



## **AGUAS FONT VELLA Y LANJARÓN**



Preparado para:

**Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.**

Urgel 240, 8ª Planta

08036 Barcelona

Teléfono: 93 227 2500; Fax: 93 227 2490

Realizado por:

**Rafael Fernández Rubio y David Lorca Fernández**

**FRASA Ingenieros Consultores, S.L.**

Luna, 45

28120 Ciudad Santo Domingo (Madrid).

Teléfono: 91 622 1078; Fax: 91 622 1983

e-mail: proyectos@frasaingenieros.com



FRASA Ingenieros Consultores, S.L.



**Archivo:**  
2008-4343 Dictamen nuevas captaciones Huerta  
de Las Monjas\_Lanjarón.doc

**AGUAS FONT VELLA Y LANJARÓN**

**NUEVAS CAPTACIONES EN LA HUERTA DE LAS  
MONJAS (LANJARÓN, GRANADA)**

**DICTAMEN**

**Diciembre de 2008**

**Elaborado por:** FRASA Ingenieros Consultores, S.L.

**Equipo de trabajo:**  
Rafael Fernández Rubio. Dr. Ingeniero de Minas  
David Lorca Fernández. Ingeniero de Proyectos

**Control de calidad:**

**Aprobado por:** Prof. R. Fernández Rubio

Fecha y sello:  
Diciembre de 2008



Fecha y firma:  
Diciembre de 2008

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO .....</b>	<b>5</b>
<b>3 CONTEXTO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4 ACTUACIONES REALIZADAS.....</b>	<b>9</b>
<b>5 RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>12</b>
5.1 Sondeos subhorizontales.....	12
5.2 Zanjas colectoras.....	14
<b>6 CONTROL NOTARIAL DE CAUDALES.....</b>	<b>16</b>
6.1 Sondeos subhorizontales.....	16
6.2 Zanjas colectoras.....	16
<b>7 AUTORES DEL DICTAMEN .....</b>	<b>19</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Perímetro de Protección y captaciones. ....	3
Figura 2. Sector del acuífero fisurado correspondiente a la subcuenca vertiente de las captaciones. ....	6
Figura 3. Localización de captaciones mediante sondeos subhorizontales (previas en negro y nuevas en azul), así como de zanjas colectoras subsuperficiales (en rojo).....	9
Figura 4. Evolución de caudales en la batería de sondeos meridional.....	12
Figura 5. Evolución de caudales en la batería de sondeos septentrional. ....	13
Figura 6. Evolución de caudales en las zanjas colectoras subsuperficiales. ....	15

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Página</b>
Fotografía 1. Entorno del Huerto de Las Monjas. ....	4
Fotografía 2. Máquina Longyear en perforación de sondeos horizontales en la Huerta de Las Monjas (Lanjarón). ....	5
Fotografía 3. Canalización e impermeabilización de las acequias (acequia Secarta).....	7
Fotografía 4. Cabeza de sondeo, con tuberías telescópicas y salida de agua por gravedad. ....	10
Fotografía 5. Emboquille de tubería drenante en zanja colectora. ....	10
Fotografía 6. Conjunto de tuberías, independientes, para la conducción del agua a la Planta de Envasado. ....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Áreas de las cuencas vertientes de las captaciones. ....	6
Tabla 2. Rangos de caudales en los sondeos subhorizontales de captación. ....	14
Tabla 3. Caudales de los sondeos subhorizontales en régimen de pseudoestabilización.....	14
Tabla 4. Tiempos de llenado en el aforo de los nuevos sondeos subhorizontales de captación de Huerta de Las Monjas.....	16
Tabla 5. Caudales aforados en los nuevos sondeos subhorizontales de captación de Huerta de Las Monjas.....	16
Tabla 6. Tiempos de llenado en el aforo de las zanjas colectoras ubicadas en Huerta de Las Monjas.....	17
Tabla 7. Caudales aforados en las zanjas colectoras ubicadas en la Huerta de Las Monjas.....	17

## 1 ANTECEDENTES

Con fecha 28 de septiembre de 1990, la Junta de Andalucía, de acuerdo con la Ley de Minas (Ley 22/1973, de 21 de julio), autorizó a Aguas de Lanjarón a realizar la explotación de las aguas subterráneas incluidas en su perímetro de protección, para su uso como Agua Mineral Natural.

En esta misma resolución fue definido el Perímetro de Protección y el caudal máximo a explotar (**90 L/s**), por una duración de 30 años, de los que actualmente Aguas de Font Vella y Lanjarón, S.A. explota un caudal de sólo 18-20 L/s, procedente de diez puntos de alumbramiento.

