noble gases at Dixie Valley, Nevada. Geothermal Resources Council Trans., 20. pp. 815-820.
- [51] King C. Y. 1980. Episodic radon changes in surface soil gas along activity faults and possible relation to earthquakes. Journal Geophys. Res. 85, 30- 64.
- [52] Kristiansson K. and Malmqvist L. 1982. Evidence for non-diffusive transport of Rn-222 in the ground and a new physical model for the transport. Geophysics, 47, pp. 1444 – 1452.
- [53] Kristiansson K. and Malmqvist L. 1984. The depth dependence of the concentration of Ra-222 in soil gas nears the surface and its implications for exploration. Geoexploration, 22 pp. 17 –41.
- [54] Kristiansson K. and Malmqvist L. 1980 a new model mechanism for the transportation radon through the ground. Poc. Soc. Explor. Geophys. Pp 2535 – 2565. Texas. USA
- [55] Kristiansson K. and Malmqvist L. 1980. A new model mechanism for the transportation radon through the ground. Poc. Soc. Explor. Geophys. Pp 2535 – 2565. Texas. USA.



- [56] La estratigrafía del Gondwana. Ciencias de la Tierra. Coloquio de la UICG. 1967, UNESCO, 1969.
- [57] Lefevre, M.; Laporte, G. y Flandre, O. 1965. Cyanostimulines et cicatrization. *In*: colloque du CNRS. 217-227.
- [58] Limits for inhalation of Radon-222 daughters by workers. 1981. ICRP Publication No. 32. Ed. Pergamon Press. Oxford.
- [59] Lytle C. A., 1994. Taking the waters. Abbeville Publishers. New York. London. Paris. Printed in Singapore
- [60] Manual de Aplicación de los Métodos Geofísicos en Hidrogeología e Ingeniería. En Idioma Ruso. Editorial Nedra Moscú.
- [61] Manual de Geofísica Nuclear, 1986. En Idioma ruso. Nedra, Moscú.
- [62] Materiales para la preparación del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. BIF/OEA/GEF. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Mayo-Agosto 2000 y Mayo 2001.
- [63] Métodos Eléctricos por corriente continua. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV). Configuración de Schlumberger. Municipalidad de Chajarí. Empresa Ingep, 1998.
- [64] Montaña J., Tujchneider O., Auge M., Fili M. y otros. Acuíferos Regionales en América Latina. Sistema Acuífero Guaraní. Capítulo Argentino. Centro de Publicaciones UNL, 1998
- [65] Nasske, D.; Gerich, B. 1985. Dosis fak toren fur inhalation oder ingestion von Radionuklidverbindurger (Erwachssene). Muncher. Federal Republic of Germany.

- Institut fur Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes. ISH – Hoelft. Pp 63 – 505.
- [66] Norma Cubana. Agua de bebida envasada. Especificaciones. 1996. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana, Cuba.
- [67] Norma Cubana de Aguas Minerales Naturales. NC: 2: 1996. Oficina Nacional de Normalización y Órgano de Acreditación de la República de Cuba.
- [68] Norma Internacional del CODEX ALIMENTARIUS para aguas minerales naturales. (CL-1996/3-NMW) de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO y de la Organización Mundial de la Salud FAO.
- [69] Orellana E. 1972. Prospección Geoeléctrica en corriente continua. Edición Paraninfo Madrid.
- [70] Padula, E. y Mingran, A. Subsurface Mesozoic Red- Beds of the Chaco-Mesopotamian Region, Argentine and their relatives in Uruguay and Brazil. Informe YPF. Departamento de Exploración En Español e Inglés, (s/a).
- [71] Pesce A. y otros. 2001. Características químicas y propiedades terapéuticas. Termas de Chajarí. Provincia de Entre Ríos,
- [72] Plan Geotérmico Nacional “Cuenca Chacoparanense. Análisis de los Acuíferos Termales en la Ribera del Uruguay y zonas aledañas. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR y Subsecretaría de Minería de la Nación, 1999.
- [73] Popowski, G. y N. Borrero, 1989. Utilización de fijadores en flagelados y su aporte a la concentración del fitoplancton en el Golfo de Batabanó. *Reporte de Investigaciones* 11:1-8.

- [74] Prospección de Hidrocarburos y almacenaje subterráneo de gas. Informe Final. Figuras y Tablas. Provincia de Entre Ríos. Olivos, Abril de 1998.
- [75] Prospección hidrogeológica por Métodos Geoelectricos con fines hidrotermales en la ciudad de Concordia. Entre Ríos. GEOCONSULT s.a., 1994.
- [76] Prospección Hidrotermal por Métodos Geoelectricos en la Ciudad de La Paz. GEOCONSULT. S.A. 1996.
- [77] Proyección Geoelectrica para el Proyecto Aguas Termales. Municipalidad de Villa Elisa, 1994.
- [78] Registro o diagrama del Perfilaje de Pozo, realizado por la Empresa HALLIBURTON. Pozo CPT-1. Municipalidad de Colón.
- [79] Reprocesamiento de datos de Sondeos Eléctricos Verticales. Municipalidad de Chajarí SEGEMAR, 1998.
- [80] Rumayor, J. y Cervantes, G. P. 1995. Trabajo de prospección para Uranio en los sectores Loma Cimarrón – Navarro. Reporte CEAC – R. Comisión de Energía Atómica de Cuba. 4 págs.
- [81] S. A. 1990. The environmental behavior of Radium. Volume 2 Technical Report Series No. 310. IAEA. Vienna.
- [82] Sanguinetti J. A. Informe de situación sobre Acuíferos profundos y emprendimientos Termales en entre Ríos. Paraná Entre Ríos, 1997.
- [83] Santi, M. E. y otros Informe Final “Estudio de Aguas Subterráneas”. Etapa III. Provincia de Entre Ríos. Consejo Federal de Inversiones. (CFI), 2000.

- [84] Segovia N., De la Cruz Reina s., y otros. 1989. Radon in soil anomaly observed at Los Azufres geothermal field, Michoacan: a possible precursor of the 1985 Mexico earthquake (Mr. 8.1). *Natural Hazard*, 1 pp. 319 –329.
- [85] Sharma, P., V. 1989. *Geophysical Methods in Geology*. Second Edition. Elsevier. NY, Amsterdam, London.
- [86] Sinitsin Y. A. 1974. *Radiometría*. Edit. IPSJAE. UH. Cuba.
- [87] Tanner A. B: 1964. Radon migration in the ground a review. *The Natural Radiation Environment Univ. Chicago Press*. Pp. 161 –190.
- [88] Telford W. M., Geldart L: P., Sheriff R. E. and Keys D. A. 1980 *Applied Geophysics*. Cambridge University Press.
- [89] Termas de Villa Elisa. Contaminación Termal y su influencia sobre la red hidrográfica, Provincia Entre Ríos. Análisis y consideraciones. Serie Contribuciones Técnicas. Geotermia. Buenos Aires, 1997.
- [90] Tomás J. Antecedente sobre existencia de Aguas Termales en el Departamento Nogoyá. Universidad tecnológica Nacional. Facultad Regional Paraná, 2000.
- [91] Varhegyi A. Baranyi I. and Somogyi G. 1986. A model for the vertical soil surface Radon transport in Geogas Microbubbles. *Geophysical Transaction*, vol. 32, pp. 235 –253.

**ESTUDIO:**

**“EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES DE LA PROVINCIA  
DE ENTRE RÍOS.”**

**ANEXOS TEXTUALES**

**CERTIFICADO DE ENSAYO 2001**

Cliente : Centro Nacional de Termalismo "Victor Santamarina" ( CENTERVISA)

Fecha de Recepcion : 03/09/2001

*Fabio Rojas Pimentel*  
Aprobado : Dr. Fabio Rojas Pimentel  
J' Dpto. Quimica Analitica.

