

"Inventario y caracterización del yacimiento termal de Ourense ciudad (Galicia, España)

P.A. Araujo Nespereira¹, J.A. Cid Fernández^{1,2}, I. Delgado Outeiriño¹, A. L. Gúezmes Barriuso³

¹Área Geodinámica Externa. Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo, Galicia, España.

²Instituto de Ingeniería – Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. México.

³XEOAQUIS. Geotermia e Hidrogeología. Ourense, Galicia, España.

ABSTRACT

Galicia (NW de España) es una región prolífica en manantiales termales naturales, concentrados mayoritariamente en la provincia interior, Ourense. En la ciudad de mismo nombre se han identificado 39 afloramientos de agua minero-medicinal y termal con temperaturas entre 18 y 66.3 °C constituyendo un yacimiento geotérmico de media entalpía. En el presente artículo se realiza un primer reconocimiento, ubicación y clasificación de las aguas del yacimiento Ourense-ciudad, como paso previo a posteriores estudios de detalle que evalúen la factibilidad de su explotación. El termalismo es reconocido actualmente como un recurso estratégico en España, con un rápido crecimiento del volumen de negocio asociado a las aguas minero-medicinales.

Keywords: Geotermia de media temperatura, Termalismo, Ourense, España

1. INTRODUCCIÓN

El NW de España (Galicia) es el área con mayor presencia de anomalías geotérmicas de la Península Ibérica. La administración autonómica tiene catalogadas 314 manantiales de agua minero-medicinal y/o termal [1] en todo el territorio gallego (29.5 Km² – 5.8% total España), si bien este inventario no engloba la totalidad de los afloramientos gallegos que sumaría un número muy superior.

Galicia ha aprovechado en 2005, 358.022 m³ de agua minero medicinal, mediante la industria de envasado de aguas (11 plantas envasadoras) y su utilización en estaciones balnearias (21) [2]. Las cifras muestran que en el período 2002-2005, el volumen de aprovechamiento ha aumentado un 10.73%.

El uso de fluidos geotérmicos en Galicia se remonta a la dominación romana (s. I-II d.C.), encontrándose numerosos restos de estaciones termales y aras votivas a las divinidades de las aguas calientes (*Reve Anavaraeco*) datadas en esa época en el entorno de los balnearios de Lugo, As Burgas (Ourense), *Aquis Querquernis* (Ourense) o Río Caldo (Ourense), entre otros [3].

La provincia de Ourense (598 Km²) concentra el 26.1% de las manifestaciones termales de Galicia y, en especial, aquellas que presentan un mayor grado de termalidad (Figura 1). De todo este territorio, la capital de la provincia, Ourense (84.5 Km²), es la zona con mayor número de afloramientos minero-medicinales y/o termales de Galicia (41).

Los objetivos del presente artículo son: 1) Marco geomorfológico del área Ourense-Ciudad; 2) Inventario, catalogación y localización de los puntos de anomalía

geotérmicas existentes en el ayuntamiento de Ourense; 3) Descripción y clasificación según sus características mineralógicas.

