



MINISTERIO
DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



Instituto Geológico
y Minero de España

62668 (I)

**ESTUDIO DE LA INCORPORACIÓN DE LAS AGUAS
SUBTERRÁNEAS AL SISTEMA DE EMERGENCIA
DEL ABASTECIMIENTO A LA CIUDAD DE SEVILLA
Y SU ÁREA DE INFLUENCIA**

DOCUMENTO 0

Este proyecto ha sido realizado por el **Instituto Geológico y Minero de España (IGME)** para la **Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (EMASESA)**.

En la realización del presente proyecto han participado los siguientes técnicos del IGME:

Responsable del Proyecto: D. Miguel Martín Machuca. Ingeniero de Minas. Oficina del IGME en Sevilla.

Equipo de realización: D. Manuel Vázquez Mora. Ingeniero de Minas. Oficina del IGME en Sevilla.

D^a. Raquel Morales García. Geóloga. Oficina del IGME en Sevilla

Apoyo Técnico: D^a Carmen Antón Pacheco. Geóloga. Departamento de Teledetección. IGME Madrid.

D. Félix M. Rubio Sánchez-Aguililla. Ingeniero de Minas. Departamento de Geofísica. IGME Madrid.

D. Diego Martín Sosa. Ingeniero Técnico de Minas. Oficina del IGME en Sevilla.

D. Alfonso Rodríguez Pastor. Ingeniero Técnico de Minas. Oficina del IGME en Sevilla.

En Sevilla a 27 de noviembre de 2.002.

DOCUMENTO 0

1. INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS DEL PROYECTO	2
2. SITUACION DE LA ZONA DE ESTUDIO (PLANO DE SITUACIÓN).....	3
3. SISTEMÁTICA Y PROCEDIMIENTOS.....	5
4. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS EMPLEADOS EN EL MIOCENO DE BASE	
4.1.- TELEDETECCIÓN. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE IMÁGENES.....	7
4.2.- CAMPAÑA DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES.....	8
4.3.- SONDEOS MECÁNICOS.....	9
5. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS EMPLEADOS EN EL ALJARAFE SUR.....	9
6. GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA E HIDROQUÍMICA DEL MIOCENO DE BASE.....	11
7. GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA E HIDROQUÍMICA DEL ALJARAFE SUR..	12
8. VIABILIDAD RECARGA ARTIFICIAL DEL MIOCENO DE BASE.....	12
9. CONCLUSIONES DE CALIDAD Y CANTIDAD (ESQUEMAS DE RESULTADOS).....	14
10. PROPUESTAS.....	16

1. INTRODUCCIÓN. OBJETIVO DEL PROYECTO.

Este proyecto nace de la colaboración entre la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, en adelante EMASESA, y el Instituto Geológico y Minero de España, en adelante IGME, para la asistencia técnica de éste a la citada empresa en materia de hidrogeología y aguas subterráneas.

Con anterioridad, ambos organismos ya habían colaborado, con motivo de las últimas sequías que han afectado a la ciudad, y principalmente en la realización de un conjunto de captaciones de aguas subterráneas en las proximidades de La Algaba, 1982.

El objetivo principal del proyecto es disponer de un documento técnico, que le permita a EMASESA, en caso de necesidad, acometer las obras necesarias para la incorporación de caudales de aguas subterráneas al sistema de emergencia del abastecimiento de la ciudad de Sevilla y su área metropolitana.

Para la consecución de este objetivo principal, ha sido necesario cumplir primero una serie de objetivos intermedios o secundarios como son: la puesta de manifiesto de caudales de aguas subterráneas en cantidad, calidad suficiente y proximidad relativa a las líneas de transporte del abastecimiento al área metropolitana de Sevilla, y la evaluación de dichos caudales y el balance general de aguas de las formaciones acuíferas para conocer la disponibilidad de los mismos en el espacio y en el tiempo.

Se ha incidido de forma especial en este proyecto en describir la situación cualitativa de las aguas subterráneas, al objeto de crear conciencia del bajo grado de protección del que gozan, así como de los peligros que afectan a su explotación sin una adecuada planificación y ordenación.

2. SITUACION DE LA ZONA DE ESTUDIO (PLANO DE SITUACIÓN)

El IGME tiene un elevado conocimiento geológico e hidrogeológico del entorno del área metropolitana de la ciudad de Sevilla, debido a los más de treinta años de trabajo en la zona.

Están catalogadas cinco unidades hidrogeológicas próximas a Sevilla, a saber, Niebla-Posadas (Mioceno Transgresivo de Base), Aluvial del Guadalquivir, Aljarafe, Almonte-Marismas y Sevilla-Carmona. De ellas, hay que resaltar el elevado grado de explotación del acuífero Sevilla-Carmona y zonas del Aljarafe y de Almonte-Marismas, así como la mala calidad por contaminación antrópica (nitratos principalmente) del agua del Aluvial del Guadalquivir. En consecuencia, se consideran como zonas de interés prioritario para nuestros fines, la zona sur del Aljarafe, en su unión con Almonte-Marismas y el tramo del Mioceno de Base entre las riveras de Huelva y Huesna.

