

**NOTA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA PROCEDENTE DE
FILTRACIÓN EN UNA CUEVA.
HUETE (CUENCA).**

Agosto de 2015

1. INTRODUCCIÓN

La Diputación Provincial de Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España suscribieron en 1980 un Convenio–Marco de Asistencia Técnica para “la investigación y evaluación de las aguas subterráneas, conservación y aprovechamiento adecuado de los acuíferos”. Durante los últimos treinta y cinco años, en aplicación del Convenio-Marco suscrito, el IGME ha venido colaborando mediante sucesivos convenios específicos de colaboración con la Diputación Provincial en la ampliación del conocimiento e investigación del medio hídrico subterráneo y en la utilización racional de dicho recurso.

Como continuación de esta colaboración ambos organismos han establecido un nuevo Convenio Específico para el conocimiento hidrogeológico, el aprovechamiento y protección del abastecimiento de agua a poblaciones, la investigación del patrimonio geológico-hidrogeológico y los estudios de riesgo geológico, para los años 2015-2018, en cuyo marco se emite el presente informe. Su finalidad es la caracterización físico-química de las aguas procedentes de una filtración de aguas detectada en una cueva del antiguo Convento de los Jesuitas de Huete (Cuenca). La filtración, de origen desconocido, pudiera estar relacionada con una fuga en la red de abastecimiento, ocurrida en las proximidades del convento en los meses previos. Se pretende identificar la procedencia del agua de filtración, a partir de la comparación de la analítica hidroquímica de una muestra de agua de la filtración, con otra muestra de agua procedente de la red de abastecimiento.

La muestra de agua procedente de filtración se toma en la cueva del propio convento, a la cual se le otorgan las coordenadas genéricas UTM 0526.378- 4.444.108 (ETRS 89, huso 30).

La muestra de agua potable se toma en una fuente pública situada en frente del Convento de los Jesuitas, en las coordenadas UTM 0526.355- 4.444.105 (ETRS 89, huso 30).

Según la última información disponible, una vez reparada la fuga de agua en la red de abastecimiento, se ha observado la desaparición de la filtración de agua. No obstante, se analizan ambas muestras de agua para determinar las características hidroquímicas, tanto del agua de filtración como el de la red de abastecimiento.

2. UBICACIÓN

Huete es un municipio de la provincia de Cuenca (Castilla-la Mancha), situado en la comarca de la Alcarria. A nivel de municipio, Huete cuenta con una población de 1881 habitantes (INE 2014) y una extensión de 355,8 km², que supone una densidad de población de 5,3 hab/km². El municipio de Huete está integrado por el propio núcleo urbanos de Huete, y las pedanías de Valdemoro del Rey, Moncalvillo de Huete, Saceda del Río, Bonilla, Caracenilla, Verdelpino de Huete, La Langa, Carrascosilla.

La situación geográfica del municipio se muestra en la Figura 1.

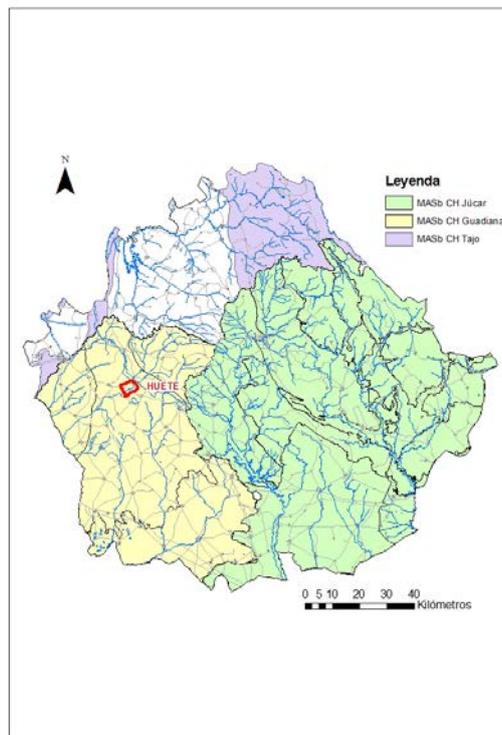


Figura 1. Ubicación del término municipal de Huete en la provincia de Cuenca, situado en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

3. TOMA DE MUESTRA

Con fecha 26/05/2015 se procedió a la toma de dos muestras de agua, una de ellas en la filtración de agua que se produce en la cueva del Convento de Jesuitas, sito en la calle Guadalupe nº 2 de Huete, y otra tomada en una fuente pública situada en las inmediaciones del propio convento (agua de red de abastecimiento, clorada).