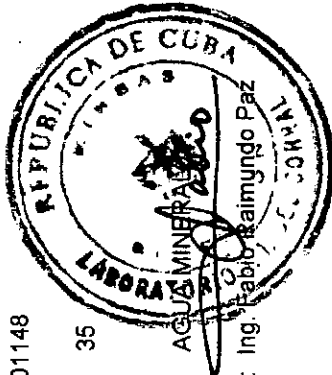
No de Solicitud : C 01148

Proyecto : -

Cant. de muestras : 35

Tipo de muestras : AGUAS MINERALES

Director del LACEMI : Ing. Fabio Raimundo Paz



Fecha de emisión y cuño :

Queda prohibido la total o parcial reproducción del Certificado de Ensayos S 2001 154 que contiene 7 páginas, sin la aprobación, por escrito del Laboratorio.

PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS			
CANT. MTRAS.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
21	Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	20 mg/L	400 mg/L
21	Alcalinidad (especies)	3 mg/L	400 mg/L
21	S.D.T.(180°C)	50 mg/L	250 g/L
21	Cloruro	4 mg/L	50 g/L
21	Sulfato	10 mg/L	20 g/L
21	Nitrato	0.03 mg/L	2.5 mg/L
21	Nitrato	10 mg/L	380 mg/L
21	Amonio	0.25 mg/L	90 mg/L
6	Sulfuro	1 mg/L	120 mg/L
21	Fluoruro	0.30 mg/L	15 mg/L
21	Ioduro	0.25 mg/L	60 mg/L
4	Cianuro clorable	0.03 mg/L	6 mg/L
4	Mat.Org.	3.0 mg/L	50 mg/L
<b>Metal Total I.C.P.</b>			
21	Al	0.10 mg/L	45 mg/L
21	As	0.080 mg/L	20 mg/L
21	B	0.10 mg/L	20 mg/L
21	Ba	0.010 mg/L	20 mg/L
21	Be	0.002 mg/L	20 mg/L
21	Ca	2 mg/L	20 mg/L
21	Cd	0.005 mg/L	20 mg/L

PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS			
CANT. MTRAS.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
21	Co	0.010 mg/L	20 mg/L
21	Cr	0.020 mg/L	60 mg/L
21	Cu	0.010 mg/L	20 mg/L
21	Fe	0.020 mg/L	20 mg/L
21	Hg	0.020 mg/L	20 mg/L
21	K	1 mg/L	500 mg/L
21	Li	0.05 mg/L	20 mg/L
21	Mg	2 mg/L	1000 mg/L
21	Mn	0.006 mg/L	60 mg/L
21	Mo	0.010 mg/L	20 mg/L
21	Na	2 mg/L	6000 mg/L
21	Ni	0.010 mg/L	20 mg/L
21	P	0.20 mg/L	100 mg/L
21	Pb	0.10 mg/L	20 mg/L
21	Sb	0.080 mg/L	20 mg/L
21	Se	0.040 mg/L	20 mg/L
21	Si	0.5 mg/L	200 mg/L
21	Sn	0.020 mg/L	20 mg/L
21	Sr	0.001 mg/L	20 mg/L
21	V	0.005 mg/L	20 mg/L
21	Zn	0.010 mg/L	60 mg/L

ENTRADA: C 01148a

TIPO DE MATERIAL : AGUA

CANTIDAD DE MUESTRAS : 03

CERTIFICADO DE ENSAYO : S 2001

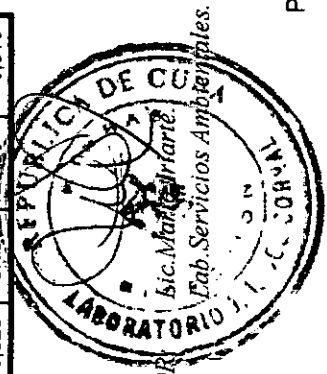
FEDERACIÓN (Anexo Textual No.1)

No. Ord.	Muestra	Alcalinidad				mg.L <sup>-1</sup>										
		(mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 4,5	(mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 8,3	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ST	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	S <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> S	I <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	CN <sup>-</sup>
1	PT - 1	196	< 20	226	6	619	154	82	< 1	< 1	< 0,25	0,40	< 0,03	< 10	< 0,25	< 3
2	PT - 2	214	< 20	239	11	625	147	79	< 1	0,30	*	< 0,03	< 10	< 0,25	*	
3	PL - 1	103	< 20	150	< 2	695	143	70	*	< 0,25	0,31	< 0,03	< 10	< 0,25	*	

No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>													
		Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li
1	PT - 1	< 0,10	< 0,080	< 0,10	0,238	< 0,002	18,0	< 0,005	< 0,010	0,021	< 0,010	0,014	< 0,020	5	< 0,05
2	PT - 2	< 0,10	< 0,080	0,15	0,219	*	16,7	< 0,005	< 0,010	0,020	< 0,010	< 0,020	4	< 0,05	
3	PL - 1	< 0,10	< 0,080	< 0,10	0,010	< 0,002	10,3	0,007	< 0,010	< 0,020	< 0,020	0,031	< 0,020	2	

No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>													
		Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	V	Zn
1	PT - 1	6,6	< 0,006	< 0,010	184	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	7,0	< 0,020	0,470	0,118	< 0,010
2	PT - 2	6,5	< 0,006	< 0,010	165	< 0,010	*	< 0,10	< 0,080	< 0,040	*	< 0,020	0,451	0,124	
3	PL - 1	< 2,0	< 0,006	< 0,010	160	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	5	< 0,020	0,133	0,03	

Observaciones: Las determinaciones de I-, F- y Mat.O., no están acreditadas.  
(\* ) Determinación no solicitada.



CERTIFICADO POR  
Lic. María Inés  
Tab. Servicios Ambientales.

**CERTIFICADO DE ENSAYO : S 2001**

ENTRADA: C 01148b  
 TIPO DE MATERIAL : AGUA  
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 04

**CONCORDIA (Anexo Textual No.2)**

No. Ord.	Muestra	Alcalinidad										ST	mg.L <sup>-1</sup>						CN <sup>-</sup>	Mat.O.						
		(mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 4,5		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			S <sup>2-</sup>		H <sub>2</sub> S		I <sup>-</sup>				F <sup>-</sup>		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
1	PT - 3	248	20	254	24	254	24	24	24	15	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,25	0,77	<0,03	<10	<0,25	<0,03	<10	<0,25	<0,03	<3
2	PT - 4	255	<20	284	13	284	13	25	12	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,25	*	<0,02	<10	<0,25	<10	<0,25	<10	<0,25	*	
3	PA - 1	133	<20	162	<2	162	<2	52	36	*	*	*	*	*	*	<0,25	<0,30	<0,03	<10	<0,25	<10	<0,25	<10	<0,25	*	
4	PL - 2	119	<20	180	<2	180	<2	39	30	*	*	*	*	*	*	<0,25	0,4	<0,03	<10	<0,25	<10	<0,25	<10	<0,25	*	

No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>																											
		Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	V	Zn
1	PT - 3	<0,10	0,084	0,12	0,325	<0,002	5,8	<0,005	<0,010	0,026	<0,010	<0,020	<0,020	2	<0,05	<2,0	<0,006	<0,010	111	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	8,3	<0,020	0,216	0,183	<0,010
2	PT - 4	<0,10	<0,080	0,18	0,305	*	5,6	<0,005	<0,010	0,022	<0,010	0,054	<0,020	2	<0,05	<2,0	<0,006	<0,010	104	<0,010	*	<0,10	<0,080	<0,040	*	<0,020	0,208	0,109	<0,010
3	PA - 1	<0,10	<0,080	<0,10	0,136	<0,002	45,5	<0,005	<0,010	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	2	<0,05	<2,0	<0,006	<0,010	28	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	26,4	<0,020	0,233	0,016	<0,010
4	PL - 2	<0,10	<0,080	0,1	<0,010	<0,002	<2,0	0,008	<0,010	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	<1	<0,05	<2,0	<0,006	<0,010	93	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	12	<0,020	0,062	0,046	<0,010

