



MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico  
y Minero de España

INFORME HIDROGEOLÓGICO PARA LA MEJORA  
DEL ABASTECIMIENTO PÚBLICO DE AGUA  
POTABLE A

**VÍLLORA**

**(CUENCA)**

Agosto 2016



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. UBICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS .....</b>	<b>10</b>
<b>5. HIDROGEOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
5.1. Hidrogeología Regional .....	12
5.2. Hidrogeología Local.....	13
5.3. Caracterización Hidroquímica.....	14
5.3.1. Representaciones hidroquímicas .....	15
5.3.2. Informe de aptitud para agua de consumo.....	18
<b>6. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa de situación del municipio de Villora .....	6
<b>Figura 2.</b>	Fuente de Villora .....	7
<b>Figura 3.</b>	Depósito de Villora.....	8
<b>Figura 4.</b>	Ubicación del manantial y el depósito de Villora sobre ortofoto.....	8
<b>Figura 5.</b>	Ubicación del manantial y el depósito de Villora sobre mapa topográfico.....	9
<b>Figura 6.</b>	Mapa geológico de los alrededores de Villora .....	11
<b>Figura 7.</b>	Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca y ubicación del municipio. ....	12
<b>Figura 8.</b>	Diagrama de Piper-Hill-Langelier .....	15
<b>Figura 9.</b>	Diagramas de Stiff .....	15
<b>Figura 10.</b>	Diagrama de Schöeller.....	16
<b>Figura 11.</b>	Diagrama de aptitud agrícola .....	16
<b>Figura 12.</b>	Gráficos de potabilidad del agua.....	17
<b>Figura 13.</b>	Focos potenciales de contaminación en los alrededores de Villora .....	20
<b>Figura 14.</b>	Propuesta sondeo .....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Coordenadas y parámetros in situ del manantial de Villora.....	7
<b>Tabla 2.</b>	Resultados de las analíticas del manantial de Villora.....	14
<b>Tabla 3.</b>	Informe de aptitud de agua de consumo humano de las dos muestras.....	18
<b>Tabla 4.</b>	Focos potenciales de contaminación en los alrededores de Villora.....	19

## Anexo. Análisis Químicos

## 1. INTRODUCCIÓN

La Diputación Provincial de Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) 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 de Cuenca, 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 realizar un estudio hidrogeológico para mejorar el sistema de abastecimiento público de agua potable del municipio de Villora y aportar la caracterización físico-química de las aguas procedentes del actual manantial de abastecimiento a la población.

## 2. UBICACIÓN

Villora es un municipio **ubicado** al sureste de la provincia de Cuenca (Castilla-La Mancha), pocos kilómetros al norte del embalse de Contreras, distando unos 60 km de la capital conquense. Se sitúa en la comarca de **La Serranía Baja**, **ocupando una** superficie de 68,1 km<sup>2</sup>. Su altitud es de 896 m s.n.m.

El municipio se localiza geográficamente en la hoja geológica MAGNA a escala 1:50.000 n° 664 – Enguidanos

Hidrográficamente la zona de estudio se sitúa en la Cuenca Hidrográfica del Júcar, quedando el municipio enclavado entre el río Martín y el río Cabriel, que confluyen a la altura de

Enguidanos en el embalse de Contreras.

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



**Figura 1.** Mapa de situación del municipio de Villora

### 3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

La población actual de Villora es de 148 habitantes residentes, que se incrementan hasta 600 de forma estacional (EIEL 2016).

El sistema de abastecimiento del municipio cuenta con una captación de agua subterránea (manantial), ubicada en el centro del núcleo urbano.

Se trata de un manantial captado mediante una galería con drenes. El agua del manantial, en parte, es impulsada hasta un depósito ubicado a 911 m s.n.m., en las coordenadas ETRS89 UTMX 620870; UTM Y 4401355, donde se clora manualmente y se distribuye a la red de abastecimiento. El resto del agua se deja fluir por la fuente del centro del pueblo, tras la que está la captación.

Las coordenadas y parámetros medidos in situ del manantial quedan reflejadas en la tabla 1, se puede ver su ubicación y en las figuras 4 y 5.

CAPTACIÓN	COORDENADAS ETRS89 H30			PARÁMETROS IN SITU		
	UTM X	UTM Y	COTA (m s.n.m.)	Tº	pH	Conductividad (µS)
Manantial Villora	620983	4401317	891	18.6	7.21	609