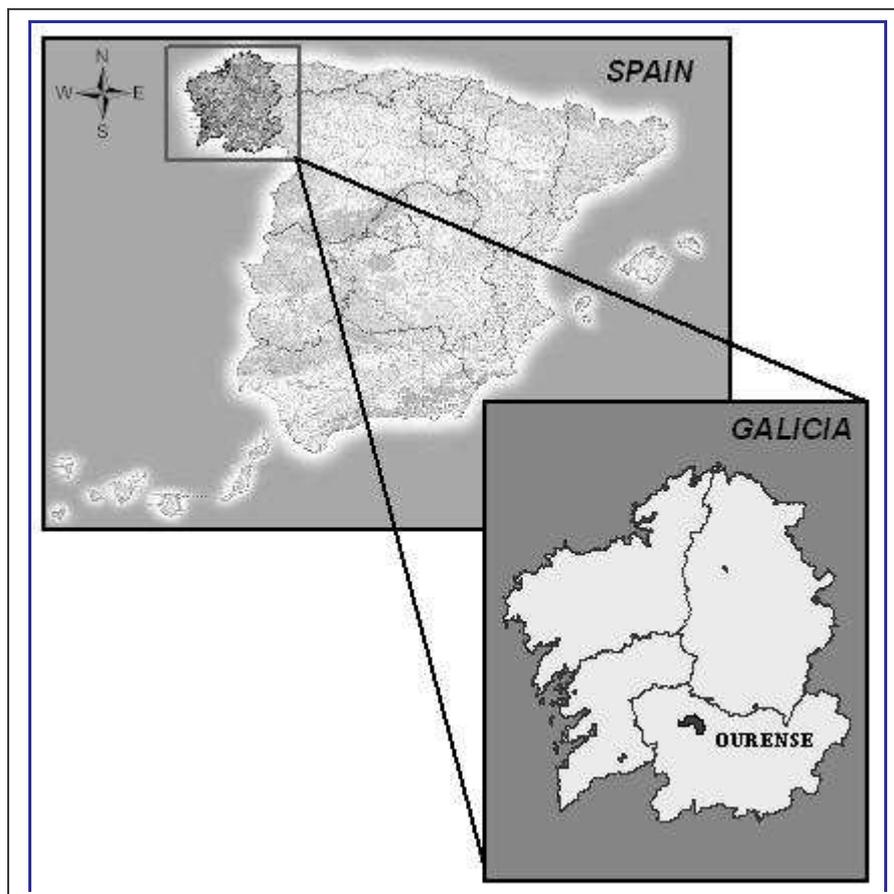


Figura 1.- Situación

2. MARCO LITOLÓGICO Y TECTÓNICO

Una superficie topográfica bien definida, en torno a una cota de 400 m. sobre el nivel del mar, orla el valle en el que se asienta la ciudad. La red fluvial discurre por esta superficie siguiendo su dinámica que, poco a poco, a medida que nos acercamos a la zona de vertientes va teniendo un componente de carácter más estructural, lo que se resuelve con fuertes encajamientos visibles en valles estrechos y alargados, en forma de “V” muy marcada, hasta alcanzar el nivel de base local que define el río principal, Miño, y que se sitúa a una cota de 90 metros .

La red hidrográfica que drena hacia la “Hoya” de Ourense la conforman, como ríos principales, el Barbaña, Lonia, en su margen izquierdo, y Porto, este último en su margen derecho, dando lugar a un amplio valle que cruza el Miño de Este a Oeste con una clara disimetría, siendo la dirección del eje mayor Norte Sur, y que permite en el tiempo el desarrollo de importantes niveles de terrazas fluviales y aluviales.

Geológicamente nos encontramos en el interior del Macizo Hespérico en la zona definida por Julivert *et al.* [4] como Zona Centro-Ibérica o por Farias [5] como Zona de Galicia-Tras-Os-Montes. Paleogeográficamente nos situamos en la cuenca más externa y extensa del macizo en la que se produjo la sedimentación más importante

y que constituyó el núcleo del orógeno hercínico, dando lugar a las estructuras tectónicas más complejas y con mayor grado de metamorfismo y plutonismo.

La litología del área se realizó a partir de una cartografía de campo, y apoyados en foto aérea, utilizando asimismo la cartografía editada por el IGME, a escala 1:50.000 y 1:200.000, lo que nos ha permitido diferenciar el substrato cristalino, formado por Granitos y Materiales Sedimentarios que lo tapizan y recubren. También es de destacar, por la extensión que alcanzan, algunos Rellenos Antrópicos consecuencia del contraste orográfico existente y la presión urbana ejercida sobre el territorio (Figura 2).

Los materiales identificados en la cartografía corresponden:

A.- Materiales Cristalinos Hercínicos.

- Esquistos Grafíticos.
- Granitos de dos micas Adamelíticos.
- Granodioritas.

B.- Depósitos Cuaternarios.

- Terrazas Fluviales.
- Aluviales.
- Coluviales.

A.- Materiales Cristalinos Hercínicos.

Esquistos Grafíticos.

Materiales que quedan como relictos en zonas de contacto entre los plutones graníticos. Presentan formas alargadas con direcciones muy norteadas y de reducidas dimensiones.

Por lo general son satinados y de tonos ocres a grisáceos, compuestos principalmente por micas (moscovita y biotita) y cuarzo asociado a bandas. Como minerales metamórficos tenemos andalucita, estaurólita, granate y sillimanita.

Granitos de dos micas Adamelíticos.

Son rocas de color generalmente claro, de grano medio a grueso, sin megacristales de feldespato potásico. Su textura es granuda equigranular, siendo sus minerales principales: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita. Es de destacar, en el caso que nos ocupa, la mayor presencia de moscovita en relación con la biotita, encontrándose en algunos puntos ausente esta última; lo que confirmaría que nos encontramos en los bordes del batolito y en una zona de transición.

Estos granitos llevan asociados un importante cortejo filoniano, aplítico y pegmatítico, de dimensiones centimétricas, no cartografiables, y de irregular distribución.

Granodioritas.

Materiales que intrusionan sobre las Adamelitas, presentando con ellas contactos netos.

Su aspecto es de tonos claros grisáceos con tamaño de grano grueso. La mica que aparece fundamentalmente es biotita, si bien en determinadas zonas puede presentar concentraciones de moscovita.

Presentan unas facies de borde diferenciadoras con un tamaño de grano fino e importante presencia de biotita que da al conjunto tonos oscuros.

B.- Depósitos Cuaternarios.

Terrazas Fluviales.

La morfología fluvial favorece el desarrollo de terrazas fluviales que aparecen representadas en diferentes niveles, y en gran extensión, y que proceden tanto de la sedimentación del río Miño como, de su afluente, el Barbaña.