ZONA DE ESTUDIO

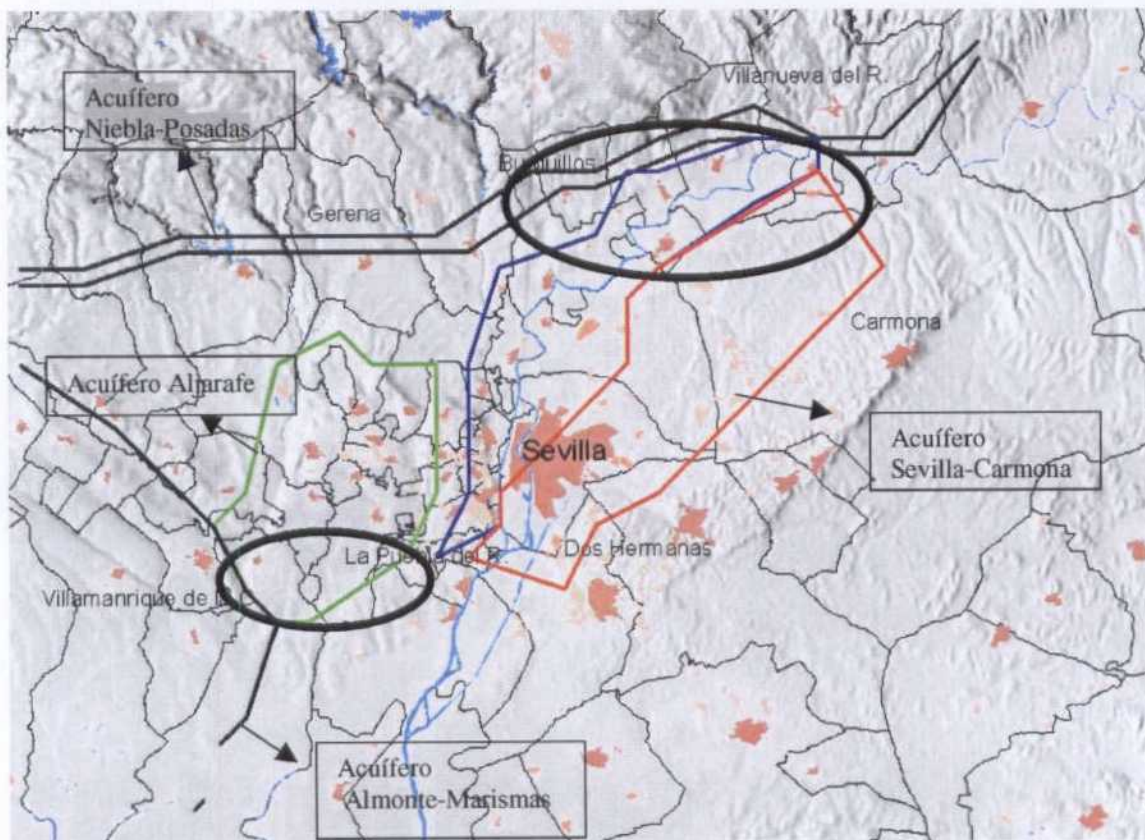


Figura nº 1. Situación de las zonas de interés para el estudio.

En la anterior figura se puede apreciar como las áreas de estudio se sitúan al sur del Aljarafe, en los términos municipales de La Puebla del Río y Aznalcázar y en la falda de Sierra Morena, entre las poblaciones de Burguillos y Villanueva del Río y Minas.