**Tabla 1.** Coordenadas y parámetros in situ del manantial de Villora

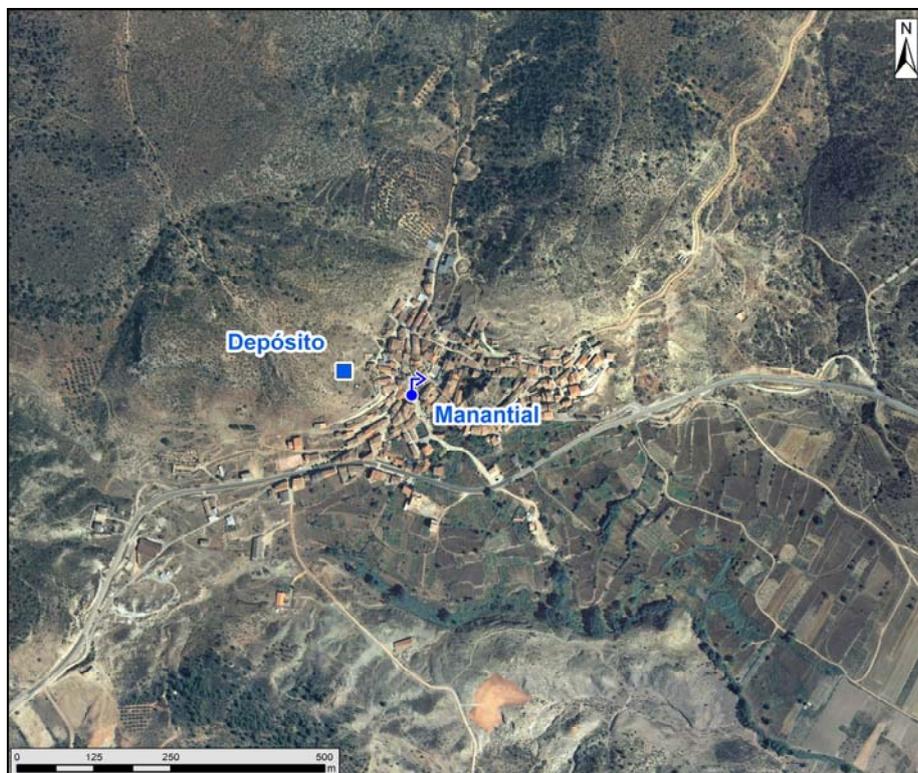


**Figura 2.** Fuente de Villora



**Figura 3.** Depósito de Villora

Se trata de un manantial muy caudaloso y nunca llega a secarse, aunque según la información aportada por el alcalde, en épocas estivales puede resultar algo escasa para la población vacacional. Con respecto a la calidad, el alcalde del municipio apunta que aunque el agua suele ser de buena calidad, en ocasiones podría presentar algo de contaminación al estar expuesta a los contaminantes típicos de las poblaciones por su ubicación en el centro del pueblo.



**Figura 4.** Ubicación del manantial y el depósito de Villora sobre ortofoto



**Figura 5.** Ubicación del manantial y el depósito de Villora sobre mapa topográfico

## 4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Los materiales sobre los que se encuentra emplazado el municipio de Villora son de edades comprendidas entre el Triásico y el Cuaternario:

### **Triásico.**

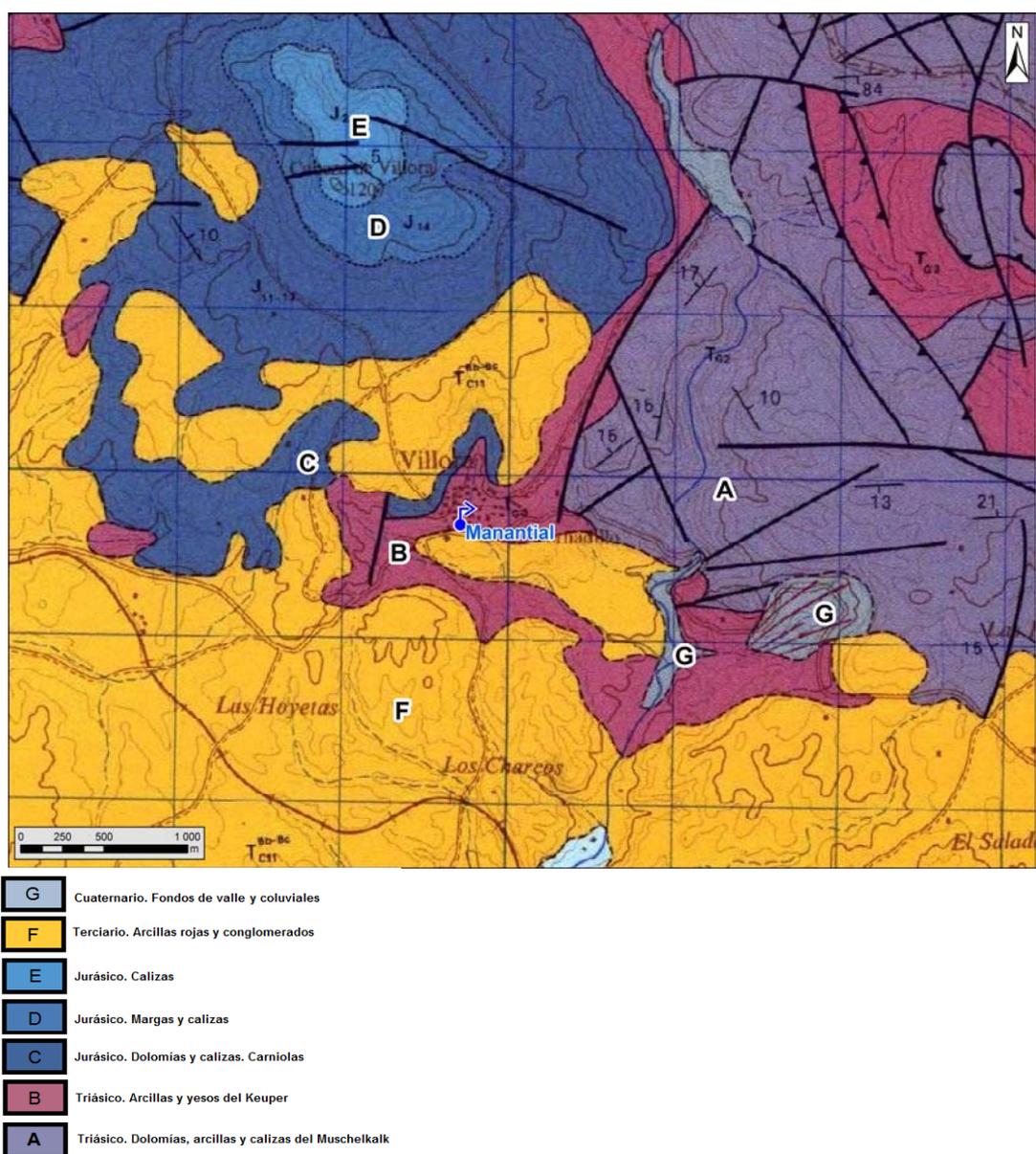
- Al oeste de la localidad aparece el Triásico en facies Muschelkalk (A), muy tectonizado. Está formado por tres tramos. El inferior, de unos 70 a 80 m. de potencia, constituido por dolomías estratificadas. Sobre este tramo, se sitúa una serie de 10-15 m. de arcillas abigarradas, y sobre ellas, un último tramo de unos 80-90 m. de dolomías tableadas con intercalaciones margosas que se van haciendo cada vez más calcáreas a techo.
- El núcleo urbano se enclava sobre materiales Triásicos, en concreto, según se puede observar en la hoja MAGNA a escala 1:50.000 nº 664 – Enguidanos, sobre facies Keuper (B). Se trata de arcillas abigarradas rojas y verdes, de carácter plásticos y generalmente con una importante presencia de yesos.