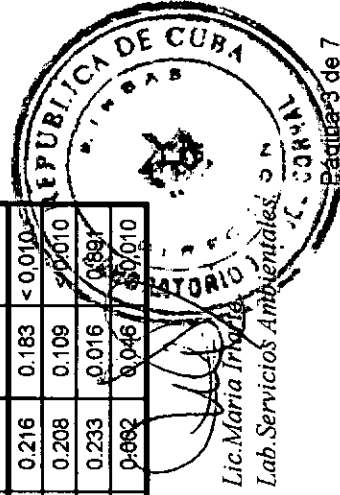
No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>																											
		Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	V	Zn	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li
1	PT - 3	2,1	<0,006	<0,010	111	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	8,3	<0,020	0,216	0,183	<0,010	<2,0	<0,006	<0,010	111	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	8,3	<0,020	0,216	0,183	<0,010
2	PT - 4	2,1	<0,006	<0,010	104	<0,010	*	<0,10	<0,080	<0,040	*	<0,020	0,208	0,109	<0,010	<2,0	<0,006	<0,010	104	<0,010	*	<0,10	<0,080	<0,040	*	<0,020	0,208	0,109	<0,010
3	PA - 1	13,2	<0,006	<0,010	28	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	26,4	<0,020	0,233	0,016	<0,010	<2,0	<0,006	<0,010	28	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	26,4	<0,020	0,233	0,016	<0,010
4	PL - 2	<2,0	<0,006	<0,010	93	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	12	<0,020	0,062	0,046	<0,010	<2,0	<0,006	<0,010	93	<0,010	<0,20	<0,10	<0,080	<0,040	12	<0,020	0,062	0,046	<0,010

Observaciones: Las determinaciones de I-, F- y Mat.O., no están acreditadas.

(\* ) Determinación no solicitada.

CERTIFICADO POR:

Lic. Maria Iriondo  
 Lab. Servicios Ambientales, S.M.P.







**CERTIFICADO DE ENSAYO : S 2001**

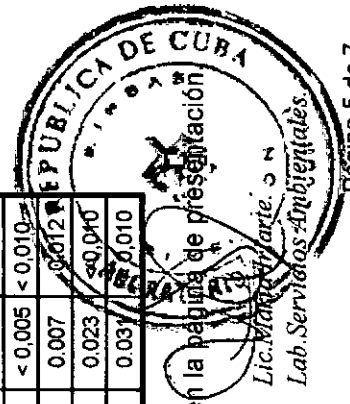
**ENTRADA: C 01148d**  
**TIPO DE MATERIAL : AGUA**  
**CANTIDAD DE MUESTRAS : 05**

**VILLA ELISA (Anexo Textual No.4)**

No. Ord.	Muestra	Alcalinidad				mg L <sup>-1</sup>									
		(mg L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 4,5	(mg L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 8,3	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ST	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	S <sup>2-</sup>	I <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
1	PT - 6	95	< 20	116	< 2	19020	7448	3713	< 1	0.59	0.66	< 0.03	< 10	< 0.25	
2	PA - 3	322	< 20	393	< 2	588	30	94	*	< 0.25	0.37	< 0.03	< 10	< 0.25	
3	PL - 4	30	< 20	37	< 2	7780	3500	1019	< 1	0.33	0.4	< 0.03	< 10	< 0.25	
4	M - 1	73	< 20	65	12	1661	468	510	< 1	< 0.25	0.2	0.04	< 10	< 0.25	
5	M - 2	86	< 20	105	< 2	1217	450	300	*	< 0.25	0.25	0.03	< 10	< 0.25	

No. Ord.	Muestra	mg L <sup>-1</sup>														
		Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	
1	PT - 6	< 0,10	< 0,080	3,55	0,023	< 0,002	614,5	< 0,005	< 0,010	< 0,020	0,018	< 0,020	< 0,020	16,6	0,51	
2	PA - 3	< 0,10	< 0,080	0,29	0,131	< 0,002	60,6	< 0,005	< 0,010	< 0,020	< 0,010	0,129	< 0,020	3	< 0,05	
3	PL - 4	< 0,10	< 0,080	3,58	0,107	< 0,002	400	< 0,005	< 0,010	< 0,020	< 0,010	< 0,020	< 0,020	12	0,3	
4	M - 1	< 0,10	< 0,080	1,79	< 0,010	< 0,002	150	0,007	< 0,010	< 0,020	< 0,010	< 0,020	< 0,020	3	0,06	
5	M - 2	< 0,10	< 0,008	1,97	< 0,010	< 0,002	75	0,006	< 0,010	< 0,020	< 0,010	< 0,020	< 0,020	2	< 0,05	

No. Ord.	Muestra	mg L <sup>-1</sup>														
		Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	V	Zn	
1	PT - 6	48,9	0,095	0,051	4894	< 0,010	0,95	< 0,10	< 0,080	< 0,040	2,7	< 0,020	12,286	0,020	0,011	
2	PA - 3	11,9	0,136	< 0,010	110	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	22,9	< 0,020	0,737	< 0,005	< 0,010	
3	PL - 4	17,9	0,010	0,03	2780	< 0,010	0,47	< 0,10	< 0,080	< 0,040	2	< 0,020	2,978	0,007	< 0,012	
4	M - 1	3,4	< 0,006	0,037	431	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	3	< 0,020	0,092	0,023	< 0,010	
5	M - 2	2	0,006	0,046	323	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	3,5	< 0,020	0,080	0,037	< 0,010	



Observaciones: A solicitud del cliente se reportan valores que sobrepasan los límites superiores que se muestran en la página de presentación.  
 Las determinaciones de I- y F- , no están acreditadas.  
 ( \* ) Determinación no solicitada.

CERTIFICADO POR:  
 Lic. Mariana Arteaga N

Lab. Servicios Microbiológicos.

**CERTIFICADO DE ENSAYO : S 2001**

**ENTRADA: C 01148e**  
**TIPO DE MATERIAL : AGUA**  
**CANTIDAD DE MUESTRAS : 01**

**CHAJARÍ (Anexo Textual No. 5)**

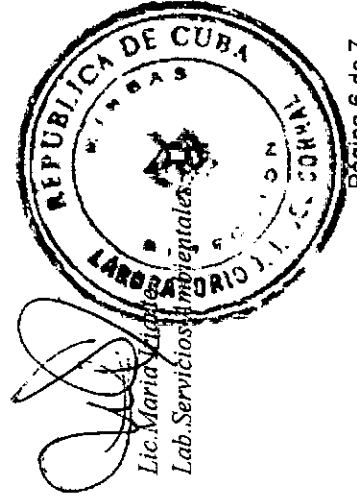
No. Ord.	Muestra	Alcalinidad										mg.L <sup>-1</sup>							
		(mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )		a pH 4,5		a pH 8,3		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ST	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	S <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> S	I <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
1	PT - 7	206	< 20	237	7	557	137	51	< 1	< 1	< 1	< 0,25	0,57	< 0,03	< 10	< 0,25	< 0,03	< 3	

No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>																										
1	PT - 7	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	< 0,10	< 0,080	< 0,10	0,127	< 0,002	11,7	< 0,005	< 0,010	0,024	< 0,010	< 0,020	< 0,020	4	< 0,05

No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>																											
1	PT - 7	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	V	Zn	4,6	< 0,006	< 0,010	171	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	6,5	< 0,020	0,359	0,148	0,014

Observaciones: Las determinaciones de I-, F- y Mat.O., no están acreditadas.