Los niveles de terrazas aquí representados se emplazan a 5, 10-12 y 25-28 metros sobre el nivel del río actual. El conjunto lo constituye un conglomerado de colores ocre-grisáceos de cantos, fundamentalmente cuarcíticos, con forma elipsoidal, bien redondeados y de variado tamaño, que pueden alcanzar los 30 cm. de eje, engastados en una matriz areno-arcillosa; y cruzados por paleocauces en donde predomina una de las dos fracciones.

Aluviales

Asociados a la dinámica del arroyo de Vistahermosa en su tramo final, confluencia con el río Miño, conformando una morfología de valle lineal muy abierto y de fondo semiplano después de un fuerte encajamiento. Los depósitos están constituidos por arenas y limos de variable potencia que rellenan un relieve preexistente. Los mayores espesores se asocian al eje del río.

El río Miño, en la actualidad, también da lugar a depósitos de estas características localizados en sus márgenes y destacando, en su composición, la presencia de micas. En la zona de mayor influencia del cauce, y dadas sus características dinámicas tipo Braided, los depósitos aumentan el tamaño de su fracción siendo esta de cantos.

Coluviales

Bajo este término se agrupan, cartográficamente, todos los depósitos masivos y sin estratificación aparente que yacen sobre el plano definido por las vertientes que enlazan la superficie superior y los fondos de valle, con inclinaciones naturales superiores al 10%, consecuencia de una inestabilidad gravitacional de los materiales cristalinos, fuertemente alterados, ayudados con la presencia de agua intersticial que moviliza el conjunto. El resultado es un material parduzco conglomerático de aspecto caótico, mal seleccionado y estando su composición condicionada por el área madre de procedencia, muy próxima a su lugar de deposición.

Tectónica

La evolución tectónica de Galicia se inicia con la denominada Tectónica Hercínica que, en varias fases, provoca el fuerte plegamiento de los materiales geológicos generando complejas estructuras que construyen una gran cadena orogénica. En la etapa post-hercínica se produce una compleja red de fracturas de diversos estilos y, aunque con una fuerte componente horizontal, y saltos de variada magnitud.

Las familias de fracturas resultantes de estos impulsos tectónicos se concretan en dos sistemas conjugados de direcciones comprendidas entre N 10° E y N 60° E para el primero, y N 90° E y N 130° E, para el segundo.

A la etapa de fuertes tensiones y la generación de un relieve montañoso le sigue una importante fase de arrasamiento de toda la cadena montañosa, que permite aflorar los materiales graníticos y metamórficos que conformaban sus raíces. El relieve actual, sierras y valles que conforman el paisaje, son producto de las nuevas fuerzas y tensiones que originan la orogenia alpina provocando una reactivación de las viejas fracturas (o heridas) hercínicas que trastocan la superficie de arrasamiento de la etapa anterior formando un relieve en graderío, como las teclas de un piano, con zonas levantadas (horts) y zonas hundidas (grabens); en uno de los cuales se localiza la ciudad de Ourense conformando su “hoya”, retrabajada morfológicamente por la acción fluvial de los ríos Miño-Barbaña-Lonia.

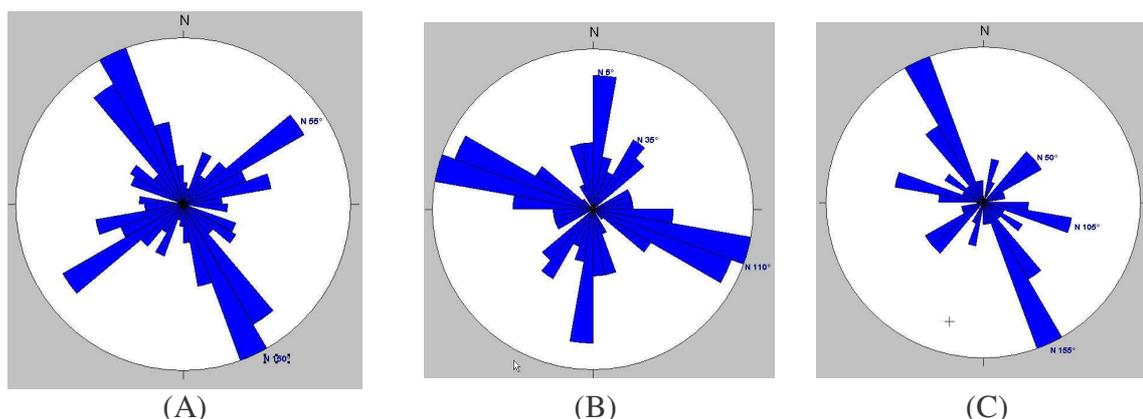


Figura 3.- Representación en diagrama de rosas de medidas de estaciones geomecánicas realizadas en las zonas de A Chavasqueira (A), As Burgas (B) y O Tinteiro (C)

Los resultados de estaciones geomecánicas en afloramientos rocosos, particularmente graníticos, realizadas en distintas zonas con afloramientos termales de Ourense, concuerdan con las conclusiones de los trabajos realizados por González Casado [6], en relación a la correlación de focos sísmicos vividos en la región en tiempos recientes con las trazas de las fracturas. A escala regional, Galicia, González concluye que se deducen tres orientaciones principales: N 45° E, N 130° E y N-S, en orden de importancia y de directrices tardihercínicas. Estas tres direcciones principales N 0-10° E, N 40-50° E y N120-140° E también se destacan a escala de afloramiento en las distintas áreas reconocidas.