**Jurásico.** La estratigrafía de los materiales del jurásico en la zona de estudio es la siguiente:

- Hettangiense-Pliensbachiense (C). Conjunto calcodolomítico que yace sobre el Keuper. Se puede observar en los alrededores del núcleo urbano y al norte del mismo. En esta zona es aspecto masivo, carniolítico y brechoide. La potencia del tramo puede llegar a los 150-160 m.
- Toarciense (D). Formado esencialmente por margas con intercalaciones de niveles delgados de calizas y dolomías, generalmente de tonos blanco-amarillentos. Puede presentar entre 25 y 80 m de potencia según la zona.
- Dogger (E). Aparece en las zonas más elevadas del NO de la población. Se trata de un conjunto de calizas tableadas ocre, frecuentemente oolíticas. Hacia techo se intercalan niveles finos de margas amarillentas. El tramo presenta un espesor en torno a los 70-75 m.

**Terciario.** Representado, en esta zona, por un conjunto de sedimentos detríticos miocenos discordantes sobre el Jurásico y Cretácico (F). Está formado por areniscas y conglomerados muy cementados en la base y zonas de borde. Su potencia es muy variable, pudiendo superar los 120 m de espesor. A medida que se asciende en la serie, se pasa a arcillas rojas con niveles conglomeráticos.

**Cuaternario.** Formado por materiales detríticos de fondo de valle y coluviales, se encuentra poco representado en los alrededores de la localidad.

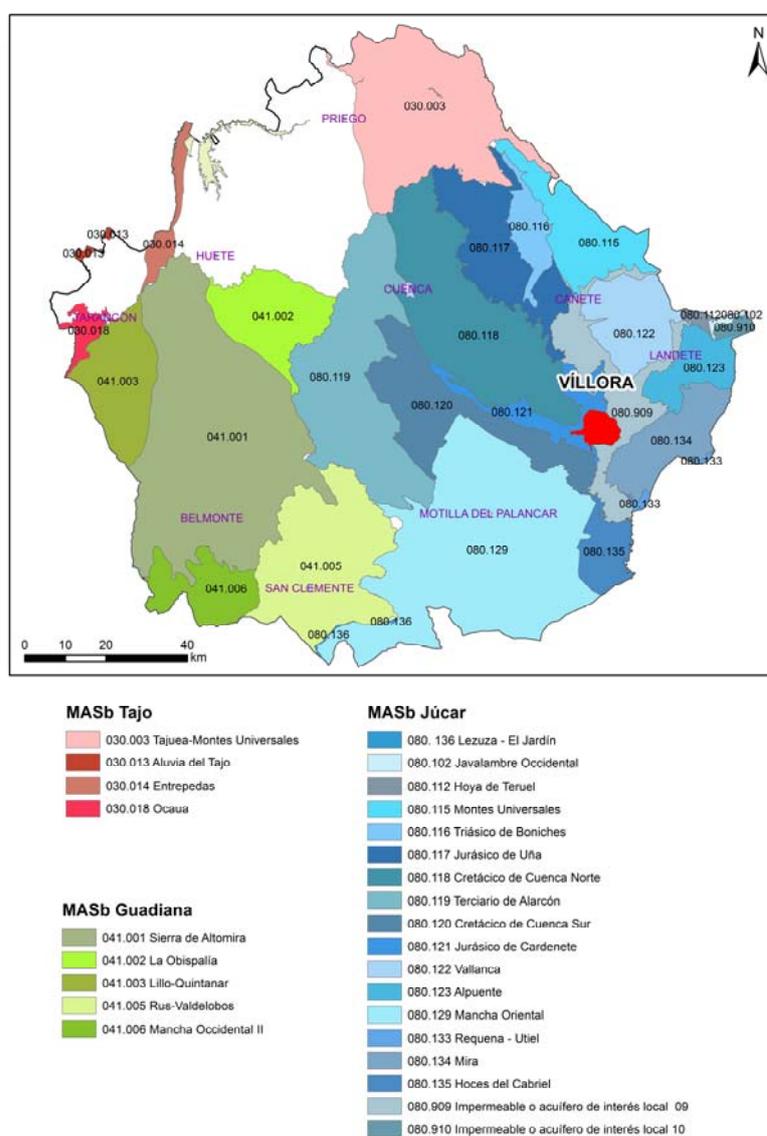


**Figura 6.** Mapa geológico de los alrededores de Villora.

## 5. HIDROGEOLOGÍA

### 5.1. Hidrogeología Regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo, que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MASb) tal y como se muestra en la Figura 7. El municipio de Villora está situado en la Demarcación Hidrográfica del Júcar, entre las MASb 080.121 Jurásico de Cardenete, y 080.909 Impermeable o acuífero de interés local 09, definidas en el Plan Hidrológico del Júcar.