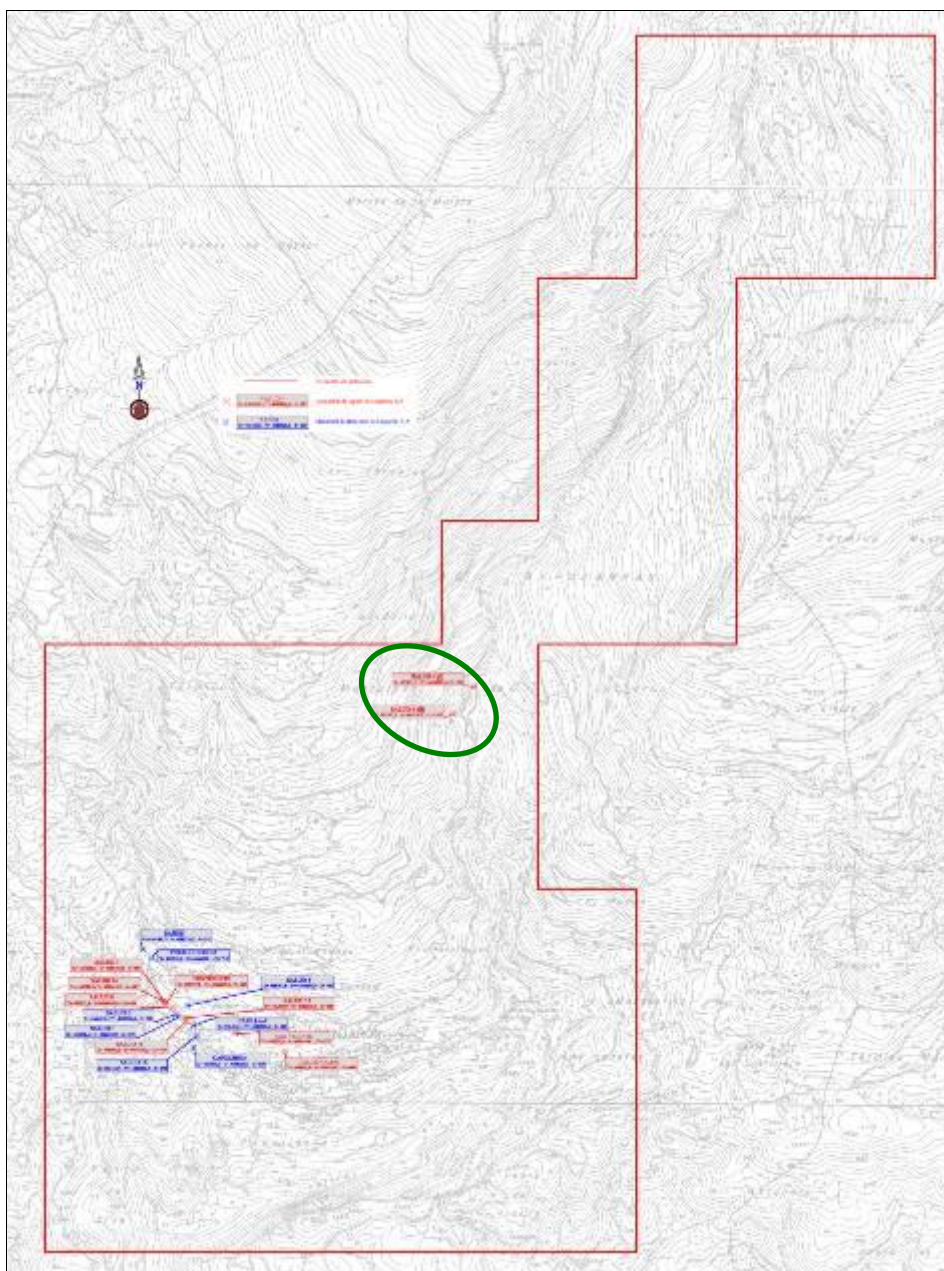


Figura 1. Perímetro de Protección y captaciones.

Con la experiencia acumulada se determinó como lugar más adecuado, para alcanzar los objetivos fijados, el paraje aguas arriba de la “Huerta de Las Monjas” (Fotografía 1), situado en la Loma de la Bordalia, en el que se sitúan ya dos captaciones de agua mineral natural (Salud 4, I y II), de calidad contrastada, con sus correspondientes conducciones hasta la Planta de Envasado.



**Fotografía 1. Entorno del Huerto de Las Monjas.**

De acuerdo con el régimen de funcionamiento hidrogeológico, de las diferentes aguas existentes en el entorno de Lanjarón, la mejor opción para aportar nuevos recursos de agua, garantizando su calidad, es mediante baterías de sondeos sub-horizontales complementados con zanjas drenantes. Se trata de métodos bien experimentados en Lanjarón, que permiten la gestión sostenible y controlada de este recurso hídrico.

Estas captaciones deberían realizarse dentro del Perímetro de Protección, en lugares de acceso adecuado para la maquinaria a emplear, y en sectores en los que actualmente no se aprovechan todas las posibilidades hídricas, y donde las captaciones se puedan realizar con un mínimo y recuperable impacto ambiental sobre el entorno.

Tras la presentación de las oportunas documentaciones, en los organismos competentes, y obtener las correspondientes aprobaciones, se obtuvo la Licencia Municipal, para ejecución de las obras proyectadas (expediente nº 39/08) con fecha tres de marzo de 2008.

## 2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Los recursos hídricos subterráneos posibles de captación vienen definidos por los aportes, procedentes tanto de las precipitaciones en forma de nieve y lluvia, como de infiltraciones derivadas de la escorrentía superficial.

Ahora bien, para cada sondeo subhorizontal concreto, la alimentación hídrica que sustenta su caudal está directamente relacionada con las fracturas interceptadas portadoras de agua y por la extensión de la correspondiente cuenca de alimentación.

La presencia de fracturas, en este medio geológico heterogéneo, que se ha visto sometido a lo largo de su historia a muchos esfuerzos tectónicos, es realmente imprevisible, lo que obliga a realizar, desde cada emplazamiento de captación, baterías de sondeos subhorizontales, en forma de abanico, con diferentes direcciones, para tratar de interceptar a las diferentes fracturas acuíferas de su entorno (Fotografía 2).

