

# CONCEPTO DE TERMALIDAD Y AGUAS MINERALES

ARIAS ROMERO, Luis F.\*; ARMIJO CASTRO, Francisco\*\*; SAN MARTIN BACAICOA, Josefina\*\*\*.

## RESUMEN

*Los conceptos de "Agua Termal" y "Termalidad" están sometidos actualmente a distintas valoraciones cuantitativas y cualitativas. Estas intentan marcar la temperatura de emergencia que define a un agua como "termal". Hay discrepancias internacionales para acordar un "punto de corte termal" (P.C.T); término al que aludiremos constantemente en esta revisión y creado con fines didácticos para su mejor exposición. Se pretende recoger la actualidad del tema, realizar un análisis del mismo y proponer finalmente una cifra unificada de termalidad de las aguas minero-medicinales, obtenida en base a los datos aportados por más de 22 países del mundo.*

## RESUMÉ

*Les concepts "d'eau thermale" et "Thermalité" sont actuellement soumis aux différentes estimations quantitatives et qualitatives. Celles-ci essaient de fixer la température d'émergence qui définit une eau comme "thermale". Il y a des dissens internationaux pour accorder un "point de coupure thermale": (P.C.T); terme auquel nous ferons allusion constamment dans cette révision; celui-ci a été créé pour une exposition plus didactique. On pretend grouper l'actualité du sujet, réaliser une analyse du même et proposer finalment un chiffre unifié de thermalité des eaux minérales obtenue sur la base des données envoyées par plus de 22 pays du monde.*

## SUMMARY

*The concepts of "Thermal water" and "Thermality" are nowadays submitted to different quantitative and qualitatives estimations. These try to*

*fix the emergency temperature that define the water as a "thermal" one. There are international discrepancies to accord a "thermal cup point": (T.C.P); term which we will use frequently on this revision and which has been created with didactic purposes for a better exposition. We pretend to collect the present events of the subject, to analyse it and finally to propose a unified number of the thermality in the mineral-medical waters, obtained from the basis given in more than 22 countries in the world.*

•

## INTRODUCCION Y OBSERVACIONES PRELIMINARES

El primer intento digno de tener en cuenta para definir los conceptos tuvo lugar en el III Congreso Internacional de Geología, celebrado en Praga en 1968. La ponencia abierta "Génesis de las Aguas Minero-Medicinales" recibió multitud de comunicaciones sobre el tema pero no se llegó a ninguna conclusión unificada sobre el punto de corte termal.

Durante los "65 días Balneológicos Alemanes", de Timendorfer-Strand (Octubre de 1969) se profundizó algo más. El Prof. K. Ersnt Quentin cuestionaba: *¿Qué entendemos por Agua Termal?*

El Congreso de la FITEC (Federación Internacional de Termalismo y Climatología), celebrado el mes de Septiembre de 1971 en Lisboa, recoge en los comunicados que emitió su Comisión Hidro-Geológica los aspectos más relevantes de los eventos anteriores. Este servirá como base y punto de partida del presente artículo. Dicho organismo expuso en una de sus conclusiones finales que la denominación "Thermalisme", que recoge el concepto germánico de: "Terapia por baños de aguas minero-medicinales" (no expresaba en muchos ca-

\* Especialista en Hidrología Médica. \*\* Prof. Asociado de Hidrología Médica. \*\*\* Catedrática de Hidrología Médica, U.C.M.

sos dicho sentido, tampoco se llegó a unificar cuantitativamente el P.C.T.)

Pensamos que hoy por hoy no se han superado las conclusiones que allí se acordaron, si bien es cierto que las puertas quedaron abiertas para adoptar futuras globalizaciones de los términos. Esta es la tarea que pretendemos con la publicación del presente trabajo.

## ANOTACIONES HISTORICAS

En principio diremos que según refiere el Prof. Quentin, los Diccionarios Enciclopédicos y Etimológicos Internacionales definen las siguientes acepciones:

- “*Therm*”: procedente del griego (*Thermós*) = Caliente.
- “*Therme*”: Fuente Caliente.
- “*Thermen*”: Baños Calientes/Termas antiguas.