**Figura 7.** Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca y ubicación del municipio.

La MASb 80.121 Jurásico de Cardenete está formada por dolomías y carniolas liásicas y calizas y margocalizas del Dogger. Estos materiales constituyen casi la totalidad de afloramientos que forman el eje de un anticlinorio de directriz Ibérica (NO-SE). Limita con la MASb 080.909 – Impermeable o acuífero de interés local por el este, formada fundamentalmente por materiales triásicos de baja permeabilidad.

La recarga de la masa se produce mediante la infiltración directa de la precipitación y las salidas, a través de ríos y manantiales y por flujo lateral con las masas ubicadas al norte y sur.

## **5.2.Hidrogeología Local**

Los materiales que presentan las mejores condiciones como acuíferos para su explotación, son las series jurásicas, que aunque pueden presentarse como acuíferos compartimentados por la tectónica de la zona, tienen de base el impermeable del Keuper, facilitando la acumulación de agua.

Así pues, tal y como se ha mencionado anteriormente, el municipio de Villora se abastece un de manantial. La captación desde la que se eleva el agua hasta el depósito se ubica en el centro del pueblo, sobre materiales del Keuper (impermeables y yesíferos), pero a juzgar por el caudal y la calidad de agua, esta proviene de los materiales jurásicos ubicados al norte de la misma.

### 5.3. Caracterización Hidroquímica

Para la caracterización hidroquímica de las aguas captadas en el manantial de Villora, se tomó una muestra de agua el 10 de junio de 2016 y se remitió a los laboratorios del IGME para su posterior análisis.

A continuación se muestran los resultados de las analíticas (incluidas en el Anexo: Análisis Químicos), relaciones iónicas, facies hidroquímicas y representaciones gráficas más significativas.

DQO	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Na	Mg	Ca	K	mg/l
0,6	7	51	299	0	5	7	27	81	0	

pH(*)	Cond(**)	R.S. 180	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	F	CN	mg/l
7,36	533	385	0,00	0,00	0,00	6,7	<0,5	<0,010	

\*ud pH      \*\* μS/cm

Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	μg/l
	< 1	0,13	< 100			< 0,2		

Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	μg/l
< 0,05	< 0,2	< 15	< 0,5		< 0,5		< 0,5	

Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn	μg/l
< 0,2		< 0,5					1,47	

Turbidez	UNF
<1	

#### Relaciones iónicas

Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca+Mg	Cl/HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> /Cl
0.45	0.13	0.03	0.02	0.09	29.21

#### Facies Hidroquímica

Aniónica	Catiónica
HCO <sub>3</sub>	Ca Mg

**Tabla 2.** Resultados de las analíticas del manantial de Villora

5.3.1. Representaciones hidroquímicas

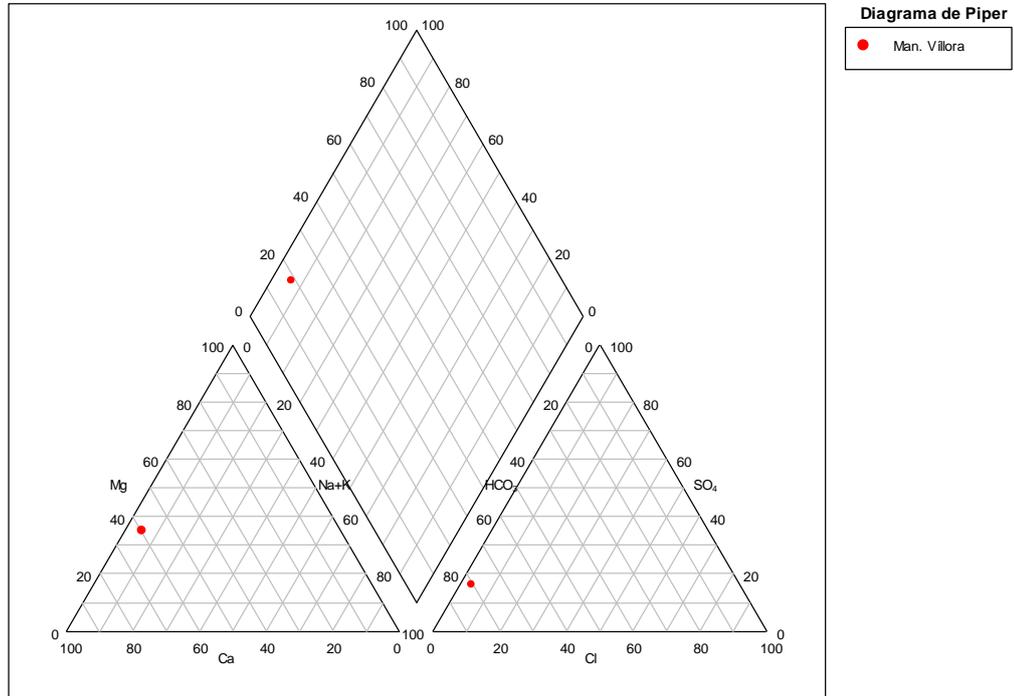
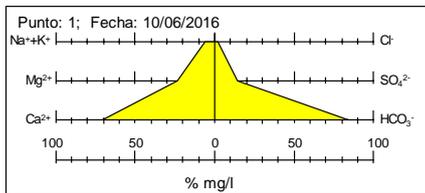