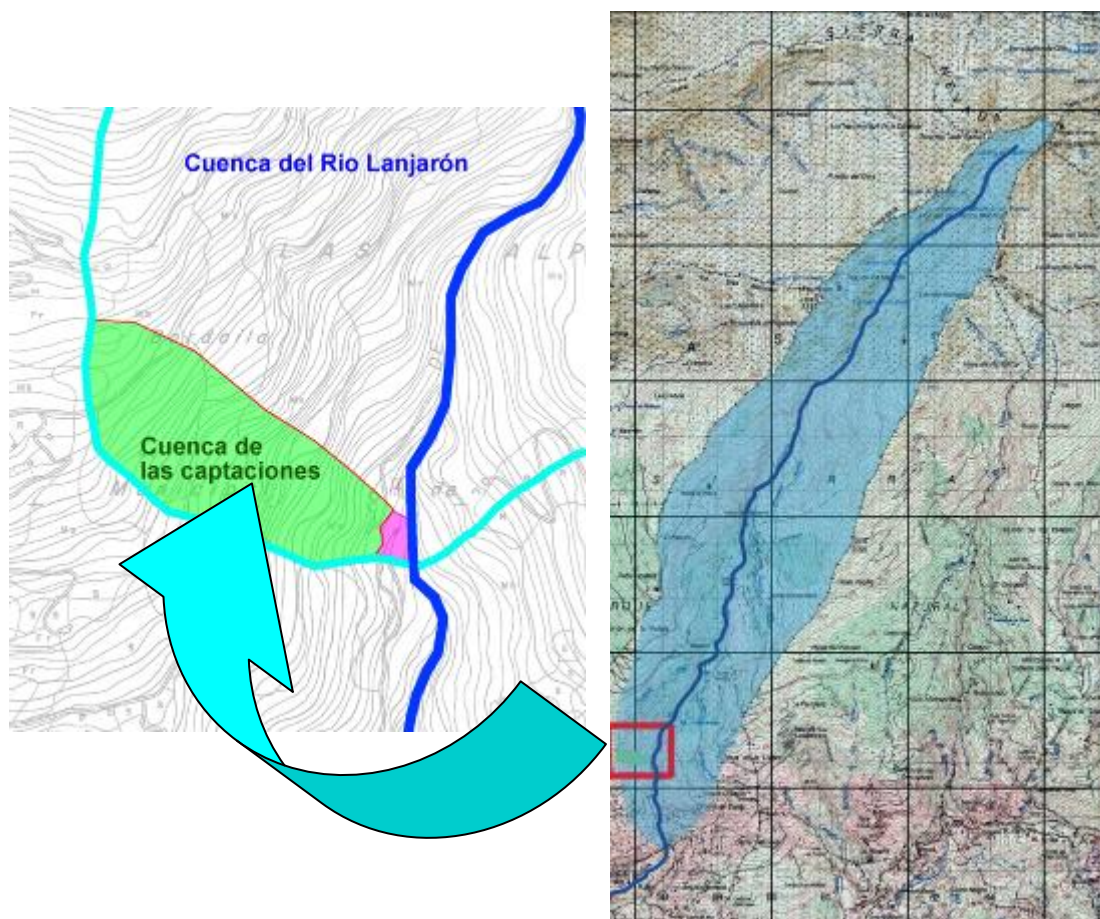


**Fotografía 2. Máquina Longyear en perforación de sondeos horizontales en la Huerta de Las Monjas (Lanjarón).**

En este sentido no podemos olvidar que: la morfología extremadamente alargada de la cuenca del río Lanjarón, las fuertes pendientes de sus laderas, y las características hidrogeológicas de las rocas que componen su substrato, condicionan un efecto drenante del río sobre las aguas subterráneas según las líneas de máxima pendiente, es decir, según líneas de flujo prácticamente perpendiculares al cauce del río Lanjarón.

Con este planteamiento, y para delimitar la subcuenca vertiente correspondiente a posibles captaciones, ubicadas en la Huerta de Las Monjas, se ha realizado su delimitación (Figura 2), atendiendo a las curvas de nivel. Dentro de esta subcuenca las aguas infiltradas circularían prioritariamente por gravedad, hacia los puntos bajos, es decir hacia el pequeño tramo del sector del río Lanjarón correspondiente a esa subcuenca vertiente.

Con este criterio, en la mencionada figura se ha representado tanto el total de cuenca hidrográfica vertiente al río Lanjarón, hasta aguas abajo de dichas captaciones, como la pequeña subcuenca que a ellas corresponde.



**Figura 2. Sector del acuífero fisurado correspondiente a la subcuenca vertiente de las captaciones.**

Para cuantificar hidrológicamente lo que corresponde a una y otra superficie, en la Tabla 1 se incluye el área de la cuenca vertiente del río Lanjarón por encima de las captaciones de la Huerta de Las Monjas, el área de la subcuenca vertiente de estas captaciones, y la proporción relativa que supone ésta respecto al total, que podemos considerar como una aproximación al porcentaje de aprovechamiento respecto al recurso total disponible.

A partir de estos datos es evidente que el agua captable por estos sondeos, en relación al conjunto de recursos hídricos del río Lanjarón, es mínima: apenas de un 1%, y máxime teniendo en cuenta que los recursos que dan lugar a mayor infiltración, son los procedentes de la nieve, consecuencia de su lenta fusión.

<b>Cuenca vertiente del río Lanjarón aguas arriba de las captaciones</b>	<b>Subcuenca vertiente de las captaciones de Huerta de Las Monjas</b>	<b>%</b>
<b>2.832,8 ha</b>	<b>27,35 ha</b>	<b>0,97</b>

**Tabla 1. Áreas de las cuencas vertientes de las captaciones.**

De todo ello se deduce que el impacto producido por estas nuevas captaciones, sobre las aguas del río Lanjarón, se puede considerar **NULO-MODERADO**. Dadas las escasas proporciones de las cuencas vertientes, respecto de la cuenca total del río Lanjarón, su aprovechamiento se puede considerar como **COMPATIBLE**.

### 3 CONTEXTO HIDROLÓGICO

La red hidrológica superficial está condicionada por el río Lanjarón, y por la existencia de un entramado de acequias, que derivan las aguas de él para atender al riego de las paratas<sup>1</sup>, así como al propio abastecimiento del núcleo urbano de Lanjarón.

Por las acequias principales el agua circula con suave pendiente, distribuyendo el agua a los brazales o hijuelas, y también directamente a las paratas.