Los primeros baños públicos de la historia conocidos fueron construidos por Agripa en el 32 a.d.C. Estas soberbias instalaciones contaban con diversos recintos, (*frigidarium, laconiarium, caldarium, etc.*). Una importante aportación fue la introducción de la calefacción por Hipocausto (89 d.C.) en el suelo de las instalaciones, para calentar los recintos. Entonces no se utilizaban las aguas termales en el sentido balneológico actual, pero si en el hidro-geológico; es decir, la civilización romana construía sus termas en lugares donde manabán espontánea y naturalmente las aguas calientes. En la actualidad, todos conocemos el hecho de que muchas aguas de manantiales o pozos se calientan antes de ser aplicadas.

En 1829, E. OSSANN clasificó por primera vez las aguas por su temperatura de emergencia:

A. Frías	0-15ºR	1-65ºF	hasta 18ºC
A. Frescas	15-20ºR	65-77ºF	18-24ºC
A. Tibias	20-25ºR	77-88ºF	24-31ºC
A. Calientes	25-30ºR	88-99ºF	31-37ºC
A. Muy Calientes	30-80ºR	99-212ºF	37-100ºC

A finales del siglo XIX la temperatura a partir de la cual un agua se considera termal era de 20ºC.

Este criterio fue adoptado en base a los acuerdos logrados por los hidrólogos más prestigiosos de la época.

Wollmann en 1943 alude al intento de Ossann y apunta la dificultad existente para marcar un límite de termalidad del agua (incide sobre el hecho de que se ha discutido poco hasta la fecha sobre ello y que la temperatura de 20ºC parece estar basada más en fundamentos comerciales que en reflexiones científicas). Wollmann propone que la denominación de “*agua termal*” se aplique sólo a las aguas que sin necesidad de ser calentadas artificialmente, permitan a los enfermos necesitados de las mismas, permanecer con una temperatura ambiente adecuada por lo menos 30' en un baño común, sin perjuicio alguno para su salud. Concluye diciendo que esa temperatura **no puede ser inferior a los 30ºC.**; clasificando las denominadas por él: “*aguas con calor natural*”, en tres grupos: tibias (= ó >20ºC), calientes (= ó >30ºC) y muy calientes (= ó >40ºC).

## BASES Y METODO DE ESTUDIO. TABLAS Y GRAFICOS

En este punto resumiremos las comunicaciones que aportaron distintos países a la Comisión HidroGeológica del citado congreso de la FITEC (Lisboa-1971); y citaremos, en algún caso, particularidades especiales de algunas de las naciones que contribuyeron con diferentes criterios al intento de actualizar los conceptos de agua termal y termalidad. Finalmente, analizaremos estadísticamente los datos reflejándolos en tablas y gráficos. (T.A. y Graf. I-II-III).

### I- República Federal Alemana/RFA

Partiendo de la terminología germánica, “*Kurort*”: “*lugar de cura, reposo y manantial de agua minero-medicinal asociado*”, sus principales hidrólogos consideraban en general como agua termal aquella que emergía a la superficie desde un manantial natural con una temperatura no inferior a los 20ºC. Quentin propuso en 1969 una serie de variaciones interesantes:

Baño Termal (Concepto “ <i>Therm</i> ”)	con t <sup>a</sup> >20ºC, de agua dulce o potable calentada
Baño Termal Natural (“ <i>Therme</i> ”)	con t <sup>a</sup> >20ºC, de agua mineral natural
Baño Termal Natural Mineral	con t <sup>a</sup> >20ºC, y >1g/Kg de sustancias disueltas
Baño Termal Mineral	con t <sup>a</sup> >20ºC, y >1g/Kg (agua mineral calentada)
Baño Termal Marino	con t <sup>a</sup> >20ºC, de agua marina calentada artificialmente

El autor comenta que este acuerdo convencional respecto al valor límite de los 20°C, se pierde completamente en la práctica diaria, ya que la mayoría de las aguas se calientan para su aplicación terapéutica como mínimo hasta los 28°C, y aún así, no se acercan ni con mucho a la t<sup>a</sup> indiferente, que es percibida por los humanos como una sensación de confort y perfecta tolerancia orgánica. K. W. Schenelle, coincide con él y sugiere el cambio del límite a los 28°C.