Las muestras de agua serán comparadas entre sí en cuanto a sus componentes físico-químicos e hidroquímicos, para determinar la posibilidad de origen similar en cuanto a su procedencia. Las coordenadas del punto de muestreo incluidas en la Tabla 1 se aportan de forma aproximada, no existiendo coordenadas exactas del punto de muestreo.

PTOS DE MUESTREO EN HUETE	UTM X (ETRS 89)	UTM Y (ETRS 89)
Cueva del antiguo Convento de Jesuitas	526.378	4.444.108
Fuente pública situada frente al Convento	526.355	4.444.105

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo de agua, en Huete.

4. HIDROGEOLOGIA REGIONAL

En la provincia de Cuenca se sitúan tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo; que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MASb). El término municipal de Huete se incluye dentro de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, concretamente se sitúa sobre la MASb 041.001 “Sierra de Altomira”, perteneciente a la Cuenca Hidrográfica del Guadiana.

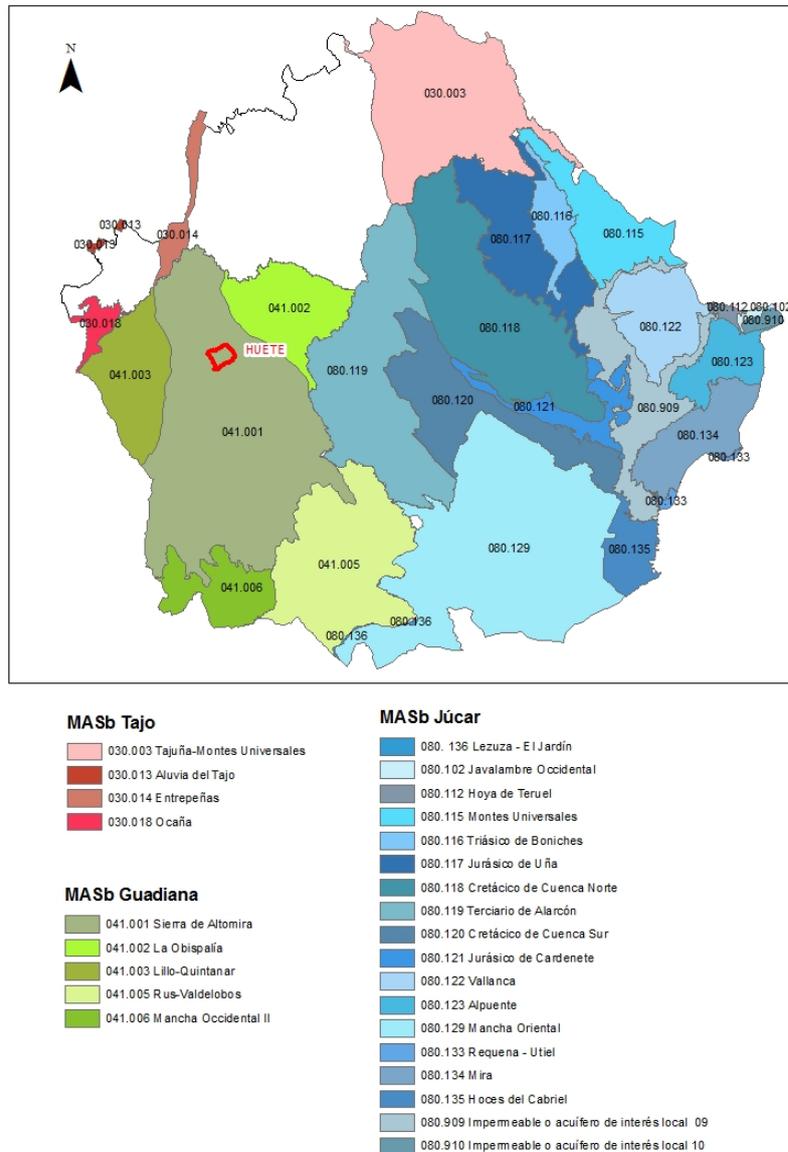


Figura 2. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca, y ubicación del municipio de Huete.