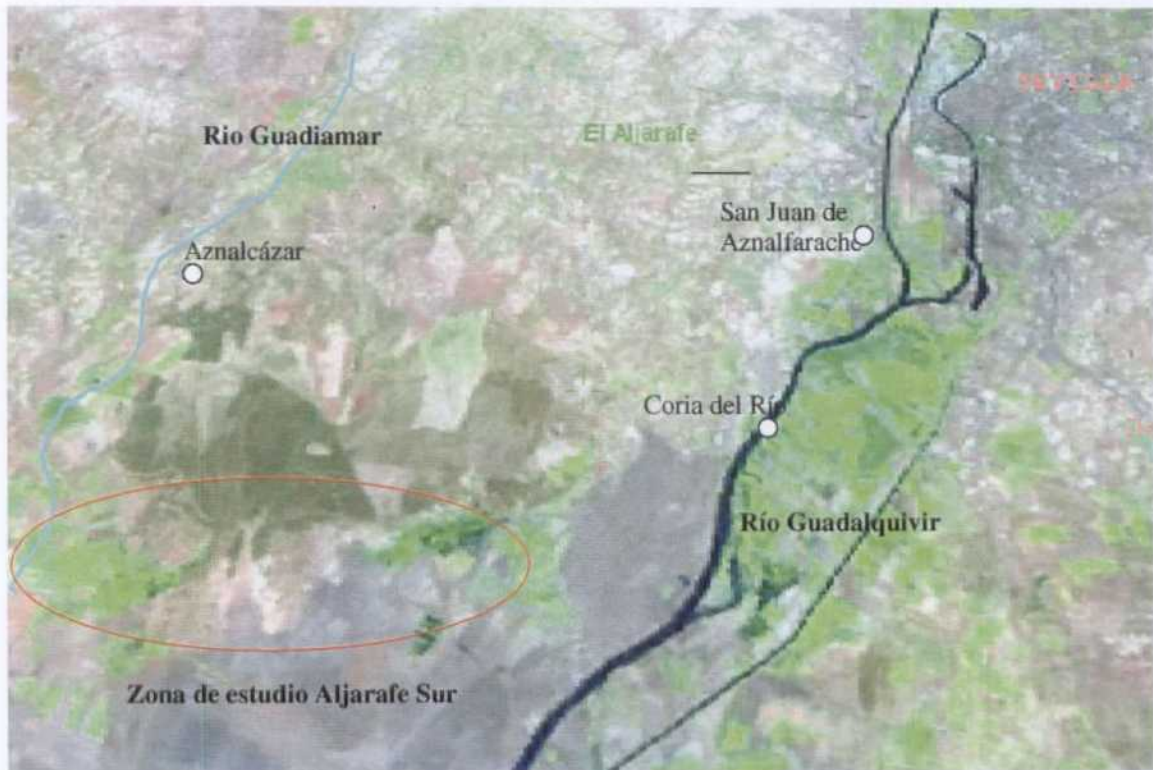


Figura 2. Situación de la zona de estudio del Aljarafe Sur.

En la figura nº 2 se observa la situación de la zona de interés del Sur del Aljarafe, en las proximidades de la marisma, entre los ríos Guadiamar y Guadalquivir.

En la figura nº 3 se muestra la situación de la zona de interés del Mioceno de Base, en la falda de Sierra Morena, al norte de Sevilla, entre los cauces de Rivera de Huelva y Rivera del Huesna, en la margen derecha del río Guadalquivir.



Figura 3 Situación de la zona de estudio del Mioceno de Base.

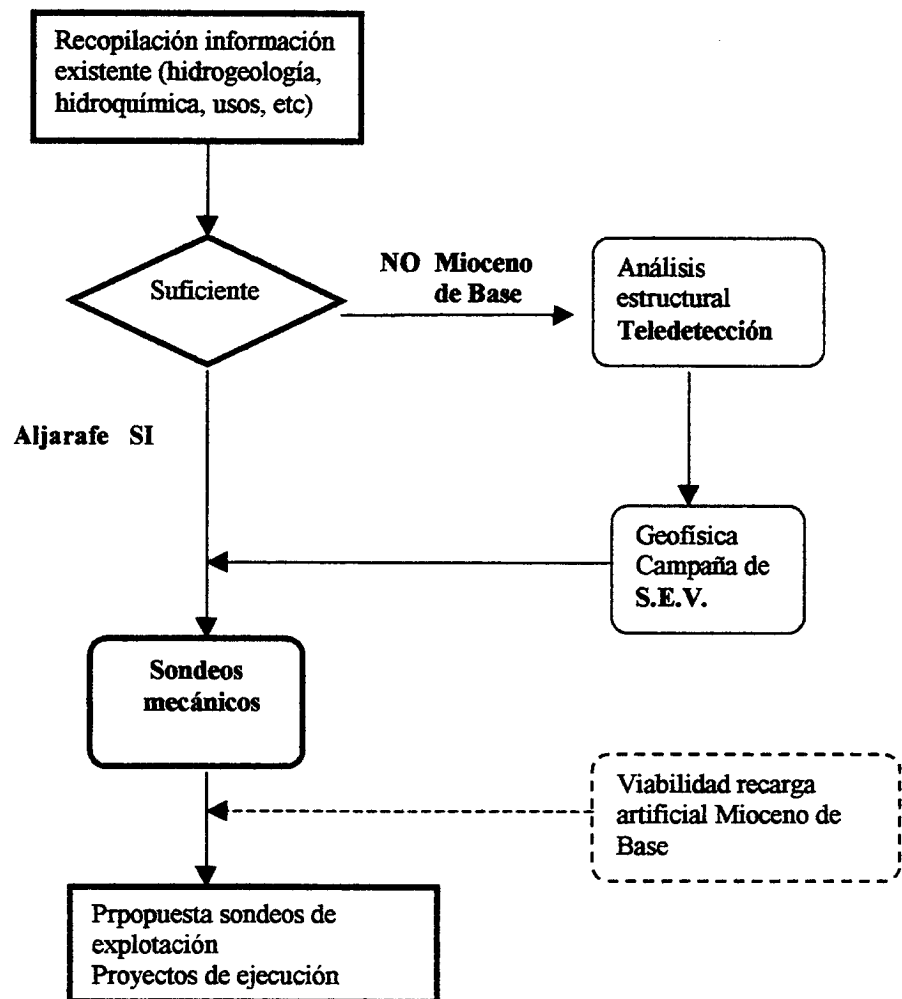
3. SISTEMÁTICA Y PROCEDIMIENTOS.