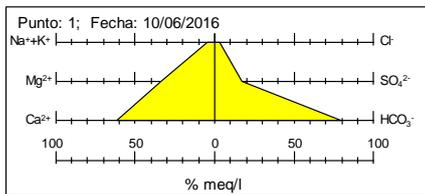
Figura 8. Diagrama de Piper-Hill-Langelier



1

	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	7	0.30	6.09
Mg	27	2.22	23.48
Ca	81	4.04	70.43

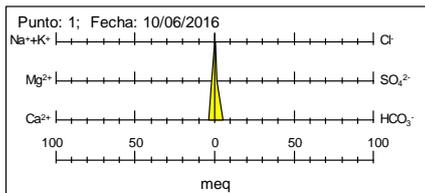
	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	7	0.20	1.96
SO4	51	1.06	14.29
HCO3	299	4.90	83.75



1

	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	7	0.30	4.64
Mg	27	2.22	33.82
Ca	81	4.04	61.54

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	7	0.20	3.21
SO4	51	1.06	17.24
HCO3	299	4.90	79.56



1

	mg/l	meq/l
Na+K	7	0.30
Mg	27	2.22
Ca	81	4.04

	mg/l	meq/l
Cl	7	0.20
SO4	51	1.06
HCO3	299	4.90

Figura 9. Diagramas de Stiff

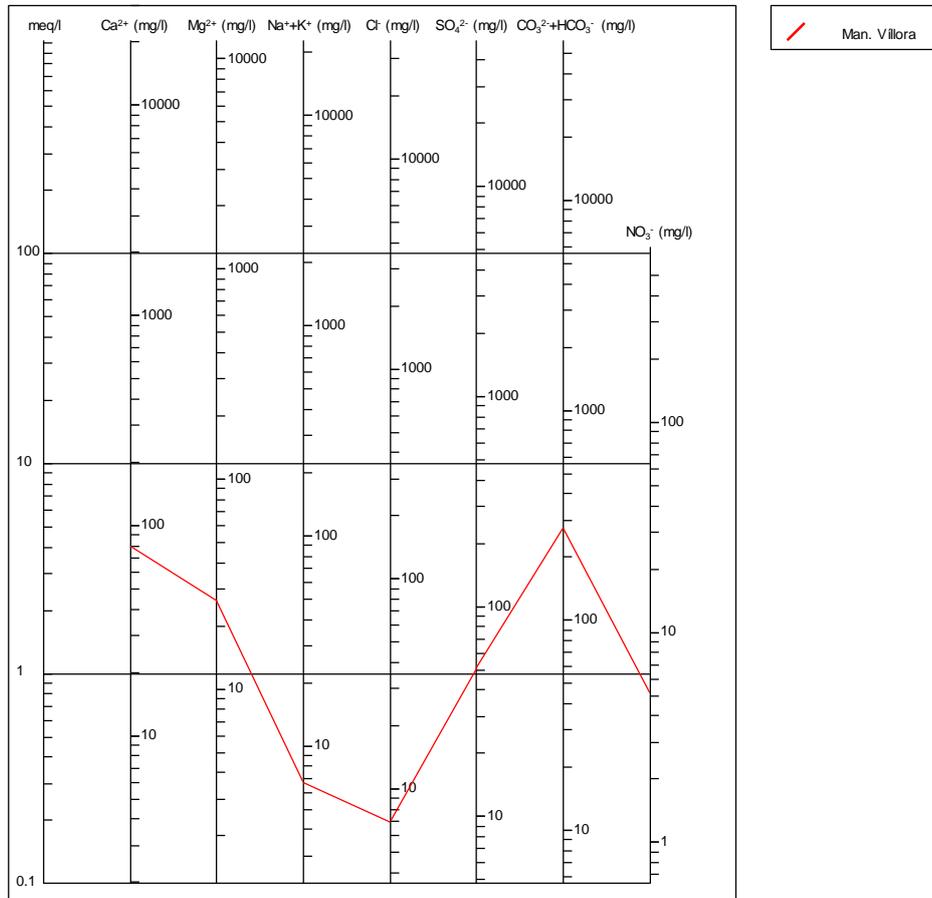


Figura 10. Diagrama de Schöeller

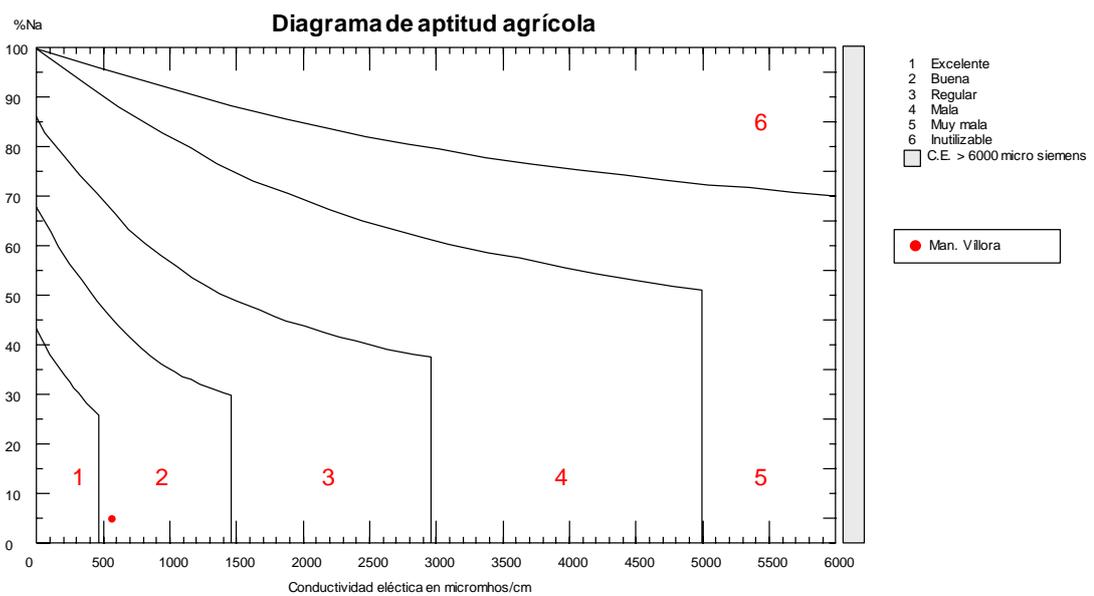


Figura 11. Diagrama de aptitud agrícola

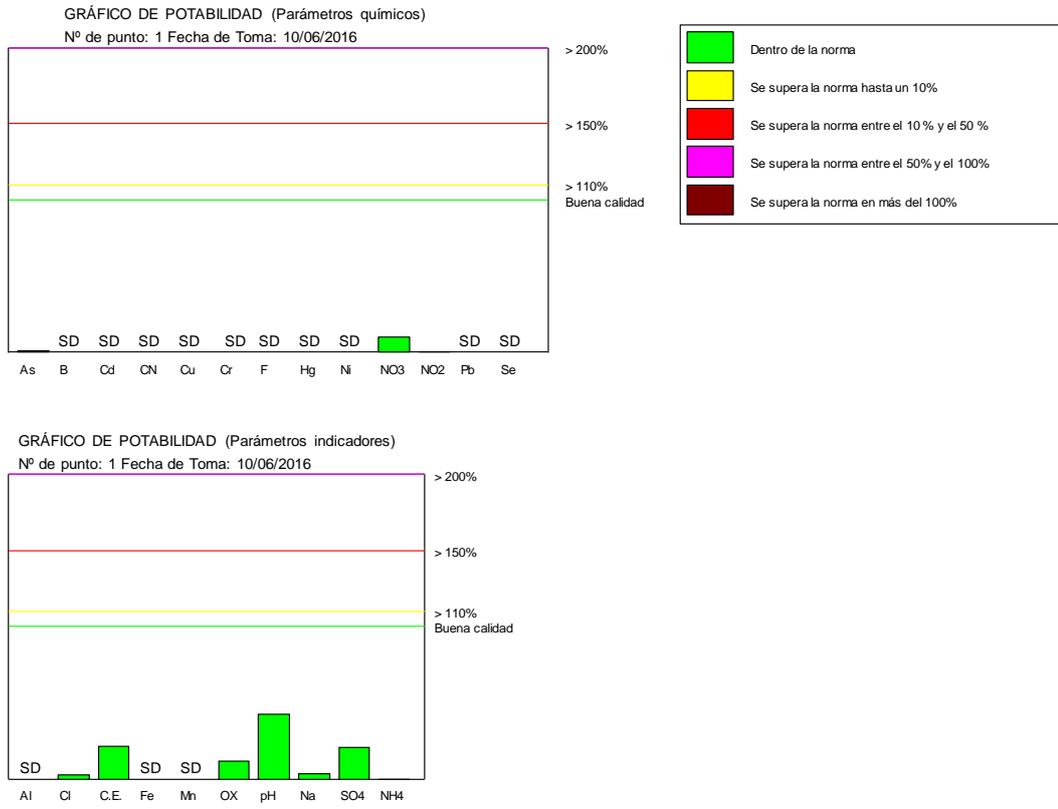


Figura 12. Gráficos de potabilidad del agua

### 5.3.2. Informe de aptitud para agua de consumo

Los resultados de la muestra enviada por el laboratorio se ha incluido en la tabla 3, así como en el Anexo: Análisis Químicos. En la última columna de la tabla, se han incluido alguno de los valores paramétricos recogidos en la normativa que regula la calidad para aguas de consumo humano (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