## 2 - Bélgica/BEL

Los expertos belgas consideran el agua como termal, cuando la temperatura de la misma en su surgencia es sensiblemente superior a la de la media anual registrada en la zona geográfica del naciente, (como veremos repetidamente, este es un concepto compartido por muchos países, incluido el nuestro, ...pero no por todos). No obstante, hacen especial mención a un sólo grupo de aguas termales; las denominadas “calientes”, cuya temperatura debe ser superior a los 30°C.

## 3 - Checoslovaquia/CSK

En este país, denominan aguas termales a aquellas cuya temperatura es > 25°C.

## 4 - República Democrática Alemana/DDR

Consideran aguas termales a las que tienen una temperatura en emergencia > 25°C.

## 5 - Hungría/HUN

Si el agua brota de manantiales naturales la temperatura debe ser superior a los 20°C. En el caso de perforaciones artificiales, > 25°C. Esta diferencia tiene importancia para los geólogos, pues se tiene en cuenta el grado geotérmico. Por otra parte Hungría es un país con gran riqueza de manantiales termales y además, debido a la especial distribución de sus estratos geológicos, tiene gradientes geotérmicos más bajos, (entre un 50-60%), que el resto del mundo. Así pues, los flujos de calor que emanan de la tierra son 2,5 veces mayores que los valores medios mundiales registrados hasta la fecha. Del orden de 2,2-3,3 cal/cm<sup>2</sup> seg.

Se conocen en su territorio más de 250 manantiales con temperatura > 35°C. Por consiguiente su división balneológica considera aguas termales las comprendidas entre 35 y 40°C. Existen, como en otros muchos Estados, grupos de aguas por encima y por debajo de estas temperaturas: (friás, frescas o subtermales, hipotermicas, homeotermales e hipertermicas).

## 6 - Italia/ITA

En Italia existe una división balneológica de las aguas por su temperatura, (friás, hipot., homeot., e hipert.), pero la consideración de termalidad del aguas se alcanza a los 30°C. (Prof. Messina).

## 7 - España/ESP

Nuestro país adopta los criterios establecidos por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas en 1967 y considera agua temal al agua subterránea con una temperatura superior a la media anual local, aunque estableciendo divisiones termométricas...: (hipot, mesotermicas, e hipert.). Las mesotermicas situadas en un intervalo entre 30 y 40°C. Sin embargo, nuestro Código Alimentario (1987) sitúa el intervalo entre 30° y 50°C. Este criterio podría considerarse oficial en nuestra nación, aunque en la práctica se ha visto superado, y se considera agua termal u ortotermal, cuando la temperatura del agua en emergencia es superior a la del ambiente hasta 4°C, o a la del suelo, donde nace en no más de 2°C. Si supera respectivamente los valores de +4°C. o +2°C., se considera ya hipertermal. Hay una reflexión importante que hacer en este caso, pues a pesar de la comparación de la temperatura con el ambiente y el suelo, el intervalo clasificadorio inferior sitúa a las aguas hipotermicas entre los 20 y 30°C, con lo cual podemos deducir que el límite de termalidad en España se establece en 30°C.

## 8 - Francia/FRA

En el país vecino, los criterios son superpuestos a los de España. Valor límite situado en los 30°C; con las mismas consideraciones respecto a las temperaturas ambientales y del suelo del naciente.

## 9 - Suiza/SUI

Consideran fuentes termales las que tienen una temperatura de 37°C. Las comprendidas entre 20-37°C, se denominan sub-termales.

## 10 - U.R.S.S./RUS

En líneas generales consideran los 20°C como valor límite, pero en un análisis más profundo, los rusos consideran la geotermia del terreno y según esto clasifican las aguas termales a partir de un límite inferior de 35°C. De acuerdo con estas últimas precisiones podemos aceptarlos como valor límite.