Para la consecución del objetivo principal, se han realizado una serie de trabajos encargados de cubrir los objetivos intermedios y que básicamente han consistido en los siguientes:

- Recopilación y actualización de la información existente sobre el conocimiento geológico, hidrogeológico, hidroquímico, piezométrico, y de usos de las aguas subterráneas en las zonas de interés.
- Análisis estructural del área correspondiente al Mioceno de Base, a partir de imágenes de satélite y correlación en campo.
- Análisis de usos y demandas y calidad de las aguas en la zona de Aljarafe Sur-Almonte Marismas.
- Campaña de prospección geofísica del Mioceno de Base.
- Campaña de sondeos mecánicos de investigación en Aljarafe Sur y en el Mioceno de Base.

- Estudio de viabilidad de la recarga artificial del Mioceno de Base.
- Propuestas de explotación y proyecto de ejecución de las obras en el Mioceno de Base y el Aljarafe Sur.

El esquema de trabajo seguido y la sistemática y procedimientos empleados en cada una de las fases se representan en el siguiente esquema, dónde se aprecia la necesidad de completar la información existente en el Mioceno de Base y no así en el Aljarafe:



La composición del informe final de este proyecto consiste en dos “subproyectos” independientes, uno del Aljarafe Sur y otro del Mioceno de Base, cada uno de los cuales consta de una memoria y anexos.

Se presenta por tanto este proyecto en cuatro volúmenes:

DOCUMENTO 0

TOMO I. ACUÍFERO MIOCENO DE BASE. MEMORIA

TOMO II. ACUÍFERO MIOCENO DE BASE. ANEXOS.

TOMO III. ACUÍFERO ALJARAFE SUR. MEMORIA Y ANEXOS.

4. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS EMPLEADOS EN EL MIOCENO DE BASE (ACUÍFERO NIEBLA-POSADAS).

Tal como se cita en el apartado anterior, se han utilizado un conjunto de técnicas de investigación hidrogeológica para completar y mejorar la información existente en relación a la geología e hidrogeología de las zonas de estudio. Las principales técnicas y los resultados obtenidos se describen a continuación.

4.1. - TELEDETECCIÓN. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE IMÁGENES.

Se ha realizado un estudio pormenorizado de las principales estructuras del área de interés del Mioceno de Base, a partir del análisis específico de las imágenes del satélite Landsat-7 en la ventana correspondiente a la zona de estudio.

Partiendo de las estructuras principales presentes en el Paleozoico (Sierra Morena), se han identificado un conjunto de lineamientos, que se corresponden con las principales fases de deformación que han afectado a la zona a lo largo de toda su historia geológica, la orogenia hercínica, con su dirección principal N 110°, los reajustes tardihercínicos, con dirección principal N 140° y ONO que representa el contacto de borde con la Depresión del Guadalquivir, y finalmente la red de lineamiento coincidentes con el encajamiento de la red de drenaje actual y que se corresponden con las distensiones del Neógeno-Cuaternario.

Este estudio proporciona dos tipos de ayuda para la consecución de nuestros objetivos, la primera es de tipo estructural, que explica la posible compartimentación y cambio de facies de unos tramos a otros dentro del mismo acuífero así como justifica la línea de hundimiento del acuífero hacia el sur con una dirección paralela al borde del contacto entre el afloramiento de las arenas del Mioceno de Base y las margas impermeables de techo. La otra ayuda que aporta este estudio es de tipo hidrogeológico al facilitar un

conjunto de áreas (entorno de los lineamientos principales) que son objetos de estudio preferente en profundidad, como zonas candidatas a aportar caudales elevados, por el posible aporte extra en las mismas de aguas provenientes del Paleozoico.

Finalmente, se ha utilizado el resultado de la teledetección para el diseño de la posterior campaña de geofísica mediante Sondeos Eléctricos Verticales.

4.2.- CAMPAÑA GEOFÍSICA DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES.

La técnica geofísica del SEV se ha elegido por ser la más adecuada a mostrar el contacto entre las margas y las arenas y areniscas del Mioceno de Base conductivas y los materiales del Paleozoico, más resistivos.

Es una técnica de no muy alto coste y que permite abarcar un área de estudio amplia así como unas profundidades adecuadas a las necesidades del proyecto, que eran de unos 150 m como máximo.

A partir de la información de la teledetección, de los datos de una anterior campaña de SEV en Cantillana y de las áreas concretas en las que eran de especial interés o existía escasa información, se diseñó una campaña de SEV, con un total de 35 sondeos, con un AB/2 de entre 500 m y 1000 m.

La información que aporta la campaña geofísica, ayuda a delimitar las áreas idóneas para la realización de sondeos mecánicos de investigación y/o de explotación.