Fechas	Fecha de toma			10/06/2016	Valores paramétricos fijados en el R.D. 140/2003
	Fecha Terminación de análisis			08/07/2016	
	Parámetro	Símbolo	Unidad	VALOR DE LA ANALÍTICA	
				Man. Villora	
Parámetros químicos	Arsénico	As	µg/L	0,13	10
	Boro	B	µg/L	< 100	1000
	Cadmio	Cd	µg/L	< 0,2	5
	Cianuro	CN	mg/L	<0,010	0,05
	Cobre	Cu	µg/L	< 0,2	2000
	Cromo	Cr	µg/L	< 0,05	50
	Fluoruro	F	mg/L	<0,5	1.5
	Mercurio	Hg	µg/L	< 0,5	1
	Níquel	Ni	µg/L	< 0,5	20
	Nitrato	NO <sub>3</sub>	mg/L	5	50
	Nitrito	NO <sub>2</sub>	mg/L	0,00	0,5
	Plomo	Pb	µg/L	< 0,2	10
	Selenio	Se	µg/L	< 0,5	10
Parámetros indicadores	Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/L	0,00	0,5
	Aluminio	Al	µg/L	< 1	200
	Cloruro	Cl	mg/L	7	250
	Conductividad	CE	µS/cm	533	2500
	Hierro	Fe	µg/L	< 15	200
	Manganeso	Mn	µg/L	< 0,5	50
	Oxidabilidad	-	mg O <sub>2</sub> /L	0,6	5
	pH	-	Ud de pH	7,36	6,5 - 9,5
	Sodio	Na	mg/L	7	200
	Sulfato	SO <sub>4</sub>	mg/L	51	250

**Tabla 3.** Informe de aptitud de agua de consumo humano de las dos muestras

El manantial presenta unas aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas con todos sus parámetros dentro de los límites establecidos por la legislación vigente para las aguas de consumo humano.