La masa de agua 041.001 Sierra de Altomira se caracteriza por estar compuesta por una serie de relieves estructurales, de dirección N-S a NNO.SSE que se presentan de forma alineada. Abarca materiales que van desde el Jurásico al Paleógeno.

Desde un punto de vista estructural, la Sierra de Altomira es un cinturón de pliegues y cabalgamientos que afectan a la cobertera mesozoico-terciaria, que se encuentra despegada del basamento hercínico y del tegumento del Pérmico y Triásico inferior (Sánchez Soria,

6. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA

Para la caracterización hidroquímica del agua de filtración procedente de la cueva del Monasterio de los Jesuitas de Huete, se tomaron dos muestras de agua el 26 de mayo de 2015, una procedente de la filtración de la cueva y otra de una fuente pública situada frente al monasterio.

Una vez recibidas las muestras de agua en el IGME, éstas fueron remitidas al propio laboratorio del IGME en el plazo de 24 horas, para su posterior análisis.

A continuación se muestran los resultados de la analítica, relaciones iónicas, facies hidroquímicas y representaciones gráficas más significativas.

MUESTRA 1 (Filtración cueva)

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/l
1,2	37	1990	109	0	120	84	89	610	255	

pH	Cond(*)	R.S. 180	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/l
7,72	4520	3213,2	0,00	0,00	0,00	23,3	1,29	<0,010	

Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	µg/l
< 4	3,93					< 0,8		

Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	µg/l
< 0,2	1,71	< 60	< 2		< 2		< 2	

Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn	µg/l
< 0,8		< 2					< 4	

Turbidez	UNF
<1	

MUESTRA 2 (Agua potable)

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/l
0,5	0	194	102	0	13	7	16	93	0	

pH	Cond(*)	R.S. 180	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/l
7,76	537	389,8	0,00	0,00	0,00	12	0,864	<0,010	

Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	µg/l
< 1	0,25					< 0,2		

Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	µg/l
0,08	< 0,2	< 15	< 0,5		< 0,5		< 0,5	

Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn	µg/l
< 0,2		0,78					< 1	

Turbidez	UNF
<1	

Relaciones iónicas

Relaciones iónicas						
MUESTRA	Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca ⁺ Mg	Cl/HCO ₃	SO ₄ /Cl
Muestra 1 (filtración)	0,24	1,78	0,12	0,10	0,58	39,69
Muestra 2 (agua potable)	0,28	0	0,07	0,05		

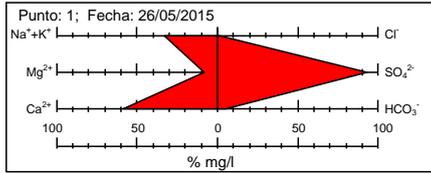
Facies hidroquímica

MUESTRA	Anionica	Cationica
Muestra 1 (filtración)	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺
Muestra 2 (agua potable)	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺

Tabla 2. Resultados de la analítica realizada.

Stiff

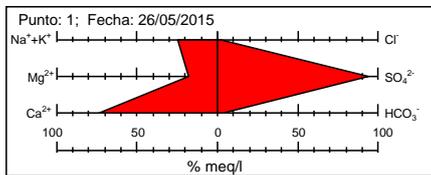
MUESTRA 1 (Filtración cueva)



1

	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	339	10.17	32.66
Mg	89	7.32	8.57
Ca	610	30.44	58.77

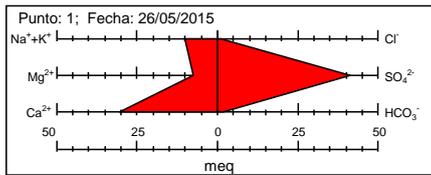
	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	37	1.04	1.73
SO4	1990	41.43	93.16
HCO3	109	1.79	5.10