También pone de manifiesto el estudio detallado de la interpretación del SEV, el efecto de la salinidad de las aguas de la zona de Cantillana-Villanueva del Río y Minas, ya que esta salinidad incrementa la conductividad de los materiales que, en caso de tener agua dulce o estar secos, serían resistivos. Los sondeos mecánicos realizados, así como alguno de los ya existentes, que disponía de información completa, se han utilizado como paramétricos de las propiedades geoeléctricas de los materiales atravesados.

El resultado de los SEV, confirma las predicciones hechas anteriormente a partir de la geología estructural y el análisis de la información de los sondeos mecánicos existentes, en cuanto al hundimiento progresivo del zócalo hacia el sur y las variaciones que se observan en el relleno mioceno (areniscas y margas) del zócalo paleozoico o intrusivo, como consecuencia de los fenómenos estructurales que afectan a dicho zócalo.

Entre estos fenómenos estructurales destacan las fallas de la cuenca del Viar, que suponen el mayor impacto sobre el zócalo del tramo estudiado, diferenciando claramente la zona al oeste y al este de las mismas. La zona oeste es más homogénea y con menor pendiente de hundimiento y la zona este tiene más variaciones y presenta un

hundimiento mucho más pronunciado, que se completa con la aparición de facies cloruradas en puntos cercanos al afloramiento del Mioceno de Base.

Por tanto, desde el punto de vista de la interpretación geofísica, la zona más interesante para alcanzar nuestros objetivos es la situada al Oeste de Cantillana.

Dentro de esta zona, se pueden diferenciar perfiles de interés preferente que demarcan áreas de mayor hundimiento y con posibilidades de tener un mayor relleno, áreas de proximidad a fracturas por el cambio brusco lateral de la distribución de materiales en el corte, y otras áreas de un comportamiento más homogéneo y predecible.

En definitiva, la interpretación de los SEV propone como zona de interés preferente con mayores garantías de éxito para la realización de los sondeos mecánicos de explotación, el triángulo entre Villaverde del Río-Burguillos-Esquivel, destacando dentro de esta área el entorno del arroyo Mudapelo y la población de El Viar.

4.3.- SONDEOS MECÁNICOS.

De forma simultánea a la campaña de geofísica se realizó una campaña de sondeos mecánicos, comparándose las informaciones obtenidas por cada método.

A partir de esta información, y con el objetivo prioritario de investigar las zonas con una mayor productividad potencial, se planificó y realizó una campaña de cinco sondeos mecánicos a rotoperusión con diámetro de 220 mm, de los que dos (S-2 y S-4) quedaron entubados como puntos de información con tubería de PVC de 125 mm.

Los resultados de esta campaña han sido plenamente satisfactorios, al poner de manifiesto la presencia de caudales importantes en el entorno del arroyo Mudapelos y las proximidades de El Viar, con importantes aportes hídricos de los materiales paleozoicos y graníticos, al tratarse de zonas de fractura. Los caudales observados en la investigación implican caudales de explotación próximos a los 50 l/s.

Igualmente, los sondeos mecánicos han puesto de manifiesto y han permitido caracterizar la interfase salina existente al este de Cantillana, habiendo quedado equipado un sondeo en dicha zona para el seguimiento y estudio de la misma.

5.- MÉTODOS Y HERRAMIENTAS EMPLEADOS EN EL ALJARAFE SUR.

En la zona del Aljarafe sur se comenzó por hacer una actualización y recopilación de la información existente, delimitando las zonas con interés inicial a dos áreas concretas, una la zona del borde sur del Aljarafe entre la venta de El Cruce (La Puebla-Aznalcázar-

Isla Mayor) y el encauzamiento del río Guadiamar y el entorno de los sondeos A-M (Ampliación de Marisma) de la Marisma Gallega, en el acuífero Almonte-Marismas.

Los criterios utilizados para realizar esta selección fueron la ausencia de captaciones en una gran superficie del acuífero Aljarafe, en su zona de drenaje natural y con presencia de una facies potencialmente productiva, en el primer caso, y la existencia de una infraestructura no utilizada en el caso del sector A-M de Almonte-Marismas, consistente en ocho sondeos de explotación que podrían ser utilizados si este estudio demostrara su idoneidad.

Una primera revisión del estado de conservación de los sondeos del sector A-M del antiguo Plan de Transformación Almonte-Marismas puso de manifiesto el deficiente estado de conservación de los mismos, con tuberías de hierro muy oxidadas y unos valores de conductividad de las aguas muy elevados (34 mS/cm y 55 mS/cm en los sondeos AM 14 y AM 17).

Este factor, junto con la cercanía relativa de este sector a la zona de explotación del acuífero con mayor depresión, supusieron el elemento decisivo para descartar en esta fase la mencionada zona y centrar la investigación en el acuífero del Aljarafe Sur.

Por tanto, la herramienta decisiva empleada en la investigación de la zona inicialmente propuesta en el acuífero Almonte-Marismas ha sido el registro de la conductividad de los sondeos existentes.