CERTIFICADO POR:



ENTRADA: C 01148f  
 TIPO DE MATERIAL : AGUA  
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 05

CERTIFICADO DE ENSAYO : S 2001

Vía Blanca y Línea del Ferrocarril, Virgen del Camino, S.M.P., Ciudad de la Habana, Cuba.  
 Telf: 55-7449, 55-7454, 55-7455, 55-7093, 55-7094, 55-7053, Fax: 55-7053

LA PAZ (Anexo Textual No.6)

No. Ord.	Muestra	Alcalinidad		mg.L <sup>-1</sup>											
		(mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 4,5	(mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> ) a pH 8,3	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ST	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	S <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> S	I <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
1	PT - 8	149	< 20	182	< 2	82640	40387	9244	< 1	< 1	1.18	0.85	2.00	25	< 0,25
2	PT - 9	144	< 20	176	< 2	83460	40987	9343	*	*	1.01	0.91	2.00	25	< 0,25
3	PA - 4	352	< 20	430	< 2	746	92	107	*	*	< 0,25	0.47	< 0,03	10	< 0,25
4	M - 3	117	< 20	143	< 2	35720	16162	3740	< 1	< 1	< 0,25	0.5	1.00	10	< 0,25
5	M - 4	96	< 20	117	< 2	39480	20160	3705	< 1	< 1	< 0,25	0.61	0.50	25	0.80

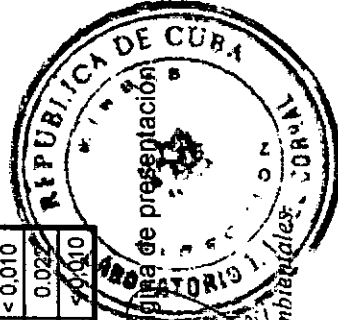
No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>													
		Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li
1	PT - 8	< 0,10	< 0,080	7.30	0.026	< 0,002	807.2	< 0,005	0.010	< 0,020	< 0,010	0.165	< 0,020	241.9	2.25
2	PT - 9	< 0,10	< 0,080	4.67	0.070	< 0,002	790.5	< 0,005	< 0,010	< 0,020	< 0,010	0.150	< 0,020	228.7	2.12
3	PA - 4	< 0,10	< 0,080	0.53	0.034	< 0,002	74.5	< 0,005	< 0,010	0.020	< 0,010	< 0,020	< 0,020	4	< 0,05
4	M - 3	< 0,10	< 0,080	4	0.098	< 0,002	535.5	< 0,005	< 0,010	< 0,020	< 0,010	< 0,020	< 0,020	133.5	1.5
5	M - 4	< 0,10	< 0,080	3.5	0.064	< 0,002	500	< 0,005	< 0,010	< 0,020	0.011	< 0,020	< 0,020	82.0	1.6

No. Ord.	Muestra	mg.L <sup>-1</sup>													
		Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	V	Zn
1	PT - 8	341.1	0.359	0.054	26655	< 0,010	1.99	< 0,10	< 0,080	< 0,040	0.5	< 0,020	18.900	0.011	0.013
2	PT - 9	330.8	0.350	0.039	27051	< 0,010	2.15	< 0,10	< 0,080	< 0,040	< 0,5	< 0,020	18.685	< 0,005	< 0,010
3	PA - 4	12.2	< 0,006	< 0,010	147	< 0,010	< 0,20	< 0,10	< 0,080	< 0,040	16.2	< 0,020	0.882	< 0,005	< 0,010
4	M - 3	213.9	0.1	0.03	10667	< 0,010	0.33	< 0,10	< 0,080	< 0,040	3	< 0,020	14.236	< 0,005	0.022
5	M - 4	152.1	0.15	0.03	13305	< 0,010	0.68	< 0,10	< 0,080	< 0,040	4	< 0,020	15.000	< 0,005	< 0,010

Observaciones: A solicitud del cliente se reportan valores que sobrepasan los límites superiores que se muestran en la página de presentación. Las determinaciones de I<sup>-</sup> y F<sup>-</sup>, no están acreditadas.

(\* ) Determinación no solicitada.

CERTIFICADO POR: Lic. María Thelma  
 Lab. Servicios Ambientales



**ESTUDIO:**

**“EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES DE LA PROVINCIA  
DE ENTRE RÍOS.”**

**ANEXOS COMPLEMENTARIOS**



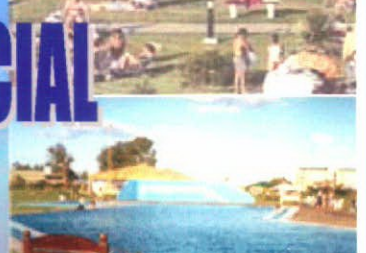
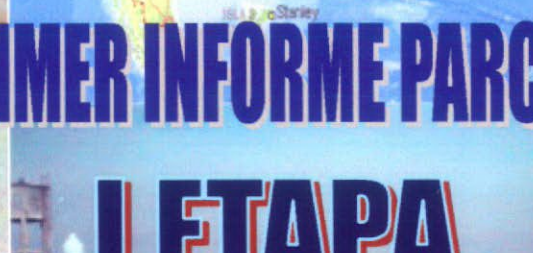
**ESTUDIO:**

**"EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES  
DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS."**



**PRIMER INFORME PARCIAL**

**I ETAPA**



**República de la Argentina**

**AGOSTO 2001**



**ESTUDIO:**

**"EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES  
DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS."**

**SEGUNDO INFORME PARCIAL**

**II ETAPA**

**República de la Argentina**

**SEPTIEMBRE 2001**

**CARTA DOCUMENTO**

REMITENTE - Nombre o razón social

DESTINATARIO - Nombre o razón social

**Consejo Federal de Inversiones****Ing. Juan Romero Sanchez**

Domicilio

Domicilio

**San Martín 871****Marcelo T. De Alvear 1354, 9° Piso**

Código Postal Argentino Localidad

Provincia

Código Postal Argentino Localidad

Provincia

**1004****Capital****1058****Capital**

Total de hojas: 3

Hoja 1/3

Buenos Aires, 23 de Octubre de 2001

Me dirijo a Ud. a efectos de formularle las siguientes observaciones referidas al Segundo Informe Parcial del estudio "El Turismo, La Salud, y la Industria especializada a partir de los recursos termales" en la Provincia de Entre Ríos, según contrato celebrado el 13 de julio de 2001.

**Observaciones:**

\*- Se debe verter adecuadamente los conceptos utilizados para no producir definiciones confusas como por ejemplo:

"En el Primer Informe Parcial ya concluido se consideró que dentro de los recursos naturales termales de una Provincia ó de un País se encuentran las aguas minerales (naturales y mineromedicinales), los lodos, las microalgas, las salmueras y aguas madres de las salinas y lagunas saladas, el sol y el clima marítimo, así como, el agua de mar y las microalgas que se asocian a los ecosistemas marinos." (pág. 3)

Sólo algunos de los mencionados son recursos naturales termales.

"...las cuales pueden estar ocasionadas por diversas causas, por ejemplo: la mezcla de los acuíferos intra e infrabasálticos (se encuentran libres) ..." (pág.34)

Esto es para el Complejo Termal Federación que, antes dicen, es un acuífero infrabasáltico (1300m de profundidad) con presión de descarga de 2,71 Kg/m<sup>3</sup> (a parte de la presión, por ¿m<sup>3</sup>?)