1

	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	339	10.17	24.57
Mg	89	7.32	73.50
Ca	610	30.44	17.68

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	37	1.04	2.36
SO4	1990	41.43	93.61
HCO3	109	1.79	4.04

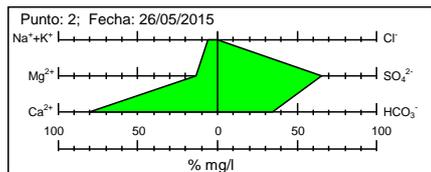


1

	mg/l	meq/l
Na+K	339	10.17
Mg	89	7.32
Ca	610	30.44

	mg/l	meq/l
Cl	37	1.04
SO4	1990	41.43
HCO3	109	1.79

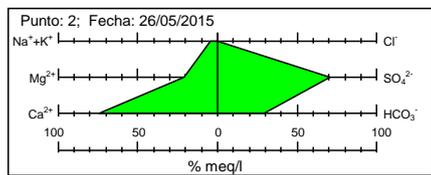
MUESTRA 2 (Agua potable)



2

	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	7	0.30	6.03
Mg	16	1.32	13.79
Ca	93	4.64	80.17

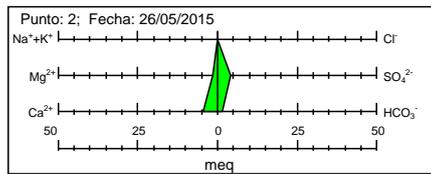
	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	0	0.00	0.00
SO4	194	4.04	65.54
HCO3	102	1.67	34.46



2

	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	7	0.30	4.86
Mg	16	1.32	74.12
Ca	93	4.64	21.02

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	0	0.00	0.00
SO4	194	4.04	70.73
HCO3	102	1.67	29.27