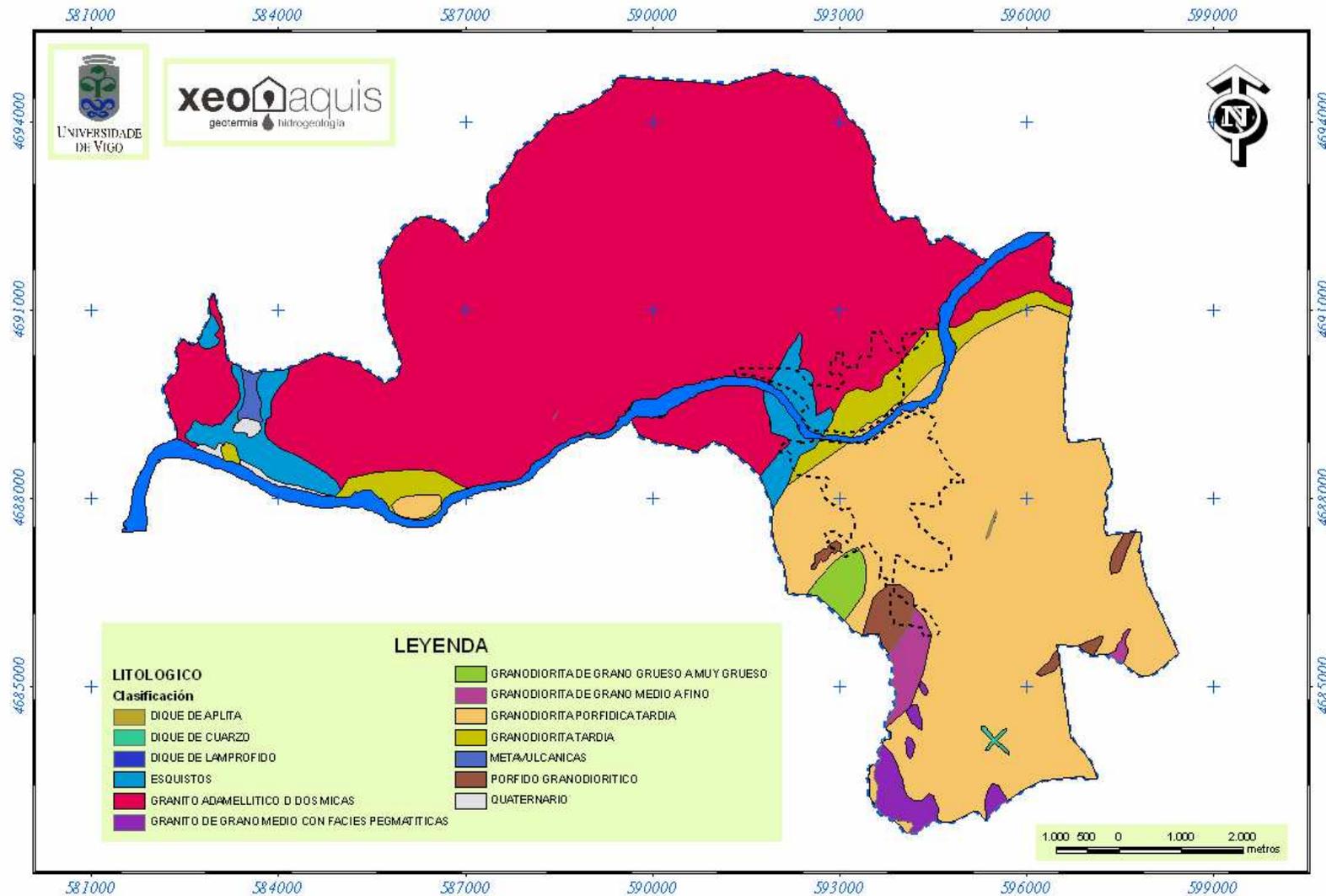


Figura 2.- Marco litológico del ayuntamiento de Ourense

3. INVENTARIO DE MANIFESTACIONES TERMALES DE LA CIUDAD DE OURENSE

A pesar de la gran tradición en usos terapéuticos y vinculación cultural que la sociedad ourensana posee con este recurso natural, actualmente aun no existe un inventario pormenorizado de los afloramientos naturales de aguas termales que se producen dentro del límite del ayuntamiento. El inventario y catalogación de puntos termales se engloba dentro de la fase de reconocimiento de yacimientos geotérmicos de baja temperatura [7]. Esta información establece un punto de partida para la planificación de estudios a detalle posteriores, con el objetivo final de conocer más acerca del modelo hidrológico del yacimiento termal de Ourense-ciudad.