En cuanto a la zona del Aljarafe Sur, el conocimiento previo del tipo de formación así como de la distribución de captaciones en el entorno de la zona inicialmente de interés, nos llevó a descartar el uso de técnicas específicas preliminares y acometer directamente los sondeos mecánicos de investigación como método más eficiente.

En este caso, la información previa garantizaba la presencia de caudales de relativa importancia, quedando por conocer la cuantificación exacta en la zona de interés y la calidad de las aguas, principalmente en las zonas profundas del acuífero Aljarafe, dónde la conexión con el acuífero Almonte-Marismas es un hecho.

Por esto se acometió la realización de dos sondeos mecánicos, a rotación con circulación inversa en los terrenos del Ayuntamiento de la Puebla del Río en la Dehesa de Abajo y en los terrenos del Ayuntamiento de Aznalcázar junto a Casa de Neves.

Los resultados de ambos sondeos han sido muy satisfactorios permitiendo poner de manifiesto la presencia de caudales elevados. Así mismo, se ha detectado la presencia de un horizonte profundo de agua salada cuyo seguimiento futuro será muy importante para la explotación del acuífero en esta área.

En definitiva se concluye que es posible la realización de una batería de sondeos de explotación en la zona de interés propuesta en el Aljarafe Sur, con unos caudales de explotación superiores a los 50 l/s y que podrían contribuir, con el aporte de agua de calidad, a incrementar la garantía del sistema de emergencia del abastecimiento de la ciudad de Sevilla y su área de influencia.

6.- GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA E HIDROQUÍMICA DEL MIOCENO DE BASE.

Los materiales que constituyen el acuífero Mioceno de Base corresponden a los primeros estadios del relleno mioceno de la Depresión del Guadalquivir. En particular está formado por conglomerados basales procedentes de la meteorización del Paleozoico infrayacente, arenas, areniscas y calizas, que cubren como depósitos costeros y mareales poco profundos los materiales del Paleozoico (pizarras devónicas, conglomerados lutíticos del Pérmico) y materiales plutónicos como los granitos o volcánicos como las diabasas. A su vez, como continuación del relleno de la Depresión del Guadalquivir, se superponen a los materiales del acuífero una capa creciente hacia el sur de margas azules del Tortoniense, completándose la serie con las terrazas cuaternarias del actual río Guadalquivir.

La formación permeable del Mioceno de Base que conforma la unidad hidrogeológica 05.49 Niebla-Posadas, aflora como un depósito paralelo al borde de Sierra Morena, con una anchura media de 2 km y una potencia media de 20 m. El acuífero tiene una estructura lineal monocapa y su continuidad lateral viene determinada por la tectónica del zócalo. La alimentación se produce por la recarga directa por lluvia y retornos de riego sobre el afloramiento (287 km²), así como de las escorrentías procedentes de los afloramientos paleozoicos aguas arriba. Las principales descargas se producen por bombeos y de forma minoritaria por drenaje diferido hacia los ríos o a la superficie del terreno. Los parámetros hidráulicos de los materiales acuíferos son muy variables de unos lugares a otros, pero no obstante, de forma general los conglomerados, arenas y areniscas poseen una permeabilidad media alta y un almacenamiento elevado.

La evolución de la piezometría de la zona refleja un fuerte uso de las aguas subterráneas en las épocas de sequía, si bien la recuperación posterior es completa en la mayoría de los casos. Las reservas disponibles calculadas para la zona de estudio se fijan en 7,27 hm³, si bien el balance hídrico se muestra algo desfavorable debido a la existencia de una multitud de captaciones para apoyo del riego del Viar (muchas de

ellas no declaradas), y que en cualquier caso, en situación de emergencia, tendrían un uso menos preferente que el abastecimiento.

El aspecto cualitativo de las aguas de este acuífero viene definido por su distribución espacial. Las facies es bicarbonatada cálcica a mágnésica en el noroeste, con baja mineralización y muy alta calidad. En el sureste las facies son bicarbonatadas-cloruradas y cloruradas sódicas, siendo en los casos extremos aguas no potables. En general, la distribución de las aguas no potables se encuentra aguas abajo de un frente salino situado en la línea Brenes-Tocina, y de forma general en la margen derecha del Guadalquivir. Se han caracterizado isotópicamente dichas aguas resultando ser aguas fósiles de más de 6.500 años que se han ido cargando en las sales contenidas en los terrenos atravesados. No obstante lo anterior, el estudio hidroquímico concluye que la mayor parte de las aguas de este acuífero son aptas para el consumo humano, principalmente las que se encuentran entre Guillena y Cantillana.

7.-VIABILIDAD DE LA RECARGA ARTIFICIAL DEL MIOCENO DE BASE.

Se ha estudiado la posibilidad del uso conjunto de las aguas, incorporando al acuífero los excedentes de los arroyos que lo atraviesan en la zona de estudio. El objetivo ha sido estudiar la viabilidad de una instalación que recoja los caudales de los arroyos en el momento que estos son excedentarios y recargarlos en el acuífero para aumentar los recursos de este y así su capacidad de regulación.