En este sentido hay que remarcar que, en el estado original, las acequias de derivación, situadas a diferentes cotas, recibirían no sólo la parte del agua de escorrentía superficial directa derivada del río, sino también la procedente de pérdidas derivadas de las acequias situadas a mayor cota, más las originadas por los riegos en las paratas superiores yendo a parar, finalmente, ese flujo subsuperficial hipodérmico o cutáneo al río.

Lo que acontece actualmente es que, con la política seguida por las comunidades de regantes, de impermeabilizar las acequias (para poder llegar con mayor caudal más lejos), se ha reducido esa recarga por fugas (los llamados “careos del agua”), considerados como uno de los sistemas de recarga artificial más antiguos (aquí implantados por los árabes).

Esta reducción de flujo cutáneo afecta, también, a los aportes que recibe la masa arbórea existente aguas abajo de las acequias, en este entorno, especialmente, en las paratas bajas de las laderas, donde llega a constituir un bosque de ribera, muy afectado actualmente en su alimentación hídrica.

El trabajo que las comunidades de regantes han realizado, en los últimos años, consistente en una impermeabilización sistemática de las acequias (Fotografía 3), mediante hormigón, ha supuesto así una reducción drástica de las pérdidas de agua, con ese aspecto positivo indicado de poder llegar más lejos con el agua derivada, y disponer de mayor caudal en esos tramos más distantes, pero también con la reducción notoria en la recarga subsuperficial inducida, a través de los suelos alterados y meteorizados.



**Fotografía 3. Canalización e impermeabilización de las acequias (acequia Secarta).**

<sup>1</sup> Parata: Bancal pequeño y estrecho, formado en un terreno pendiente, cortándolo y allanándolo, para sembrar o hacer plantaciones en él.

Hay que tener en cuenta que esa recarga (“careo”), muy bien estudiada, y pionera en las experiencias de recarga artificial de acuíferos, se así muy disminuida por la impermeabilización de las acequias.

El hecho, que venía produciéndose, de que las pérdidas de acequias alimentasen a la acequia situada a menos cota, y a la vegetación, se ha perdido o disminuido muy sensiblemente, a costa de disponer de más agua para riego a mayor distancia.

En el conjunto de acequias, y en orden descendente de cota, en la margen derecha del río Lanjarón se localizan las siguientes:

**Acequia Nueva:** parte de la **cota 1.440 m snm<sup>2</sup>**, llegando casi a la cabecera del Barranco del Salado, con unos 4,4 Km. de longitud.

**Acequia Montalbán:** parte de la **cota 1.110 m snm**, llegando casi al cauce del Barranco del Salado.

**Acequia Secarta:** parte de la **cota 950 m snm**, llegando casi al cauce del Barranco del Salado, regando la denominada Vega de Lanjarón, es la acequia con prioridad de riego. En esta acequia, la comunidad de regantes ha impermeabilizado largos tramos; concretamente está impermeabilizado todo el tramo de la Loma de la Bordalia, que nos ocupa (Fotografía 3).

**Acequia Aceituno:** parte de la **cota 750 m snm**, llegando sólo al extremo noreste del casco urbano de Lanjarón.

La zona de la Huerta de Las Monjas se sitúa por debajo de la acequia Secarta y por encima de la acequia Aceituno (la más baja de todas las existentes); ambas están canalizadas e impermeabilizadas en este tramo. Pero, además, en todo este tramo intermedio, en la zona de la Huerta de Las Monjas hace mucho tiempo que se abandonó el uso agrícola habitual. Por ello el lugar elegido para las captaciones ni inciden sobre los caudales de las acequias ni afecta a los riegos de paratas.

Es así que en la elección de este emplazamiento, para atender a las necesidades de Aguas de Lanjarón, con caudales adicionales, muy por debajo de los caudales concedidos, se realizó teniendo en consideración que es donde se produciría el mínimo impacto sobre los aprovechamientos existentes.

Podemos por todo lo expuesto afirmar que el impacto sobre la escorrentía superficial puede considerarse **NULO-COMPATIBLE**, sin ser precisa la realización de ninguna medida preventiva o correctora.

---

<sup>2</sup> m snm: metros sobre el nivel del mar.

## 4 ACTUACIONES REALIZADAS

De acuerdo con todo lo aquí expuesto, se proyectaron una serie de captaciones, mediante sondeos subhorizontales, situadas entre las captaciones ya existentes de Salud 4 (II) y Salud 4 (I) (realizadas con la misma técnica), tratando de localizar aguas de idénticas características, y aprovechando la existencia de permisos de paso para las conducciones anteriormente realizadas, de manera que las nuevas podrían seguir trazados junto a ellas.

La situación de estos sondeos subhorizontales se refleja en la Figura 3.