Al tratarse de una zona eminentemente urbana, la mayoría de estos afloramientos se produce en propiedades privadas, siendo extremadamente difícil el poder obtener los permisos del propietario para realizar las mediciones de campo pertinentes. Es por ello que con seguridad, existen más afloramientos de los que aquí se describen, si bien los datos recogidos son suficientes para la caracterización del yacimiento termal de la ciudad.

Para una mejor ubicación de las surgencias, dividimos el área de estudio en 4 zonas:

- ❖ Zona Norte Río Miño
 - Área de Outariz
 - Área da Burga do Muiño
 - Área de O Tinteiro
 - Área de A Chavasqueira
- ❖ Zona Sur Río Miño
 - Área de Reza
- ❖ Zona Centro Ciudad
 - Entorno de As Burgas
- ❖ Zona de A Lonia
 - Área de Mende

En total se han contabilizado un total de 39 afloramientos de agua minero-medicinal y termal, catalogada así por la legislación autonómica, Ley 5/1995 de 7 de Junio de “Regulación de las aguas minerales, termales, de manantial y de los establecimientos balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia” en la que se catalogan como termales todas aquellas aguas cuya temperatura de afloramiento sea 4°C superior a la temperatura media ambiente de la zona donde se ubican. Considerando una temperatura media anual ambiente de la ciudad de Ourense de 14.5 °C [8], lo cual establece como termales todas aquellas aguas cuyo temperatura de afloramiento sea superior a 18.5 °C

Tabla 1.- Relación, ubicación y características de afloramiento del yacimiento Ourense-ciudad

ID	SITUATION U.T.M. HUSE 29 (m)	TEMP. °C	CAUDAL L/s	CONDUCTIVIDAD A 20°C mS/cm	ALTITUD m.a.s.l.	
1c	Burga baixa	593604,0 4687764,3	66,3	3,05	0,7660	115,0
2a	Burga do muiño alta	589860,4 4689599,5	66,0	0,35	0,4510	89,0
3a	Burga muiño piscina	589884,5 4689585,7	65,2	1,50	n.d.	88,0
4c	Burga alta	593653,7 4687773,4	64,8	0,23	0,7240	119,0
5b	Auto industrial	591242,0 4689541,6	63,5*	n.d.	n.d.	120,0
6a	Outariz oeste (alta)	589290,6 4689106,5	61,5	0,75	0,6100	88,0
7a	Outariz este (baja)	589358,7 4689129,6	60,0	4,00	0,6350	89,0
8a	Augas quentes	592211,7 4689735,3	60,0	2,00	n.d.	109,0
9a	A chavasqueira	592541,5 4689125,0	60,0	2,00	0,6040	100,0
10a	Ponte do milenio	592913,1 4689106,1	60,0	n.d.	n.d.	104,0
11a	Empresa quintela	588863,1 4689241,1	60,0	n.d.	n.d.	148,0
12b	Ermita los remedios	593253,3 4688860,5	56,0	n.d.	n.d.	103,0
13b	Pozo maimon	589772,0 4689325,0	55,0	n.d.	n.d.	89,0
14a	Outariz empresa	589466,3 4689507,1	50,0	n.d.	n.d.	114,0
15c	Casa de baños	593495,9 4687723,7	49,0	2,00	0,9180	110,0
16a	O tinteiro fuente	592083,3 4689706,5	45,6	0,04	0,3680	94,0
17c	Outeiro balneario	593507,1 4687647,2	45,0	0,26	0,9320	113,0
18a	Outariz balneario	589535,2 4689465,4	43,0	8,00	n.d.	101,0
19a	Matadero pino baixa	592004,1 4689913,9	42,0	0,00	n.d.	116,0
20c	Edificio burgas	593539,0 4687723,7	40,0	0,60	n.d.	112,0
21a	Matadero pino alta	592049,6 4689977,6	40,0	n.d.	n.d.	119,0
22c	HH. Josefina	593598,9 4687699,4	40,0	n.d.	n.d.	119,0
23a	As caldas baixa	592297,8 4689704,3	39,8	0,20	0,4020	106,0
24a	As caldas alta	592303,0 4689708,1	39,5	0,50	0,4560	106,0
25c	Carcel	593495,9 4687595,5	37,0	0,00	0,0000	114,0
26b	Reza fuente	591942,3 4689655,9	31,5	0,09	0,3970	93,0
27d	Mende oeste	595506,4 4689151,7	29,5	0,20	n.d.	114,0
28d	Mende este	595584,2 4689129,4	29,5	0,20	0,6440	123,0
29a	As caldas fuente	592291,0 4689735,3	29,0	0,01	0,3970	110,0
30a	Rua tinteiro	592282,8 4689556,8	28,0	n.d.	0,1920	100,0
31c	Hospital trasera	594260,6 4686742,9	27,1	n.d.	n.d.	147,0
32a	Rua feira nova N-3	592659,3 4689117,0	n.d.	n.d.	n.d.	106,0
33a	Cantera de quintela	588958,8 4689347,7	n.d.	n.d.	n.d.	144,0
34b	Reza 2	592149,6 4689436,3	n.d.	n.d.	n.d.	92,0
35a	A chavasqueira rio	592473,9 4689148,0	n.d.	n.d.	n.d.	92,0
36a	A chavasqueira baja	592499,4 4689105,3	n.d.	n.d.	n.d.	93,0
37a	O tinteiro alta	592103,2 4689723,0	n.d.	n.d.	n.d.	97,0
38a	Rua villar	593658,7 4687674,6	n.d.	n.d.	n.d.	124,0
39a	Rua feira nova 1	592574,3 4689124,6	n.d.	n.d.	n.d.	101,0