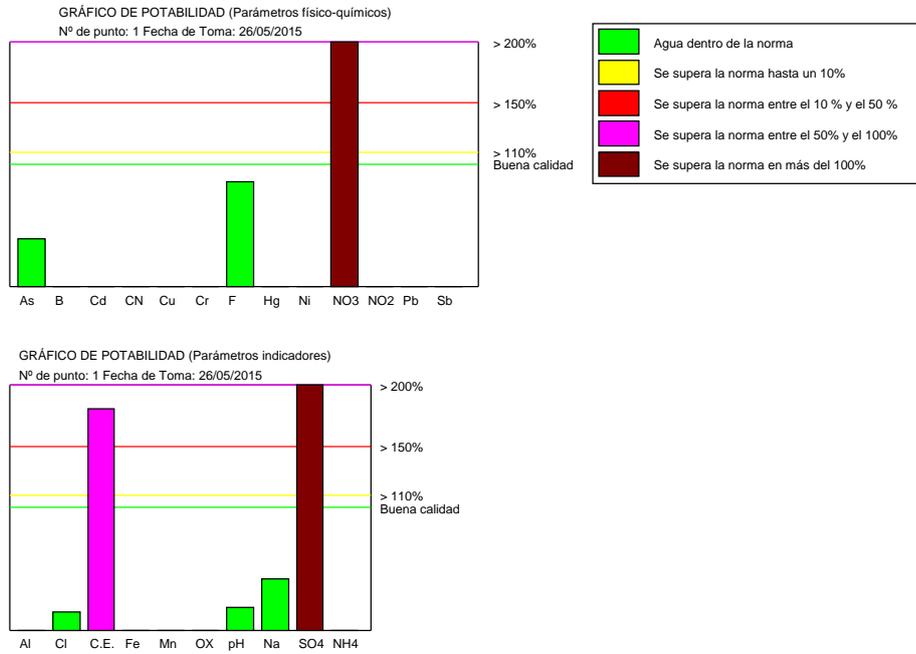
2

	mg/l	meq/l
Na+K	7	0.30
Mg	16	1.32
Ca	93	4.64

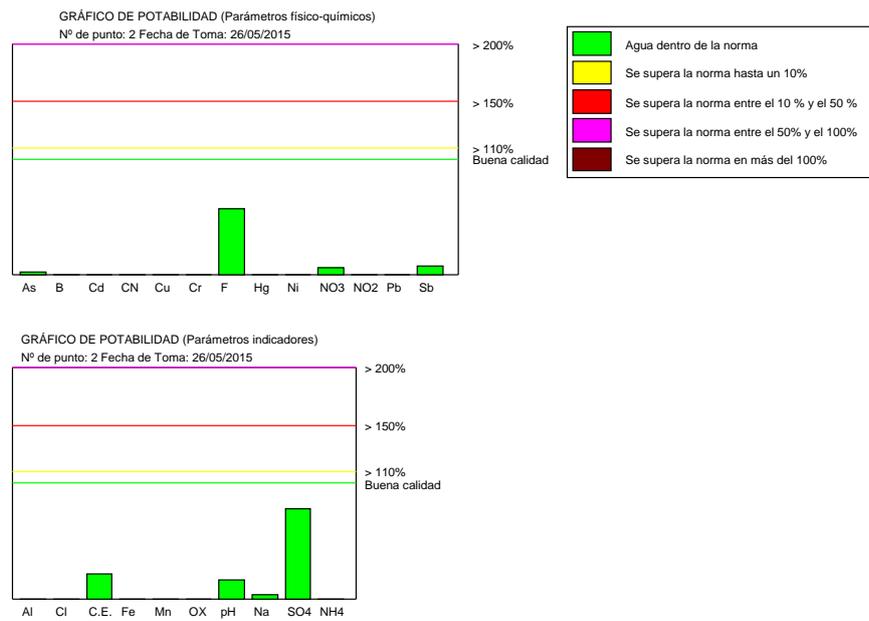
	mg/l	meq/l
Cl	0	0.00
SO4	194	4.04
HCO3	102	1.67

Gráfico de Potabilidad

MUESTRA 1 (Filtración cueva)



MUESTRA 2 (Agua potable)

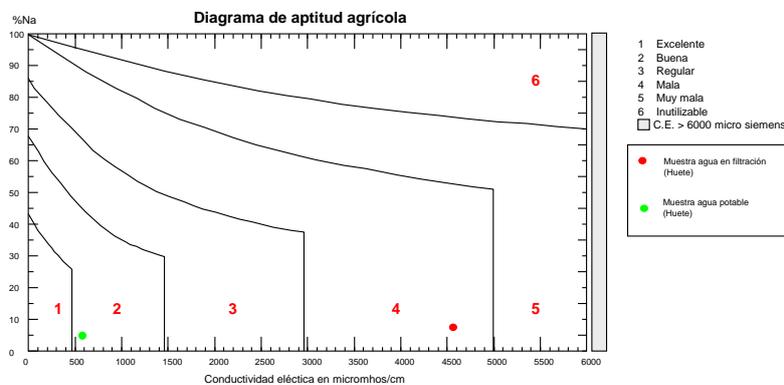


INFORME APTITUD AGUA DE CONSUMO					
		Fecha	26/05/2015	Fecha	26/05/2015
Parámetros físico-químicos		MUESTRA 1 (filtración)		MUESTRA 2 (a.potable)	

	Límite	Valor	Alerta	Valor	Alerta
Arsénico	10 µ/l	3,93		0,25	
Boro	1 mg/l				
Cadmio	5 µg/l	< 0,8		< 0,2	
Cianuro	50 µg/l	< 0,01		< 0,01	
Cobre	2 mg/l	1,71		< 0,2	
Cromo	50 µg/l	< 0,2		0,08	
Fluoruro	1.5 mg/l	1,29		0,864	
Mercurio	1 µg/l	< 2		< 0,5	
Niquel	20 µg/l	< 2		< 0,5	
Nitrato	50 mg/l	120	XXX	13	
Nitrito	0.5 mg/l	0		0	
Plomo	10 µg/l	< 0,8		< 0,2	
Selenio	10 µg/l	< 2		0,78	