También hay que hacer consideraciones sobre las clasificaciones que mezclan conceptos y agrupan componentes y características, a priori, caprichosamente, como las tablas de la pág. 7, que son:

"1.1. Caracterización físico-química de las aguas. Micro y Macrocomponentes, Propiedades Físicas, Metales Útiles y Tóxicos."

Sigue en otra hoja

  
**Dra. María Luisa Aniceto**  
Jefa del Área Gestión  
C.I. 6.653.946

24 OCT 2001



## CARTA DOCUMENTO

REMITENTE - Nombre o razón social

**Consejo Federal de Inversiones**

DESTINATARIO - Nombre o razón social

**Ing. Juan Romero Sanchez**

Domicilio

**San Martín 871**

Domicilio

**Marcelo T. De Alvear 1354, 9° Piso**

Código Postal Argentino Localidad

1004

Capital

Provincia

Código Postal Argentino Localidad

1058

Capital

Provincia

Hoja 2/3

Buenos Aires, 23 de Octubre de 2001

### Microcomponentes biológicamente activos:

- Acido sulfhidrico (SH)
- Litio (Li)
- Estroncio (Sr)
- Bario (Ba)
- Hierro (Fe<sup>2+</sup>)
- Bromuro (Br-)
- Ioduro (I-)

- Arsénico (As)
- Potasio (K<sup>+</sup>)
- Fluor (F)
- Acido Bórico (HBO<sub>3</sub>)
- Acido Silícico (H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)
- Selenio
- Radón (in situ)

### Microcomponentes tóxicos:

- Cianuro (CN-)
- Nitritos (NO<sub>2</sub>)
- Nitratos (NO<sub>3</sub>)

- Amonio (NH<sub>4</sub>)
- Fosfato (PO<sub>3</sub>)

### Macrocomponentes y propiedades físicas:

- PH y Temperatura (in situ)
- Conductividad
- Residuo seco a 110°C y a 180°C
- Cloruros (Cl)
- Sulfatos (SO<sub>4</sub>)
- Alcalinidad (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)
- Calcio (Ca<sup>2+</sup>)

- Magnesio (Mg<sup>2+</sup>)
- Sodio (Na<sup>+</sup>)
- Potasio (K<sup>+</sup>)
- Sólidos solubles totales (SST)
- Turbidez
- Color
- TSD (in situ)

Como se observa, no hay ningún componente "biológicamente activo", son todos inorgánicos. Por otro lado, en la tabla de Microcomponentes tóxicos también tendrían que incluirse los antes mencionados. En la tercera tabla, las propiedades físicas y los macrocomponentes se mezclan, a diferencia de lo que es habitual, el análisis o clasificación según unas características u otras.

Para la siguiente presentación, además de insistir en la calidad de los gráficos (incluyo lo que hace a comprensión, referencias, escalas, etc.), recomiendo se haga mayor esfuerzo en el repaso de los términos, símbolos y la ortografía.

Sigue en otra hoja



**Dra. María Luisa Aniceto**  
**Jefa del Area Gestión**  
**C.I. 6.653.946**



# CARTA DOCUMENTO

REMITENTE - Nombre o razón social  
**Consejo Federal de Inversiones**

DESTINATARIO - Nombre o razón social  
**Ing. Juan Romero Sanchez**

Domicilio  
**San Martín 871**

Domicilio  
**Marcelo T. De Alvear 1354, 9° Piso**

Código Postal Argentino Localidad  
**1004 Capital** Provincia

Código Postal Argentino Localidad  
**1058 Capital** Provincia

Hoja 3/3

Buenos Aires, 23 de Octubre de 2001

### Recomendaciones:

\*- Al final del informe, antes de los anexos, los Expertos aclaran que los gráficos no presentan la calidad necesaria por haber sido extraídos de otros documentos. Es conveniente que los informes se presenten en las adecuadas condiciones. Deben entenderse completamente y tener la información gráfica así como los datos relevados o los obtenidos en campaña y laboratorio, una presentación clara, completa y perfectamente entendible.

De acuerdo a lo visto y por no ser una presentación informal, lo correcto es que:

- se pongan referencias y que los mapas como los gráficos sean representativos y entendibles,
- todos los lugares mencionados queden identificados en los esquemas y mapas,
- los símbolos de los valores de distintas medidas (metros, mS/cm, etc.) se utilicen siempre y se unifique la expresión para el mismo tipo de medida,

\*- Se recomienda que en los próximos informes con datos de laboratorio, se presenten en los anexos los protocolos de análisis y toda planilla o datos con la información obtenida. También que se mencionen los valores normales regionales para confrontar con los que se obtengan que definan y diferencien a las fuentes estudiadas, respecto a otras fuentes no termales.

**Dra. Maria Luisa Aniceto**  
**Jefa del Area Gestión**  
**C.I. 6.653.946**



Ciudad de La Habana, 28 de Octubre del 2001.

**A: Dra. María Luisa Aniceto**  
**Jefa del Área de Gestión.**  
**C.F.I.**

**De: Dr. Ing. Juan Romero Sánchez**  
**Experto**  
**Contrato C.F.I. No. 4896**

**Asunto:** Respuesta a la Carta Documento del 23 de octubre /2001 sobre observaciones realizadas por el CFI al Segundo Informe Parcial del estudio "El Turismo, la Salud y la Industria Especializada a partir de los recursos naturales termales de la provincia de Entre Ríos".

Estimada Dra. Aniceto:

Me dirijo a Ud. a los efectos de darle respuesta a las observaciones enviadas oficialmente referidas al Segundo Informe Parcial correspondiente al estudio antes mencionado, el cual se realiza de acuerdo contrato, bajo mi Dirección Ejecutiva en mi condición de experto.

Ante todo queremos comunicarle a Ud. y al Sr. Ing. Juan José Ciácera, Secretario General del C.F.I. que, en la realización y ejecución de este estudio partimos de dos premisas que consideramos oportuno que ustedes conozcan:

- 1°. Los informes parciales y finales deben cumplir con los objetivos planteados y ser de la mejor calidad, y para ello estamos en la disposición de arreglar y corregir todos los planteamientos, conceptos y términos que se entiendan

lógicos, correctos y mutuamente convenientes acorde a la experiencia y práctica internacional.

- 2º. Que la experiencia y los conocimientos que hemos adquirido, así como, el Know-How que estamos transmitiendo, viene de los países líderes europeos en el campo del Termalismo, y de la experiencia de trabajo en Cuba y otros países de nuestra región, todo lo cual tratamos de introducirlo en la República de la Argentina, a través de este estudio.

Respuesta a las observaciones:

1.- Se nos observa que sólo algunos de los mencionados recursos, son considerados como recursos naturales termales.

Independientemente que esto no se observó en el Primer Informe Parcial ya concluido y aprobado por la Provincia y el Consejo Federal de Inversiones, damos respuesta a esta observación.

Actualmente, en los países líderes de esta actividad, el Termalismo tiene dos grandes vertientes:

- I. El Termalismo Tradicional y;
- II. El Termalismo Moderno.

Por otro lado, una definición de Termalismo, que agrupa las dos vertientes, en su concepto más general, es el uso de los recursos naturales termales en función de la salud, la recreación (el turismo) y la estética y la belleza. Como recursos naturales de uso en el Termalismo o sea, los recursos naturales termales se consideran, en estos países europeos líderes: las aguas minerales (naturales y mineromedicinales), los lodos ó peloides, las microalgas, las salmueras y aguas madres de las salinas y lagunas saladas, el sol y el clima marino, así como el agua de mar y sus microalgas asociadas.