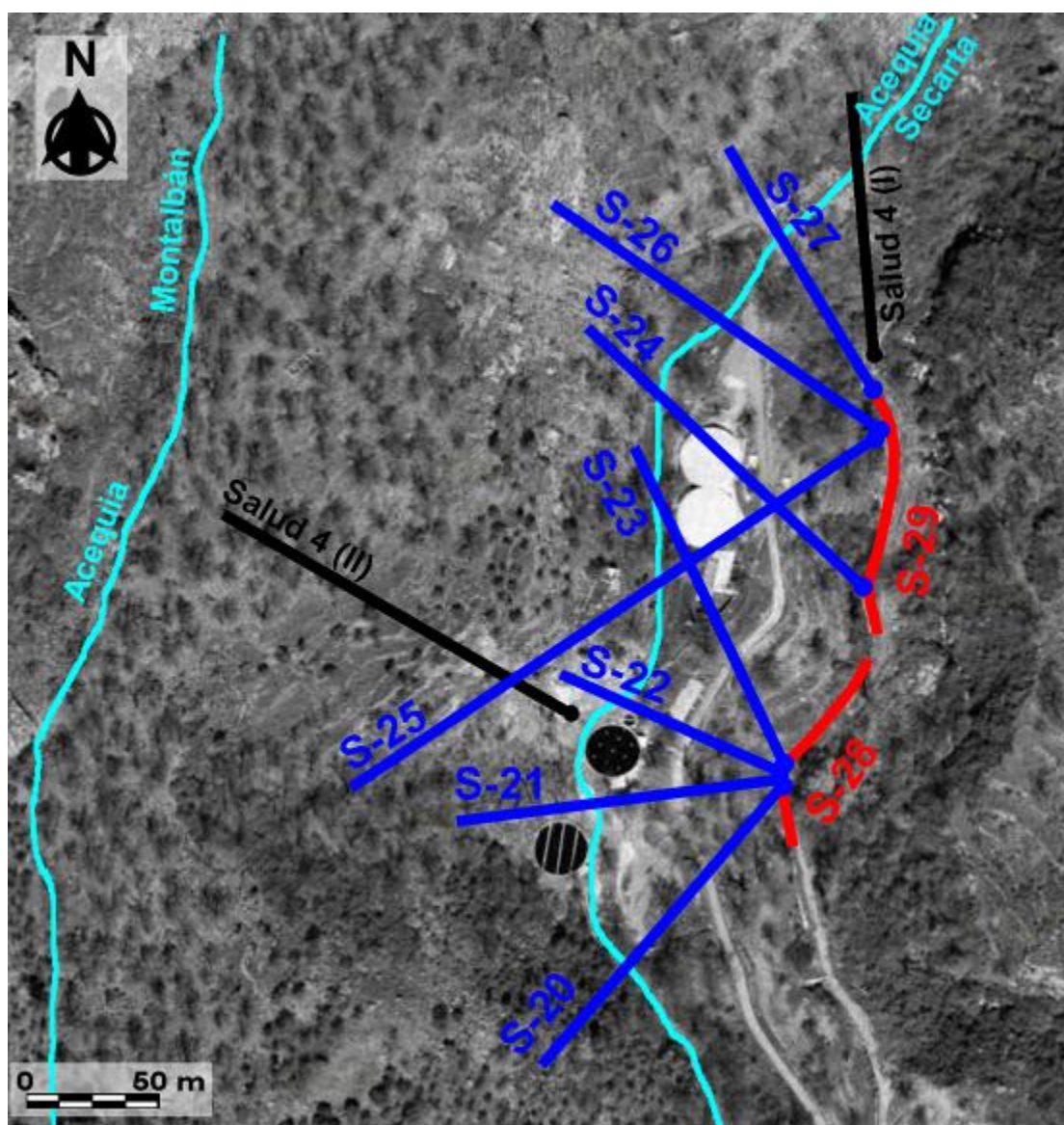


Figura 3. Localización de captaciones mediante sondeos subhorizontales (previas en negro y nuevas en azul), así como de zanjas colectoras subsuperficiales (en rojo).

Los ocho sondeos subhorizontales realizados se perforaron con una máquina Longyear, de Ibérica de Sondeos, S.A., con control permanente de los parámetros hidrológicos y físico-químicos de interés.

Estas perforaciones se efectuaron con pendiente ascendente muy suave (de apenas algún grado), para que el agua captada pueda salir por gravedad. El varillaje de perforación fue la propia tubería de captación (tubería perdida), ranurada (para poder captar el agua interceptada). Cada vez que el terreno presentó problemas de hundimiento por la propia fisuración y la presencia de arcillas de hidrólisis y meteorización, fue necesario abandonar esa tubería, reducir el diámetro y perforar telescópicamente por su interior, un nuevo tramo, repitiendo esta operación de reducción de diámetro cada vez que el terreno atravesado lo hizo necesario (Fotografía 4).



**Fotografía 4. Cabeza de sondeo, con tuberías telescópicas y salida de agua por gravedad.**

En estas condiciones, el agua captada es la suma de la aportada por los diferentes tramos de perforación. Ahora bien, al corresponder el tramo inicial de cada sondeo a la zona alterada y meteorizada, con presencia de una mayor permeabilidad, se produce una pérdida de parte del agua captada en profundidad en el tramo de tubería perfora más superficial, lo que hizo aconsejable realizar unas zanjas subsuperficiales (S-28 y S-29), colocando en ellas tubería drenante (Fotografía 5), para interceptar esa parte de los flujos captados en profundidad y perdidos en el tramo más superficial de las tuberías de perforación - captación.



**Fotografía 5. Emboquille de tubería drenante en zanja colectora.**

Así pues, el conjunto de nuevas captaciones, en Huerta de Las Monjas se compone de ocho sondeos subhorizontales y dos zanjas colectoras subsuperficial.

Estas aguas se recogen en diferentes tuberías, para su conducción a la Planta de Envasado (Fotografía 6).



**Fotografía 6. Conjunto de tuberías, independientes, para la conducción del agua a la Planta de Envasado.**

## 5 RESULTADOS OBTENIDOS

### 5.1 Sondeos subhorizontales

Como es habitual, Aguas de Lanjarón, ha realizado la medida de caudales captados en estos sondeos, desde su inicio, con lo que disponemos de información de esa evolución, en la que tienen incidencia varios factores:

- ↳ Vaciado natural del sistema captado (lo que técnicamente se denomina como “curva de agotamiento”).
- ↳ Afecciones entre captaciones, de manera que un sondeo a menor cota puede interceptar parte del agua captada por otro a mayor cota, cuando se atraviesan las mismas fracturas.
- ↳ Incidencia de aportes externos, principalmente derivados de recarga por lluvias y nieve.

La evolución de caudales de la batería de sondeos más meridional (S-20, S-21, S-22 y S-23), se recoge en la Figura 4.



Figura 4. Evolución de caudales en la batería de sondeos meridional.