*Valor obtenido por informaciones orales. Los informantes caracterizan como "caliente" el punto, considerando que su temperatura oscilará entre 25 y 30 °C.

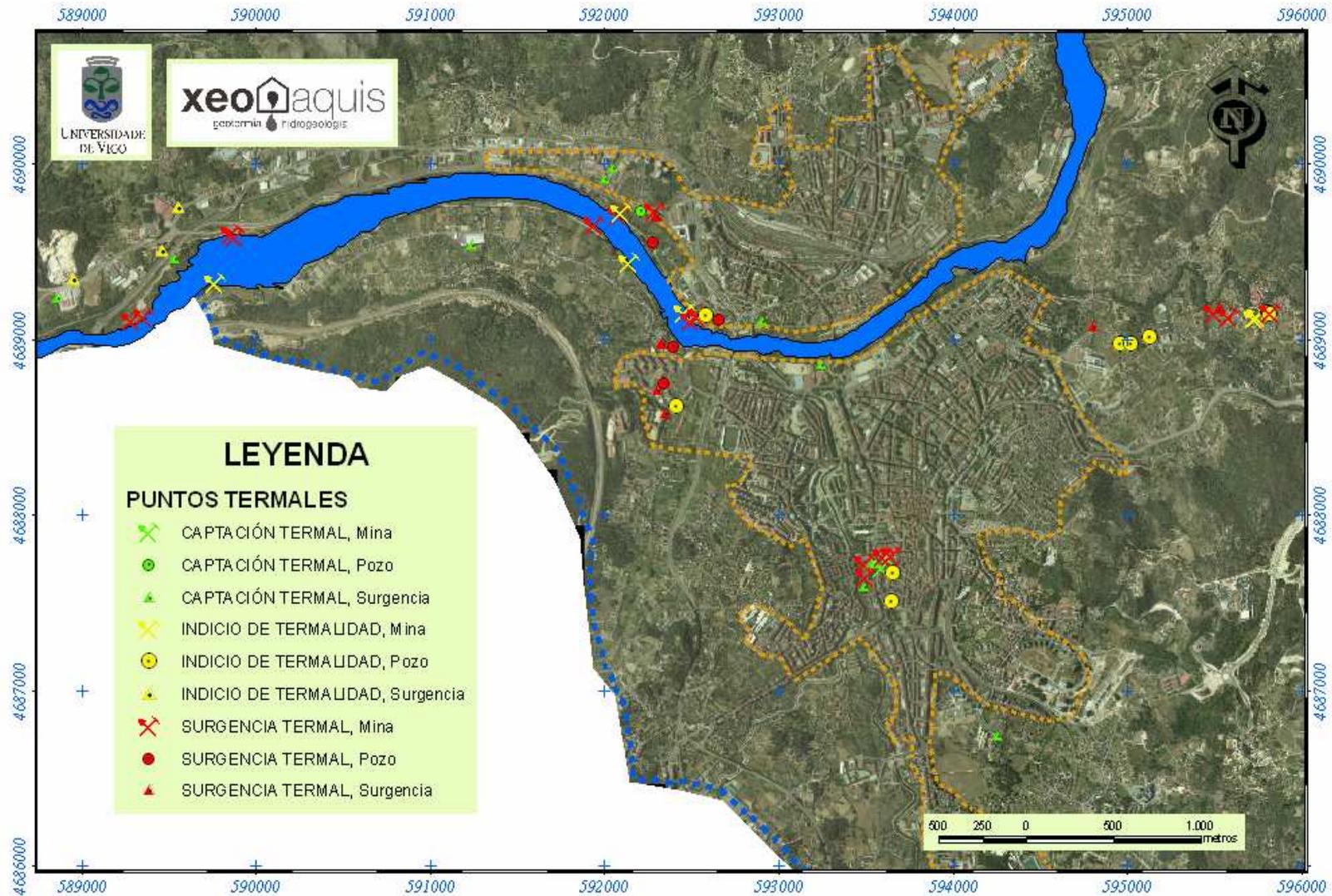


Figura 4.- Ubicación sobre ortofoto de los afloramientos termales de Ourense-ciudad

4. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS IÓNICOS DE LAS AGUAS DE OURENSE-CIUDAD MEDIANTE DIAGRAMA DE PIPER

Los diagramas de Piper Hill Langelier [9] se utilizan como método comparativo de composiciones iónicas de las aguas mediante diagramas triangulares sobre los que se representan 3 elementos, usualmente: $\text{CO}_3\text{H}^- + (\text{CO}_3)^{-}$, SO_4^- , $\text{Cl}^- + (\text{NO}_3)^{-}$ y Na^+ , K^+ , $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$.