A estos recursos por separado, responden las siguientes ramas del Termalismo Tradicional y Moderno: la Climatoterapia (el uso del clima y sus factores); la Talasoterapia ó Termalismo Marino (el uso del agua de mar, las microalgas y macroalgas asociadas y el clima marítimo); la Helioterapia (el empleo del sol y los rayos

solares); la Fangoterapia ó Peloterapia (el uso de los lodos, las salmueras y aguas madres); la Hidroterapia (el uso de las aguas) y la Hidrología Médica como especialidad de la Medicina, que los emplea a todos.

Puede ser que confunda, el hecho de que todos estos recursos los denominamos como recursos naturales termales, y que en nuestros países muchas personas consideren esta actividad solamente asociados a las aguas denominadas termales (por ser calientes) y no en su concepto más general como es actualmente. Sin embargo, en la Argentina, en Carhué se emplean en diferentes Hoteles, Termas y Spas de la ciudad, como recursos naturales termales, -las salmueras, las aguas madres y los lodos de la laguna de Epicuén-, también conocemos que existen proyecciones constructivas de Centros de Talasoterapia en la costa, por ejemplo en Villa Gessel, donde se utilizará el agua de mar, el clima marino, los lodos, entre otros.

Por todo esto le comunico, que ratificamos que dentro de los recursos naturales termales, o sea los recursos naturales de uso en el Termalismo, se encuentran los mencionados por nosotros en los Informes Parciales I y II, y que este concepto en lugar de producir definiciones confusas, como se observa, establece claramente una línea de trabajo actual del Termalismo en nuestros países promovida y avalada por la Federación Latinoamericana de Termalismo.

2.- Sobre lo observado en la página 34, se acepta, se corrige y debe decir... por ejemplo: la mezcla de los acuíferos interbasáltico e infrabasáltico, (que en el pozo del complejo se encuentran comunicados entre sí, ya que al ser atravesados durante la perforación no se aislaron uno del otro), la disolución con agua fría, entre otras.

3.- Igualmente, la unidad de la presión de descarga del pozo de Federación en la página 31 debe corregirse, y lo correcto es  $2.71 \text{ Kg/m}^2$ , en lugar de  $2.71 \text{ Kg/m}^3$ .

4.- También se acepta, y se aclara en la página 32 que el acuífero en el Complejo Termal de Federación no es infrabasáltico, sino que debe decir... el agua arrastra sedimentos de las secciones acuíferas infra e interbasáltica que son las que atraviesa el pozo de Federación, es decir, existe mezcla de ambas secciones acuíferas.

5.- Sobre el punto 1.1 de la página 7, le comunico que en realidad no son tablas, ni clasificaciones; sí se acepta que las cuatro agrupaciones presentadas debieran de haber sido reagrupadas de otra manera distinta, y de hecho se propone corregir la página 7 y parte de la página 8 del Informe de la siguiente forma (acorde a lo recomendado por la Profesora Dra. Josefina San Martín, Catedrática en Hidrología Médica en su libro “Curas Balnearias y Climáticas, Talasoterapia y Helioterapia, 1994, Madrid)

a) Determinaciones fisico-químicas in situ

Conductividad Eléctrica

PH

Potencial Redox

Temperatura

b) Determinaciones de sustancias ionizadas

Elementos Mayoritarios

Cloruros (Cl<sup>-</sup>)

Sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

Bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Calcio (Ca<sup>2+</sup>)

Magnesio (Mg<sup>2+</sup>)

Sodio (Na<sup>+</sup>)

Potasio (K<sup>+</sup>)

Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Elementos Minoritarios ó trazas (metales)

Aluminio (Al)

Arsénico (As)

Boro (B)

Bario (Ba)

Berilio (Be)

Cadmio (Cd)

Cobalto (Co)

Cromo (Cr)

Cobre (Cu)

Hierro (Fe)

Mercurio (Hg)

Litio (Li)

Manganeso (Mn)

Molibdeno (Mo)

Niquel (Ni)

Fósforo (P)

Plomo (Pb)

Antimonio (Sb)

Selenio (Se)

Estroncio (Sr)

Estaño (Sn)

Vanadio (V)

Zinc (Zn)

c) Determinación de elementos no ionizados

Sílice

d) Determinaciones auxiliares

Sólidos Totales y/o Residuo Seco

Alcalinidad

Mineralización

e) Contaminantes

Cianuro (CN<sup>-</sup>)

Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

f) Gases disueltos y sulfuros

SH<sub>2</sub><sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>, Rn-222

Todos estos elementos fueron determinados en el estudio realizado y constituyen la base de la caracterización de los recursos naturales termales existentes en la provincia de acuerdo a la experiencia en este campo.

Además, deseo aparte comentar sobre la denominación de los elementos ó componentes biológicamente activos lo siguiente:

Es muy cierto, como Ud. Plantea, que toda la agrupación de elementos biológicamente activos, reflejada en la página 7, son de origen inorgánico.

Ahora bien, se conoce por la literatura especializada, anexa a los informes confeccionados, que en las aguas mineromedicinales estos elementos cuando están presentes y alcanzan determinados valores ó cantidades, ejercen una acción farmacológica, es decir biológica activa sobre el organismo humano. Y por tanto, existen clasificaciones en función de estos elementos como por ejemplo la de los denominados Grupos Balneológicos de las aguas mineromedicinales.

Según estas referencias bibliográficas y las experiencias internacionales, durante la realización, por ejemplo de los baños termales con temperaturas entre 37 y 39 °C, ocurre la Hiperemia de la piel, y éstos elementos penetran a la sangre a través de ella. En otras palabras, el mecanismo de acción y los efectos benéficos, profilácticos y “curativos” de las aguas mineromedicinales está asociado fundamentalmente a la presencia y acción de estos elementos útiles y a la mineralización de las aguas.

Por ello, diferentes autores, médicos e investigadores del campo de la actividad del Termalismo, denominan a estos elementos, en unos casos, como elementos mineralizantes especiales; otros como elementos con acción farmacológica activa; y en otros como, componentes biológicamente activos; éste último fue el término que nosotros empleamos en nuestro estudio, y que fue observado por Ud.

Por tal motivo, el trabajo de los evaluadores y caracterizadores de recursos naturales termales se dirige básicamente a la detección de estos componentes biológicamente activos útiles para el ser humano, que no son otra cosa, que la composición farmacológica de estos recursos a partir de la cual los médicos establecen sus mecanismos de acción, tal y como se realiza en los medicamentos.



Las recomendaciones que nos hace sobre el Primer Informe Parcial, ya aprobado se han tenido en cuenta en la confección del Informe Final, al igual que los términos y conceptos expresados en el presente documento.