En general se manifiesta un incremento de caudal desde el sur (S-20) hacia el norte (S-23), si bien también registra una disminución de caudal con el tiempo (“curva de agotamiento”).

Los cambios bruscos iniciales están relacionados con procesos normales de limpieza (desobstrucción de fracturas) y colmatación (relleno de fracturas), dentro de los materiales atravesados, hace aconsejable un desarrollo de los sondeos, con las técnicas habituales de inyección de agua a presión, y liberación brusca del agua inyectada, hasta conseguir la mejor desobstrucción del sistema de fracturas portadoras de agua.

Con respecto a los sondeos más septentrionales en la Figura 5 se representa la evolución de los caudales medidos por Aguas de Lanjarón.



**Figura 5. Evolución de caudales en la batería de sondeos septentrional.**

Aquí lo más destacado es el descenso brusco registrado en el sondeo S-24, al interceptar parte de su agua el sondeo de la batería más meridional S-23.

Por otra parte es muy evidente la disminución de caudales (“curva de agotamiento”), que, una vez más, se observa con el transcurso del tiempo, como consecuencia de una reducción paulatina hacia una aproximación a la posición de equilibrio.

Será necesario un periodo mucho más largo de registro para poder analizar en detalle el sistema hidrológico.

Los valores mínimos, medio y máximos registrados, desde su perforación, se reflejan en la Tabla 2

	S-20	S-21	S-22	S-23	S-28	S-24	S-29	S-25	S-26	S-27	Total
<b>Mínimo</b>	0.00	0.24	0.30	1.08	0.62	1.18	1.18	0.10	0.48	0.59	5.77
<b>Medio</b>	0.44	0.31	1.05	2.23	2.05	1.63	1.64	0.77	1.04	0.86	12.02
<b>Máximo</b>	0.96	0.34	1.86	3.50	3.80	2.00	2.10	1.66	1.55	1.24	19.01

**Tabla 2. Rangos de caudales en los sondeos subhorizontales de captación.**

De cara a previsiones futuras es fundamental determinar el “coeficiente de agotamiento”, de cada captación, para poder establecer los caudales de estiaje.

En el momento actual, los caudales pseudoestabilizados, de acuerdo con el conjunto de mediciones realizadas, corresponden prácticamente a los últimos registros (5 de noviembre de 2008), y se expresan en la Tabla 3, donde podemos observar la posibilidad de contar con un caudal adicional, al ya disponible, de **7,43 L/seg**, a partir de los sondeos subhorizontales realizados.

	S-20	S-21	S-22	S-23	S-28	S-24	S-29	S-25	S-26	S-27	Total
<b>Caudal</b>	0,00	0.34	1,00	1,08	1,44	1,18	1,18	0,12	0,50	0,59	7,43

**Tabla 3. Caudales de los sondeos subhorizontales en régimen de pseudoestabilización.**

## 5.2 Zanjas colectoras

Según ya hemos expresado, con anterioridad, las tuberías introducidas en los sondeos, a todo lo largo, son el propio varillaje de perforación, que lleva una corona al frente, la cual se pierde al igual que toda la tubería.

Por esta razón esa tubería perdida tiene que ser ranurada, para poder captar el agua interceptada, que va a circular por ella hacia el emboquille.

En esas condiciones, y puesto que los terrenos más superficiales están esponjados y meteorizados, por la alteración meteórica y por las propias raíces de los árboles, lo que motiva que parte del agua captada se pierda en ese “acuifero cutáneo”, para circular en forma epidérmica pendiente abajo, por la ladera.

Para incorporar esas aguas captadas y perdidas, al sistema de aprovechamiento de este recurso, se han excavado sendas zanjas de captación poco profundas (S-28 y 2-29), paralelas al camino de acceso a este conjunto de sondeos (Figura 3).

De la zanja más meridional (S-28) se dispone de un mayor periodo de registro, que permite prever un caudal de 1 a 2 l/seg, mientras que no se dispone todavía de registros suficientes para hablar de caudales de la zanja más septentrional (S-2); parecería ser inferior a 1l/seg (Figura 6).

Aunque pensamos que, todavía, no se ha llegado al régimen de caudales pseudoestabilizados, de acuerdo con el conjunto de mediciones realizadas, y teniendo en cuenta los últimos registros (5 de noviembre de 2008), reflejados en la Figura 6, se puede provisionalmente asignar un caudal supletorio, aportado por estas zanjas colectoras, del orden de **2,5 L/s**.