## 6. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

En los alrededores del núcleo urbano de Villora se han observado los siguientes focos potenciales de contaminación:

FPC	COORDENADAS ETRS89 H30			Distancia a la captación (m)
	UTM X	UTM Y	COTA (m s.n.m.)	
Pto Vertido A.R.	621224	4401053	840	360
Vertedero Incontrolado	621082	4400740	862	580
Cementerio	620635	4401198	884	360
Pto Limpio	620085	4400565	899	1.16

**Tabla 4.** Focos potenciales de contaminación en los alrededores de Villora



Pto vertido aguas residuales



Escombrera/Vertedero incontrolado



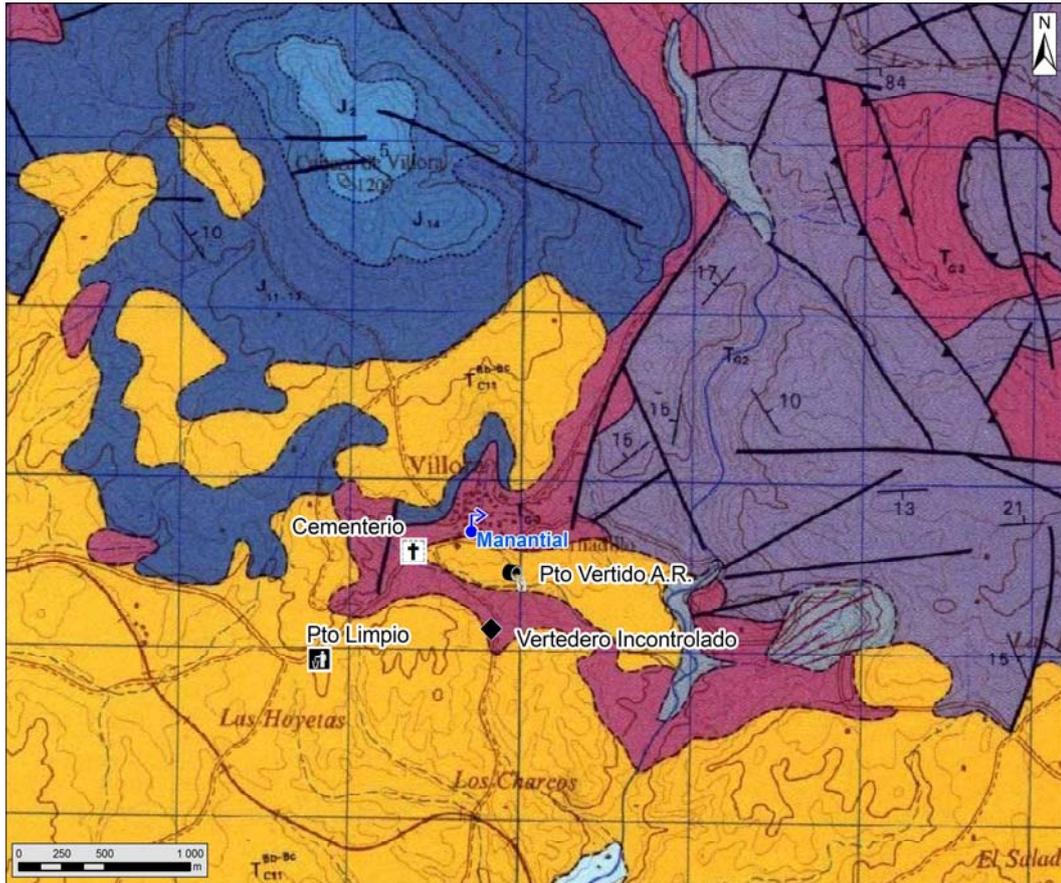
Pto limpio



Cementerio

El vertido de aguas residuales se realiza directamente a cauce, sin depuración previa.

Ninguno de estos focos potenciales de contaminación representa un peligro para la calidad del agua del manantial, ya que todos están ubicados aguas abajo de la captación y sobre materiales de baja o muy baja permeabilidad, tal y como se puede observar en la figura 13. En cambio, el propio núcleo urbano podría representar un peligro para la calidad de las aguas del manantial al estar ubicado directamente sobre la captación.



**Figura 13.** Focos potenciales de contaminación en los alrededores de Villora

No se observan focos areales de contaminación.

## 7. RECOMENDACIONES

A pesar de que en la actualidad Vállora cuenta con caudal y calidad suficiente para su abastecimiento, se recomienda la realización de una nueva captación con el fin de trasladar la captación principal fuera del núcleo urbano. De este modo, el municipio contaría con una captación principal alejada del potencial foco de contaminación que puede representar el núcleo urbano. Además, el manantial quedaría como captación de emergencia, ya que en la actualidad, la localidad carece de ellas.