Le saluda cordialmente;



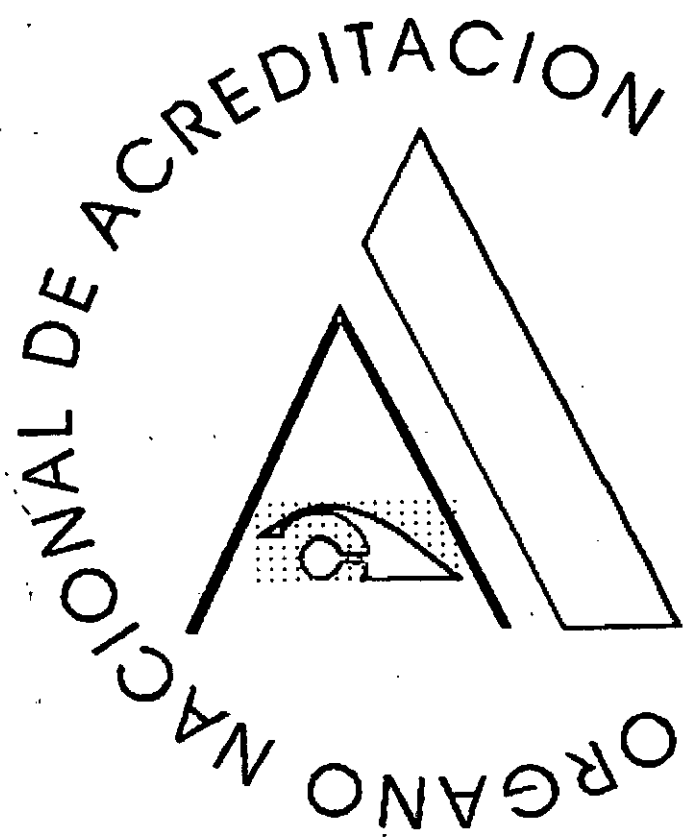
Dr. Ing. Juan Romero Sánchez

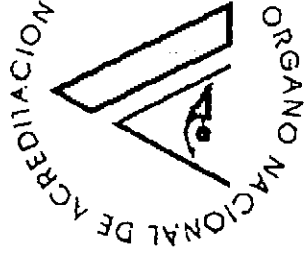
**Experto**

**ESTUDIO:**

**“EL TURISMO, LA SALUD Y LA INDUSTRIA  
ESPECIALIZADA A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES A PARTIR DE LOS  
RECURSOS TERMALES DE LA PROVINCIA  
DE ENTRE RÍOS.”**

**CERTIFICACIONES**





## *Creación del ONARC*

*El Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba, ONARC, fue creado el 17 de Noviembre de 1998 mediante la Resolución No. 191/98 del MEP.*

*El ONARC es el encargado de ejecutar y controlar los trabajos vinculados con el Sistema Nacional de Acreditación, así como su proyección internacional. además de ser quien desarrolla y aprueba la evaluación y reconocimiento de la competencia de las entidades que realizan acciones vinculadas con la calidad.*

***Es miembro pleno de la IAAC desde 1999  
y de la ILAC desde Noviembre/2000***



*Ministerio de Economía y Planificación*

**RESOLUCIÓN No. 191/98**  
**(Copia corregida)**

**POR CUANTO:** El Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de conformidad con las Disposiciones Finales Sexta y Séptima del Decreto-Ley No. 147, "De la Reorganización de los Organismos de la Administración Central del Estado", de 21 de abril de 1994 y mediante Acuerdo de 25 de noviembre de 1994, para control administrativo Acuerdo No. 2818, aprobó entre las funciones y atribuciones específicas del Ministerio de Economía y Planificación, la de dirigir y controlar la aplicación de la política estatal en materia de Normalización, Metrología y Control de la Calidad.

**POR CUANTO:** El Decreto-Ley No. 182 "De Normalización y Calidad", de 23 de febrero de 1998, por su artículo 31 establece que corresponde a la Oficina Nacional de Normalización proponer al Ministerio de Economía y Planificación la constitución del Órgano Nacional de Acreditación.

**POR CUANTO:** La Organización Mundial del Comercio en su "Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio" reconoce la necesidad de un entendimiento mutuo en lo que respecta a la competencia técnica suficiente y continuada de las instituciones de evaluación de la conformidad del miembro exportador, tomando en cuenta que se haya verificado mediante acreditación que estas instituciones se atienen a las orientaciones o recomendaciones de instituciones internacionales de normalización.

**POR CUANTO:** La introducción y desarrollo en nuestra economía de la actividad de Acreditación de las entidades que realizan acciones vinculadas con la calidad, según los principios establecidos por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC), coadyuvan al reconocimiento y la confianza nacional e internacional en la actividad de evaluación de la conformidad en el país, contribuyendo a la reinserción de nuestro país en el mercado mundial.

**POR CUANTO:** Se hace necesario garantizar la unidad de acción en la conducción de la acreditación en nuestro país y ejecutar la política estatal establecida en lo que respecta a esta actividad.

**POR CUANTO:** Son deberes, atribuciones y funciones comunes de los Organismos de la Administración Central del Estado, cumplir y exigir lo dispuesto en la Constitución de la República, las Leyes, los Decretos-Leyes, los Decretos y demás disposiciones de la Asamblea Nacional del Poder Popular, el Consejo de Estado y el Consejo de Ministros y en las disposiciones legales que dicten los Jefes de los Organismos de la Administración Central del Estado en cumplimiento de sus facultades, según lo dispuesto en el ordinal 1 del Apartado



*Ministerio de Economía y Planificación*

Segundo del Acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de 21 de abril de 1994, para control administrativo Acuerdo No. 2817.

**POR CUANTO:** El Consejo de Estado mediante Acuerdo de 11 de mayo de 1995, ha designado a quien resuelve Ministro de Economía y Planificación.

**POR TANTO:** En uso de las facultades que me están conferidas,

**RESUELVO:**

**PRIMERO:** Crear el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba, en forma abreviada ONARC, a todos los efectos legales, adscripto al Ministerio de Economía y Planificación.

El Órgano que se crea ejecuta y controla los trabajos vinculados con el Sistema Nacional de Acreditación, así como su proyección internacional; desarrolla y aprueba la evaluación y reconocimiento de la competencia de las entidades que realizan acciones vinculadas con la calidad, entre las que se incluyen las entidades de certificación, de inspección y los laboratorios de ensayo y calibración, coadyuvando al reconocimiento regional e internacional de las actividades que se desarrollan en materia de evaluación de la conformidad.

**SEGUNDO:** Para el cumplimiento de sus funciones el Órgano Nacional de Acreditación cuenta con un Consejo, compuesto por un Presidente, electo entre sus miembros y por una Secretaría Ejecutiva e integrado por representantes de la Oficina Nacional de Normalización, los Ministerios de Economía y Planificación, de Salud Pública, de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, del Comercio Exterior, de Educación Superior, de Trabajo y Seguridad Social, de las Fuerzas Armadas Revolucionarias y la Cámara de Comercio de la República de Cuba.

**TERCERO:** Designar a la Dirección de Acreditación de la Oficina Nacional de Normalización como la Secretaría Ejecutiva del Órgano Nacional de Acreditación, encargada de todos los trabajos organizativos u operativos, rindiendo cuentas al Consejo sobre el desarrollo de dicha actividad en el país.

**CUARTO:** Facultar al Órgano Nacional de Acreditación para dictar cuantas disposiciones complementarias resulten necesarias para el mejor cumplimiento de lo que por la presente se establece.

**QUINTO:** Se dejan sin efecto cuantas disposiciones legales de igual o inferior jerarquía se opongan a lo dispuesto en la presente Resolución.



Ministerio de Economía y Planificación

**SEXTO:** Comuníquese, con remisión de copia de esta Resolución, al Jefe de la Oficina Nacional de Normalización, a la Secretaría del Consejo de Ministros y de su Comité Ejecutivo, a los Organismos de la Administración Central del Estado, a los Consejos de la Administración Provincial del Poder Popular, a los Viceministros y Directores del Organismo y a cuantas más personas naturales y jurídicas corresponda. Publíquese en la Gaceta Oficial de la República para general conocimiento y archívese el original de la misma en el Departamento de organización y Asesoría Jurídica de este Ministerio.

Dada en Ciudad de La Habana, a 17 de noviembre de 1998.

**JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA**  
**MINISTRO**

**ORGANO NACIONAL DE ACREDITACION**  
REPUBLICA DE CUBA

# CERTIFICADO

que acredita a:

*Laboratorio de Servicios Ambientales*  
*Empresa Central de Laboratorios*  
*"José Isaac del Corral" (LACEMI)*


*Por cumplir las exigencias establecidas en las NCI/ISO/IEC 25*  
*"Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de*  
*Calibración y Ensayo" y demás regulaciones complementarias.*

*Este Certificado confiere a su titular las facultades legales para*  
*ostentar la condición de LABORATORIO ACREDITADO*  
*para el alcance consignado en el registro correspondiente.*

Expedido en Ciudad de La Habana a los 27 días  
del mes de Septiembre de 1999

Período de vigencia tres años (s)

Reg. No. 008







**ONARC**  
ORGANO NACIONAL DE ACREDITACION REPUBLICA DE CUBA

**OTORGAMIENTO DE LA ACREDITACION**

<b>LABORATORIO:</b>				<b>CONTRATO NO.</b>		
LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES				5/98		
<b>DIRECCIÓN:</b>						
VIRGEN DEL CAMINO Y LÍNEA DEL FERROCARRIL, SAN MIGUEL DEL PADRÓN, C. HABANA						
<b>RESPONSABLE DEL INFORME DE ENSAYOS:</b>						
ING. MARÍA DE LOS ANGELES IRIARTE						
<b>PERTENECIENTE A:</b>						
EMPRESA CENTRAL DE LABORATORIOS "JOSÉ ISSAC DEL CORRAL" (LACEMI)						
<b>DATOS DEL OTORGAMIENTO:</b>						
<b>NO. RESOLUCIÓN:</b>	<b>INRO. LABORATORIO:</b>	<b>TOMO:</b>	<b>FOLIO:</b>	<b>FECHA DE ASIENTO:</b>		
08/99	008	1	054	99	09	27
<b>ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN:</b>						
Ver Anexo						
Ensayos para los cuales se ha concedido la acreditación y documentos normativos de referencia aceptados por el Organismo de Acreditación.						
<b>PLAZO DE VIGENCIA:</b>		3 AÑOS				
<b>APROBADO POR:</b>						
<b>NOMBRE:</b>	<b>CARGO:</b>	<b>FIRMA:</b>	<b>FECHA:</b>			
ING. ALCIDES ERICE	JEFE SEC. EJECUTIVA		99	10	18	



# ONARC

ORGANO NACIONAL DE ACREDITACION REPUBLICA DE CUBA

## ANEXO OTORGAMIENTO DE LA ACREDITACIÓN

### LABORATORIO

LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES, EMPRESA CENTRAL DE LABORATORIOS "JOSÉ ISSAC DEL CORRAL" (LACEMI)

NO. RESOLUCIÓN	NRO. LABORATORIO	TOMO	FOLIO	FECHA DE ABIENTO
08/99	008	1	054	99 09 27

### ENSAYOS PARA LOS CUALES SE HA CONCEDIDO LA ACREDITACIÓN Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA ACEPTADOS POR EL ÓRGANO DE ACREDITACIÓN

NO.	PRODUCTO	DENOMINACION DEL ENSAYO	NORMA NACIONAL O INTERNACIONAL U OTRA DOCUMENTACION QUE AMPARA EL ENSAYO
1	Aguas y residuales	Determinación de pH.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-01
2	Aguas y residuales	Determinación de conductividad.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-02
3	Aguas y residuales	Determinación de sólidos totales secados a 103-105 °C	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-03
4	Aguas y residuales	Determinación de dureza total.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-04
5	Aguas y residuales	Determinación de alcalinidad.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-05
6	Aguas y residuales	Determinación de cloruro.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-06
7	Aguas y residuales	Determinación de Sulfato.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-07
8	Aguas y residuales	Determinación de nitritos.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-10
9	Aguas y residuales	Determinación de fósforo reactivo total (ortofosfato).	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-11
10	Aguas y residuales	Determinación de sulfuro total.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-12



# ONARC

ORGANO NACIONAL DE ACREDITACION REPUBLICA DE  
CUBA

**continuación**

Nº	PRODUCTO	DENOMINACION DEL ENSAYO	NORMA NACIONAL O INTERNACIONAL U OTRA DOCUMENTACION QUE AMPARA EL ENSAYO
11	Aguas y residuales	Determinación de óxido de silicio reactivo al molibdato	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-14
12	Aguas y residuales	Determinación de 28 elementos por ICP (Inducción de plasma acoplado).	LSA-PT-28
13	Aguas	Determinación de nitratos.	Standard Methods 19 Edición 1995 LSA-PT-10
14	Aguas	Determinación de amonio.	Standard Methods 19 Edición 1976 LSA-PT-10
15	Aguas	Determinación de cianuro susceptible a la cloración en aguas (método de comparación visual)	Instrucción para análisis rápido de cianuro [Merck Riedel de Haen basado Deutsche Einheits Verfahren Zur Wasseruntersuchung, Verlag Chemie D13 (desde 1960)] LSA-PT-13
16	Sedimentos	Determinación de 11 elementos por ICP (Inducción de plasma acoplado).	LSA-PT-30

## **RESOLUCION No. 08 /99**

**POR CUANTO:** El Decreto-Ley No. 182 en su artículo 32 establece que el Organó Nacional de Acreditación organiza, ejecuta y controla los trabajos vinculados con el Sistema Nacional de Acreditación así como su proyección internacional y establece los requisitos y procedimientos fundamentales para el desarrollo y organización general de la actividad.

**POR CUANTO:** La Resolución No. 191 de 17 de noviembre de 1998 del Ministro de Economía y Planificación crea el Organó Nacional de Acreditación de la República de Cuba, en lo adelante ONARC, a todos los efectos legales adscripto al Ministerio de Economía y Planificación.

**POR CUANTO:** En reunión del Consejo del ONARC de fecha 10 de Septiembre de 1999, los representantes de los organismos de la economía designados al mismo, eligieron como presidente al que suscribe.

**POR CUANTO:** Las prácticas internacionales y nuestra propia realidad le confieren un papel cada vez más preponderante a los ensayos como garantía de la calidad de los productos y servicios, para lo cual resulta imprescindible la Acreditación de Laboratorios con una reconocida competencia e Imparcialidad.

**POR CUANTO:** El laboratorio denominado Laboratorio de Servicios Ambientales perteneciente a Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral" (LACEMI) ha sido evaluado por un equipo de especialistas dirigidos por la Secretaría Ejecutiva del ONARC, habiéndose comprobado que el referido Laboratorio cumple con las exigencias establecidas en la Norma Cubana NC ISO/IEC 25: 92 "Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo" y demás disposiciones complementarias.

**POR CUANTO:** La Secretaría Ejecutiva basada en el Informe del Equipo Evaluador propuso al Consejo del ONARC acreditar dicho laboratorio.

POR TANTO: En uso de las facultades que me están conferidas,


### RESUELVO

PRIMERO: Acreditar el Laboratorio denominado Laboratorio de Servicios Ambientales perteneciente a Empresa Central de Laboratorios "José Isaac del Corral" (LACEMI) para la ejecución de los ensayos consignados en el documento de Otorgamiento de la Acreditación que se anexa a la presente Resolución, formando parte integrante de la misma.

SEGUNDO: El precitado Laboratorio será acreedor de la condición de LABORATORIO ACREDITADO y podrá ostentar el certificado que a los efectos se otorga así como utilizar el logotipo de laboratorio de ensayos ACREDITADO por el plazo de vigencia que se estipula en el anexo a la presente, a partir de su Registro en la Secretaría Ejecutiva del ONARC, en tanto en cuanto dicho Laboratorio mantenga los requisitos que lo hicieron acreedor de la referida acreditación.

TERCERO: Comuníquese a los interesados y archívese el original en la Secretaría Ejecutiva del ONARC.

Dada en la Ciudad de la Habana, a los 15 días de Septiembre de 1999.



Lionel Enriquez Rodriguez  
Presidente del Consejo del ONARC