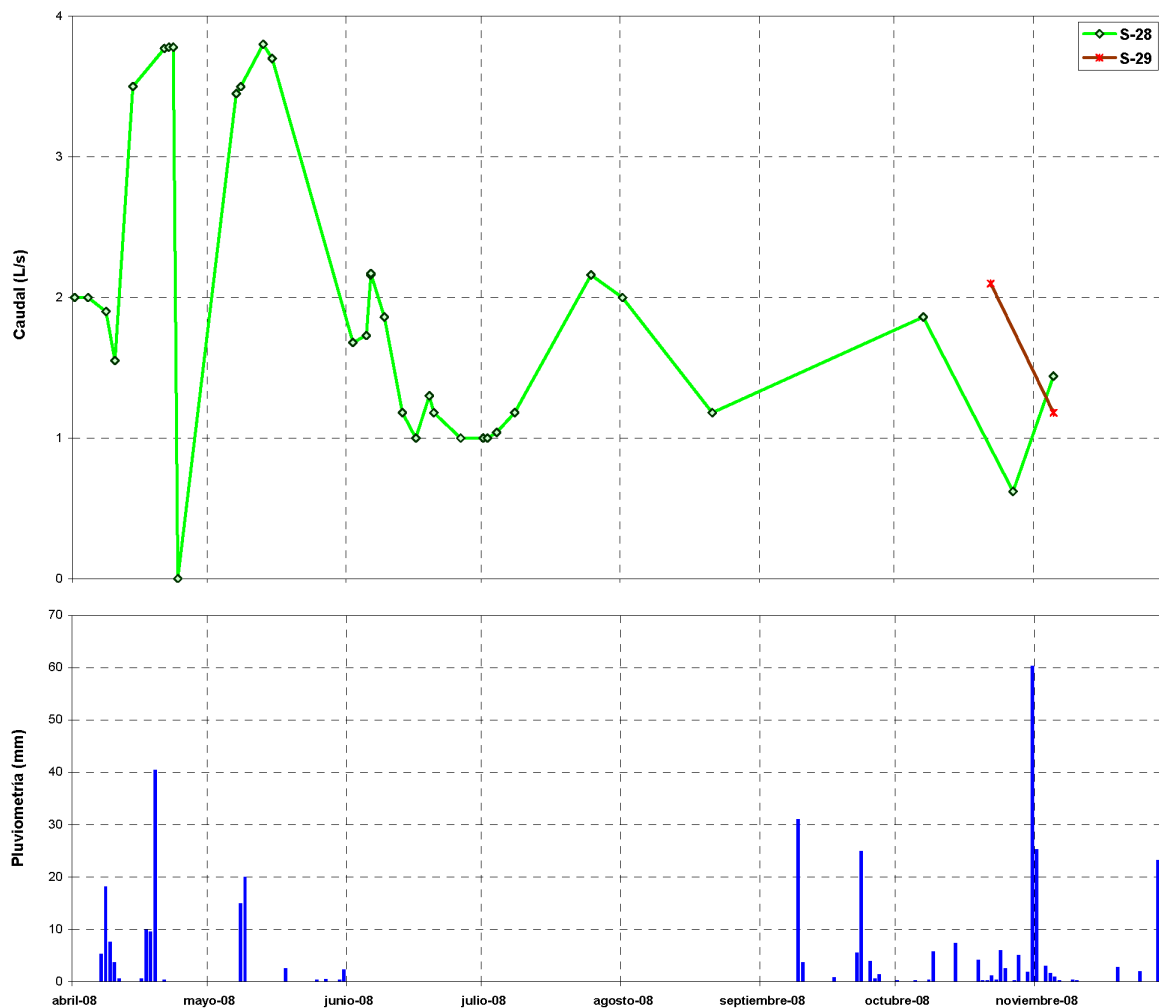


Figura 6. Evolución de caudales en las zanjas colectoras subsuperficiales.

## 6 CONTROL NOTARIAL DE CAUDALES

Con objeto de dejar constancia fehaciente de los caudales aportados por cada una de las nuevas captaciones efectuadas por Aguas de Lanjarón en el entorno de la Huerta de Las Monjas, se solicitó testimonio notarial, que fue realizado el día 10 de diciembre de 2008, por la Notario D<sup>a</sup>. María del Carmen Angulo González de Lara.

### 6.1 Sondeos subhorizontales

Los controles realizados han consistido en el llenado de un recipiente, calibrado en presencia de la Notario, con capacidad de 11 litros, cronometrando los tiempos requeridos para su llenado. De esta manera el cociente del volumen del recipiente (en litros), dividido por el tiempo requerido para su llenado (en segundos), nos da el caudal de cada captación en litros/segundo.

En todos los casos se verificó que la válvula de cierre de la tubería se encontraba totalmente abierta.

Los tiempos de llenado, para cada una de las captaciones, se expresan en la Tabla 4.

Sondeo	S-20+S21	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27
Tiempo de llenado	77,5	75,0	60,0	12	10	109	25	21

Tabla 4. Tiempos de llenado en el aforo de los nuevos sondeos subhorizontales de captación de Huerta de Las Monjas.

A partir de estos registros, y teniendo en cuenta el volumen del recipiente (11 litros), se obtienen los caudales expresados en la Tabla 5.

Sondeo	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27
Caudales aforados	0,02	0,15	0,18	0,92	1,10	0,10	0,44	0,52

Tabla 5. Caudales aforados en los nuevos sondeos subhorizontales de captación de Huerta de Las Monjas.

Estos caudales captados por los nuevos sondeos subhorizontales realizados en la Huerta de Las Monjas totalizan 3,43 L/sg.

### 6.2 Zanjas colectoras

Con idéntica metodología, aplicada ahora a las zanjas colectoras, utilizando el mismo recipiente calibrado, se cronometraron los correspondientes tiempos de registro de llenado, dando los resultados expresados en la Tabla 6

Zanja colectora	S-28	S-29
Tiempo de llenado	24	9

**Tabla 6. Tiempos de llenado en el aforo de las zanjas colectoras ubicadas en Huerta de Las Monjas.**

A partir de estos registros, y teniendo en cuenta el volumen del recipiente (11 litros), se obtienen los caudales expresados en la Tabla 7.

Zanja colectoras	S-28	S-29
Caudales aforados	0,46	1,22

**Tabla 7. Caudales aforados en las zanjas colectoras ubicadas en la Huerta de Las Monjas.**

Estos caudales captados por las zanjas colectoras realizadas en la Huerta de Las Monjas totalizan 1,68 L/sg.

Los caudales totales captados, por los sondeos subhorizontales y las zanjas colectoras totalizan: 5,11 L/seg.

## 7 CONTROL DE CAUDALES DERIVADOS A LA PLANTA DE ENVASADO

---

Al objeto de registrar los caudales derivados hacia la Planta de Tratamiento, Aguas de Lanjarón ha instalado sendos contadores, en las conducciones que ligan el sector de captación de Huerta de Las Monjas con la Planta.

Se trata de contadores con certificado de homologación Woltman, de 3", modelo TURBO II, precintados en fábrica.

Uno de los contadores registra el total de agua procedente de los sondeos subhorizontales instalados (los dos antiguos S-4 (I) y S-4 (II), más los ocho ahora realizados). El otro corresponde a las dos zanjas colectoras.