Se ha realizado un balance de las aportaciones no reguladas y la distribución temporal de las mismas en cada curso, definiéndose los recursos aprovechables según los criterios técnicos aplicables, cifrandose estos en 25,15 hm³/año. El presente estudio ha avanzado en el conocimiento y las prescripciones que deben seguirse para seleccionar la ubicación y el método de recarga. Un estudio específico de más profundidad es imprescindible para la toma de decisiones en este tema.

8.- GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA E HIDROQUÍMICA DEL ALJARAFE SUR.

El Aljarafe es la elevación topográfica de arenas y areniscas del Plioceno y Pliocuaternario que separan al río Guadalquivir del río Guadiamar en la parte centro oeste de la provincia de Sevilla.

Los estudios preliminares de este proyecto, descartaron las posibilidades del sector A-M del acuífero Almonte-Marismas y se centraron en la zona sur del acuífero Aljarafe.

Los materiales que componen este acuífero proceden de los episodios más recientes del relleno de la Depresión del Guadalquivir. En concreto forman una sucesión de capas detríticas de materiales, depósitos de arcillas y formaciones costeras limo arenosas, que terminan en profundidad con la aparición de las margas azules del Tortoniense que constituyen el impermeable de base. La importante dinámica fluvial que ha afectado históricamente a esta zona es el origen del desmantelamiento de ciertos episodios, principalmente aquellos limosos marinos y su substitución por materiales detríticos, generalmente de mayor permeabilidad.

En su extensión hacia el sur el desmantelamiento es más progresivo y patente, quedando cubierto el conjunto por un relleno cuaternario de arcillas de marisma que aflora en la actualidad.

Los parámetros hidrogeológicos de los materiales del Aljarafe-Sur tienen unas características más favorables desde el punto de vista de la explotación de las aguas subterráneas que los del resto de zonas de la formación Aljarafe, debido a que en este área de estudio se unen a los materiales comunes al resto de la formación (arenas basales y limos basales) la presencia en superficie del glacis que conforma la Formación Roja y la presencia en profundidad de las Arenas Basales como continuación del acuífero Almonte-Marismas.

El nivel piezométrico está relativamente próximo a la superficie (<10 m) y las oscilaciones anuales apenas superan los 3 m, siendo el espesor saturado medio en la zona de 35 m.

En cuanto a la hidroquímica, las aguas procedentes del tramo superior del acuífero (Formación Roja) son de buena calidad, pero sin embargo, las aguas contenidas en las arenas basales pueden alcanzar concentraciones de sales altas, por lo que las perforaciones no deben sobrepasar los 40 m ó 50 m de profundidad, en todo caso hasta el paquete de margas verdes que separa ambas formaciones.

La disposición del área de estudio en la zona sur del acuífero Aljarafe, hacia dónde drena el mismo, y la extensión de dicha zona (15 km²) frente a los más de 350 km² del acuífero, hacen inviable determinar los recursos disponibles con exactitud, si bien, las características hidráulicas de los materiales investigados, el espesor saturado de acuífero y la escasa explotación de las aguas subterráneas en el entorno, hacen pensar en unos recursos suficientes para justificar este proyecto.

9.- CONCLUSIONES DE CALIDAD Y CANTIDAD (ESQUEMAS COMPRENSIBLES DE RESULTADOS).

Para finalizar este documento resumen, debemos describir el resultado de las investigaciones realizadas durante el presente proyecto desde el punto de vista de la posible puesta a disposición de caudales de aguas subterráneas para complementar el sistema de abastecimiento de la ciudad de Sevilla y su área de influencia en situaciones de emergencia.

En el acuífero Niebla-Posadas, formación Mioceno de Base, se concluye que la zona más favorable dentro del área de estudio (Guillena-Villanueva del Río y Minas) es la que corresponde al triángulo formado por las poblaciones de Alcalá del Río, Burguillos y Villaverde del Río, y de forma más concreta las proximidades de la población de El Viar. En esta zona ha quedado demostrada la existencia de caudales elevados de aguas subterráneas (> 50 l/s) de buena calidad para su uso en abastecimiento.

Igualmente, es otra conclusión importante de este proyecto en lo que respecta al Mioceno de Base, la posibilidad de emplear parte los más de 25 hm³/año excedentes de los cauces que atraviesan la formación desde Sierra Morena hacia el Guadalquivir mediante la recarga artificial del acuífero, incrementando los recursos del mismo y por tanto la garantía de sus usos, a través del uso conjunto de las aguas subterráneas y superficiales.

Las obras de explotación recomendadas en esta zona del Mioceno de Base, de acuerdo con las conclusiones del presente proyecto, consistirían en una batería de sondeos, según el anexo de sondeos tipo de explotación en el Niebla-Posadas, compuesta por un número de sondeos entre 5 y 8 unidades, separados unos 500 m, que aportarían un caudal cercano a los 400 l/s.