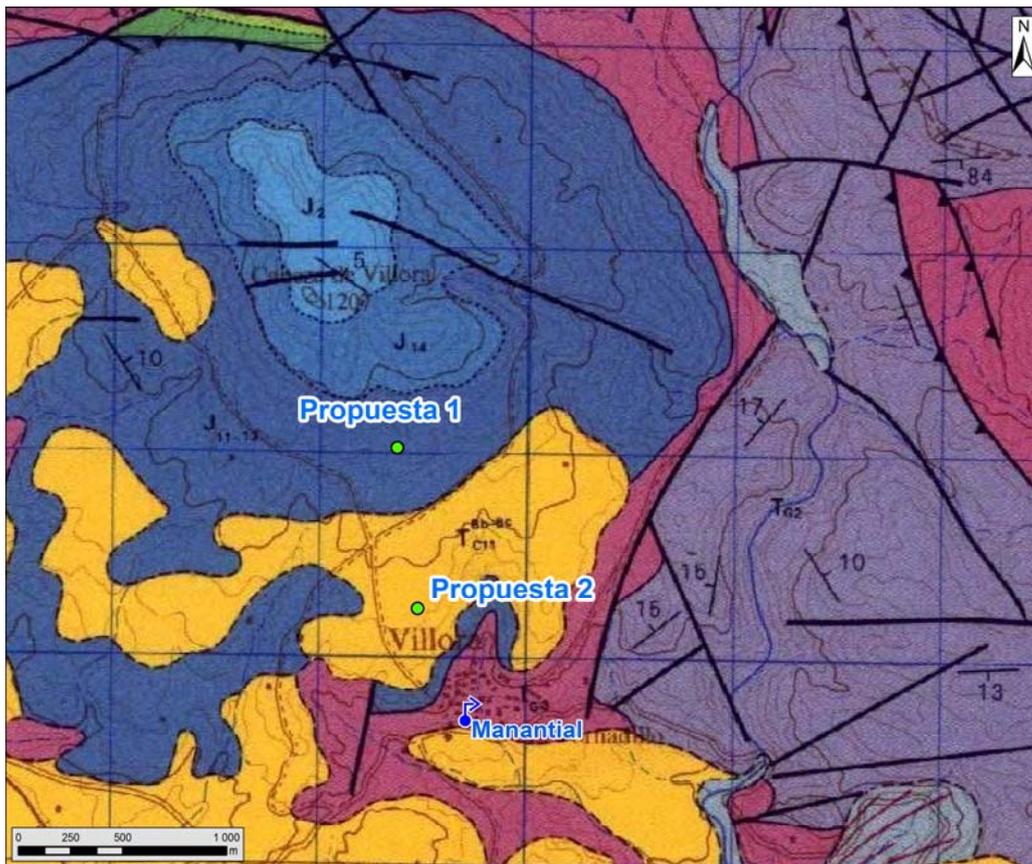
Para ello se propone la perforación de un sondeo que capte las aguas de las formaciones jurásicas.

Propuesta 1: Una posible ubicación del sondeo podría ser en los alrededores de las coordenadas ETRS89 UTMX: 620648; UTM Y: 4402642, tal y como queda reflejado en la figura 14.

En ese caso, se realizaría la perforación directamente sobre materiales jurásicos. Debido a la falta de información previa, no se sabe con exactitud la profundidad que podría tener dicho sondeo, aunque probablemente menos de 100 m, de tal modo que se perforaría hasta alcanzar suficiente caudal, o en caso de alcanzar el Keuper, se dejaría de perforar, instalando un tapón de fondo para evitar posibles entradas de agua sulfatada proveniente de los materiales triásicos.

Propuesta 2: En caso de no considerarse viable la opción anterior debido a la distancia con el núcleo urbano, se podría realizar un sondeo en los materiales terciarios, intentando alcanzar el jurásico subyacente y aprovechando las posibilidades del acuífero terciario, que si bien en ocasiones es de carácter arcilloso, podría encontrarse en forma areniscosa o conglomerática. Se sugiere la perforación en los alrededores de las coordenadas ETRS89 UTMX: 620745; UTM Y: 4401865, y se supondría igualmente una profundidad máxima de 100 m de sondeo.

En este caso habría que considerar que al encontrarse el terciario tapizando los materiales subyacentes en la zona, y teniendo en cuenta que se trata de una zona muy tectonizada, cabe la posibilidad de no encontrar los materiales jurásicos y que la perforación pase de los materiales terciarios a los triásicos en facies Keuper.



**Figura 14.** Propuestas de sondeo

Madrid, agosto de 2016

El autor del informe

Fdo. Ana Castro Quiles

# **ANEXO**

## **ANÁLISIS QUÍMICOS**



“El contenido del presente informe no está cubierto por la acreditación de ENAC ni por sus acuerdos internacionales de reconocimiento.”

Informe N°	16/0175
Referencia de Laboratorio	5775-4
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	CUENCA-4
Fecha de entrega a Laboratorio	14/06/2016
Proyecto N°	35300420

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
M-4 Manantial. Villora		10/06/2016			08/07/2016	4

Físico-Químicos (*):	Mayoritarios (mg/L):						
Oxidab. al MnO4K (mg/L)	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>
0,6	7	0	81	27	7	51	299
Conductividad 20° (µS/cm)	CO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	
533	0	5	0,00	0,00	0,00	6,7	

pH (Unid. pH)  
7,36

	Metales (µg/L):								
R. S. 180° (mg/L)	Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr
385	< 1	0,13	< 100				< 0,2		< 0,05
R. S. 260° (mg/L)	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb
< 0,2	< 0,2	< 15	< 0,5		< 0,5		< 0,5	< 0,2	
	Se	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Zn	
	< 0,5							1,47	

La Jefe de Laboratorio: 	RECIBIDO D.A.S.   	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:



“El contenido del presente informe no está cubierto por la acreditación de ENAC ni por sus acuerdos internacionales de reconocimiento.”

Informe Nº	16/0175
Referencia de Laboratorio	5775-4
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	CUENCA-4
Fecha de entrega a Laboratorio	14/06/2016
Proyecto Nº	35300420

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

## INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	Nº Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
M-4 Manantial. Villora		10/06/2016			08/07/2016	4

### Específicos (\*):

Fluoruro (mg/L)	CN (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Detergentes (mg/L)	CO2 (mg/L)
<0,5	<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.	Vº Bº
	<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:**