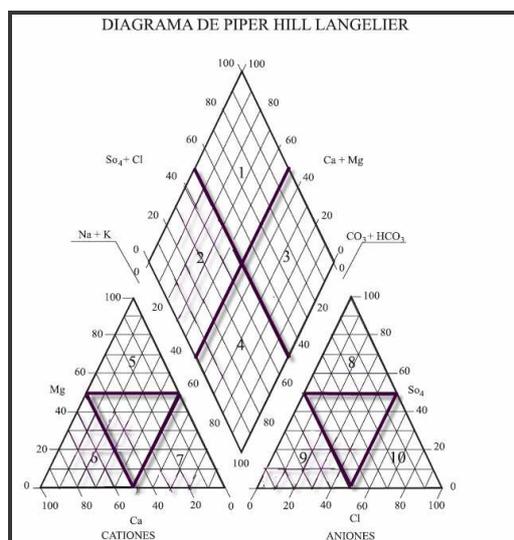


Figura 5.- Diagrama de Piper Hill: 1. Sulfatadas y/o clorurada cálcicas y/o magnésicas. 2. Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas. 3. Cloruradas y/o sulfatadas sódicas 4. Bicarbonatadas sódicas 5. Tipo magnésicas 6. Tipo cálcicas 7. Tipo sódicas 8. Tipo Sulfatadas 9. Tipo Bicarbonatadas 10. Tipo cloruradas

Realizando la representación de los datos obtenidos en las referencias [10] y [11] sobre analíticas realizadas por instituciones públicas de los principales manantiales del yacimiento Ourense (únicos datos publicados) ciudad observamos la extrema similitud de composiciones iónicas que concentran los valores en el grupo de las Bicarbonatadas de tipo sódico. Este equilibrio iónico de 13 afloramientos termales aflorantes en una superficie de 40 Km^2 refuerza la hipótesis de una misma identidad de yacimiento geotermal focalizado en el entorno de Ourense ciudad.

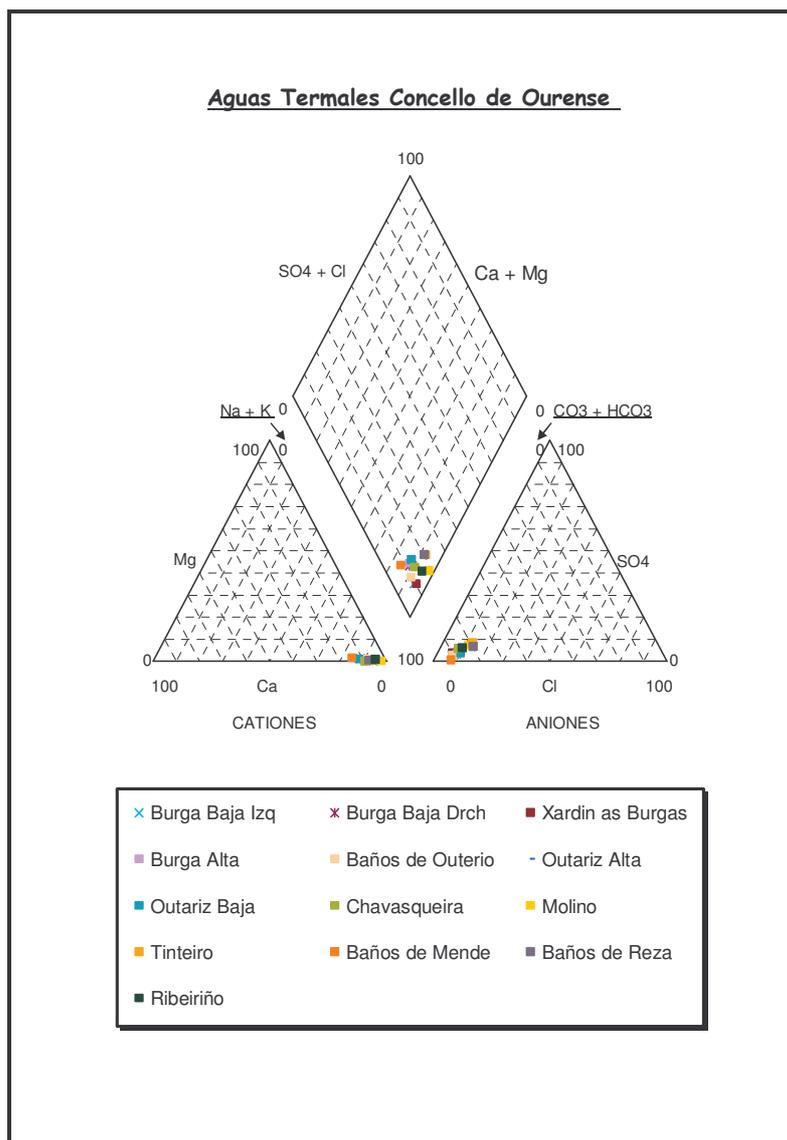


Figura 6.- Diagrama de Piper-Hill de 13 afloramientos termales de la ciudad de Ourense

5. CONCLUSIONES

Ourense ciudad (Galicia, NW España) es un conjunto de afloramientos termales localizados en núcleo urbano de la ciudad de Ourense (Galicia, NW España). Las surgencias se localizan en zonas deprimidas del ayuntamiento y muy asociadas a la dinámica de los ríos Miño y Barbaña que lo atraviesan.