Respecto al Aljarafe, los resultados de las investigaciones llevadas a cabo dentro del marco de este proyecto recomiendan como zona más idónea para la realización de sondeos de explotación para captación de aguas subterráneas de buena calidad, la zona del sur del Aljarafe correspondiente a la Formación Roja y en particular la franja de unos 5 km de largo y 3 km de ancho entre la venta el cruce (cruce carreteras a Aznalcázar, Isla Mayor y Puebla del Río) y el río Guadiamar.

En esta zona se han puesto de manifiesto caudales de aguas de buena calidad de más de 60 l/s, por lo que se recomienda la ejecución, siguiendo las prescripciones del proyecto,

de sondeo tipo de explotación en el Aljarafe Sur, de una batería de 5 ó 6 obras de captación, separadas un mínimo de 500 m, que aportarían una media de 300 l/s.

En el siguiente esquema se muestran los resultados del proyecto, así como algunas recomendaciones o propuestas de futuro que se estima serían convenientes para la toma de decisiones.

ESQUEMA DE RESULTADOS DEL PROYECTO

MIOCENO DE BASE	TRABAJOS REALIZADOS <ul style="list-style-type: none"> ● Recopilación geológica e hidrogeológica ● Teledetección y geología estructural ● Geofísica. S.E.V. ● Sondeos Mecánicos (5, de los que 2 son piezómetros permanentes) ● Balance hidrológico. ● Estudio de viabilidad de la recarga artificial 	RESULTADOS OBTENIDOS <ul style="list-style-type: none"> ● Descripción estructural de la zona de estudio ● Definición de zonas preferentes de captación ● Manifiesto de caudales importantes (> 50 l/s) ● Presión de las extracciones sobre el acuífero (ilegales ¿?) ● Identificación de interfase de aguas salobres no interesantes para su uso en abastecimiento en la margen derecha del Guadalquivir ● Propuesta de zona de explotación en el entorno de El Viar, con un aporte de hasta 400 l/s (5 a 8 sondeos). 	PROPUESTAS DE FUTURO <ul style="list-style-type: none"> ● Mejora del conocimiento del movimiento de la interfase salobre ● Definición administrativa de zona de interés para uso en abastecimiento, perímetro de protección y control de captaciones ilegales ● Mejora del estudio de viabilidad de la recarga artificial
ALJARAFE SUR	TRABAJOS REALIZADOS <ul style="list-style-type: none"> ● Recopilación geológica e hidrogeológica ● Campaña hidroquímica ● Sondeos mecánicos (2 que quedan como piezómetro permanentes) 	RESULTADOS OBTENIDOS <ul style="list-style-type: none"> ● Definición de zonas preferentes de captación ● Manifiesto de caudales importantes (> 50 l/s) ● Identificación de interfase de aguas salobres no interesantes para su uso en abastecimiento ● Propuesta de zona de explotación entre la venta El Cruce y el Guadiamar, con un aporte de hasta 300 l/s (5 a 6 sondeos). 	PROPUESTAS DE FUTURO <ul style="list-style-type: none"> ● Mejora del conocimiento hidrogeológico de la Formación Roja ● Mejora del conocimiento del movimiento de la interfase salobre ● Definición administrativa de zona de interés para uso en abastecimiento y perímetro de

10.- PROPUESTAS.

Para un correcto aprovechamiento de las obras de explotación recomendadas en las conclusiones y en general para un mejor aprovechamiento de los acuíferos estudiados, se considera oportuno afrontar una serie de actuaciones técnicas y administrativas que se describen a continuación.

En el acuífero Mioceno de Base, se propone que se mejore el conocimiento de la interfase de agua dulce-agua salobre y el movimiento de la misma, centrándose en la extensión y distribución de la misma y la afección de las extracciones en su posible desplazamiento.

De forma general, se propone que se clarifique la situación administrativa de las aguas subterráneas en el entorno del área de interés, se pongan de manifiesto las captaciones ilegales y los caudales legalmente comprometidos del Mioceno de Base, así como se valore la posibilidad de iniciar en su caso un expediente de perímetro de protección para aguas de abastecimiento urbano.

Ante los resultados alentadores obtenidos en el estudio preliminar de viabilidad de la recarga artificial realizado, se propone profundizar en el conocimiento de las posibilidades del uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas mediante la citada recarga artificial del acuífero con las aguas excedentarias de los arroyos que atraviesan la formación.

En el acuífero Aljarafe Sur, a la vista de las posibilidades existentes que le confiere la presencia de la Formación Roja como acuífero de gran interés, se propone profundizar en el conocimiento hidrogeológico de la misma, extensión, potencia, productividad, reservas, etc.

Análogamente al caso del Mioceno de Base, se propone que se clarifique la situación administrativa de las aguas subterráneas en el entorno del área de interés, se pongan de manifiesto las captaciones ilegales y los caudales legalmente comprometidos del Aljarafe, así como se valore la posibilidad de iniciar en su caso un expediente de perímetro de protección para aguas de abastecimiento urbano.

Y finalmente, y ante la importancia de la presencia de aguas salobres en profundidad, para el éxito de las captaciones de aguas subterráneas en la zona de interés, se propone el estudio y control de dicha interfase salobre.