En esta fecha (10 de diciembre de 2008), se levantó acta notarial con los siguientes datos:

Contador correspondiente a los sondeos subhorizontales (WT 0720017):

Lectura: 7.766 m<sup>3</sup>

Contador correspondiente a las zanjas colectoras (WT 0720052):

Lectura: 2 m<sup>3</sup>

El registro periódico de estos contadores permitirá medir los caudales derivados hasta la Planta de Envasado.

## 8 AUTORES DEL DICTAMEN

### **RAFAEL FERNANDEZ RUBIO**

**Catedrático de Hidrogeología y Termalismo (Jubilado)**

**Dr. Ingeniero de Minas. Premio Rey Jaime I a la Protección del Medio Ambiente.**

**Director de la Cátedra de Aguas Envasadas y Termales de la Universidad Politécnica de Madrid.**



Primer Catedrático de Hidrogeología de la Universidad española (inicialmente en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad de Granada, y posteriormente en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid).

Ha realizado más de 450 misiones en temas de Hidrogeología, Ingeniería Ambiental y Minería en más de cuarenta países de los cinco continentes (África del Sur, Alemania, Andorra, Argelia, Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Bolivia, Brasil, Checoslovaquia, Chile, Costa Rica, Ecuador, Eslovenia, España, Emirato de Qatar, Francia, Guinea Ecuatorial, Holanda, Honduras, Hungría, Irak, Italia, Jordania, Líbano, Malasia, México, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Dominicana, São Tomé e Príncipe, Tasmania, Turquía, Ucrania, URSS, USA, Venezuela, Yugoslavia, Zambia y Zimbawe).

Ha recibido los premios: Gullón; Carlos Ruiz Celáa; Biosfera (Brasil); World Ecologismo Award (USA), la Medalla de Plata del Instituto de la Ingeniería de España y la Medalla al Mérito del Club Español del Medio Ambiente. Ha sido elegido "Millenium Hydrogeologist" por la International Association of Hydrogeologists (África del Sur). Es Hijo Adoptivo de Huétor Santillán (Granada) y Encinas Reales (Córdoba). Ha sido Nominado para el Premio Príncipe de Asturias a la Cooperación Internacional 2008.

Ha sido: Fundador y Presidente del Club del Agua Subterránea (CAS); Presidente del Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos; Fundador del Club Español del Medio Ambiente; Presidente del Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible, del Instituto de la Ingeniería de España; Fundador y Presidente de la Asociación Iberoamericana de Enseñanza Superior de la Minería (AIESMIN); Presidente del Comité de Medio Ambiente del Club Español de Industria, Tecnología y Minería; Experto de la UNESCO, la UNEP y la UNIDO. Profesor Invitado en cincuenta y seis universidades de más veinte países. Miembro del Jurado del Premio Príncipe de Asturias de Ciencia y Tecnología; del Premio Severo Ochoa y del Premio a la Excelencia Medioambiental Empresarial, del Ministerio de Industria.

Es: Dr. Honoris Causa por la Universidad de Lisboa; Profesor Emérito en la Universidad Politécnica de Madrid; Presidente del Club Español del Medio Ambiente; Embajador Científico del Año Internacional del Planeta Tierra (UNESCO). Presidente Emérito de la Internacional Mine Water Association. Presidente del Patronato de la Fundación Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA Agua). Miembro de Honor de la Asociación Española de Ingenieros de Minas; Asesor Vitalicio del Alto Consejo Consultivo de la Generalitat Valenciana; Miembro de Honor y Presidente de Honor

Vitalicio de la Asociación Iberoamericana de Enseñanza Superior de la Minería; Responsable del Servicio de Relaciones Internacionales de la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid. Vocal en el Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible del Instituto de la Ingeniería de España, en representación de la Asociación Nacional de Ingenieros de Minas. Miembro de Honor de la Environmental European Press. Director de la Cátedra-Empresa de Aguas Envasadas y Termales de la Universidad Politécnica de Madrid.

#### Principales áreas de investigación y trabajo

- ↳ Hidrogeología: estudios hidrogeológicos regionales; aguas minerales y termales; hidrogeología kárstica; hidrogeología aplicada a las obras públicas y la minería; contaminación de aguas; tratamientos biotecnológicos de aguas; recarga artificial de acuíferos; protección de acuíferos; acuíferos costeros;...
- ↳ Ingeniería Ambiental: emplazamiento y control de residuos urbanos, industriales y radiactivos; tratamiento de aguas de mina; almacenamiento controlado de residuos; estudios de base ambiental; estudios de impacto ambiental;...
- ↳ Minería: rehabilitación de espacios mineros; estudios de base ambiental; estudios de impacto ambiental; drenaje y desagüe de minas; recuperación de minas inundadas; tratamientos de impermeabilización; proyectos de cierre y clausura; presas de estériles; gestión de residuos mineros; activos ambientales de la minería;...

### **DAVID LORCA FERNÁNDEZ**

#### **Ingeniero Técnico de Minas**

#### **Jefe de Proyectos de FRASA Ingenieros Consultores**



minería, calidad del agua y geología. Experiencia profesional en España, Brasil, Portugal y Timor Este.

Diplomado en Técnicas Jurídicas de Directores Facultativos. Diplomado en Evaluación de Impacto Ambiental. Ingeniero de Proyectos de Frasa Ingenieros Consultores. 20 años de experiencia profesional. Ha participado en más de 300 proyectos nacionales e internacionales. Ha trabajado en aguas minerales y termales para más de veinte empresas en España. Asistente a numerosos congresos nacionales e internacionales, con presentación de ponencias. Secretario del Comité de Expertos para el Estudio del Alto Guadiana. Co-autor de tres libros y de más de veinticinco artículos técnicos, relativos a hidrogeología, impacto ambiental en