## 11 - Unión India/IND

En el sub-continente Indio el clima tropical o

sub-tropical húmedo prevalece en muchas áreas, y se acepta una temperatura media ambiental de 25°C, con el fin de poder clasificar más fácilmente las aguas. En la práctica, todas las fuentes con temperatura superior a los 30°C se consideran cálientes o termales.

#### 12 - Japón/JAP

En Japón existe una “*Ley de Fuentes Calientes*”; ésta especifica que el término de “*fuente caliente*” agrupa a los nacientes de agua caliente natural, mineral, de vapor o de cualquier otro gas. Si la temperatura en el momento de tomar la muestra del manantial es igual o superior a los 25°C, el agua se considera termal. Las fuentes termales japonesas también se valoran como geotermiales. En esta nación existen más de 1.300 manantiales de este tipo, contando 90 de ellos con una temperatura superior a los 90°C.

#### 13 - Vietnam/VIE

Las aguas que surgen del suelo con una temperatura superior a los 30°C son consideradas termales, siempre que dicha cifra no cambie ostensiblemente en el transcurso de las estaciones climáticas. Sus representantes aclaran un hecho singular: “*quedan excluidas las aguas de los ríos o estanques, pues en algunos momentos del año, estas pueden superar los 35°C*”.

#### 14 - Turquía/TUR

Toman en consideración a la hora de sentar el criterio de termalidad, la media de la temperatura regional anual de la zona donde surge el manantial. El punto límite de temperatura se sitúa en 20°C.

#### 15 - República Sudafricana/SUD

En todo el país se considera el límite de los 25°C para fijar el criterio de termalidad del agua. Aclaran que si este fuera de 20°C, miles de manantiales y perforaciones lo cumplirían; incluso en algunas zonas del país este límite es bajo (área sub-tropical), y en ellas sólo las aguas que superen en 5°C las temperaturas medias regionales deberían considerarse termales.

#### 16 - Swazilandia/SW

La barrera térmica se establece en los 25°C, según C. Kent.

#### 17 - Tanzania/TAN

La mayoría de las aguas subterráneas poco profundas tienen temperatura superior a los 20°C. Es-

tablecen una clasificación regional basada en criterios geográficos, dando como puntos de referencia los 24°C de la llanura y los 33°C de la costa; el valor medio para el conjunto de la nación es de 28°C.

#### 18 - Uganda/UGA

La temperatura de emergencia debe exceder la media anual nacional; es decir: >20°C.

#### 19 - Egipto/R.A. U.

Son aguas termales las que se encuentran en un rango de temperatura de 30 a 75°C.

#### 20 - Canadá/CAN

Para White (1957), son fuentes termales las que presentan temperaturas superiores a 5°C o 10°F, a la media anual de la región donde emerge el agua de forma natural (descarta las perforaciones artificiales) y clasifica las “*fuentes calientes*”, como aquellas cuya temperatura mínima de emergencia es de 90°F; es decir, aproximadamente 32°C.

#### 21 - Chile/CHI

El punto diferencial de termalidad se establece dentro de los mapas hidro-geológicos en 20°C.

#### 22 - Argentina/ARG

Conforme a su grado de termalidad E. Kaiser (1959) considera aguas mesotermicas las comprendidas entre 30 y 50°C. Serían ya hipotermicas las de temperatura inferior a 30°C.

Los países que referimos a continuación no aportaron cifras fijas de termalidad.

Sus criterios de termalidad se resumen en la Tabla B.

#### U.S.A.

En líneas generales y para G.A. Waring (1965), cualquier manantial cuya agua supere al brotar la temperatura media anual ambiental puede considerarse termal; añade: “*serían más específicamente termales las aguas que superen en 15°F la temperatura media anual de la zona del naciente*”.

#### Suecia

Las aguas termales son aguas subterráneas con una temperatura superior a la media anual local.

#### Reino Unido

La concepción es similar a la de Suecia.

#### Islandia

Esta nación es conocida especialmente por su actividad termal. Utiliza y explota sus recursos térmicos.

cos profusamente; pero no en los campos crenotérápicos. Unicamente utiliza aguas por encima de los 50°C (con fines de aprovechamiento público y/o industrial).

#### Rumania

Según la normativa dictada por la Comisión de Normalización de Bucarest en 1954, se consideran aguas termales aquellas cuya temperatura supera la media local anual.

#### Kenia

En Kenia, todas las aguas nacientes son consideradas termales, pues todas superan la temperatura

media anual nacional, que en el centro del país es de aproximadamente 17°C.

#### Marruecos

La temperatura debe ser inferior en 3-5°C, a la obtenida como media en el interior de su napa o yacimiento hidrogeológico. Es un concepto diferente, derivado de la influencia de las antiguas consideraciones francesas relativas a la termalidad de las aguas. No precisa tampoco el P.C.T.

#### Túnez

En Túnez un agua es termal cuando supera la temperatura media anual de la zona donde emerge.

**TABLA A): DATOS - VALORACIONES - PRUEBAS ESTADISTICAS**

PAISES	SIG.	Pct°C	Datos Estadísticos	Valor nº.
1. TURQUIA	TUR	20	Número de datos .....	22
2. UGANDA	UGA	20	Grupos de datos/PCT .....	7
3. CHILE	CHI	20	Valores de los grupos/T <sup>a</sup> .....	20/25/28/30/32/35/37
4. CHECOSLOVAQUIA	CSK	25	Media aritmética de T <sup>a</sup> ( $\bar{X}$ ) .....	28,18
5. R.D. ALEMANA	DDR	25	Mediana .....	30
6. R. SUDAFRICANA	RSU	25	Moda .....	30
7. SWAZILANDIA	SW	25	Desviación Típica .....	4,69
8. JAPON	JPA	25	Desviación Media .....	8,50
9. R.F. ALEMANA	RFA	28	Varianza .....	22,06
10. TANZANIA	TAN	28	Rango o recorrido de la distrib. .....	17
11. ESPAÑA	ESP	30	Interv. Confianza al 95% ( $\bar{X}$ ) .....	0,06
12. FRANCIA	FRA	30	Prueba "Z" (ajuste de p = 0,05) .....	0,96
13. ITALIA	ITA	30		
14. BELGICA	BEL	30		
15. ARGENTINA	ARG	30		
16. EGIPTO	RAU	30		
17. VIETNAM	VIE	30		
18. UNION INDIA	IND	30		
19. CANADA	CAN	32		
20. RUSIA	RUS	35		
21. HUNGRIA	HUN	35		
22. SUIZA	SUI	37		

Gráfico I) P.C.T./Nº PAISES Y %

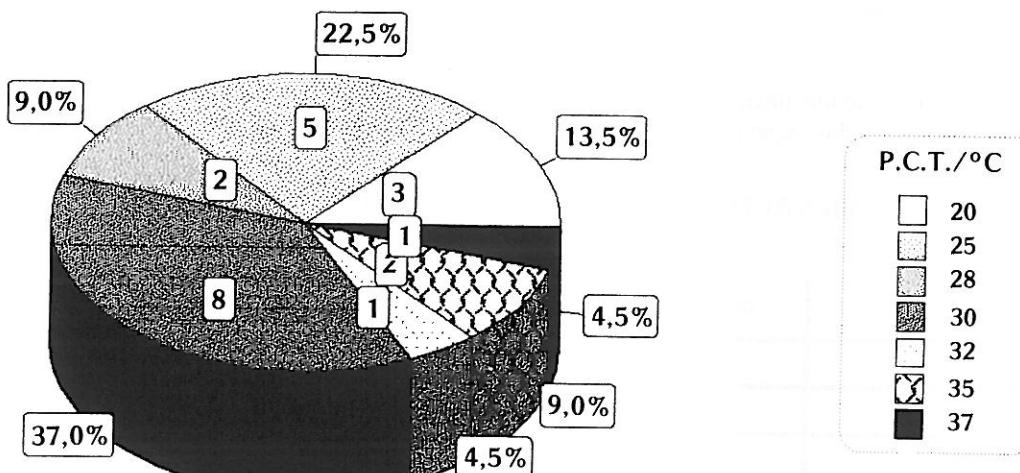


Gráfico II) P.C.T./°C.  
(por número de países)

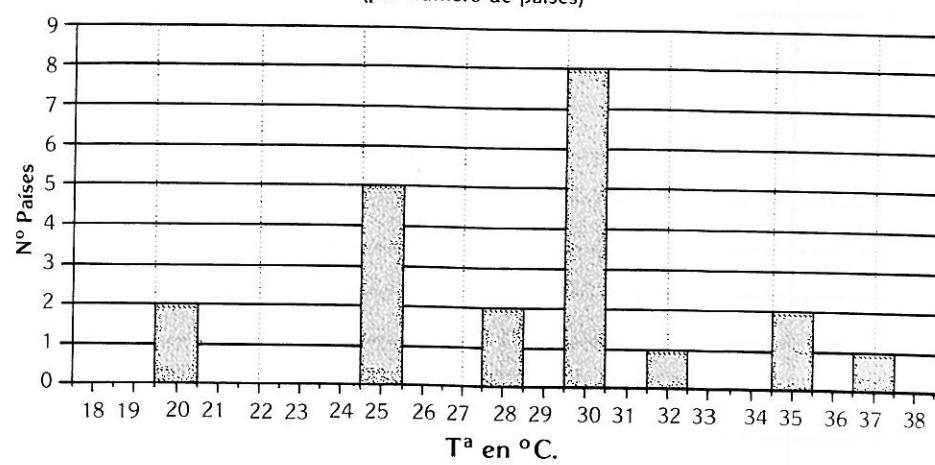


Gráfico III) P.C.T. de las Aguas Minero-Medicinales por países

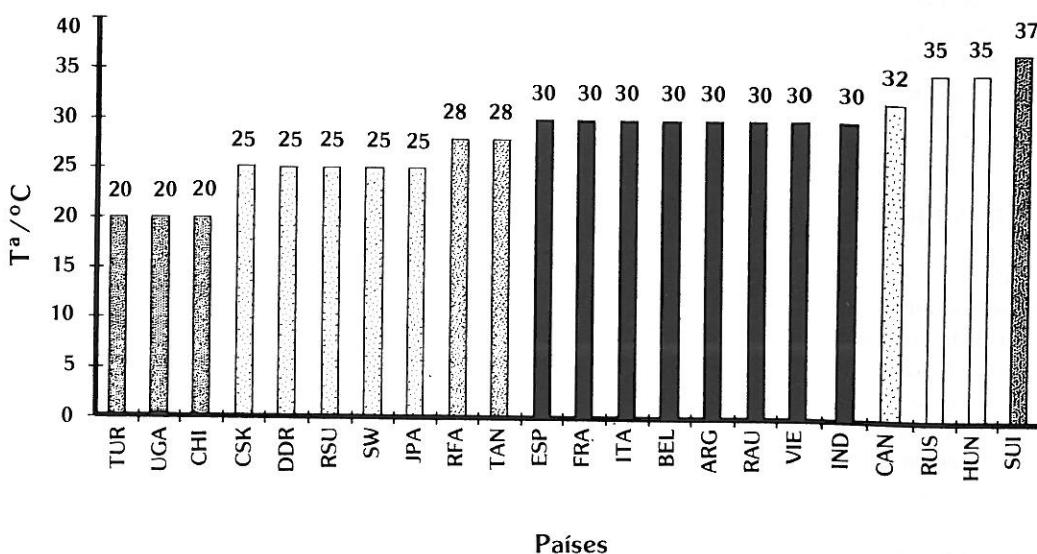


TABLA B): OTROS PAISES

PAISES	Criterio de agua termal en su naciente
U.S.A. ....	T <sup>a</sup> > en 15°F a la media anual local
Suecia .....	t <sup>a</sup> > a la media anual local
Reino Unido .....	t <sup>a</sup> > a la media anual local
Islandia .....	No especificado
Rumania .....	t <sup>a</sup> > a la media anual local
Kenia (*) .....	t <sup>a</sup> > a la media anual nacional
Marruecos .....	t <sup>a</sup> < en 3 a 5°C a la media de t <sup>a</sup> en el interior del acuífero
Túnez .....	t <sup>a</sup> > a la media anual local

(\*) En Kenia todas las aguas de manantial son consideradas termales.

## ANALISIS Y DISCUSION

El estudio se centró en el cálculo de medidas de distribución central con el fin de obtener una **temperatura media**; determinando después su intervalo de confianza y su significación estadística para un grado de fiabilidad del estudio del 95%

(p <0.05). La realización de la prueba “Z” corroboró los datos conseguidos. Inferiendo los resultados de la muestra, ya que la curva sigue aproximadamente una **distribución normal**, donde ( $\bar{x}$ ), M y Mo, prácticamente coinciden; podemos afirmar que el 72% de las naciones ajustan su P.C.T, y por consiguiente su **consideración de agua termal** en

( $+/-1$  D.T) alrededor de la media ( $\bar{x}$ ). Si bien la principal fuente de datos para el análisis, data del referido Congreso de Lisboa de 1971, (ya lejano en el tiempo), no hemos encontrado en nuestra revisión nada que supere lo expuesto en el mismo. En las tablas y diagramas anteriores se resume el estudio realizado.

## CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

1- La mayoría de los países coinciden en afirmar que un agua debe ser considerada TERMAL cuando su temperatura de emergencia es considerablemente mayor que la temperatura media anual de la zona geográfica de su naciente.

2- La temperatura de emergencia debe ser aproximadamente igual o constante durante todo el año. Se admite una variación no <ó> al 20% de la misma en °C.

3- Dicha temperatura deberá superar (por término medio), en 5 ó 10 °C, a la temperatura media local del territorio donde nace; según sea respectivamente su origen, superficial o profundo.

4- Considerando las tres conclusiones anteriores proponemos fijar (basándonos en los análisis realizados), un “INTERVALO DE TERMALIDAD” para las aguas minerales naturales (sean consideradas o no medicinales), entre 25 y 31°C, con un “valor de standarización o P.C.T” que se sitúe con fines didácticos en los 30°C y que coincide aproximadamente con los análisis estadísticos realizados.

5- Dicho valor pretende armonizar los criterios hidro-geológicos y los balneológicos, separando todas las consideraciones particulares que puedan establecerse. A pesar de las diferentes sensaciones, tanto objetivas como subjetivas de los distintos pueblos y naciones en cuanto al significado del vocablo “termal”, éste no debe ser considerado sinónimo de “caliente”, equívoco, por lo demás muy frecuente, para los no versados en la materia.

6- Considerando la cuarta conclusión, deberían redefinirse los conceptos de aguas acratopegas y acratotermas en las que dividimos el grupo de las Aguas Oligometálicas o de débil mineralización en nuestro país, y subir la barrera de los 20° hasta los 30°C.

## BIBLIOGRAFIA

III CONGRESO INTERNACIONAL (FITEC). (1972). “Comunicados de la Comisión Hidro-geológica”. Lisboa.

AMELUNG, W.; HILDEBRANT, G. (1985): “Balneología und medizinische Klimatologie”. Ed. Springer-Verlag. Berlin.

ARMIJO VALENZUELA, M.; SAN MARTIN BACAICOA, J. (1994): “Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia”. Ed. Complutense. Madrid.

ARMIJO VALENZUELA, M.; SAN MARTIN BACAICOA, J. (1994): “La Salud por las aguas termales”. Ed. Edaf. Madrid.

BERT, J.M.; BESANÇON, F. (1972): “Thérapie thermale et climatique”. Ed. Masson. París.

C.A.E. (“Código Alimentario Español”). (9/1987). Public. Sanitarias del Ministerio de Sanidad y Consumo. Vol. XIX. Madrid.

CUATRECASAS, J.; MARQUEZ, M.A. (1984): “Manual de Hidrología Médica Argentina”. Ed. Tres Tiempos. Buenos Aires.

MESSINA, B.; GROSSI, F. (1988): “Elementi di Idrologia Médica”. Ed. Universo. Roma.

LICHT, S. (1963): “Medical Hydrology”. Ed. Connecticut. Hartford (U.S.A.)