Parámetros indicadores					
	Límite	Valor	Alerta		
Aluminio	200 µg/l	< 4		< 1	
Cloruro	250 mg/l	37		0	
C.E.	2500 µS/cm	4520	XXX	537	
Hierro	200 µg/l	< 60		< 15	
Manganeso	50 µg/l	< 2		< 0,5	
Oxidabilidad	5 mg O ₂ /l				
pH	6.5 -9.5	7,72		7,76	
Sodio	200 mg/l	84		7	
Sulfato	250 mg/l	1990	XXXX	194	

Diagrama de aptitud agrícola



En la presente nota técnica, se han analizado los valores correspondientes a los distintos parámetros físico-químicos obtenidos tras la analítica de las dos muestras de agua tomadas en la población de Huete, y que permiten una caracterización completa. Dichos valores han sido representados en diferentes tipos de gráficos con la finalidad de aportar una caracterización lo más completa de las muestras analizadas.

Como ya se ha comentado anteriormente, el objetivo final de la analítica de ambas muestras de agua es, la determinación, en la medida de lo posible, del posible origen común de ambos tipos de agua, o por el contrario el descarte de este hecho.

Tras los análisis realizados, se observan diferencias hidroquímicas significativas entre ambas muestras, lo cual permite establecer que el agua drenado en de las filtraciones de la cueva del Monasterio no tiene estrictamente las características del agua potable. Tanto es así que la analítica del agua tomada en la filtración de la cueva presenta varios parámetros que superan el límite establecido para la potabilidad, que son la conductividad, el contenido en sulfatos y en nitratos (ver gráficos de potabilidad e informe de aptitud de agua para consumo, pag. 11 y 12).

A pesar de las diferencias puntuales en la concentración de algunos iones y metales, en algún caso diferencias de gran magnitud, existen también parámetros e índices que hacen pensar en cierta similitud entre ambas muestras de agua.

En primer lugar, la determinación de la facies hidroquímica clasifica ambos tipos de agua como “*sulfatadas cálcicas*”. La composición en iones mayoritarios es muy similar en cuanto a su proporción relativa, como queda reflejado en los diagramas de Schoeller (página 9) en el que las gráficas presentan una forma similar pese a las diferencias de concentración de iones, y en los diagramas de Stiff (página 10), en los que claramente se puede apreciar la forma similar de los diagramas, a diferencia de la concentración de iones (ver último gráfico de cada muestra, en el que se expresan las concentraciones de iones en miliequivalentes meq).

La diferencia entre ambas muestras de agua estriba en que el agua drenado a través de la filtración de agua de la cueva del Monasterio de Huete se presenta hiperconcentrado en determinados iones o sales, concretamente en aquellos elementos que más fácilmente pasan a disolución acuosa como son los sulfatos, cloruros, nitratos, sodio, y estos elementos en disolución acuosa a su vez hacen que los valores de conductividad y residuo seco sean elevados, como así ocurre.

En definitiva, a partir de los análisis de agua realizados en ambas muestras de agua no se descarta un posible origen similar de agua, de forma que el agua de la red de abastecimiento en contacto prolongado con el terreno (fuga en la red, circulación a través del sustrato y permanencia en el medio durante el tiempo suficiente) podría enriquecerse el agua en los elementos que diferencian ambos tipos de agua en la actualidad.

A día de hoy las filtraciones de agua en el interior de la cueva han desaparecido, una vez que se han llevado a cabo reparaciones en la red de abastecimiento, hecho que apoyaría la hipótesis de un origen similar del agua de filtración y el de la red de abastecimiento.