Litológicamente, se diferencian un substrato cristalino (Esquistos grafitosos, Granitos de dos micas Adamelliticos y Granodioritas), y Materiales Sedimentarios que lo tapizan y recubren (Terrazas fluviales, Aluviales y Coluviales). También es de destacar, por la extensión que alcanzan, algunos Rellenos Antrópicos consecuencia del contraste orográfico existente y la presión urbana ejercida sobre el territorio.

Tectónicamente, la orografía actual es el resultado de una compleja red de fracturas de diversos estilos y, aunque con una fuerte componente horizontal, saltos de variada magnitud producidos en la etapa post-hercínica. Las familias de fracturas resultantes de estos impulsos tectónicos se concretan en dos sistemas conjugados de direcciones comprendidas entre N 10° E y N 60°E para el primero, y N90° E y N 130° E, para el segundo. A escala de campo, realizando mediciones en estaciones geomecánicas de fracturación en afloramientos rocosos del entorno de las fuentes termales, los resultados concuerdan con estas direcciones principales: N 0-10° E, N 40-50° E y N120-140° E . El yacimiento geotérmico de Ourense-ciudad es de tipo fisural, predominantemente granítico, con surgencias en zonas de contacto de diferentes materiales. La permeabilidad del substrato es a través de los planos de fracturación que lo rompen.

Se ha realizado la identificación y toma de parámetros físicos de 39 fuentes termales. Dichas fuentes se encuentran en un rango de temperaturas de afloramiento entre 19 y 66.4 °C. Estos afloramientos se producen en zonas topográficamente deprimidas (90-120 msnm), en especial en la ribera Norte del Río Miño, siendo La Burga Baixa el manantial con una mayor temperatura de afloramiento (66.3 °C con aproximadamente 1 L/s).

La representación en diagrama de Piper de las composición química de 13 manantiales de Ourense-ciudad, a partir de datos extraídos de diferentes estudios bibliográficos muestra como todas las muestras son muy similares, con una clasificación de tipo bicarbonatado-sódico, variando únicamente el grado de termalidad con la que afloran en superficie.

El inventario y catalogación hace prever que la ciudad de Ourense se localiza sobre un foco anómalo de calor que define un yacimiento termal único de media entalpía con múltiples surgencias a diferentes temperaturas (18-66.3 °C). El enfoque para su posterior estudio a detalle debe encararse de manera conjunta, dada cuenta que es posible que todas provengan del mismo reservorio subterráneo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Consellería de Industria y Comercio. Xunta de Galicia, 1995. Evaluación de las aguas minerales de la comunidad autónoma de Galicia.
- [2] Instituto Geológico-Minero de España (2004).
- [3] Rodríguez Miguez, L., 1995. "*Estudio Histórico Bibliográfico del Termalismo: Principales Surgencias de la Provincia de Ourense*". Deputación Provincial de Ourense.
- [4] Julivert, M., Fontbote, J.M., Ribeiro, A., Conde, L. 1972. *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. Instituto Geológico Minero de España. Madrid.
- [5] Farias, P., Gallastegui, G, González Lodeiro, F., Marquinez, J., Martin Parra, L.M., Martínez Catalán, J.R., De Pablo Macia, J.G. y Rodríguez Fernández, L.R., 1987. *Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía y estructura de Galicia central*. Mem. Mus. Lab. Min. Geol., Fac Ciencias do Porto, 1, 411-431.
- [6] González-Casado, J.M. and Giner Robles, J., 2000. "*Faults and sismicity in the Northwest part of the Iberian Peninsula*" *Geogaceta* nº 28. Pag 71-74.
- [7] I.G.M.E., 1984. *Energía Geotérmica*. Instituto de la Ingeniería de España; Comité Energía. Instituto Geológico y Minero de España.
- [8] Historial de datos climatológicos. Instituto Nacional de Meteorología Período 1972-2000. Estación Ourense "A Granxa".
- [9] Piper a.m. et all.: *Nature and contaminated waters in Long Beach. Santa Ana area, California*. U.S. Geological survey, Water Supply Paper nº 1136, 1953.
- [10] Souto Figueroa, M., 1998. Las aguas minero-medicinales de la provincia de Ourense. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela (España).
- [11] *Evaluación de las aguas minerales de la comunidad autónoma de Galicia*, 3ª fase y su edición divulgativa.(1995). Xunta de Galicia.