Madrid, 31 de agosto de 2015

El autor del informe



Fdo, Jesús del Pozo Tejado

Anexo

Resultados analítica



Informe N°	15/0179
Referencia de Laboratorio	5387-1
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	IGME-1
Fecha de entrega a Laboratorio	29/06/2015
Proyecto N°	35300320

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
CUEVA (HUETE)		26/05/2015			20/07/2015	1

Físico-Químicos (*):	Mayoritarios (mg/L):
-----------------------------	-----------------------------

Oxidab. al MnO ₄ K (mg/L)	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
1,2	84	255	610	89	37	1990	109
Conductividad 20° (µS/cm)	CO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	
4520	0	120	0,00	0,00	0,00	23,3	

pH (Unid. pH)
7,72

	Metales (µg/L):								
--	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

R. S. 180° (mg/L)	Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr
3213,2		< 4	3,93				< 0,8		< 0,2
R. S. 260° (mg/L)	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb
1,71	< 60	< 2			< 2		< 2	< 0,8	
	Se	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Zn	
	< 2							< 4	

La Jefe de Laboratorio: 	RECIBIDO D.A.S. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	V° B°
--	---	----------------

(*) Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto Conductividad (µS/cm) y pH (unidades de pH).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:

NO SE APRECIAN SULFUROS EN NINGUNA MUESTRA



Informe N°	15/0179
Referencia de Laboratorio	5387-1
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	IGME-1
Fecha de entrega a Laboratorio	29/06/2015
Proyecto N°	35300320

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
CUEVA (HUETE)		26/05/2015			20/07/2015	1

Específicos (*):

Fluoruro (mg/L)	CN (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Detergentes (mg/L)	CO2 (mg/L)
1,29	<0,01				
Materias en suspensión (mg/L)	Dureza (mg/L)	COT (mg/L)	CT (mg/L)	IC (mg/L)	Bromato (mg/L)
Bromuro (mg/L)	N org (mg/L)	Cloruro cromatogr. iónica (mg/L)	Cl/Br	Color (UC)	Turbidez (UNF)
					<1

Nitrógeno Total

Isótopos (Bq/L):

Radalfa Erradalfa Radbeta Erradbeta Titrio

La Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	V° B°
	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

(*). Las determinaciones serán expresadas en mg/L, excepto Cl/Br, Color (UC) y Turbidez (UNF).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:

NO SE APRECIAN SULFUROS EN NINGUNA MUESTRA



Informe N°	15/0179
Referencia de Laboratorio	5387-2
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	IGME-2
Fecha de entrega a Laboratorio	29/06/2015
Proyecto N°	35300320

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
POTABLE (HUETE)		26/05/2015			20/07/2015	2

Físico-Químicos (*):

Oxidab. al MnO4K (mg/L)
0,5

Conductividad 20° (µS/cm)
537

pH (Unid. pH)
7,76

R. S. 180° (mg/L)
389,8

R. S. 260° (mg/L)

Mayoritarios (mg/L):

Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
7	0	93	16	0	194	102
CO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	
0	13	0,00	0,00	0,00	12	

Metales (µg/L):

Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr
	< 1	0,25				< 0,2		0,08
Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb
< 0,2	< 15	< 0,5		< 0,5		< 0,5	< 0,2	
Se	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Zn	
0,78							< 1	

La Jefe de Laboratorio: 	RECIBIDO D.A.S. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	V° B°
--	---	--------------------

(*). Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto Conductividad (µS/cm) y pH (unidades de pH). Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:



Informe N°	15/0179
Referencia de Laboratorio	5387-2
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	IGME-2
Fecha de entrega a Laboratorio	29/06/2015
Proyecto N°	35300320

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
POTABLE (HUETE)		26/05/2015			20/07/2015	2

Específicos (*):

Fluoruro (mg/L)	CN (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Detergentes (mg/L)	CO2 (mg/L)
0,864	<0,01				
Materias en suspensión (mg/L)	Dureza (mg/L)	COT (mg/L)	CT (mg/L)	IC (mg/L)	Bromato (mg/L)
Bromuro (mg/L)	N org (mg/L)	Cloruro cromatogr. iónica (mg/L)	Cl/Br	Color (UC)	Turbidez (UNF)
					<1

Nitrógeno Total

Isótopos (Bq/L):

Radalfa	Erradalfa	Radbeta	Erradbeta	Titrio
---------	-----------	---------	-----------	--------

La Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	V° B°			
	<table><tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr></table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			

(*). Las determinaciones serán expresadas en mg/L, excepto Cl/Br, Color (UC) y Turbidez (UNF).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES: