



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

SECRETARÍA DE ESTADO DE
MEDIO RURAL Y AGUA
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
Q 5017001 H

CLAVE:

09.822.002/0411

TIPO:

PROYECTO

REF. CRONOLOGICA:

11/10

CLASE:

ASISTENCIA TÉCNICA

TITULO BASICO:

TRABAJOS DE MEDIDA DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CAUDALES EN PUNTOS DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL EBRO (2006-2008). TTMM VARIOS. MODIFICACADO Nº 1. PRÓRROGA DE MUTUO ACUERDO ENTRE LAS PARTES (2008-2010)

PROVINCIA:

VARIAS

CLAVE:

TERMINO MUNICIPAL:

VARIOS

CLAVE:

RIO:

CUENCA DEL EBRO

CLAVE:

901

PRESUPUESTO ADICIONAL LIQUIDO:

PRESUPUESTO TOTAL LIQUIDO:

672.539,32 €

DIRECTOR:

M^a TERESA CARCELLER LAYEL

TOMO 1: MEMORIA

RESUMEN

En esta memoria se recogen los resultados obtenidos entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010 de los trabajos de consultoría y asistencia para los trabajos de *MEDIDA DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CAUDALES EN PUNTOS DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL EBRO (2006-2008) TT.MM. VARIOS (Nº de Expediente 09.822.002/0411)* y *MODIFICADO Nº1 DEL CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MEDIDA DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CAUDALES EN PUNTOS DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL EBRO TT.MM. VARIOS (Nº de Expediente 09.822.002/04211)* adjudicados a la empresa consultora ZETA AMALTEA. En principio el periodo para el desarrollo del trabajo era noviembre de 2006 – noviembre de 2008 pero por una prórroga de mutuo acuerdo por ambas partes (*Nº de Expediente 09.822.002/0481*) los trabajos se prolongaron hasta noviembre de 2010.

La Dirección General del Agua tiene encomendada la función de seguimiento y control del buen estado de las aguas subterráneas, la formulación de criterios y la realización de estudios, proyectos y obras de explotación, control y conservación de los acuíferos y la vigilancia. A su vez la función de control del dominio público hidráulico se aplica en régimen de descentralización administrativa a través de los Organismos de Cuenca, según lo previsto en el Artículo 23 de la Ley de Aguas.

Los diversos Organismos de Cuenca de ámbito intercomunitario redactaron los respectivos proyectos de diseño, construcción e instrumentación de las redes oficiales de control de los acuíferos de competencia estatal cuya implantación se está produciendo progresivamente. En la cuenca del Ebro las obras se iniciaron en el año 2004 y está previsto que se prolonguen con sus tres fases hasta el 2011. Finalizado este proceso los organismos de cuenca podrán ejercer plenamente las funciones de control que legalmente le corresponden. Durante el periodo transitorio ha sido preciso obtener información relativa a los niveles piezométricos en dichos acuíferos como ya se venía haciendo con anterioridad.

Algunos de los nuevos sondeos construidos para mejorar la red están destinados a reemplazar a otros, que no cumplen con los criterios exigidos para pertenecer a las redes de control oficiales por estar equipados para bombeo, ser de titularidad privada..., y que quedarán en desuso. Con el objeto de enlazar las secuencias de medida se realiza un solape en el registro durante al menos un año para de esta manera poder llevar a cabo la continuación de las series temporales.

El objeto del trabajo descrito en la presente memoria ha sido la realización de medidas de nivel piezométrico en pozos y piezómetros existentes en la Cuenca del Ebro incorporados a las redes oficiales de control, su almacenamiento en la base de datos IPA que opera la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro y el posterior análisis de la evolución temporal de los niveles piezométricos en las masas de agua subterránea. También se incluye la medida de caudal en puntos significativos de las descargas subterráneas de la cuenca.

Además del objetivo inicial del trabajo contratado se han realizado las siguientes actividades adicionales:

- Definición de nuevos puntos de aforo para la ampliación de la red de control foronómico que inicialmente incluía 28 puntos de control de drenajes subterráneos significativos de la cuenca del Ebro a 54 puntos.
- Cálculo de las funciones de correlación durante los periodos de solape de medidas entre los nuevos puntos de control piezométrico construidos y los puntos a los que sustituyen para prolongar las series temporales de aquellos con las medidas históricas.
- Complementación de la ficha oficial de puntos de control piezométrico con ficha de acceso y piezométrica.
- Definición de puntos de control piezométrico equivalentes a los proyectados para perforar en la tercera fase del proyecto constructivo de sondeos para disponer de datos piezométricos previos.
- Recopilación y contraste de las redes de control piezométrico y de aforos gestionadas por otros organismos públicos (comunidades autónomas y diputaciones provinciales). La recopilación se realiza mediante consulta de páginas web o solicitud expresa.
- Acondicionamientos y mantenimiento en puntos de la red piezométrica.
- Apoyo técnico en la instalación de los equipos de control en continuo para la incorporación a la red SAIH de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Recopilación, manejo y contraste de los datos obtenidos por los equipos de registro de control en continuo instalados en puntos de la red piezométrica para su incorporación en la base de datos IPA.
- Supervisión hidrogeológica de la perforación y ensayo de bombeo en los sondeos construidos en Cortes (Navarra) para sustituir a los perforados anteriormente por el Ministerio de Medio Ambiente afectados por los trabajos de concentración parcelaria llevados a cabo en el municipio.

- Implementación en el IPA de las observaciones realizadas mediante registro videográfico en puntos de la red piezométrica en 2009 y 2010.

La red oficial de control y seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro está compuesta en noviembre de 2010 por 214 puntos con los que es posible registrar niveles en 72 masas de agua subterránea. La densidad media es de un punto cada 240 km² de superficie adscrita a las masas de agua subterránea definidas.

En el ámbito de la cuenca del Ebro otras administraciones públicas mantienen controles piezométricos con objetivos y requisitos diferentes a la red oficial del MARM. Por el interés de conocer estos puntos y su localización se ha realizado un trabajo de recopilación y contraste entre las redes. Se ha considerado que 6 puntos gestionados por la Agencia Vasca del Agua y 1 por la Agencia Catalana del Agua complementan la red oficial y cumplen los requisitos exigidos por el MARM a los puntos de la red de control del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea.

La empresa ZETA AMALTEA ha realizado, entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010, 9.667 medidas piezométricas y 1.947 medidas foronómicas. La cadencia general de las medidas en el periodo de control ha sido mensual.

Desde agosto de 2005 se fueron incorporando progresivamente a la red de control los nuevos puntos perforados dentro de las diferentes fases del Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro, actualmente en ejecución su tercera fase.

La red de control foronómico inicial incluía 28 drenajes subterráneos significativos de la cuenca del Ebro. Para una mejora y ampliación del control cuantitativo de las masas de agua subterránea de la cuenca del Ebro en septiembre de 2009 a instancia de la dirección de los trabajos se decidió ampliar la red control de descargas subterráneas significativas a 53 secciones de aforo. Con esta ampliación se complementa el control de las masas de agua subterránea que se realiza con la red piezométrica oficial, especialmente en las zonas de descarga y donde no se dispone de piezómetros por no existir o no ser posible su construcción.

Durante el desarrollo de las trabajos se entregaron informes anuales sobre el estado de las masas de agua subterránea con el formato de anuario hidrogeológico del entonces Ministerio de Medio Ambiente. En 2009 se entregó una primera memoria de síntesis que describía los trabajos realizados entre noviembre de 2006 a septiembre de 2009 y que incorporaba un análisis del estado de las masas de agua subterránea al final de los años hidrológicos de 2007, 2008 y 2009; también en dicha memoria se

describía la ampliación de la red de control foronómico y la recopilación de todas las redes de control cuantitativo existentes en la cuenca del Ebro.

En la presente memoria se describen todos los trabajos realizados desde noviembre de 2006 a noviembre de 2010, se recopilan todas las medidas realizadas que se han ido implementando en la base de datos IPA gestionada por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro y se analiza el estado de las masas de agua subterránea al final del año hidrológico 2009-2010.

En los anejos a la memoria se adjuntan las fichas identificativas de los puntos pertenecientes a la red oficial de control y seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro. Esta ficha se ha ampliado con el propósito de tener una mejor identificación de los puntos de control, con una información actualizada, facilitar el acceso para cualquier técnico y disponer de las principales características hidrogeológicas del punto tanto históricas como recientes. La *ficha de acceso* incluye una breve descripción para llegar al punto, la imagen aérea del entorno sobre la que se ha señalado la ruta seguida obtenida con GPS y fotos recientes panorámicas y de detalle del brocal, referencia e instalación si dispone de ella. La *ficha piezométrica* incluye las principales características hidrogeológicas (punto de referencia de las medidas, tipo de cierre, contactos, hidrograma histórico, datos estadísticos, medidas piezométricas recientes, encuadre hidrogeológico) y otros datos relevantes del punto de control.

En resumen en los anejos a la memoria se puede consultar la siguiente documentación:

- Fichas completas de los puntos de la red piezométrica oficial del MARM
- Hidrogramas de medidas históricas de los puntos de la red piezométrica del MARM
- Fichas identificativas e hidrogramas de medidas históricas de los puntos de la red complementaria del MARM
- Listado de los puntos de las redes piezométricas de Comunidades Autónomas y Diputaciones.
- Listado de todas las medidas piezométricas realizadas
- Fichas identificativas de los puntos de la red foronómica del MARM
- Hidrogramas de medidas históricas de los puntos de la red foronómica
- Listado de todas las medidas de caudal de agua realizadas.
- Construcción del nuevo sondeo de Cortes (IPA 261320050)

- Medidas piezométricas calculadas por extrapolación con otros puntos
- Hidrogramas del chequeo de las medidas del SAIH
- Anuarios 2005/2006, 2006/2007 y 2007/2008
- Memoria de síntesis de Octubre 2009

Para facilitar la organización de los itinerarios de campo se han elaborado una serie de mapas zonales de la cuenca del Ebro con los puntos de las redes piezométricas y de aforos sobre la red viaria y otra serie de mapas similares que incluyen los desplazamientos realizados para acceder a los puntos obtenidos con GPS. Estos mapas se adjuntan en el epígrafe *Planos*.

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- DEFINICIÓN DE LA RED	3
2.1.- INTRODUCCIÓN	3
2.2.- REDES DE CONTROL	4
2.2.1 RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO	4
2.2.2 RED DE CONTROL FORONÓMICO	35
3.- MEDIDAS REALIZADAS	41
3.1.- MEDIDAS DE NIVEL PIEZOMÉTRICO	41
3.2.- MEDIDAS DE AFORO DE CAUDAL	41
4.- INCIDENCIAS, ACONDICIONAMIENTOS Y MANTENIMIENTO	43
5.- VALORACIÓN DE RESULTADOS	51
5.1.- MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS	51
5.2.- MEDIDAS FORONÓMICAS	59
6.- MEDIDAS EXTRAPOLADAS EN PIEZÓMETROS	67
6.1.- METODOLOGÍA	67
6.2.- 241370060 AÑAVIEJA MMA VS 241370052 AÑAVIEJA I	68
6.3.- 251680177 VILLALBA PEREJILES MMA VS 251680079	69
6.4.- 261320050 CORTES MARM VS 261320044	70
6.5.- 282180046 FORTANETE MMA VS 292150008	71
6.6.- 292130025 LA CUBA MMA VS 292130004	72
6.7.- 301170012 ALQUEZAR MMA VS 301170010	73
6.8.- 311950024 BECEITE MMA VS 312010006	75
6.9.- 321920025 RASQUERA MMA VS 321920015	76
6.10.- 341430060 MASSOTERES MMA VS 341420117	77
6.11.- 341460012 CERVERA IRYDA VS 341470019	78
6.12.- 361050078 SANAVASTRE MMA VS 361050036	80
7.- REGISTRO PIEZOMÉTRICO CONTINUO	82
8.- CONCLUSIÓN FINAL	84

ANEJOS

ANEJO 1: RED PIEZOMÉTRICA

- Anejo 1.1: Fichas de los puntos de la red piezométrica del MARM
- Anejo 1.2: Hidrogramas de los puntos de la red piezométrica del MARM
- Anejo 1.3: Fichas e Hidrogramas de la red complementaria del MARM
- Anejo 1.4: Redes piezométricas de CCAA y Diputaciones.
- Anejo 1.5: Listado de medidas piezométricas.
- Anejo 1.6: PNT: Medidas de nivel e IT: Sonda Hidronivel

ANEJO 2: RED FORONÓMICA

- Anejo 2.1: Fichas de los puntos de la red foronómica
- Anejo 2.2: Hidrogramas de los puntos de la red foronómica
- Anejo 2.3: Listado de medidas foronómicas.
- Anejo 2.4: PNT: Medidas de caudal e IT: Medidor de velocidad

ANEJO 3: CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO SONDEO DE CORTES (IPA 261320050)

ANEJO 4: MEDIDAS CALCULADAS POR EXTRAPOLACIÓN CON OTROS PUNTOS

ANEJO 5: HIDROGRAMAS DEL CHEQUEO DE LAS MEDIDAS DEL SAIH

ANEJO 6: ANUARIOS

ANEJO 7: MEMORIA DE SÍNTESIS DE OCTUBRE 2009

PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de situación de los puntos de las redes de control	19
Figura 2 Redes de control cuantitativas de la cuenca del Ebro	29
Figura 3 Redes de control cuantitativas en el País Vasco	31
Figura 4 Redes de control cuantitativas en Navarra	32
Figura 5 Redes de control cuantitativas en Cataluña (Norte)	33
Figura 6 Redes de control cuantitativas en Cataluña (Sur)	34

Figura 7 Distribución de los puntos de control fononómico por dominios hidrogeológicos39

Figura 8: Precipitaciones mensuales acumuladas correspondientes al año 2008 (barras) y al año promedio de la serie (líneas y símbolos), para las estaciones de Canfranc (barra y rombo azules), Urrúnaga (barra y círculo blancos) y embalse de Santolea (barra y triángulo grises). Valores en mm..... 51

Figura 9: Precipitaciones mensuales acumuladas correspondientes al año 2009 (barras) y al año promedio de la serie (líneas y símbolos), para las estaciones de Canfranc (barra y rombo azules), Urrúnaga (barra y círculo blancos) y embalse de Santolea (barra y triángulo grises). Valores en mm..... 52

Figura 10: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 210760047 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie 52

Figura 11: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 230910018 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie. 53

Figura 12: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 321350005 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie. 53

Figura 13: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 261680106 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie. 54

Figura 14: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 321350005 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie. 54

Figura 15 Índices de estado en septiembre de 2010 57

Figura 16 Diferencia de Índices de estado entre septiembre de 2009 y septiembre de 2010 58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puntos nuevos incorporados a la red piezométrica oficial del MARM..... 5

Tabla 2 Datos de ubicación de los puntos de la red piezométrica 7

Tabla 3 Puntos de la red oficial gestionados por las comunidades autónomas..... 12

Tabla 4 Distribución de piezómetros en las Masas de Agua Subterránea 13

Tabla 5 Puntos de la red complementaria del MARM..... 21

Tabla 6 Puntos de control piezométrico próximos a los sondeos de la tercera fase 22

Tabla 7 Nuevos sondeos construidos por el MARM 23

Tabla 8 Red piezométrica de la URA 24

Tabla 9 Red piezométrica de la DFA.....	25
Tabla 10 Red piezométrica Gobierno de Navarra	26
Tabla 11 Red piezométrica del ACA en 2006	27
Tabla 12 Red piezométrica del ACA en 2009	28
Tabla 13 Red foronómica	35
Tabla 14 Red foronómica (URA).....	40
Tabla 15 Número de medidas piezométricas anuales por red.....	41
Tabla 16 Número de medidas de caudal anuales	41
Tabla 17 Incidencias, acondicionamientos y mantenimientos en puntos de la red piezométrica oficial.....	43
Tabla 18 Chequeo medidas automáticas	82

1.-INTRODUCCIÓN

En esta memoria se recogen los resultados obtenidos entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010 de los trabajos de consultoría y asistencia para los trabajos de *MEDIDA DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CAUDALES EN PUNTOS DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL EBRO (2006-2008) TT.MM. VARIOS (Nº de Expediente 09.822.002/0411)* y *MODIFICADO Nº1 DEL CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MEDIDA DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CAUDALES EN PUNTOS DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL EBRO TT.MM. VARIOS (Nº de Expediente 09.822.002/04211)* adjudicados a la empresa consultora ZETA AMALTEA. En principio el periodo para el desarrollo del trabajo era noviembre de 2006 – noviembre de 2008 pero por una prórroga de mutuo acuerdo por ambas partes (*Nº de Expediente 09.822.002/0481*) los trabajos prolongaron hasta noviembre de 2010.

La Dirección General del Agua tiene encomendada la función de seguimiento y control del buen estado de las aguas subterráneas, la formulación de criterios y la realización de estudios, proyectos y obras de explotación, control y conservación de los acuíferos y la vigilancia. A su vez la función de control del dominio público hidráulico se aplica en régimen de descentralización administrativa a través de los Organismos de Cuenca, según lo previsto en el Artículo 23 de la Ley de Aguas.

Los diversos Organismos de Cuenca de ámbito intercomunitario redactaron los respectivos proyectos de diseño, construcción e instrumentación de las redes oficiales de control de los acuíferos de competencia estatal cuya implantación se está produciendo progresivamente. En la cuenca del Ebro las obras se iniciaron en el año 2004 y está previsto que se prolonguen con sus tres fases hasta el 2011. Finalizado este proceso los organismos de cuenca podrán ejercer plenamente las funciones de control que legalmente le corresponden. Durante el periodo transitorio ha sido preciso obtener información relativa a los niveles piezométricos en dichos acuíferos como ya se venía haciendo con anterioridad.

Algunos de los nuevos sondeos contruidos para mejorar la red están destinados a reemplazar a otros, que no cumplen con los criterios exigidos para pertenecer a las redes de control oficiales por estar equipados para bombeo, ser de titularidad privada..., y que quedarán en desuso. Con el objeto de enlazar las secuencias de medida se realiza un solape en el registro durante al menos un año para de esta manera poder llevar a cabo la continuación de las series temporales.

El objeto del trabajo era la realización de medidas de nivel piezométrico en pozos y piezómetros existentes en la Cuenca del Ebro incorporados a las redes oficiales de

control, su almacenamiento en la base de datos IPA que opera la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro y el posterior análisis de la evolución temporal de los niveles piezométricos. También se incluye la medida de caudal en puntos significativos de las descargas subterráneas de la cuenca.

El trabajo ha consistido en la medida de niveles piezométricos en puntos pertenecientes a la Red oficial de control piezométrico de la Cuenca del Ebro y en otros puntos, incorporados a sugerencia de la dirección de los trabajos, que complementan el control piezométrico de la cuenca; también incluye la realización de aforos de la red foronómica definida anteriormente por la Confederación Hidrográfica del Ebro y ampliada en el transcurso de este trabajo.

En el periodo de medidas se han ido incorporado progresivamente a la red de control los nuevos puntos perforados dentro del Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro actualmente todavía en ejecución su tercera fase.

Todas las medidas realizadas se han introducido en la base de datos IPA y se han realizado dos memorias recogiendo y analizando la información obtenida para analizar el estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro durante el desarrollo de los trabajos. En la presente memoria se recopila toda la información de los trabajos realizados y se complementa con el estado de la cuenca en la última fase del periodo de control.

2.-DEFINICIÓN DE LA RED

2.1.- INTRODUCCIÓN

Según la Directiva Marco del Agua (DMA) los programas de control y seguimiento del estado de las masas de agua subterránea establecidos en la cuenca del Ebro incluyen el seguimiento del estado químico y cuantitativo. El seguimiento y control del estado cuantitativo tiene como objetivo obtener una apreciación fiable del estado de recarga de las masas de agua subterránea, incluida la evaluación de los recursos subterráneos disponibles. La densidad de puntos de control representativos en la red de vigilancia establecida a tal efecto, y la frecuencia de las medidas piezométricas, deberán ser suficientes para establecer el nivel de las aguas subterráneas y evaluar el estado cuantitativo de cada masa, habida cuenta de las variaciones de alimentación a corto y a largo plazo.

Para el adecuado seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) dispone de la denominada Red Piezométrica Oficial, que opera a modo de Red de Vigilancia del Estado Cuantitativo.

La mayor parte de la zona ocupada por las masas de agua subterránea cuenta con una baja explotación. Ésta se concentra en determinadas áreas de algunas unidades y es especialmente intensa en las masas de agua subterránea del Bajo Jalón y del Bajo Ebro. Operada directamente por la Confederación Hidrográfica del Ebro se dispone de una Red Piezométrica Complementaria, con mayor densidad de puntos concentrados en estas áreas con explotación significativa y con limitación al aumento de las extracciones (en el Campo de Cariñena, Campo de Belchite y Gallocanta fundamentalmente) y que cumple plenamente con los objetivos propios de una Red de Control Operativo en masas en riesgo cuantitativo o con importantes extracciones establecidos por la Directiva

Gran parte de los puntos que conforman actualmente la red piezométrica ya se venía controlando con anterioridad, en algunos casos desde la década de los años setenta y en la mayor parte de los casos desde finales de los ochenta. En los últimos años se está procediendo a la adaptación y mejora de las redes existentes, conforme a los requerimientos de la DMA, para conseguir plena cobertura para la totalidad de las masas definidas, mayor calidad en los datos y titularidad pública.

Entre 2004 y 2008 el Ministerio de Medio Ambiente construyó 107 nuevos sondeos en dos fases del "Proyecto de construcción de sondeos e instalación de la red oficial de

control de aguas subterráneas de la cuenca del Ebro" (80 sondeos en la 1ª Fase y 27 en la 2ª Fase). Desde julio de 2009 se encuentran en ejecución las obras correspondientes al PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO para conseguir la plena adaptación de las redes de seguimiento a lo establecido por la DMA en la demarcación hidrográfica del Ebro de modo que todas las masas de agua subterránea definidas en la cuenca dispongan de, al menos, un punto de control. Este proyecto contempla la construcción de 48 nuevos piezómetros de los que hasta la fecha se llevan construidos 33.

2.2.- REDES DE CONTROL

2.2.1 RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO

2.2.1.1 Puntos eliminados de la red de control

Durante el desarrollo de los trabajos de control entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010, a instancias de la dirección del trabajo, dejaron de formar parte de la Red Oficial de Control Piezométrico del MARM, por diversos motivos, los siguientes puntos:

1.- Por haberse construido un sondeo sustitutivo, y tras un periodo de solape de medidas para conocer la función de correlación.

- 221040011 Conservas AGE sustituido por 221040050.
- 251740099 DGA Z-56. Villalba de Perejiles sustituido por 251680177.
- 260930072 S13 Lumbier sustituido por 260930002.
- 261320044 Cortes MMA sustituido por 261320050.
- 292130004 Abastecimiento a La Cuba sustituido por 292130025.
- 292150008 Fortanete sustituido por 282180046.
- 301170012 Alquezar SGOP sustituido por 301170012.
- 311040002 Mesón de Cereza sustituido por 311040023.
- 312010006 Masía Borrás Beceite sustituido por 311950024.
- 321920015 Les Codines Rasquera sustituido por 321920025.
- 331220015 Pozo Suterranya sustituido por 331220040.
- 341420117 Vera II Massoteres sustituido por 341430060.

- El punto 361050036 Granja de Sanavastre se ha estado midiendo hasta el final de los trabajos pero en el futuro debe dejar de pertenecer a la red oficial por ser sustituido por el 361050078.

2.- Por deterioro o imposibilidad de continuar realizando la medida.

- 210760025 Osma I. Obstruido.
- 240840034 Urdanoz R1. Brocal destruido.
- 260760002 Nagore S5. Inundado por el embalse de Itóiz.
- 311940009 Barranco Prat de Compte (Tarragona). Se desmontó la tubería piezométrica.

3.- Por encontrarse fuera de la demarcación de la cuenca del Ebro

- 241470002 SGOP Apeadero de Noviercas.
- 241480005 Ólvega I SGOP.
- 322120083 Higallo del Codoñal. Sustituido por 322060064.

2.2.1.2 Puntos incorporados a la red de control piezométrico

Desde 2006 se han ido incorporando a la red oficial de control los sondeos de la Tabla 1.

Tabla 1 Puntos nuevos incorporados a la red piezométrica oficial del MARM

Año	Nº IPA	Toponimia
2006	2210-4-0050	FUEMNAYOR M.M.A.
	2310-3-0056	AGONCILLO MMA.
	2411-3-0018	CALAHORRA MMA.
	2412-7-0051	RINCON DE OLIVEDO MMA BARRANCO DE CANEJADA
	2512-4-0009	TUDELA MMA.
	2514-3-0022	AMBEL MMA. BALSA DEL BARRANCO DE LOS MOROS MMA
	2514-4-0090	VALJUNQUERA MARM
	2516-8-0177	VILLALBA DE PEREJILES MARM
	2616-8-0226	AGUARON MARM
	2620-5-0042	OJOS NEGROS. LOMA GORDA MARM
	2716-1-0030	MUEL TORRUBIA MARM
	2716-2-0074	MUEL VEREDA LA DEHESILLA MARM
	2818-2-0008	MUNIESA MMA. CANTERA. SOGILAND CINEGÉTICA MARM
	3119-5-0024	BECEITE MMA. CARRETERA.
	3312-3-0037	FIGUEROLA DE ORCAU, MMA
3414-6-0012	IRYDA CERVERA, MMA.	
3610-5-0078	SANAVASTRE MMA.	
2007	2107-6-0047	SONDEO OSMA C. EVE SP14
	2311-2-0030	EL RESTAURO MARM
	2413-7-0060	AÑAVIEJA MMA. LAGUNA BAJA.
	2508-7-0067	CANTERAS. MMA.

Año	Nº IPA	Toponimia
	2611-8-0008	EJEA MMA. EL SASO, DEPÓSITOS MUNICIPALES DE AGUA
	2615-2-0012	SONDEO SOTILLO
	2615-5-0006	ESCALERUELA-3
	2616-2-0249	RICLA MMA. POLÍGONO 19 PARCELA 50
	2816-6-0032	LA LOMAZA, POLÍGONO 513 PARCELA 63 MARM
	2821-8-0046	FORTANETE MMA. CAMINO MASÍA DEL PINARILLO
	2921-2-0009	TURCAZA (POLIGONO 12 PARCELA 6). OLOCAU MARM
	3011-7-0012	ALQUEZAR MMA. CAMINO AL DEPÓSITO.
	3110-4-0023	CAMPO Ministerio de MMA.
	3212-1-0051	CARRETERA TOLVA A BENABARRE MMA
	3213-1-0052	ESTOPIÑAN MMA.
	3220-3-0048	CAMARLES MMA POLIGENICOS
	3220-6-0084	L'ALDEA MMA POLIGÉNICOS
	3220-6-0089	L'ALDEA CUATERNARIO MMA
	3312-2-0040	TREMP MMA
	3312-6-0009	LLIMIANA MMA
	3411-6-0005	CABO MMA
3414-3-0060	MASSOTERES MMA	
2008	2417-4-0037	P-3 SONDEO TRAZA TUNEL DEL AVE (92 METROS N)
	2519-7-0012	LA YUNTA MMA.
	2609-3-0002	S-13. CERRADA DE LUMBIER
	2615-3-0101	RUEDA MMA. PARCELA 172.
	2819-6-0011	PIEZÓMETRO OBON MMA LIAS
	2820-8-0021	PUENTE EL VADO MARM
	2921-3-0025	LA CUBA MMA. PARCELA 60003 POLÍGONO 14
	3212-8-0025	SANT ESTEVE MMA
	3213-7-0009	POZO JUNTA DE AGUAS. PARTIDA DE COMA VILAS
	3219-2-0025	RASQUERA LES CODINES, MMA
3220-6-0064	LLIGALLO DE FORCHERON, SGOP 11.	
2009	2616-1-0077	POZO DE BOMBEO, PROYECTO PRESA DE MULARROYA
	2616-5-0062	SONDEO SFD TUNEL MULARROYA (2005)
	3016-1-0066	418. POZO PROFUNDO. POZO AGUSTÍN
	3120-8-0022	POU BERTOMEU; PIEZÓMETRO "SOLANA"
2010	2108-4-0070	SUBIJANA 2 EVE AMVISA DFA. MORILLAS. PIEZÓMETRO EVE SP04
	2307-7-0068	SONDEO ARAIA-3

2.2.1.3 Descripción de la red piezométrica oficial

Según la DMA el programa de control de vigilancia tiene un doble objetivo, complementar y validar el procedimiento de evaluación del impacto, y facilitar información para su utilización en la evaluación de las tendencias prolongadas como consecuencia de modificaciones de las condiciones naturales y de las repercusiones de la actividad humana. El control operativo tiene como objetivo determinar el estado químico de todas las masas o grupos de masas de agua subterránea respecto de las cuales se haya establecido riesgo y determinar la presencia de cualquier tendencia. Estos tipos de controles se describen para la determinación y

seguimiento del estado cualitativo; no obstante viendo los objetivos perseguidos se entiende que éstos tendrían una aplicación similar en lo que respecta al estado cuantitativo.

Para el adecuado seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) dispone de la Red Piezométrica Oficial, que opera como Red de Vigilancia del Estado Cuantitativo. Tras las modificaciones indicadas en los epígrafes anteriores esta red está compuesta en noviembre de 2010 por 214 puntos con los que es posible registrar niveles en 72 masas de agua subterránea.

En el ámbito de la cuenca del Ebro otras administraciones públicas mantienen controles piezométricos con objetivos y requisitos diferentes a la red oficial del MARM. Por el interés de conocer estos puntos y su localización se ha realizado un trabajo de recopilación y contraste entre las redes. Se ha considerado que 6 puntos gestionados por la Agencia Vasca del Agua y 1 por la Agencia Catalana del Agua complementan la red oficial y cumplen los requisitos exigidos por el MARM a los puntos de la red de control del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea.

En la Tabla 2 se enumeran las principales características de ubicación de los 214 puntos de la red piezométrica oficial.

Tabla 2 Datos de ubicación de los puntos de la red piezométrica

Cod. MARM	Nº inventario	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
09.103.001	1906-8-0023	451350	4764555	MERINDAD SOTOSCUEVA	HORNILLALASTRA MMA.	003
09.102.001	1908-5-0009	434007	4729027	TUBILLA DEL AGUA	TUBILLA MMA.	002
09.102.002	1908-6-0012	442896	4727803	VALLE DE SEDANO	MORADILLO MMA.	002
09.102.003	1909-3-0011	449020	4719849	MERINDAD DE RIO UBIERNA	CERNEGULA MMA.	002
09.124.001	1909-7-0008	448559	4706700	MERINDAD DE RIO UBIERNA	LA MOLINA MMA.	024
09.106.007	2006-8-0003	480039	4761699	VALLE DE LOSA	QUINCOCES MMA.	010
09.103.002	2007-8-0013	480840	4748520	VALDEGOVIA	SONDEO LAHOZ.	007
09.124.002	2009-5-0012	462898	4711595	CARCEDO DE BUREBA	QUINTANAURRIA MMA.	024
09.124.003	2009-6-0013	465843	4708311	GALBARROS	GALBARROS MMA.	024
09.501.001	2011-4-0003	480985	4684550	STA CRUZ VALLE URBION	GARGANCHON-3	065
09.106.008	2107-1-0007	488541	4758826	VALLE DE LOSA	BARRIGA MMA	010
09.106.009	2107-6-0048	494414	4743507	VALDEGOVIA	ANGOSTO MMA	007
09.105.002	2108-3-0037	502490	4740650	SALINAS DE AÑANA	SONDEO SALINAS	008
09.106.003	2108-4-0032	509426	4741114	RIBERA ALTA	SUBIJANA "D"	011
09.106.010	2108-4-0073	507980	4738960	RIBERA ALTA	POBES-ANUCITA MMA.	008
09.104.001	2108-6-0019	492467	4730073	BOZOO	BOZOO-2 IRYDA	005
09.104.005	2108-6-0060	491861	4724743	ENCIO	SONDEO ENCÍO MARM	005
09.104.002	2109-2-0007	494803	4722522	AMEYUGO	SONDEO AMEYUGO	005
09.104.003	2109-4-0010	509024	4719290	VILLALBA DE RIOJA	PIEZÓMETRO-1 HERRERA	006

Cod. MARM	Nº inventario	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
09.104.006	2109-4-0062	505275	4722099	MIRANDA DE EBRO	SAN JUAN MONTE MMA.	006
09.403.001	2109-8-0095	507011	4709952	CASALARREINA	IGME CASALARREINA-2.	045
09.403.002	2110-3-0368	504313	4697956	STO DOMINGO CALZADA	IGME VIA DEL TREN-1	045
09.403.003	2110-4-0344	505597	4702415	BAÑARES	IGME BAÑARES-2	045
09.403.004	2110-4-0542	505610	4705517	BAÑARES	IGME CASTAÑARES	045
09.501.002	2111-3-0068	498588	4686563	EZCARAY	EZCARAY - 1.	065
09.503.001	2112-2-0007	497593	4666640	CANALES DE LA SIERRA	CANALES MMA.	068
09.106.004	2207-6-0020	519631	4749046	VITORIA-GASTEIZ	SONDEO ULLIVARRI VIÑA	011
09.106.005	2208-1-0091	514653	4740589	IRUÑA DE OCA	NANCLARES 3.EVE	011
09.108.001	2209-1-0047	518666	4722327	ZAMBRANA	BERGANZO I	022
09.100.003	2209-3-0035	528708	4723246	PEÑACERRADA	FAIDO. DFA	021
09.108.003	2209-4-0036	535233	4721631	LAGRAN	LAGRÁN P, DFA	022
09.404.003	2210-4-0050	536192	4702918	FUENMAYOR	FUEMNAYOR MMA	047
09.501.003	2211-7-0025	530187	4676543	TORRECILLA EN CAMEROS	CARRETERA VIEJA	065
09.501.004	2211-7-0027	529928	4669623	PRADILLO	PRADILLO-PIEZOMETRO	065
09.503.003	2212-1-0020	512466	4666374	VENTROSA	VENTROSA MMA.	068
09.503.002	2212-1-0022	514385	4660091	VINIEGRA DE ARRIBA	VINIEGRA ARRIBA MMA	068
09.109.002	2308-7-0014	558974	4726003	ZUÑIGA	ALBORÓN R2-ZUÑIGA R2	023
09.109.003	2308-8-0008	562225	4725746	MENDAZA	Acedo P3	023
09.108.004	2309-1-0018	540034	4718455	CRIPAN	CRIPAN II	022
09.404.002	2310-3-0056	557120	4699143	AGONCILLO	AGONCILLO MMA.	048
09.501.005	2311-2-0030	547305	4682240	SOTO EN CAMEROS	El Restauro MMA	065
09.502.001	2311-3-0018	558322	4682670	ROBRES DEL CASTILLO	SGOP-1J	066
09.123.001	2407-4-0013	589418	4760654	LARRAUN	IRIBAS S2. CEMENTERIO	019
09.110.001	2407-8-0017	591430	4748109	OLLO	SENOSIAIN R1	018
09.110.002	2408-1-0014	571050	4742100	FACERÍA	URBASA R1	017
09.405.002	2411-3-0018	587123	4684420	CALAHORRA	CALAHORRA MMA.	049
09.405.001	2411-3-0020	586644	4685207	CALAHORRA	"LA ALGARRADA"	049
09.502.002	2412-2-0028	577763	4664737	VILLARROYA	VILLARROYA MMA.	066
09.601.007	2412-7-0051	586244	4654808	CERVERA DEL RIO ALHAMA	RINCON OLIVEDO MMA.	069
09.601.006	2412-8-0065	589606	4651128	CERVERA RIO ALHAMA	CERVERA MMA.	070
09.601.001	2413-4-0010	591094	4647651	CERVERA RIO ALHAMA	IRYDA AÑAMAZA	070
09.601.008	2413-7-0060	584603	4637037	CASTILRUIZ	AÑAVIEJA MMA.	070
09.621.001	2414-4-0009	589092	4625080	AGREDA	OLVEGA-2 SGOP	071
09.621.002	2414-4-0010	590515	4628193	AGREDA	SGOP FUENTES	071
09.622.002	2415-4-0005	590141	4609134	CIRIA	CIRIA MMA.	073
09.701.002	2416-3-0004	583444	4591350	DEZA	DEZA MMA.	085
09.701.001	2416-7-0002	586300	4580051	EM BID DE ARIZA	S-1 DPZ EMBID DE ARIZA	085
09.702.006	2417-4-0037	592866	4571700	ALHAMA DE ARAGON	P-3 AVE	086
09.702.001	2417-5-0011	574840	4558879	ALCONCHEL DE ARIZA	Z-51 (2) DGA	086
09.702.002	2417-6-0005	578479	4560149	CABOLAFUENTE	Z-52 (2) DGA	086
09.702.005	2418-7-0007	583992	4542768	ESTABLES	ANCHUELA MMA	086
09.111.001	2506-7-0018	611168	4763425	ULTZAMA	Arreiz SC1	020
09.202.001	2508-7-0067	611143	4727430	TIEBAS-MURUARTE RETA	CANTERAS. MMA	029
09.405.003	2511-5-0036	594823	4678354	RINCON DE SOTO	RINCON DE SOTO MMA.	049

Cod. MARM	Nº inventario	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
09.405.004	2512-4-0009	616969	4665567	TUDELA	TUDELA MMA	049
09.602.017	2513-5-0017	601669	4639897	TARAZONA	TARAZONA MMA.	072
09.602.002	2513-6-0023	606693	4638375	TARAZONA	SONDEO DPZ POLÍGONO	072
09.602.003	2513-6-0029	603350	4639200	TARAZONA	BALSA ZUZONES	072
09.602.004	2514-3-0009	613727	4627717	AMBEL	Z-22 BARRANCO MOROS	072
09.602.005	2514-3-0014	609199	4630465	VERA DE MONCAYO	S. DPZ VERUELA	072
09.602.018	2514-3-0022	611977	4626805	AMBEL	AMBEL MMA.	072
09.602.007	2514-4-0052	622388	4625987	AINZON	Z-44 DGA FORCALLOS	072
09.602.019	2514-4-0090	616429	4624864	AMBEL	VALJUNQUERA MMA	072
09.602.009	2515-3-0003	615509	4608090	TIERGA	ISUELA-2	072
09.602.010	2515-4-0002	619651	4607742	TIERGA	CABOTA-2	072
09.602.020	2515-8-0008	622410	4601394	MESONES DE ISUELA	CASTILLO.	072
09.605.002	2516-8-0177	621489	4577879	VILLALBA DE PEREJIL	VILLALBA MMA.	082
09.702.004	2519-3-0003	613329	4538640	TORRALBA LOS FRAILES	SGOP 2 PILON ARENA	086
09.703.001	2519-4-0011	622491	4534352	CUERLAS (LAS)	SGOP 1 JURASICO (01)	087
09.703.002	2519-4-0017	622493	4534353	CUERLAS (LAS)	SGOP 1. CRETACICO	087
09.702.007	2519-7-0012	610723	4529649	YUNTA (LA)	La Yunta MMA.	086
09.203.005	2609-3-0002	639449	4722005	LUMBIER	S-13.	031
09.409.001	2611-8-0008	649641	4675195	EJEA DE LOS CABALLEROS	EJEA MMA.	053
09.406.006	2613-2-0044	631964	4644449	CORTES	CORTES MMA	052
09.406.007	2613-7-0048	641121	4640252	TAUSTE	TAUSTE MMA.	052
09.406.002	2614-4-0045	645651	4630421	LUCENI	CASA CANALETA SGOP	052
09.602.013	2614-5-0003	626653	4622028	FUENDEJALON	I.R.Y.D.A. Z-9	072
09.602.014	2614-5-0007	629925	4618192	FUENDEJALON	Z-40 DGA	072
09.602.022	2614-5-0018	623826	4621525	FUENDEJALON	LA RABOSERA.	072
09.602.023	2615-2-0012	633350	4613300	RUEDA DE JALON	SONDEO SOTILLO	072
09.602.015	2615-3-0022	638450	4606010	EPILA	SONDEO S-1 LA LLANA	072
09.601.004	2615-3-0091	641317	4607690	EPILA	EPILA MMA	072
09.602.021	2615-3-0101	641874	4611773	RUEDA DE JALON	Rueda MMA.	072
09.602.024	2615-5-0006	630032	4596693	RICLA	ESCALERUELA-3	072
09.601.005	2615-5-0023	627677	4603129	ARANDIGA	ARANDIGA MARM.	072
09.602.016	2615-6-0077	633263	4602220	RICLA	EL PINTAO.	072
09.603.002	2615-8-0005	645495	4603550	EPILA	P-2 CUESTA ROYA	075
09.603.003	2615-8-0011	650593	4603183	EPILA	CARNIOLAS	075
09.603.022	2616-1-0077	629237	4588946	MORATA DE JALON	POZO MULARROYA	074
09.603.004	2616-2-0109	637091	4592928	ALMUNIA DE DOÑA GODINA	P-2 D.G.A.	76 y 77
09.603.019	2616-2-0249	632297	4592369	RICLA	RICLA MMA.	074
09.603.005	2616-3-0248	642079	4588540	ALMONACID DE LA SIERRA	P-10 DGA LAS MATAS	76 y 77
09.603.006	2616-3-0251	641733	4595715	CALATORAO	P-4 DGA EL CEICAZO	76 y 77
09.603.007	2616-4-0080	646195	4588318	ALFAMEN	P-14 DGA RAMBLA	76 y 77
09.600.003	2616-5-0062	624287	4585964	FRASNO (EL)	SONDEO SFD TUNEL	074
09.603.008	2616-7-0062	642690	4582659	COSUENDA	Z-70	077
09.603.014	2616-8-0104	647311	4585509	CARIÑENA	P-15 DGA PARDINA	76 y 77
09.603.009	2616-8-0106	648110	4584251	CARIÑENA	P-17 DGA LAGUNAS	76 y 77
09.603.016	2616-8-0226	646674	4581569	AGUARON	AGUARON MMA	077

Cod. MARM	Nº inventario	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
09.703.004	2619-1-0104	625064	4534998	BELLO	GA-3 LA PARDINA	087
09.704.008	2619-5-0029	630575	4525503	TORRALBA SISONES	TORRALBA MMA.	088
09.704.011	2619-5-0031	626093	4525400	TORRALBA SISONES	BELLO MMA	088
09.703.006	2619-6-0047	631807	4530641	TORRALBA SISONES	SGOP 4 EL POZUELO	087
09.704.009	2620-1-0019	628530	4520493	TORRALBA SISONES	BLANCAS MMA.	088
09.704.002	2620-2-0011	636963	4521447	TORRIJO DEL CAMPO	IRYDA TE-19	088
09.704.004	2620-3-0034	643644	4518978	TORRIJO DEL CAMPO	S.G.O.P	088
09.704.012	2620-5-0042	631919	4512220	OJOS NEGROS	OJOS NEGROS MMA	089
09.704.013	2620-6-0001	632538	4504182	VILLAFRANCA DEL CAMPO	Camino de Peracense	089
09.704.010	2620-7-0068	645458	4507482	BUEÑA	BUEÑA MMA.	089
09.704.006	2621-3-0073	639731	4501155	ALBA	DGA. TE-42	089
09.721.005	2621-5-0006	629229	4491119	POZONDON	POZONDON LIAS MMA.	090
09.721.002	2621-5-0008	629223	4491116	POZONDON	POZONDÓN DOGG.MMA.	090
09.721.003	2622-3-0055	643880	4477802	CELLA	CELLA MMA.	090
09.721.004	2622-4-0087	652349	4480162	CELADAS	CELADAS MMA.	089
09.203.002	2708-5-0004	649061	4728878	ROMANZADO	SP-4. FOZ DE ARBAYUN.	031
09.203.004	2709-3-0017	664618	4725890	SALVATIERRA DE ESCA	SALVATIERRA MMA	031
09.406.003	2714-6-0075	662643	4616030	ZARAGOZA	SONDEO CANAL	058
09.603.017	2716-1-0030	655095	4590157	MUEL	MUEL TORRUBIA MMA	075
09.603.018	2716-2-0074	660501	4592368	MUEL	MUEL VEREDA MMA	075
09.603.015	2716-3-0010	666240	4590673	JAULIN	JAULIN MMA.	075
09.603.012	2716-5-0006	656219	4584422	LONGARES	PLANAS, DPZ	75 y 77
09.603.013	2716-7-0010	667890	4579809	VILLANUEVA DE HUERVA	BARRANCO POZAS	075
09.606.001	2718-5-0015	653984	4545260	LAGUERUELA	MEDIANERO	084
09.606.002	2719-3-0011	670660	4539364	ANADON	INVESTIGACIÓN-1 DPTe	084
09.801.001	2719-4-0011	680295	4539833	PLOU	DPTe PLOU	091
09.203.003	2808-5-0004	681723	4727448	VALLE DE HECHO	HECHO STA LUCIA MMA.	031
09.204.002	2808-8-0023	702846	4734732	CANFRANC	CANFRANC MMA.	027
09.204.003	2808-8-0024	702395	4728692	VILLANUA	VILLANUA MMA.	027
09.410.001	2814-1-0034	681025	4630355	ZUERA	LAS LOMAS SGOP	057
09.410.002	2814-5-0153	680803	4623763	VILLANUEVA DE GALLEG0	EL COMERCIO, SGOP	057
09.406.004	2815-7-0012	698773	4600123	FUENTES DE EBRO	JACIRA	058
09.604.002	2816-5-0015	680391	4580589	PUEBLA DE ALBORTON	PUEBLA ALBORTON MMA	079
09.604.005	2816-6-0032	686632	4584627	BELCHITE	LA LOMAZA MMA	079
09.604.003	2817-1-0018	682792	4576806	BELCHITE	CORRAL NUEVO. Z-14	079
09.801.003	2818-2-0002	688157	4558723	MUNIESA	AGUAS DEL PUERTO	091
09.801.004	2818-2-0003	691877	4557381	LECERA	CORRAL MANOLITAS.	091
09.801.011	2818-2-0008	688163	4558712	MUNIESA	MUNIESA MMA.	091
09.801.005	2818-6-0013	693944	4545580	ALACON	CARRETERA DE ALACÓN	091
09.801.006	2818-7-0004	701135	4544913	ARIÑO	SGOP SIERRA DE ARCOS	091
09.801.007	2818-7-0007	701353	4546215	ARIÑO	MAS DEL GATO. SG	091
09.801.010	2819-2-0023	688979	4537332	JOSA	ARROYO SECO	091
09.801.012	2819-6-0011	692046	4530848	OBON	OBON MMA LIAS	091
09.802.006	2820-8-0021	707893	4506555	VILLARLUENGO	Puente El Vado MMA	092
09.803.004	2821-8-0046	708076	4487460	FORTANETE	FORTANETE MMA.	094

Cod. MARM	Nº inventario	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
09.206.001	2911-7-0012	719355	4678809	LOPORZANO	SONDEO SGOP	033
09.200.001	2911-7-0013	719516	4678129	LOPORZANO	PIROTÉCNIA. POZO SGOP	033
09.406.005	2916-1-0003	707716	4597123	PINA DE EBRO	COOPERATIVA PINA 1	058
09.802.001	2919-2-0004	719909	4535311	ALCORISA	SASO I	092
09.802.002	2919-7-0008	729588	4524719	MAS DE LAS MATAS	MAS DE VIRGÓS	092
09.802.003	2919-8-0014	734451	4528929	GINEBROSA (LA)	SGOP MASÍA NUEVA	092
09.802.004	2920-5-0001	715818	4509779	CASTELLOTE	CUEVAS MMA	092
09.802.005	2921-2-0009	722832	4502563	OLOCAU DEL REY	OLOCAU MMA	092
09.822.004	2921-3-0025	729041	4496357	CUBA (LA)	LA CUBA MMA.	095
09.803.003	2922-3-0016	728007	4479979	VILLAFRANCA DEL CID	VILLAFRANCA MMA	094
09.205.001	3009-1-0025	737454	4727005	TORLA	TORLA MMA	032
09.205.002	3009-4-0010	757877	4721136	TELLA-SIN	REVILLA MMA	032
09.206.004	3010-3-0010	748590	4706197	FISCAL	JANOVAS FISCAL MMA	033
09.206.002	3011-5-0010	736603	4676771	BIERGE	SONDEO YASO SGOP	033
09.206.005	3011-7-0012	749630	4673209	ALQUEZAR	ALQUEZAR MMA.	033
09.400.007	3016-1-0066	741989	4590857	BUJARALAZ	418. POZO PROFUNDO	059
09.800.001	3017-5-0003	737082	4567741	CASPE	BAÑOS DE FONTÉ,	
09.808.001	3017-7-0001	755876	4564017	CASPE	LA MANGRANA. SG	
09.808.002	3017-8-0004	760439	4563195	MAELLA	BALSA BARDINA	
09.804.001	3020-3-0032	753648	4524122	RAFALES	RAFALES-2	096
09.804.006	3020-4-0026	759065	4519293	PEÑARROYA TASTAVINS	NAPERO MMA	096
09.302.003	3110-4-0023	779766	4706181	SEIRA	CAMPO MMA	037
09.302.002	3110-8-0029	780975	4697617	FORADADA DEL TOSCAR	FORADADA MMA	037
09.304.001	3112-2-0001	768585	4666612	OLVENA	SGOP OLVENA-1	041
09.304.002	3112-7-0007	775655	4658255	AZANUY-ALINS	PIEZÓMETRO ACESA	041
09.804.007	3119-5-0024	768481	4526121	BECEITE	BECEITE MMA.	096
09.821.011	3120-3-0009	783208	4519443	ROQUETES	LLORET MMA	099
09.821.001	3120-8-0015	793520	4514258	SANTA BARBARA	SAT. POZO SAN CARLOS	102
09.821.017	3120-8-0022	791111	4511012	GALERA (LA)	PIEZÓMETRO "SOLANA"	102y103
09.821.002	3121-2-0008	778251	4506742	SENIA (LA)	POVET SGOP	103
09.304.003	3212-1-0020	788585	4667302	BENABARRE	AYUNTAMIENTO-ITGE	041
09.304.006	3212-1-0051	794333	4668767	TOLVA	TOLVA MMA	041
09.303.009	3212-8-0025	809530	4665428	SANT ESTEVE SARGA	SANT ESTEVE MMA.	038
09.304.007	3213-1-0052	792503	4653338	ESTOPIÑAN DEL CASTILLO	ESTOPIÑAN MMA.	041
09.305.002	3213-3-0001	807857	4649482	AVELLANES SANTA LINYA	POU TARTAREU	042
09.304.005	3213-5-0005	791420	4646089	BALDELLOU	SGOP BALDELLOU	041
09.305.003	3213-7-0009	808339	4642945	OS DE BALAGUER	COMA VILAS	042
09.805.005	3218-2-0116	801164	4555062	MORA D'EBRE	MORA DE EBRO MMA.	097
09.805.006	3219-2-0025	805060	4544142	RASQUERA	RASQUERA MMA	097
09.821.012	3220-1-0264	798721	4522525	TORTOSA	TORTOSA MMA	100
09.821.013	3220-3-0048	809046	4519572	CAMARLES	CAMARLES MMA POLIG.	105
09.821.016	3220-6-0064	802495	4508361	AMPOSTA	LLIGALLO FORCHERON	104
09.821.015	3220-6-0084	802255	4514559	ALDEA (L')	L'ALDEA MMA POLIG.	101
09.821.014	3220-6-0089	802248	4514577	ALDEA (L')	L'ALDEA CUAT. MMA	101
09.303.006	3310-5-0005	819694	4697326	SARROCA DE BELLERA	SARROCA MMA	038

Cod. MARM	Nº inventario	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
09.303.010	3312-2-0040	823138	4674960	TREMP	TREMP MMA	038
09.303.003	3312-3-0017	831979	4671305	ISONA I CONCA DELLA	POU CONQUES	038
09.303.011	3312-3-0037	829250	4671875	ISONA I CONCA DELLA	FIGUEROLAMMA	038
09.303.012	3312-6-0009	825103	4663400	LLIMIANA	LLIMIANA MMA	038
09.400.001	3313-4-0002	838273	4651395	ARTESA DE SEGRE	POU VALL LLEBRERA	042
09.303.007	3411-5-0007	843778	4678108	ABELLA DE LA CONCA	ABELLA MMA.	038
09.303.013	3411-6-0005	852054	4684996	CABO	CABO MMA	038
09.303.008	3411-7-0013	856944	4680490	ORGANYA	ORGANYA MMA,	038
09.415.004	3414-3-0060	859373	4635316	MASSOTERES	Massoteres MMA.	064
09.415.005	3414-6-0012	857117	4623011	CERVERA	IRYDA CERVERA, MMA	064
09.415.002	3414-7-0019	859879	4625062	OLUGES (LES)	POZO Nº 5	064
09.415.003	3415-4-0030	867554	4621419	SANT GUIM DE FREIXENET	SANT GUIM MMA.	064
09.306.001	3610-5-0036	899445	4703683	DAS	SANAVASTRE	036
09.306.003	3610-5-0077	901472	4701181	DAS	DAS MMA	036
09.306.004	3610-5-0078	899347	4704342	DAS	SANAVASTRE MMA	036

Los puntos considerados de la red piezométrica oficial, pero cuyo control es gestionado por las Comunidades Autónomas (C.A.), son los 7 que se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3 Puntos de la red oficial gestionados por las comunidades autónomas

Cod. MARM	Nº IPA	Coordenadas		Municipio	Toponimia	Código C.A.	Masa
		X	Y				
09.106.011	2107-6-0047	494901	4749652	VALDEGOVIA	OSMA C	URA SP-14	10
09.106.013	2108-4-0070	507985	4741452	RIBERA ALTA	SUBIJANA 2	URA SP-04	11
09.107.001	2207-7-0138	530873	4744718	VITORIA-GASTEIZ	ARKAUTE	URA SP-12	12
09.107.002	2207-7-0146	528735	4745212	VITORIA-GASTEIZ	SALBURUA 1	URA SP-13	12
09.108.002	2209-3-0031	529573	4715622	LEZA	LEZA-2	URA SP-01	22
09.122.001	2307-7-0068	556755	4750940	ASPARRENA	ARAIA-3	URA SP-03	16
09.821.004	3220-2-0022	804862	4521567	ALDEA (L')	BERTOMEU	ACA 09AL248	100

En la Tabla 4 se recoge la distribución de controles piezométricos por masa de agua subterránea en noviembre de 2010, incluyendo los 7 puntos de la red oficial gestionados por CCAA. En la contabilidad final se obtienen más puntos (228) que los 221 que cabría esperar (214 de la red oficial y 7 gestionados por la CCAA) al considerar por separado las masas controladas en los sondeos múltiples.

Tabla 4 Distribución de piezómetros en las Masas de Agua Subterránea

Código	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA	SUPERFICIE (km ²)	Nº DE PUNTOS	DENSIDAD (km ² /pto)
1	Fontibre	150	0	
2	Paramos de Sedano y la Lora	744	3	248
3	Sinclinal de Villarcayo	879	1	879
4	Manzanedo-Oña	232	0	
5	Montes Obarenes	270	3	90
6	Pancorbo- Conchas de Haro	73	2	37
7	Valderejo-Sobrón	251	2	126
8	Sinclinal de Treviño	579	2	290
9	Aluvial de Miranda de Ebro	47	0	
10	Calizas de Losa	291	3	97
11	Calizas de Subijana	195	4	49
12	Aluvial de Vitoria	108	2	54
13	Cuartago-Salvatierra	594	0	
14	Gorbea	34	0	
15	Altube-Urkilla	273	0	
16	Sierra de Aizkorri	61	1	61
17	Sierra de Urbasa	358	1	358
18	Sierra de Andía	300	1	300
19	Sierra de Aralar	140	1	140
20	Basaburúa-Ulzama	285	1	285
21	Izki-Zudaire	158	1	158
22	Sierra de Cantabria	252	4	63
23	Sierra de Lóquiz	448	2	224
24	Bureba	84	3	28
25	Alto Argá-Alto Irati	1580	0	
26	Larra	63	0	
27	Ezcaurre-Peña Telera	376	2	188
28	Alto Gállego	296	0	

Código	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA	SUPERFICIE (km ²)	Nº DE PUNTOS	DENSIDAD (km ² /pto)
29	Sierra de Alaiz	279	1	279
30	Sinclinal de Jaca-Pamplona	4066	0	
31	Sierra de Leyre	491	4	123
32	Sierra Tendeñera-Monte Perdido	572	2	286
33	Santo Domingo-Guara	838	5	140
34	Macizo Axial Pirenaico	4098	0	
35	Alto Urgell	101	0	
36	La Cerdanya	245	3	82
37	Cotiella-Turbón	828	2	414
38	Tremp-Isona	1598	9	178
39	Cadí-Port del Comte	393	0	
40	Sinclinal de Graus	1055	0	
41	Litera Alta	905	6	151
42	Sierras Marginales Catalanas	762	3	254
43	Aluvial del Oca	92	0	
44	Aluvial del Tirón	30	0	
45	Aluvial del Oja	213	4	53
46	Laguardia	473	0	
47	Aluvial de Najerilla-Ebro	117	1	117
48	Aluvial de la Rioja-Mendavia	188	1	188
49	Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela	643	4	161
50	Aluvial del Arga Medio	30	0	
51	Aluvial del Cidacos	61	0	
52	Aluvial del Ebro-Tudela	642	3	214
53	Arbas	390	1	390
54	Saso de Bolea-Ayerbe	292	0	
55	Hoya de Huesca	211	0	
56	Sasos de Alcanadre	488	0	
57	Aluvial del Gállego	271	2	136

Código	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA	SUPERFICIE (km ²)	Nº DE PUNTOS	DENSIDAD (km ² /pto)
58	Aluvial del Ebro: Zaragoza	632	3	211
59	Lagunas de los Monegros	104	1	104
60	Aluvial del Cinca	271	0	
61	Aluvial del Bajo Segre	182	0	
62	Aluvial del Medio Segre	18	0	
63	Aluvial de Urgell	276	0	
64	Calizas de Tárrega	795	4	199
65	Pradoluengo-Anguiano	249	5	50
66	Fítero-Arnedillo	97	2	49
67	Detrítico de Arnedo	124	0	
68	Mansilla-Neila	199	3	66
69	Cameros	1814	1	1814
70	Añavieja-Valdegutur	416	3	139
71	Araviana-Vozmediano	114	2	57
72	Somontano del Moncayo	1311	21	62
73	Borobia-Aranda del Moncayo	166	1	166
74	Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort	1199	3	400
75	Campo Cariñena	801	7	114
76	Pliocuatrnario de Alfamén	276	6	46
77	Mioceno de Alfamén	276	9	31
78	Manubles-Ribota	451	0	
79	Campo de Belchite	1038	3	346
80	Cubeta de Azuara	381	0	
81	Aluvial de Jalón-Jiloca	82	0	
82	Huerva-Perejiles	762	1	762
83	Sierra Paleozoica de Ateca	749	0	
84	Oriche-Anadón	162	2	81
85	Sierra de Miñana	198	2	99
86	Páramos del Alto Jalón	2295	6	383

Código	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA	SUPERFICIE (km ²)	Nº DE PUNTOS	DENSIDAD (km ² /pto)
87	Gallocanta	223	4	56
88	Monreal-Calamocha	747	5	149
89	Cella-Ojos Monreal	867	5	173
90	Pozondón	153	3	51
91	Cubeta de Oliete	1215	9	135
92	Aliaga-Calanda	1861	6	310
93	Alto Guadalope	118	0	
94	Pitarque	530	2	265
95	Alto Maestrazgo	863	2	432
96	Puertos de Beceite	645	3	323
97	Fosa de Mora	583	2	292
98	Priorato	300	0	
99	Puertos de Tortosa	203	1	203
100	Boix-Cardó	294	1	294
101	Aluvial de Tortosa	67	2	34
102	Plana de la Galera	358	2	179
103	Mesozoico de La Galera	358	2	179
104	Sierra de Montsiá	95	1	95
105	Delta del Ebro	343	1	343
Sin masa asignada			3	
Totales		54.751	228	240

La densidad media es de un punto cada 240 km² de superficie adscrita a las masas de agua subterránea definidas, siendo la 24 Bureba con 1 punto cada 28 km² la de mayor densidad y la 68 Cameros con 1 punto cada 1.814 km² la de menor densidad.

Para las masas que no hay ningún punto de control, se encuentra en avanzado estado de ejecución la construcción de sondeos en una nueva fase del Proyecto de Construcción de Sondeos para la Adecuación de Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro.

Todos los puntos pertenecientes a la red oficial de control y seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro disponen de una ficha identificativa del punto con un formato preestablecido por el MARM. Se ha considerado conveniente incorporar una ficha de acceso y otra piezométrica con el propósito de tener una mejor identificación de los puntos de control, con una información actualizada, facilitar el acceso para cualquier técnico y disponer de las principales características hidrogeológicas del punto tanto históricas como recientes.

Para complementar lo ya recogido en la ficha oficial del MARM sobre la ubicación de los puntos se ha ampliado con otra ficha de acceso que incluye la siguiente información:

- Descripción del acceso
- Imagen aérea con la ruta de acceso al punto superpuesta obtenida con GPS.
- Fotos adicionales del punto con vista general, vista de detalle, accesos, detalle de la referencia de medidas e imagen de su equipación.

Para la generación de las imágenes aéreas que se incorporan en la ficha se ha implementado un programa que obtiene las distintas capas de servicios de mapas OGC (OGC WMS), las funde en una sola imagen, añade el punto en el centro de la imagen y la barra de escala en la parte inferior izquierda. Las imágenes generadas se componen de las siguientes capas:

- Ortofoto del PNOA. Se obtiene del WMS de la IDEE <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>.
- Topónimos del IGN. Se obtiene del WMS de la IDEE <http://www.idee.es/wms/IDEE-Base/IDEE-Base>.
- Cuadrículas 1:10000 de la CHE. Se creó un WMS para servir dicha capa proporcionada en formato shapefile de ESRI.
- Rutas GPS. Proporcionada en formato shapefile e incorporada al mismo WMS que las cuadrículas.

El programa implementado para la generación de estas imágenes las genera para todos los puntos de una consulta de inventario del IPA a una determinada escala. Tanto la consulta a utilizar como la escala o el tamaño de la imagen entre otros aspectos son configurables mediante un fichero de propiedades. Todas las imágenes se han generado con un tamaño de imagen de 16cmx16cm y a escala 1:15000, exceptuando aquellos que se ha creído conveniente modificar su escala para que en la imagen apareciera algo característico para el acceso al punto.

Con los trayectos seguidos para acceder a los piezómetros, registrados con GPS, se ha elaborado una cobertura GIS en formato shapefile denominada rutasGPS2010_ED50.shp, que se adjunta en el CD de esta memoria.

Para cada punto se ha definido una nueva ficha piezométrica, que se genera desde la base de datos IPA y que incluye todos los niveles acuíferos controlados en cada punto. Esta ficha recoge la siguiente información:

- Consideraciones para la medida piezométrica: contactos necesarios, llaves y descripción de la referencia para las medidas.
- Hidrograma histórico diferenciando por colores las medidas extrapoladas de otros puntos y las obtenidas con sondas automáticas.
- Estadísticas piezométricas del control (Cotas absolutas del agua máximas y mínimas, rango de oscilación, número de medidas...)
- Encuadre hidrogeológico del punto.
- Recopilación de las medidas piezométricas realizadas en el año hidrológico en curso y el anterior.
- Información adicional del punto de control.

En el Anejo 1.1 se adjuntan las fichas de todos los puntos pertenecientes a la red piezométrica oficial del MARM.

En el Anejo 1.2 se recogen los hidrogramas de los puntos pertenecientes a la red oficial del MARM y a la red oficial gestionada por las comunidades autónomas.

En la Figura 1 se observa la situación de los puntos que conforman la red oficial de control piezométrico del MARM en 2010 sobre la delimitación de las Masas de Agua Subterránea. También se han ubicado los puntos de la red oficial gestionados por las Comunidades Autónomas y los puntos perforados entre noviembre de 2009 y noviembre de 2010 en el Proyecto de Construcción de Sondeos para la Adecuación de Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro.

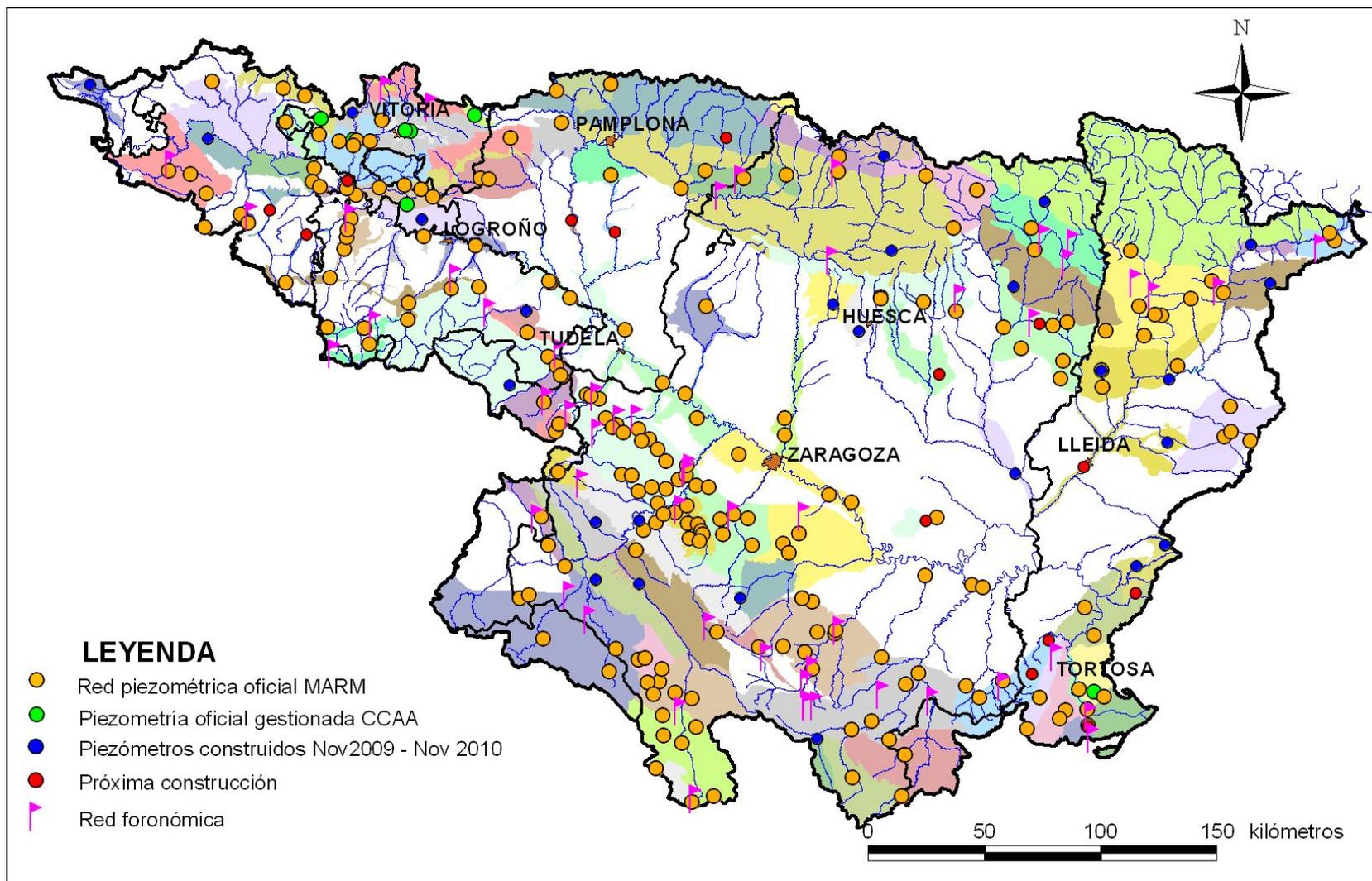


Figura 1 Mapa de situación de los puntos de las redes de control

2.2.1.4 Redes de control complementarias

Además de la red piezométrica oficial del MARM existen en la cuenca del Ebro otras redes de control que pueden ser utilizadas para conocer el estado cuantitativo de las masas de agua subterránea y que aprovecha el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, como administración competente en esta materia. Estas otras redes de control piezométrico son los siguientes:

- **Red piezométrica complementaria del MARM.** Constituida por puntos que no cumplen las condiciones para pertenecer a la red oficial, por disponer de equipo de bombeo, estar prevista su instalación o ser de titularidad privada, pero cuyo control se considera de interés. También se incluyen en esta red puntos como paso previo a su incorporación definitiva en la red oficial si su registro se considera satisfactorio. Los puntos pertenecientes a esta red son los de la Tabla 5.

Tabla 5 Puntos de la red complementaria del MARM

Numero	Cód. MARM	Nº IPA	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
1	09.602.012	2614-1-0016	624884	4624639	FUENDEJALON	Z-15 LA SIERRA	072
2	09.602.025	2616-2-0180	631717	4595344	RICLA	ESCALERUELA-1	072
3	09.704.007	2622-4-0019	649663	4479768	CELLA	TOLLO	089
4	09.802.007	2919-3-0005	726376	4535200	FOZ-CALANDA	ANDORRA II	092
5	09.822.005	2920-8-0014	737614	4506630	MORELLA	FORCALL 2006	095
6	09.804.008	3020-7-0007	752199	4510672	HERBES	BCO. ENFERRÓ	096
7	09.822.006	3021-2-0017	750881	4497501	MORELLA	MORELLA 2006	095
8	09.821.005	3220-6-0069	806480	4515429	ALDEA (L')	PISCIFACTORIA	105
9	09.821.006	3220-7-0001	810511	4512389	AMPOSTA	FINCA TEULADA	105

En el Anejo 1.3 se recogen las fichas identificativas y los hidrogramas de los puntos pertenecientes a la red complementaria del MARM en la cuenca del Ebro.

- **Medidas relacionadas con la tercera fase de construcción de sondeos.** A finales de 2006 se redactó un nuevo proyecto de obras para conseguir la plena adaptación de las redes de seguimiento a lo establecido por la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) en la demarcación hidrográfica del Ebro de modo que todas las masas de agua subterránea definidas en la cuenca dispongan de, al menos, un punto de control. Este nuevo proyecto de obras contemplaba la construcción de 35 nuevos sondeos. Debido al retraso registrado en la contratación de este proyecto su ejecución no empezó hasta noviembre de 2009. Para disponer de información piezométrica previa a la construcción de estos sondeos a partir de septiembre de 2009 se realizó el control piezométrico

en puntos próximos al emplazamiento seleccionado ya existentes y con características hidrogeológicas similares. En la Tabla 6 se detallan los puntos controlados con sus principales características de ubicación:

Tabla 6 Puntos de control piezométrico próximos a los sondeos de la tercera fase

Núm.	Nº IPA	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
1	2009-7-0025	474733	4714030	BRIVIESCA	Pozo Briviesca	43
2	2108-7-0173	502027	4727918	MIRANDA	CABRIANA TB-2	9
3	2110-1-0083	488334	4703726	CEREZO TIRON	MATAPRADO	44
4	2313-4-0011	564224	4643757	VALTAJEROS	FUENTE VIEJA	69
5	2411-6-0231	577403	4673368	QUEL	MARCUERA.	67
6	2510-1-0003	596550	4704550	MIRANDA ARGÁ	FUENTE MIRANDA.	50
7	2510-3-0006	612010	4703670	OLITE	Carricas Torres	51
8	2516-2-0070	604340	4587850	CERVERA	SONDEO RIBOTA-2	78
9	2516-4-0071	623448	4587718	PARACUELLOS	BCO. EL ARENAL	74
10	2517-8-0014	623307	4564126	FUENTES	POZO COMUNIDAD	81
11	2616-1-0077	629237	4588946	MORATA	MULARROYA	74
12	2616-5-0062	624287	4585964	FRASNO (EL)	SFD MULARROYA	74
13	2717-6-0011	665420	4560207	VILLAR	VILLAR DPZ	80
14	2811-8-0017	701516	4675676	SOTONERA (LA)	HARINERA	54
15	2821-2-0006	693780	4502887	ALIAGA	ABASTECIMIENTO	93
16	2912-1-0138	710818	4665840	HUESCA	DOUX POZO 8	55
17	3013-2-0019	745899	4648384	BERBEGAL	FTE S. GREGORIO	56
18	3013-2-0025	742756	4650860	TORRES	LACUADRADA	56
19	3016-1-0011	737499	4590110	BUJARALÓZ	Pozo 632	59
20	3016-1-0066	741989	4590857	BUJARALÓZ	POZO PROFUNDO	59
21	3114-5-0003	762686	4622478	ALBALATE	GRANJA	60
22	3119-3-0003	779615	4537398	HORTA	FONT MONTBLANC	96
23	3120-8-0022	791111	4511012	GALERA (LA)	POU BERTOMEU	102
24	3215-2-0001	801155	4611165	LLEIDA	PARTIDA RUFEA	61
25	3313-4-0013	838528	4648995	ARTESA	MANCOMUNIDAD	62
26	3314-7-0028	833076	4621826	IVARS	PARTIDA POUETS	63
27	3317-3-0037	833651	4580646	PRADES	SANAHUJA	98
28	3318-1-0151	820528	4562079	FALSET	HORT	98
29	3410-8-0009	868137	4699507	SEU D'URGELL	CAMPO FÚTBOL	35

Desde noviembre de 2009 a medida que se iban construyendo los sondeos de la última fase del proyecto constructivo se iban incorporando de forma provisional al control piezométrico. En la Tabla 7 se recogen los nuevos sondeos perforados hasta noviembre de 2010 y su ubicación puede verse en la Figura 1:

Tabla 7 Nuevos sondeos construidos por el MARM

Núm.	Nº IPA	UTM X	UTM Y	Municipio	Toponimia	Masa
1	1706-8-0017	402646	4763142	CAMPOO SUS	FONTIBRE MARM	001
2	1908-3-0010	449937	4741981	M. VALDIVIELSO	MAZORRA MARM	004
3	2107-4-0020	507794	4752402	CUARTANGO	ANDAGOIA MARM.	013
4	2209-8-0001	535763	4709916	LAGUARDIA	LAGUARDIA MARM	046
5	2411-6-0211	577470	4673266	QUEL	QUEL MARM	067
6	2413-1-0008	570862	4643914	VALDEPRADO	VALDEP. MARM	069
7	2516-2-0094	605195	4589167	CERVERA	CERVERA MARM	078
8	2516-4-0074	622708	4589857	SABIÑAN	SABIÑAN MARM	074
9	2517-6-0029	605265	4566399	MUNEBREGA	MUNÉB. MARM	083
10	2517-8-0053	622838	4564751	FUENTES	FUENTES MARM	081
11	2717-6-0014	665359	4559765	VILLAR	VILLAR MARM	080
12	2811-8-0066	700506	4675828	SOTONERA (LA)	SOTONERA MARM	054
13	2821-2-0017	693805	4502920	ALIAGA	ALIAGA MARM	093
14	2908-7-0025	720725	4734911	PANTICOSA	PANTICOSA MARM	028
15	2910-7-0009	723808	4697465	SABIÑANIGO	SABIÑÁNIG. MARM	030
16	2912-1-0128	710943	4665224	HUESCA	HUESCA MARM	055
17	3109-8-0048	785194	4716816	SESUE	SESUE MARM	034
18	3111-6-0007	772696	4682948	GRAUS	PANILLO MARM	040
19	3115-6-0016	773246	4608921	VELILLA	VELILLA MARM	060
20	3213-3-0006	807831	4649579	AVELLANES	TARTAREU MARM.	042
21	3313-7-0065	835077	4646158	ARTESA SEGRE	ARTESA MARM	062
22	3314-7-0063	834351	4621228	BELLPUIG	BELLP MARM	063
23	3317-3-0042	833296	4580262	PRADES	PRADES MARM	098
24	3317-5-0042	821947	4571934	POBOLEDA	POBOLEDA MARM	098
25	3410-8-0032	867987	4699694	SEU D'URGELL	LA SEO MARM	035
26	3511-5-0007	875415	4684507	JOSA I TUIXEN	JOSA MARM	039

En el epígrafe Planos se puede consultar la serie de mapas zonales con los puntos de control piezométrico del MARM ubicados sobre la red viaria (Plano 1 a Plano 9) y una segunda serie de mapas con los recorridos de acceso a los puntos obtenidos con GPS en una campaña de control (Plano 10 a Plano 18).

2.2.1.5 Otras redes de control piezométrico

En el ámbito de la cuenca del Ebro otras Administraciones Públicas (Comunidades Autónomas y Diputaciones Provinciales) mantienen controles piezométricos específicos para su ámbito competencial, con objetivos y requisitos diferentes a la red oficial, que pueden ser utilizados por el MARM para complementar la información disponible en estas zonas. Por ello resulta de interés conocer los puntos controlados y establecer los protocolos de intercambio de datos necesarios para mantener la información actualizada. Sólo se han incorporado a la red oficial los incluidos en la Tabla 5 por cumplimiento de los requisitos exigidos y por homogeneidad en la densidad para toda la demarcación.

En la Figura 2 se han representado sobre un mapa de la cuenca del Ebro todos los puntos pertenecientes a redes de control piezométrico existentes en la cuenca para ver su distribución y relación con la red oficial en el ámbito de las masas de agua subterránea. También se han representado con mayor detalle las redes control piezométrico existentes en las Comunidades Autónomas del País Vasco (Figura 3), Navarra (Figura 4) y Cataluña (Figura 5 y Figura 6).

De acuerdo con la información disponible las redes de control de otras Administraciones Públicas son las siguientes:

- Red de control piezométrico de la Agencia Vasca del Agua (URA). Es una red totalmente automatizada para el control piezométrico continuo quince minutario que incluye los 11 puntos en el ámbito de la cuenca del Ebro que se detallan en la Tabla 8, identificados con el número IPA, código URA y toponimia. Los datos son descargados mensualmente y pueden consultarse en la página web <http://www.telur.es/redbas/default.html>

Tabla 8 Red piezométrica de la URA

Código IPA	Cód. URA	TOPONIMIA
2107-6-0047	SP 14	SONDEO OSMA C.
2108-4-0070	SP 04	SUBIJANA 2 EVE AMVISA DFA. MORILLAS.
2207-7-0146	SP 13	PIEZÉMETRO EVE SALBURUA 1
2208-1-0106	SP 27	NANCLARES-6 EVE AMVISA DFA. CANTERAS.
2308-1-0074	SP 05	SONDEO CICUJANO A.
2209-3-0031	SP 01	LEZA-2 SONDEO/San Roman.
2308-7-0022	SP 02	Sondeo de explotación. ORBISO-2.
2307-7-0068	SP 03	Sondeo ARAIA-3
2107-6-0048	SP 16	SONDEO DE ANGOSTO MMA
2108-4-0073	SP 15	SONDEO POBES-ANUCITA MMA. ESCOMBRERA
2207-7-0138	SP 12	ARKAUTE-POZO GRANJA MODELO.

- Red de control piezométrico de la Diputación Foral de Álava. Es una red de control mensual directo de 49 puntos ubicados en la provincia de Álava y que se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9 Red piezométrica de la DFA

Código IPA	TOPONIMIA
2107-3-0027	SONDEO UNZA
2107-6-0022	SONDEO FRESNEDA
2107-6-0023	SONDEO ANGOSTO
2107-6-0024	SONDEO CARCAMO
2107-6-0025	PIEZOMETRO-I (OSMA-1)
2107-6-0026	PIEZOMETRO-II (OSMA-2)
2107-6-0027	PIEZOMETRO-III (OSMA-3)
2107-6-0028	PIEZOMETRO-IV (OSMA-4)
2107-6-0029	PIEZOMETRO-V (OSMA-5)
2107-6-0030	SONDEO OSMA, LA VENTA
2107-7-0016	SONDEO GUINEA
2107-7-0017	SONDEO ARTAZA. ABASTECIMIENTO.
2108-2-0044	SONDEO BELLOJIN-VILLAMADERNE
2108-3-0024	SONDEO ATIEGA
2108-3-0036	SONDEO BASQUIÑUELAS
2108-3-0037	SONDEO SALINAS
2108-4-0022	SONDEO MONTEVITE
2108-4-0029	SONDEO POBES
2108-4-0030	SONDEO LA SIERRA
2108-4-0033	SONDEO SUBIJANA
2108-4-0034	LOS VALEROS
2109-4-0014	SONDEO ZAMBRANA
2207-5-0011	SONDEO TRESPUENTES
2207-5-0012	HUETO-1
2207-6-0020	SONDEO ULLIVARRI VIÑA
2207-6-0021	MENDOZA I
2207-6-0022	I.N.C.
2208-1-0008	OLLAVARRE
2208-1-0092	LA LLANA. TUYO. DFA
2209-1-0047	BERGANZO I
2209-1-0048	BERGANZO II
2209-2-0026	SONDEO DFA PEÑACERRADA I
2209-3-0012	LOZA ABASTECIMIENTO LOZA-I
2209-3-0014	LAGUARDIA I
2209-3-0023	PUERTO DE HERRERA
2209-3-0024	PEÑAPARDA I
2209-3-0026	PEÑAPARDA-2
2209-3-0029	SONDEO PIPAÓN
2209-3-0030	LEZA 1 PIEZOMETRO
2209-3-0031	LEZA-2 SONDEO
2209-4-0013	VILLAVERDE I, SOLAETAS
2209-4-0014	VILLAFRIA I. LAGRAN PIEZOMETRO
2209-4-0018	VILLAFRIA I. POZO LAS LLECAS
2209-4-0019	LAGRAN II

Código IPA	TOPONIMIA
2209-4-0026	BERGON, VILLAVERDE II
2309-1-0014	BERNEDO II
2309-1-0016	NAVARRETE I
2309-1-0020	NAVARRETE II
2309-1-0050	SONDEO ANGOSTINA DFA

- Red de control piezométrico del Gobierno de Navarra. Esta red está compuesta por los 48 puntos que se recogen en la Tabla 10, aunque se desconoce con exactitud la periodicidad y método de las medidas realizadas.

Tabla 10 Red piezométrica Gobierno de Navarra

Código IPA	Denominación GN
240810008	Barindano R4
240810009	Barindano P5
240780004	Senosiain R1
251160023	Soto Cadreita
251160025	La Balsa
240740016	Baraibar R1
240810010	Barindano P6
240730002	Irañeta P3
240750004	Urbasa R3
240750007	Urbasa P10
240810004	Urbasa R1
240810005	Urbasa R8
240810006	Urbasa R6
240760008	Urbasa R9
250670018	Arraiz SC1
260930004	S-12. Cerrada Lumbier
270850004	SP-4. Foz Arbayun
250870003	Canteras. MMA
261320010	Cortes. MMA
251240001	Tudela MMA
240910010	Mendilibarri R3
240910009	Mendilibarri P2
230940001	Ancín R1
230880006	Ancín R8
230940018	L-31
230940004	Piedramillera R1
230940013	Piedramillera R2
230940012	Ancín R7
230940008	Ancín P6
230940009	Mendoza R3
230880004	Acedo R6
230880001	Acedo R2
230880002	Acedo P3
230940011	Asarta R1
230940010	Mendoza R4
230870001	Zúñiga R2

Código IPA	Denominación GN
230870002	Zuñiga P3
240740008	Iribas P3
240740010	Iribas S2
240740007	Iribas R2
240840034	Urdanoz R1
240830005	Riezu P5
230940002	Mendoza R1
250810012	Ibero P2
240740015	Baraibar P1
251030018	Beire
231040024	Mendavia
261310011	Buñuel

- Red de control piezométrico de la Agencia Catalana del Agua (ACA). Según los datos aportados por el ACA en junio de 2006 se realizaban medidas mensuales de control piezométrico en los 35 puntos de la cuenca del Ebro que se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11 Red piezométrica del ACA en 2006

Toponimia ACA	Código ACA	Municipio
Piezòmetre - Piezòmetre De Galmés	25135-0018	MIRALCAMP
Piezòmetre - Piezòmetre Poal	25168-0006	POAL, EL
Piezòmetre - Piezòmetre Tortosa (Barranc De Sant Antoni)	43155-0828	TORTOSA
Piezòmetre - Pou Ajuntament Torre Fontaubella	43115-0007	PRADELL DE LA TEIXETA
Piezòmetre - Pou La Sènia	43044-0003	SÈNIA, LA
Piezòmetre - Pozo Carretera	43117-0005	PRAT DE COMTE
Piezòmetre - S-6	43042-0022	CASTELLVELL DEL CAMP
Piezòmetre - Sgop 2 Ulldecona Pont Del Molí Nou	43156-0027	ULLDECONA
Piezòmetre - Tio Pepe 2	43004-0048	ALCANAR
Piezòmetre - U	43004-0006	ALCANAR
Piezòmetre - Ulldecona-3 (Sant Joan Del Pas I)	43156-0003	ULLDECONA
QLSub - Cr Pou La Caramella	43133-0381	ROQUETES
QLSub - Piezòmetre Paridora Del Lloro	43133-0115	ROQUETES
QLSub - Piezòmetre Solana (Pou Bertomeu)	43063-0023	GALERA, LA
QLSub - Pou 1 Tereoles	43052-0018	XERTA
QLSub - Pou 2 - Comunitat D'Usuaris Mina Dels Camps	43007-0125	ALEIXAR, L'
QLSub - Pou Abastament Pedania De Darmòs	43150-0029	TIVISSA
QLSub - Pou Ajuntament D'Amposta (Dipòsit)	43014-0257	AMPOSTA
QLSub - Pou Ajuntament De Falset (Kemlich)	43055-0174	FALSET
QLSub - Pou Ajuntament D'Ulldecona " Pou Ventalles"	43156-0041	ULLDECONA
QLSub - Pou Ajuntament El Molar (Figueretes)	43085-0004	MOLAR, EL
QLSub - Pou Ajuntament El Molar (Les Roques)	43085-0005	MOLAR, EL
QLSub - Pou Erns Müller Armin	43078-0097	MASDENVERGE
QLSub - Pou Francisco Simon Fonseca (Mas Gran)	43076-0134	MARÇÀ
QLSub - Pou Jorge Isidro Forcada Cid (Forcada 1 Y 2)	43138-0031	SANTA BÀRBARA
QLSub - Pou Juan Forcada Albella (Forcada 2)	43133-0130	ROQUETES
QLSub - Pou Masia Gil Explotaciones Agrícolas Sa	43138-0095	SANTA BÀRBARA

Toponimia ACA	Código ACA	Municipio
QLSub - Pou Matissar - Ajuntament Guiamets	43070-0008	GUIAMETS, ELS
QLSub - Pou Nou Ajuntament De Rasquera	43121-0010	RASQUERA
QLSub - Pou Núm. 6 Cervera	25152-0003	OLUGES, LES
QLSub - Pou Sat Camp Verd	43085-0026	MOLAR, EL
QLSub - Pou Ventós	43133-0098	ROQUETES
QLSub - Pz. Marçà (Descampat)	43076-0057	MARÇÀ
QLSub - Sat Pou Godall (Godall Iv-Arcis)	43068-0022	GODALL
QLSub - Vinyetes Godall 3b	43068-0008	GODALL

Según las mismas fuentes en junio de 2009 se medía la piezometría de los 17 puntos que se recogen en la Tabla 12.

Tabla 12 Red piezométrica del ACA en 2009

Toponimia	Código ACA	Municipio
Piezòmetre - Piezòmetre De Galmés	25135-0018	MIRALCAMP
Piezòmetre - Piezòmetre Poal	25168-0006	POAL, EL
Piezòmetre - Pou Ajuntament Torre Fontaubella	43115-0007	PRADELL DE LA TEIXETA
Piezòmetre - S-6	43042-0022	CASTELLVELL DEL CAMP
Piezòmetre - Sgop 2 Ulldecona Pont Del Molí Nou	43156-0027	ULLDECONA
Piezòmetre - Tio Pepe 2	43004-0048	ALCANAR
Piezòmetre - U	43004-0006	ALCANAR
QLSub - Pou 2 - Comunitat D'Usuaris Mina Dels Camps	43007-0125	ALEIXAR, L'
QLSub - Pou Abastament Pedanía De Darmòs	43150-0029	TIVISSA
QLSub - Pou Ajuntament D'Ulldecona " Pou Ventalles"	43156-0041	ULLDECONA
QLSub - Pou Ajuntament El Molar (Les Roques)	43085-0005	MOLAR, EL
QLSub - Pou Francisco Simon Fonseca (Mas Gran)	43076-0134	MARÇÀ
QLSub - Pou Matissar - Ajuntament Guiamets	43070-0008	GUIAMETS, ELS
QLSub - Pou Nou Ajuntament De Rasquera	43121-0010	RASQUERA
QLSub - Pou Núm. 6 Cervera	25152-0003	OLUGES, LES
QLSub - Pou Sat Camp Verd	43085-0026	MOLAR, EL
QLSub - Pz. Marçà (Descampat)	43076-0057	MARÇÀ

En el Anejo 1.4 se adjuntan las tablas con los datos principales de identificación y ubicación de los puntos pertenecientes a estas otras redes de control piezométrico existentes en la cuenca del Ebro.

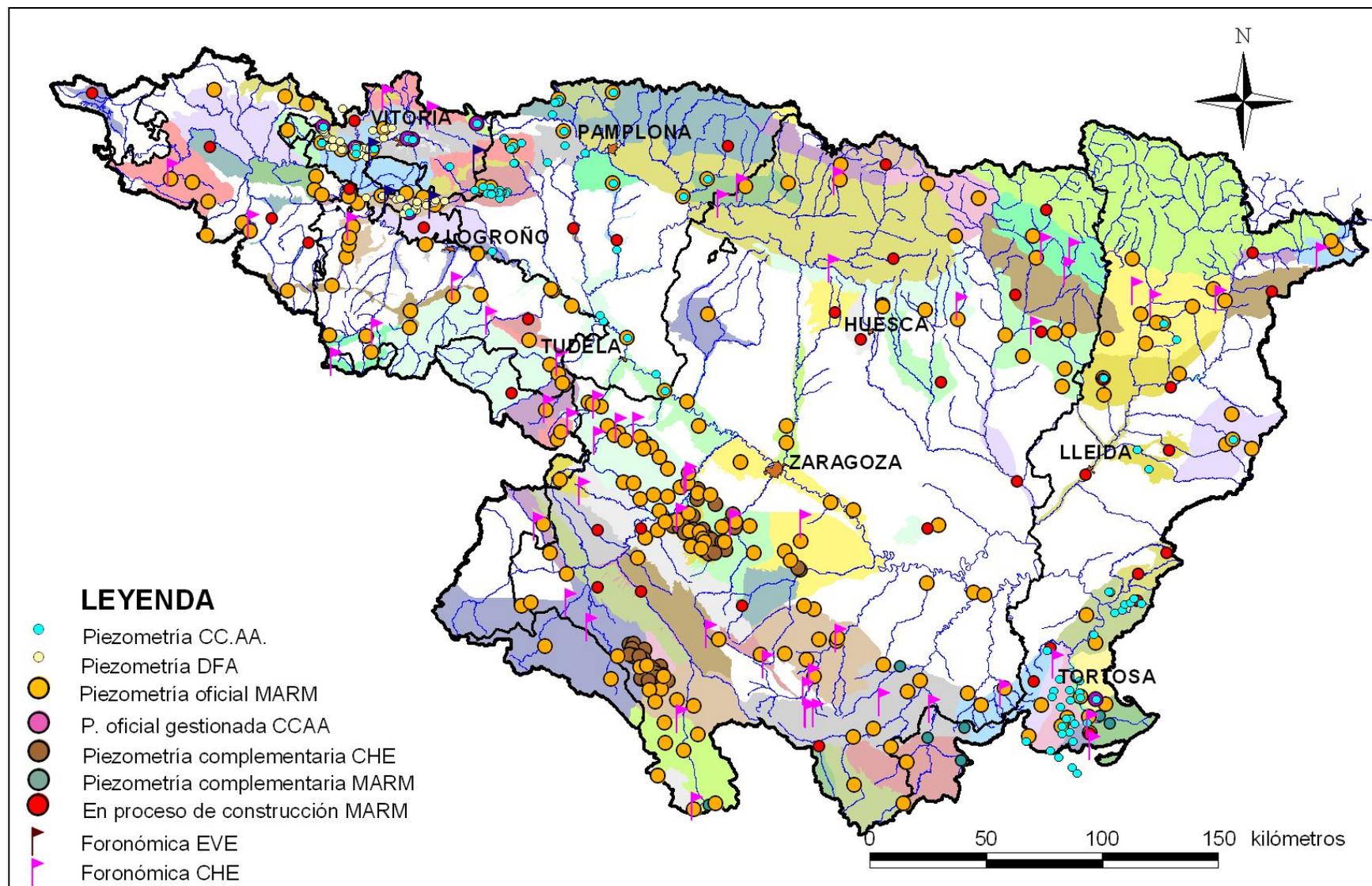


Figura 2 Redes de control cuantitativas de la cuenca del Ebro

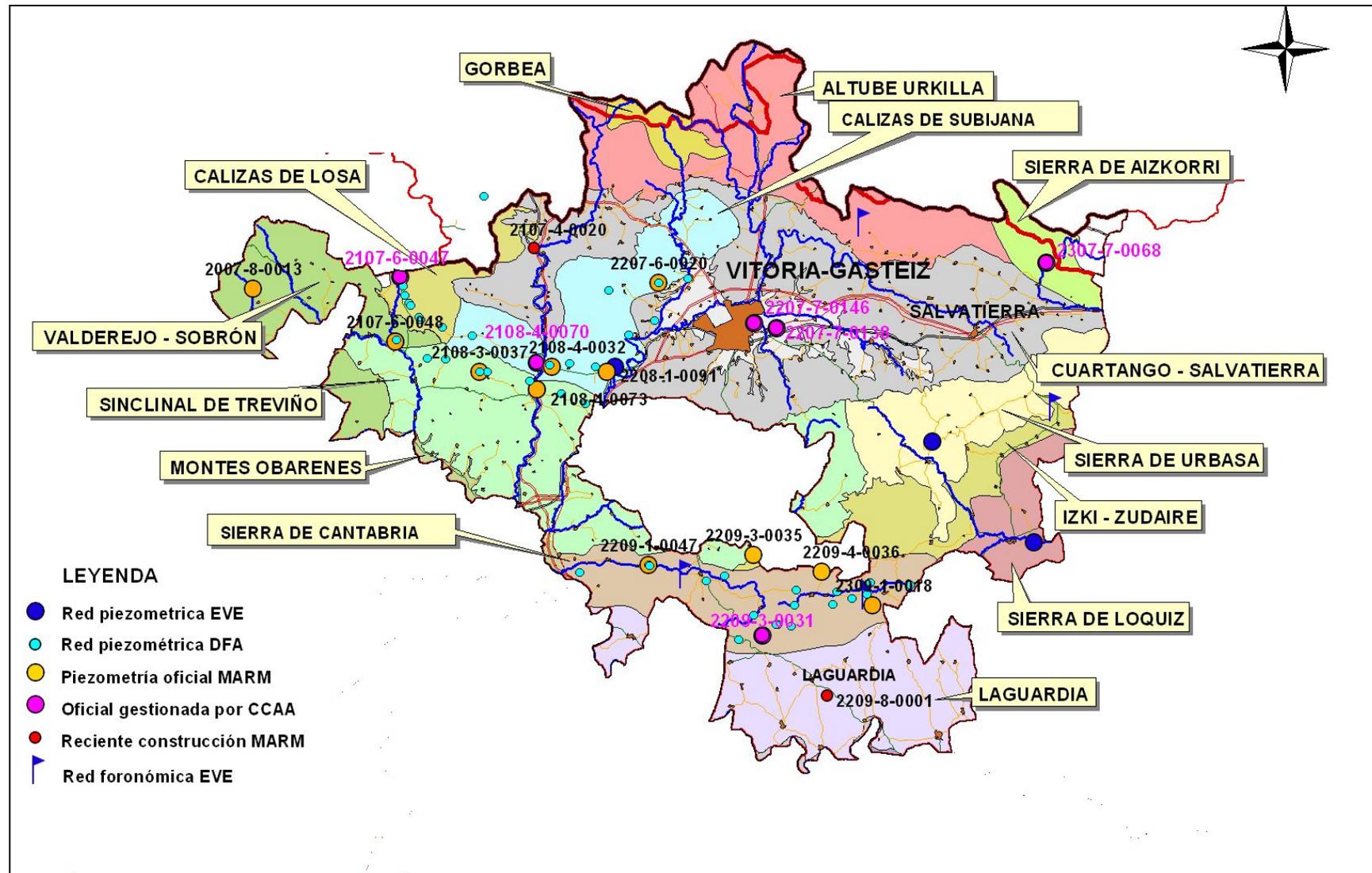


Figura 3 Redes de control cuantitativas en el País Vasco

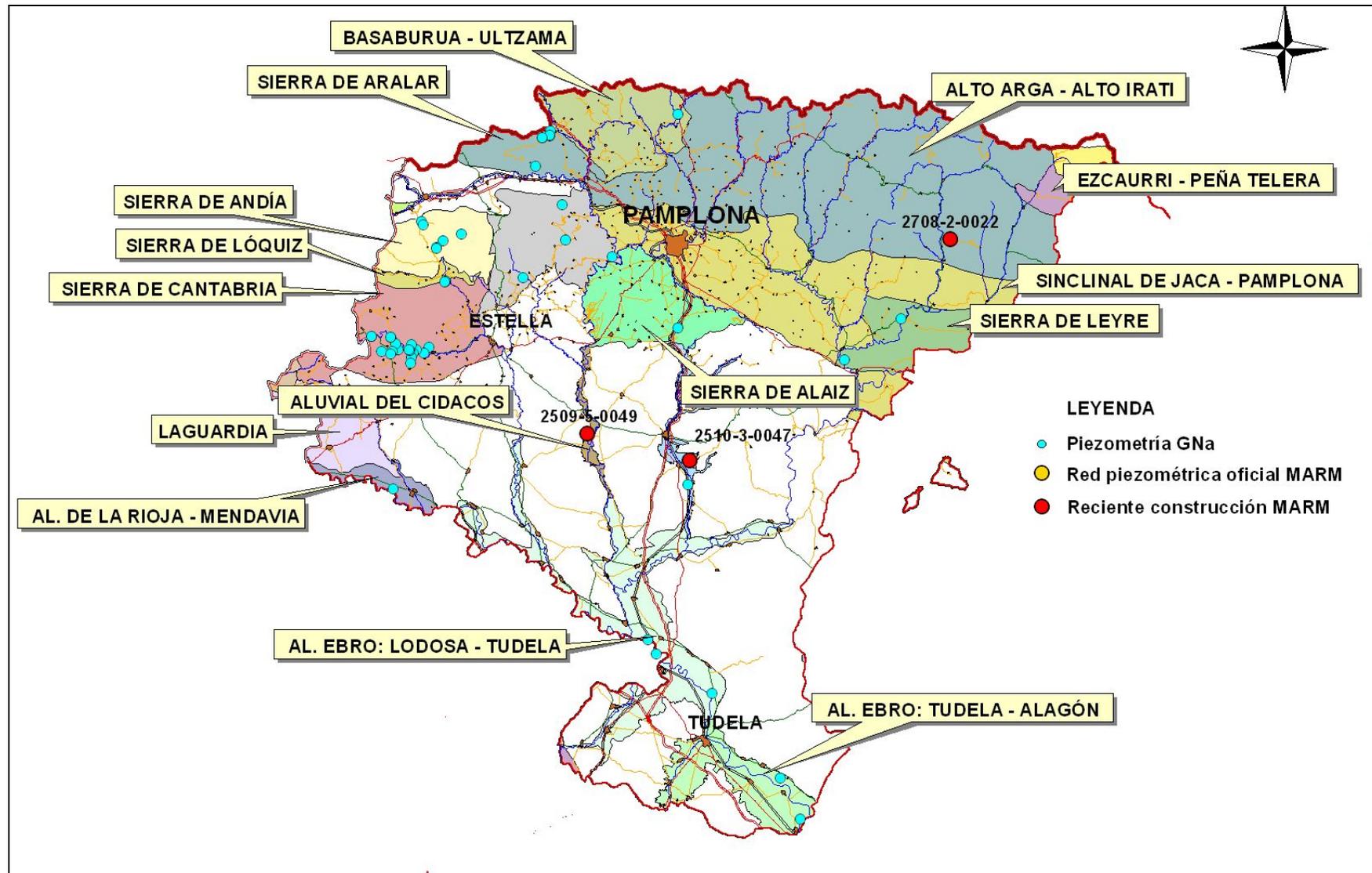


Figura 4 Redes de control cuantitativas en Navarra

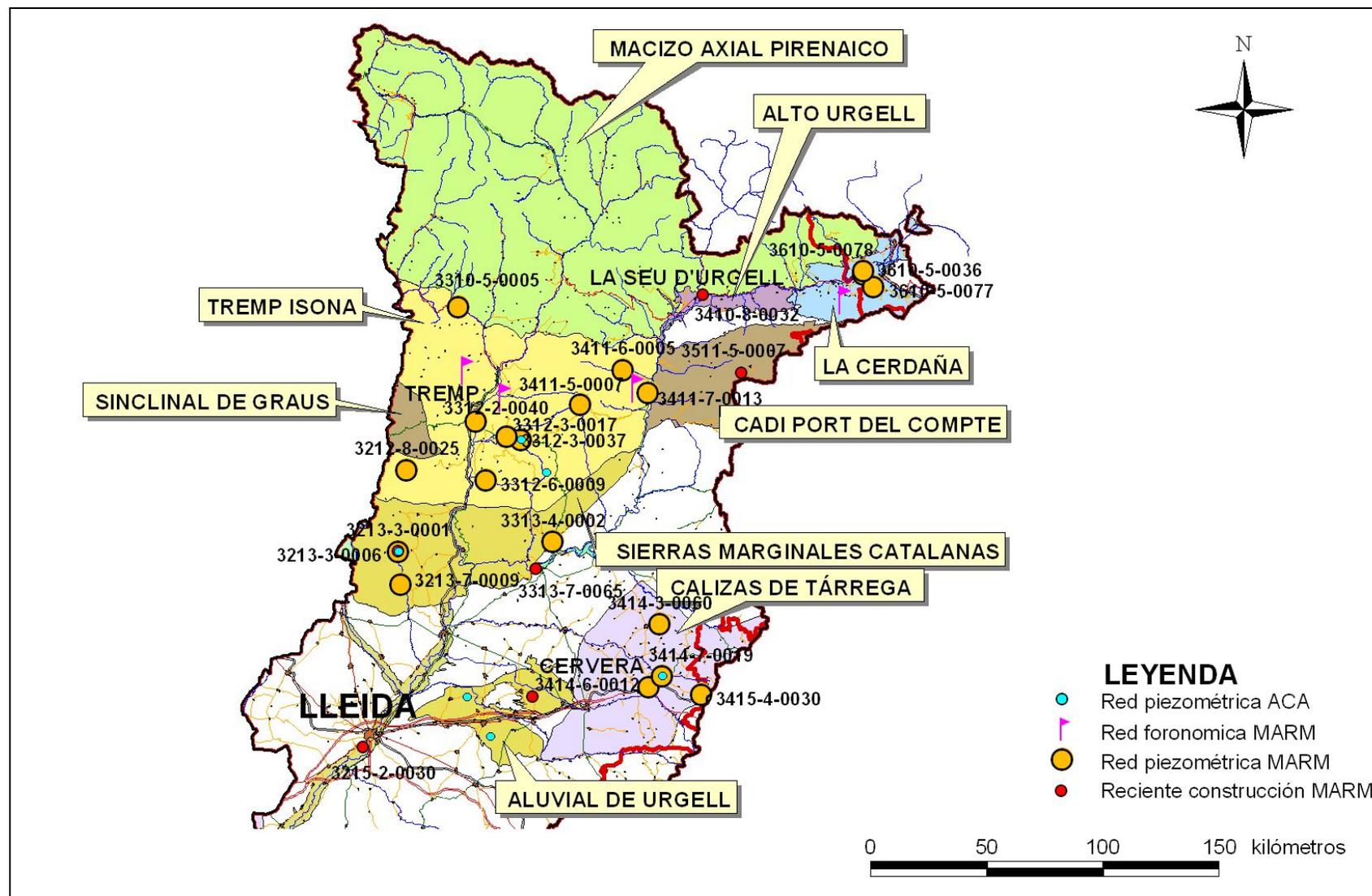


Figura 5 Redes de control cuantitativas en Cataluña (Norte)

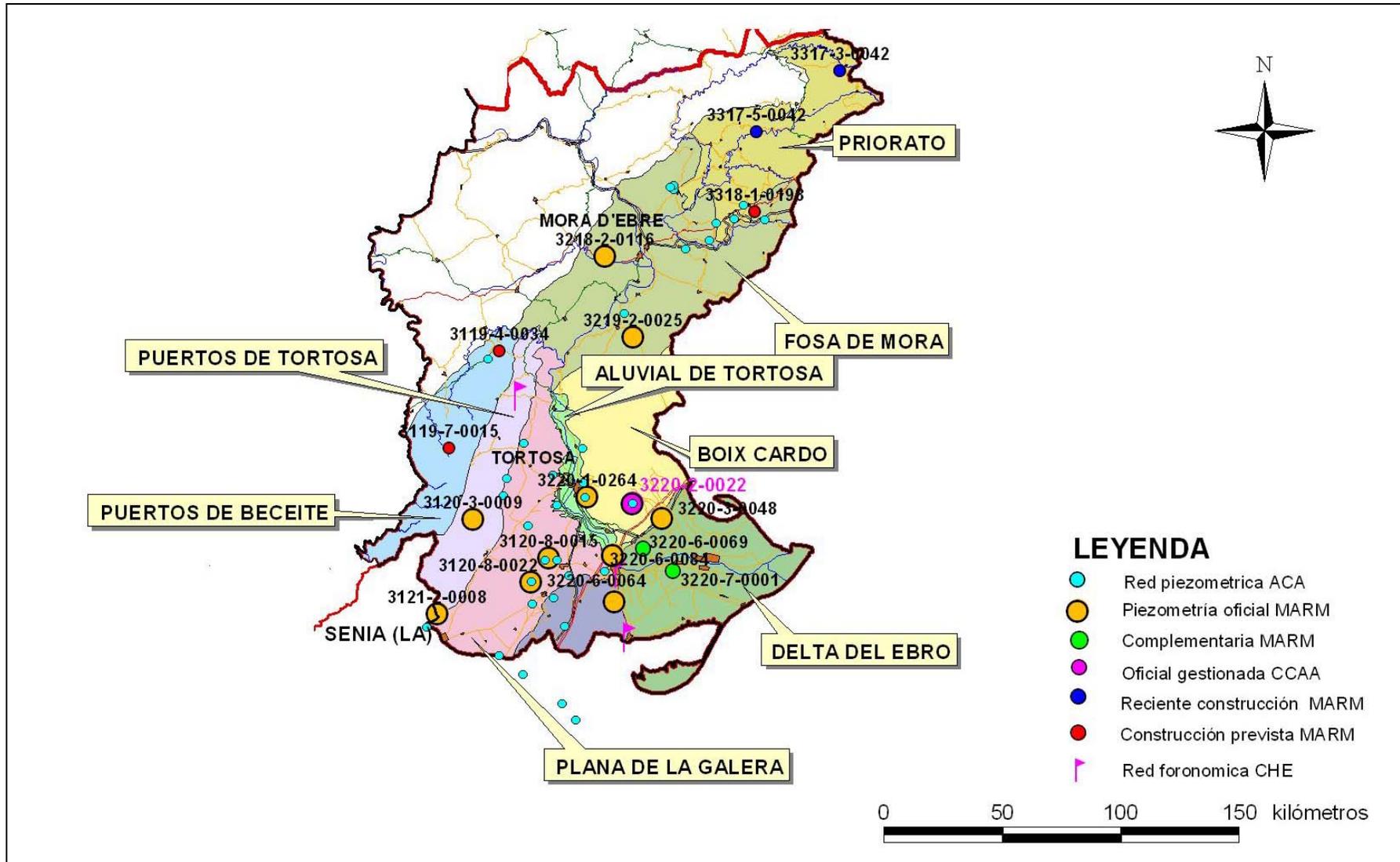


Figura 6 Redes de control cuantitativas en Cataluña (Sur)

2.2.2 RED DE CONTROL FORONÓMICO

Para conseguir complementar mejor el control del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea y disponer de una homogénea distribución del control en la demarcación, desde octubre de 2009, el control foronómico se ha realizado en 54 puntos. El propósito de esta mejora de la red foronómica ha sido el siguiente:

- Obtener datos cuantitativos de las principales descargas subterráneas de la cuenca, que no tienen ya control hidrométrico.
- Complementar el control piezométrico de las masas de agua subterránea.
- Control hidrométrico de aquellas masas sin puntos de control de piezométrico.
- Aumentar la precisión del control en las estaciones de aforo para poder registrar convenientemente el agotamiento de los aportes subterráneos tras los episodios de recarga.

En algunos casos para el correcto control de los puntos pertenecientes a la red foronómica, por ser aportes difusos a ríos o por existir derivaciones laterales, es necesario realizar aforos en más de una sección. Así para el correcto control de los 54 puntos que componen la red foronómica en realidad es necesario realizar aforos en 84 secciones. En estos casos el caudal obtenido en los aforos es implementado en la base de datos IPA de forma individualizada para cada punto de medición de caudal. El resultado de los aforos diferenciales (en caso de aportes difusos) o de la suma de los aforos necesarios (cuando no es posible controlar la sección con uno solo) se implementa en el IPA en el punto de control foronómico correspondiente. Todas las secciones asociadas a un drenaje subterráneo se han relacionado en la base de datos IPA por el tipo "aforo conjunto"

En la Tabla 13 se detallan los 54 puntos de control foronómico y todas las secciones de aforo necesarias para el adecuado control de cada punto.

Tabla 13 Red foronómica

Nº	Inventario	Toponimia	Masa
1	1908-5-0001	POZO AZUL	002
2	2009-6-0002	SANTA CASILDA, POZO BLANCO	024
3	2109-8-0241	SECCIÓN DEL RIO OJA EN CASALARREINA (Suma del 21098197 y 210980202)	045
3.1	2109-8-0197	RIO OJA AGUAS ARRIBA DEL PUENTE DE CASALARREINA	045
3.2	2109-8-0202	ACEQUIA DE LA MARGEN DERECHA RIO OJA EN CASALARREINA	045
4	2112-7-0006	ESCALA NEILA-1	068
5	2206-6-0007	CANTERA DEL GORBEA	014
6	2212-1-0016	ESCALA BRIEVA EN BRIEVA	068
7	2307-1-0025	REGATA ELGEA (CONTROLADO POR EL EVE)	015
8	2311-2-0023	LEZA DEL RIO LEZA E.A.	065

Nº	Inventario	Toponimia	Masa
9	2311-8-0011	MANANTIALES DE ARNEDILLO (Diferencial entre 231180033 y 231180031)	066
9.1	2311-8-0031	ESCALA PUENTE PEROBLASCO	069
9.2	2311-8-0033	ESCALA PUENTE SANTIAGO	066
10	2412-8-0020	BALNEARIO VIEJO. BAÑOS DE FITERO. (Diferencial entre 241280052+241280072y241280051+ 241280070+241280071)	066
10.1	2412-8-0051	RIO ALHAMA ANTES BAÑOS FITERO	066
10.2	2412-8-0070	Acequia de la margen izquierda del río Alhama aguas arriba de Baños de Fitero	066
10.3	2412-8-0071	Acequia de la margen derecha del Alhama aguas arriba de Baños de Fitero	066
10.4	2412-8-0052	RIO ALHAMA AGUAS ABAJO BAÑOS	066
10.5	2412-8-0072	Acequia de la margen izquierda del río Alhama aguas abajo de Baños de Fitero	066
11	2413-7-0034	MANANTIAL LA LAGUNA II (AÑAVIEJA). (Suma de 241370051 y 241370053)	070
11.1	2413-7-0051	CANAL DE SAN SALVADOR EN EL AZUD	070
11.2	2413-7-0053	Río Añamaza a la salida del azud del Canal de San Salvador	070
12	2413-8-0019	ESCALA CANAL CENTRAL VOZMEDIANO	071
13	2416-2-0002	DRENAJES SUBTERRÁNEOS DEL ENTORNO DEL MAN. DE SUSO	085
14	2417-8-0011	JARABA E.A. 56	086
15	2513-6-0001	OJO DE SAN JUAN. CASCO URBANO DE TARAZONA. (Suma de 251360037 y 251360047)	072
15.1	2513-6-0037	ESCALA OJO DE SAN JUAN	072
15.2	2513-6-0047	SALIDA DIRECTA AL RIO QUEILES DEL MANANTIAL OJO DE SAN JUAN	072
16	2514-2-0027	ESCALA MANANTIAL DEL PRADO	072
17	2514-3-0019	ESCALA FONNUEVA	072
18	2514-4-0074	ESCALA MANANTIAL LUCHAN	072
19	2515-1-0001	EL ESTANQUE. (LA GÜEN)	073
20	2518-1-0001	FUENTE EL MOLINO-CIMBALLA (Diferencial entre 251810031 y 251820012)	086
20.1	2518-2-0012	RIO PIEDRA AGUAS ARRIBA DE CIMBALLA	086
20.2	2518-1-0031	RIO PIEDRA PUENTE CRTA. A CIMBALLA, AGUAS ABAJO	086
21	2615-3-0012	OJOS DE PONTIL. EL MÁS ALTO	072
21.1	2615-3-0075	ESCALA A. ACEQUIA DE CAULOR.	072
21.2	2615-3-0076	ESCALA PONTIL B. ESCALA DEL PONTIL (Controlado por la Comisaría)	072
22	2615-3-0079	ESCALA FUENTE OSCURA (TOROÑEL)	072
23	2616-3-0318	ESCALA LA NAVA	075
24	2618-8-0006	FUENTE DEL CAÑIZAR	084
25	2620-3-0001	OJOS DE MONREAL El resultado de 262030055+262030057+(262030056-262070067)	089
25.1	2620-3-0055	AZUD DE LOS OJOS DE MONREAL. COMPUERTA LATERAL	089
25.2	2620-3-0056	ESCALA OJOS MONREAL (JILOCA VIEJO)	089
25.3	2620-3-0057	ESCALA OJOS MONREAL (ACEQUIA)	089
25.4	2620-7-0067	ESCALA OJOS MONREAL (ANTES). PUENTE DEL VADILLO	089
26	2622-3-0001	FUENTE DE CELLA (Suma de 262230045, 262230048 y 262230049)	090
26.1	2622-3-0045	ESCALA CANAL MAYOR	090
26.2	2622-3-0048	ESCALA CANAL DEL LAVADERO	090
26.3	2622-3-0049	ESCALA CANAL DEL MATADERO	090
27	2708-7-0006	LAVADERO SALVATIERRA DE ESCA	031
28	2709-1-0003	PUNTO DE AFORO MANANTIAL TIERMAS	031
29	2716-2-0004	LA VIRGEN DE MUEL (Suma de 271620040, 271620063, 271620064 y 271620065)	075
29.1	2716-2-0040	ESCALA MANANTIAL DE MUEL	075
29.2	2716-2-0063	SOBRADERA MANANTIAL DE MUEL	075
29.3	2716-2-0064	MANANTIAL DE MUEL. SALIDA MOLINO	075
29.4	2716-2-0065	Manantial de Muel. Canalillo con rejilla.	075
30	2719-3-0038	AGUASVIVAS AGUAS ABAJO DE BAÑOS DE SEGURA	084

Nº	Inventario	Toponimia	Masa
		(Se le suma al 271930038 el 271930039 y 271930040)	
30.1	2719-3-0039	Acequia baja de la escala del Batan	084
30.2	2719-3-0040	Acequia alta Escala del Batan	084
31	2808-8-0012	ESJAMUNDO	027
32	2810-8-0002	ERMITA DE LA TRINIDAD	033
33	2816-2-0001	ERMITA VIRGEN DE LA MAGDALENA (Controlado por Comisaría de Aguas)	079
34	2818-8-0001	BAÑOS DE ARIÑO-1 (Diferencial entre 281880013 y 281880006)	091
34.1	2818-8-0006	ESCALA AGUAS ARRIBA MANANTIAL. PUENTE ARIÑO	091
34.2	2818-8-0013	ESCALA AGUAS ABAJO MANANTIALES	091
35	2819-6-0014	AFORO DIFERENCIAL MARTIN ENTRE OBON Y PEÑARROYAS (Diferencial entre 281960008+281960009 y 281960007)	091
35.1	2819-6-0007	ESCALA MARTIN PEÑARROYAS	
35.2	2819-6-0008	ESCALA MARTIN EN OBON	091
35.3	2819-6-0009	ACEQUIA DE LA MARGEN DERECHA RIO MARTÍN EN OBÓN	091
36	2820-2-0001	MANANTIAL DE PALOMAR DE ARROYOS. ERMITA DEL SALVADOR.	092
37	2820-2-0002	MERENDERO DE PALOMAR DE ARROYO	092
38	2820-2-0003	FUENTE LOS ANCHOS	092
39	2920-2-0001	FUENTE DE SALZ	092
40	3011-7-0002	FTE DE LECINA (Diferencial entre 301170018 y 301170017)	033
40.1	3011-7-0017	Aforo aguas arriba de la Fuente de Lecina	033
40.2	3011-7-0018	Aforo aguas abajo de la Fuente de Lecina	033
41	3020-1-0006	EA31-ZORITA	092
42	3110-4-0010	FUENTE DE SAN PEDRO. AGUAS CALDAS. Fuentes de Lleret (Diferencial entre 311040026 y 311040027)	037
42.1	3110-4-0026	SECCION AGUAS ABAJO DE LA FUENTE DE SAN PEDRO	037
42.2	3110-4-0027	SECCIÓN AGUAS ARRIBA DE LA FUENTE DE SAN PEDRO	037
43	3112-4-0023	AFORO MANANTIAL PUIGVERT	041
44	3119-4-0017	BORDÁS, ESCALA DESPUÉS MANANTIALES PAULS SECCION AFOROS PISCINA NATURAL	099
45	3120-1-0027	(Suma de 312010026, 312010028 y 312010042)	096
45.1	3120-1-0026	BECEITE E.A. 52	096
45.2	3120-1-0028	ESCALA ACEQUIA BECEITE	096
45.3	3120-1-0042	Acequia margen izquierda estación aforos Beceite	096
46	3210-6-0006	MANANTIALES DE OBARRA (Diferencial entre 321060005 y 321060004)	037
46.1	3210-6-0004	CONGOSTO DE OBARRA (ENTRADA)	037
46.2	3210-6-0005	CONGOSTO DE OBARRA (SALIDA)	037
47	3211-2-0001	FUENTE DE SAN CRISTOBAL (Diferencial entre 321120004 y 321120003)	037
47.1	3211-2-0003	ISABENA AGUAS ARRIBA MANANTIAL DE SAN CRISTOBAL	037
47.2	3211-2-0004	ISÁBENA AGUAS ABAJO MANANTIAL DE SAN CRISTOBAL	037
48	3212-5-0028	AFORO MANANTIAL EL PILÓN. (FUENTE REDONDA)	041
49	3220-6-0073	ACEQUIA DE LÉXCORTXADOR EN AMPOSTA	104
50	3221-2-0134	CANAL DEL ESCORTXADOR EN SAN CARLOS RAPITA	104
51	3311-1-0001	FUENTE DE RIVERT	038
52	3311-7-0001	FONT DE LAO	038
53	3411-6-0002	FUENTE BORDONERA	038
54	3510-8-0002	LA FOU DE BOR	036

El control foronómico del punto 230710025 es gestionado por la Agencia Vasca del Agua (URA).

En todas estas secciones además del caudal se mide la conductividad, temperatura del agua y la temperatura del aire. La cadencia general de medidas es mensual con las siguientes excepciones por el predominio de la componente superficial del caudal de agua que enmascara los aportes subterráneos:

- El control de los aportes subterráneos a los ríos de La Rioja (puntos IPA 210980024, 231120023, 231180011 y 241280020) se realiza con una cadencia bimestral entre los meses de noviembre y abril.
- Los aportes subterráneos al río Isábena (puntos 321060006 y 321120001) no se realizan entre diciembre y abril.

Todas las secciones y puntos de aforo se encuentran inventariadas en la base IPA de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

En la Figura 1 se puede observar la situación de las secciones de aforo sobre la delimitación de las Masas de Agua Subterránea. En el epígrafe Planos se pueden consultar la serie de mapas zonales con los puntos de control foronómico del MARM ubicados sobre la red viaria (Plano 18 a Plano 25).

Con los aforos de la margen derecha del Ebro se controlan en el tramo burgalés las importantes surgencias del Pozo Azul de Covanera, Pozo Blanco de Santa Casilda y Manantial de la Cueva de Neila; en el tramo riojano se incluye el Nacedero de Brieva de Cameros, los drenajes del acuífero aluvial cuaternario al río Oja en Casalarreina y los aportes subterráneos de la denominada franja móvil mesozoica de la Demanda y Cameros a los ríos Leza, Cidacos y Alhama. En el sector soriano y aragonés se controlan varios aportes subterráneos importantes que orlan el macizo del Moncayo (Añavieja, Vozmediano, Ojo de San Juan en Tarazona, El Prado en Añón, Fuennueva en Bulbuenta y Luchan en Borja). También siguiendo por la margen derecha la red de aforos incluye los principales aportes del frente de la Cordillera Ibérica en su tramo aragonés (Manantiales del Pontil, Toroñel, Muel, Mediana y Baños de Ariño) y otros internos de la cordillera (El Estanque en Aranda del Moncayo, Fuente del Cañizar en Cucalón, Baños de Segura, Palomar de Arroyos, Obón, Fuente del Salz en Castellote, Zorita del Maestrazgo y Parrizal de Beceite). En la zona del Bajo Ebro se controlan los manantiales de Pauls, y el Canal del Escorchador que rompe la piezometría del Delta del Ebro y vierte los aportes al Ebro y al mar en Amposta y Sant Carles de la Rapita respectivamente. En la cuenca alta del Jalón se aforan los aportes subterráneos al río Piedra en Cimballa, al Mesa en Jaraba, y entorno del manantial de Suso en Deza; en la cuenca del Jiloca los Ojos de Monreal y la Fuente de Cella. Por último se controlan las descargas del acuífero pliocuaternario de Alfamén en la Fuente de la Nava en La Almunia de Doña Godina.

Por la margen izquierda en el tramo vasco la Agencia Vasca del Agua (URA) realiza el control foronómico de la Regata Elgea que caracteriza la hidrometría subterránea de la masa Altube Urkilla. Para disponer de un punto de control cuantitativo en la masa de agua subterránea Gorbea en marzo de 2010 se empezó a controlar el arroyo alimentador de los embalses de Gorbea.

En el tramo aragonés de la margen izquierda el control foronómico se realiza en el Lavadero de Salvatierra de Esca, Balneario de Tiermas (cuando el embalse de Yesa desciende lo suficiente como para ser aforado), descarga del karst de Esjamundo en Villanúa, Manantial de la Ermita de la Trinidad en El Rasal y Fuente de Lecina. En el extremo oriental de Aragón se controlan los aportes subterráneos al río Isábena en el Monasterio de Obarra y Manantial de San Cristóbal, la Fuente de San Pedro en las faldas del Pico Turbón, la Fuente Redonda en Estopiñan y el manantial de Puigbert en Benabarre. En la zona catalana empezaron a aforar las descargas subterráneas más importantes (Font de Lao, Bordonera y Fou de Bor).

En la Figura 7 se puede observar el número y porcentaje de puntos de aforo por dominio hidrogeológico de la cuenca del Ebro.

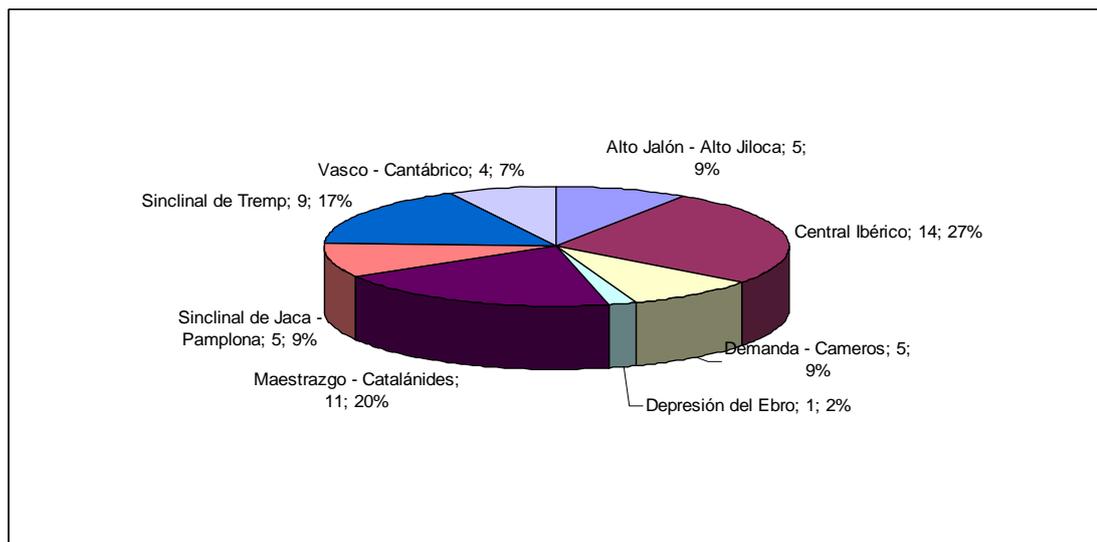


Figura 7 Distribución de los puntos de control foronómico por dominios hidrogeológicos

En el Anejo 2.1 se recogen las fichas de los puntos pertenecientes a la red foronómica del MARM y en el Anejo 2.2 los hidrogramas de las secciones con control foronómico.

La única red de control foronómico autonómica o provincial activa en la actualidad es la de la URA. Se trata de una red totalmente automatizada para el control de caudal continuo quince minutorio que incluye 7 puntos en el ámbito de la cuenca del Ebro. Al igual que la red piezométrica los datos son descargados mensualmente y

pueden consultarse en la página web <http://www.telur.es/redbas/default.html>. En la Tabla 14 se recogen los puntos de aforo incluidos en esta red.

Tabla 14 Red foronómica (URA)

EVE	Nº Inventario	Toponimia	Masa
SA21	2107-6-0054	ESTACIÓN OSMA 1 (AGUAS ABAJO)	010
SA22	2107-6-0055	ESTACIÓN OSMA 2 (AGUAS ARRIBA)	010
SA04	2208-1-0107	MANANTIAL DE NANCLARES	011
SA13	2307-1-0025	ARROYO UGUARANA O REGATA ELGEA	015
SA01	2209-2-0052	ESCALA E.A. INGLARES EN PAYUETA.	022
SA02	2309-1-0005	FUENTE EL SOTO - MANANTIAL DE BERNEDO	022
SA05	2308-3-0080	AFORO MANANTIAL ZARPIA.	017

3.-MEDIDAS REALIZADAS

3.1.- MEDIDAS DE NIVEL PIEZOMÉTRICO

En la Tabla 15 se resume el número de medidas piezométricas anuales realizadas en los puntos de las diferentes redes de control descritas anteriormente entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010. Según esta tabla se han realizado 9.667 medidas piezométricas.

Tabla 15 Número de medidas piezométricas anuales por red

Red de control de los puntos	2006	2007	2008	2009	2010	Nº medidas
Red oficial MARM en noviembre de 2010	338	2009	2083	2140	1965	8.535
Red complementaria del MARM	12	60	72	84	77	305
Eliminados red oficial de 2006 a 2010	28	119	60	18	4	229
Construidos recientemente (3ª Fase)					155	155
Incorporados previos a 3ª fase				97	346	443
Total						9.667

Las medidas piezométricas se han efectuado con sonda hidronivel eléctrica, o con manómetro en el caso de surgencias, y en todos los puntos la cadencia fue mensual. Los datos mensuales obtenidos han sido puntualmente remitidos al MARM a principios del mes siguiente, en formato digital adecuado, permitiendo su incorporación periódica en sus bases de datos y la elaboración y publicación de los correspondientes boletines hidrológicos.

En el Anejo 1.5 se recogen todas las medidas piezométricas realizadas en este trabajo clasificadas por la pertenencia de los puntos a las distintas redes descritas. En el Anejo 1.6 se adjunta el *Procedimiento normalizado de trabajo (PNT): Medida de nivel piezométrico* y la *Instrucción Técnica (IT): Sonda hidronivel* donde se detallan los procedimientos seguidos para la realización de las medidas piezométricas y los aparatos utilizados.

3.2.- MEDIDAS DE AFORO DE CAUDAL

En la Tabla 16 se resume el número de medidas anuales de aforo de caudal, realizadas en los puntos de la red de control foronómico entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010. Según esta tabla se han realizado 1.947 medidas de caudal.

Tabla 16 Número de medidas de caudal anuales

Red de aforo del MARM	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Medidas	61	445	411	508	522	1947

Las medidas foronómicas se han realizado con un cadencia general mensual (con las excepciones citadas anteriormente) y preferentemente con molinete buscando secciones apropiadas para el método, y localizadas convenientemente para registrar los aportes subterráneos. En algunos casos el aporte subterráneo se mide de forma directa o bien se deduce de la realización de aforos diferenciales en ríos. Los molinetes utilizados para la realización de los aforos han sido medidores digitales de velocidad de corriente de agua marca Flow Probe.

Cuando las secciones no son apropiadas para el uso de molinetes (flujo turbulento), o el excesivo caudal impide al operador realizarlo, se ha considerado necesario la utilización del aforador químico SALINOMAD ETRELEC.

El resultado de los aforos, incidencias, observaciones y actualizaciones de información de los puntos de aforo también se han implementado periódicamente en la base de datos IPA de la Oficina de Planificación Hidrológica.

En el Anejo 2.1 se adjuntan las fichas de las 101 secciones donde se deben realizar los aforos de caudal para el correcto control de los puntos pertenecientes a la red foronómica y en el Anejo 2.2 los hidrogramas de estos últimos. En el Anejo 2.3 se recoge el listado del resultado de todos los aforos realizados desde noviembre de 2006 a noviembre de 2010. En el Anejo 2.4 se adjunta el *Procedimiento normalizado de trabajo (PNT): Medición de caudal de agua* y la *Instrucción Técnica (IT): Medidor de velocidad de agua digital* donde se detallan los procedimientos seguidos para la realización de las medidas de caudal y los aparatos utilizados.

4.-INCIDENCIAS, ACONDICIONAMIENTOS Y MANTENIMIENTO

Durante el desarrollo del trabajo se han producido en los puntos de control piezométrico de la red oficial del MARM las incidencias, acondicionamientos y mantenimientos indicados en la Tabla 17, sin considerar la incorporación de puntos por nueva construcción o eliminación por sustitución que ya se han citado anteriormente.

Cabe destacar el equipamiento de algunos sondeos de la red de control piezométrico con instalaciones automáticas con diversos sensores. Tras el equipamiento se han seguido realizando mediciones mensuales para verificar el funcionamiento de la instalación, documentar los cambios de referencia, evidenciar posibles derivas en el registro...

Durante la realización de las campañas de medida se han realizado algunas tareas rutinarias de mantenimiento del estado y protección de los puntos de control como sustitución de caudales, acondicionamiento de cierres, limpieza de accesos y entorno del brocal, engrase de bisagras de las arquetas, quemado de mechas de azufre para evitar proliferación de insectos, etc.

Tabla 17 Incidencias, acondicionamientos y mantenimientos en puntos de la red piezométrica oficial

Nº IPA	Toponimia	Incidencias/acondicionamiento/mantenimiento
1906-8-0023	HORNILLALASTRA MMA. CAMINO A CORNEJO.	Acondicionado para el SAIH
1908-5-0009	TUBILLA MMA. CEMENTERIO.	Acondicionado para el SAIH
1908-6-0012	MORADILLO MMA.	Acondicionado para el SAIH
1909-3-0011	CERNEGULA MMA. LOS CASARES	Acondicionado para el SAIH
1909-7-0008	LA MOLINA DE UBIERNA. QUIÑONES MMA.	Acondicionado para el SAIH
2006-8-0003	QUINCOCES MMA. CAMINO DEL RELLOSO.	Acondicionado para el SAIH
2007-8-0013	LA PRESA DE LOS ALEMANES. SONDEO LAHOZ.	Instalado equipo de bombeo
2009-5-0012	QUINTANAURRIA MMA. 09.124.02	Aguas Santolín instaló Datta logger en junio de 2007
2009-6-0013	GALBARROS MMA. ARROYO DEL DIABLO. 09.124.03	Obturado tras introducir piedras atadas a una cuerda. Se intentó desatascar con arpón pescador manual pero se quedó atrancado.
2011-4-0003	GARGANCHON-3 SGOP	Acondicionado para el SAIH
2107-1-0007	BARRIGA "CUESTA LA RIVA" MMA	Acondicionado para el SAIH
2107-6-0047	SONDEO OSMAC. EVE SP14	Control continuo EVE
2107-6-0048	SONDEO DE ANGOSTO MMA	Control continuo EVE
2108-4-0070	SUBIJANA 2 EVE AMVISA DFA.	Control continuo EVE
2108-4-0073	SONDEO POBES-ANUCITA MMA. ESCOMBRERA	Control continuo EVE
2109-2-0007	SONDEO AMEYUGO	Cubierto ocasionalmente en diciembre de 2006
2109-4-0062	SAN JUAN DEL MONTE MMA. 09.104.02	Acondicionado para el SAIH
2110-3-0368	IGME VIA DEL TREN-1 POLIGONO: 33	Instalación de tapa de alcantarilla por acondicionado de la vía verde
2110-4-0344	IGME BAÑARES-2	El Gobierno de Las Rioja colocó arqueta
2110-4-0542	IGME CASTAÑARES	Acondicionado para el SAIH
2111-3-0068	EZCARAY - 1. PARQUE DE MAQUINARIA.	Cortes sucesivos del brocal por las obras de la ETAP
2207-7-0138	ARKAUTE-POZO GRANJA MODELO. POZO HUERTA	Control continuo EVE
2207-7-0146	PIEZÓMETRO EVE SALBURUA 1(SP13)	Control continuo EVE
2310-3-0056	AGONCILLO MMA.	Acondicionado para el SAIH
2411-3-0018	CALAHORRA MMA.	Acondicionado para el SAIH

Nº IPA	Toponimia	Incidencias/acondicionamiento/mantenimiento
2412-2-0028	VILLARROYA MMA. EL ESPEJAL. Pol 7 Parc 389	Acondicionado para el SAIH
2415-4-0005	CIRIA MMA. CAÑA LOS POZOS	Acondicionado para el SAIH
2506-7-0018	Arraiz SC1	Problemas de medida habituales
2511-5-0036	RINCON DE SOTO MMA. LA RECUEJA.	Acondicionado para el SAIH
2513-5-0017	TARAZONA MMA. MONTE "EL CIERZO"	Acondicionado para el SAIH
2515-8-0008	MESONES DE ISUELA BARRANCO, CASTILLO	Instalación de arqueta antivandálica
2613-2-0044	CORTES MMA	Construcción de sustituto (261320050) en 2010 por quedar en medio de una finca tras la concentración parcelaria
2615-3-0091	09.601.04 EPILA MMA BARRIO DE LA AZUCARERA	Sustitución de manómetro para mayor precisión
2615-6-0077	EL PINTAO.	Instalación de arqueta antivandálica
2616-2-0249	RICLA MMA. POLÍGONO 19 PARCELA 50	Acondicionado para el SAIH
2709-3-0017	SALVATIERRA DE ESCA MMA	Acondicionado para el SAIH
2716-7-0010	BARRANCO DE LAS POZAS	Instalado equipo de bombeo
2719-4-0011	POZO NUEVO DPTe PLOU	Problemas de medida habituales
2808-8-0024	VILLANUA MMA. CASCO URBANO	Acondicionado para el SAIH
2821-8-0046	FORTANETE MMA. CAMINO MASÍA DEL PINARILLO	Acondicionado para el SAIH
2911-7-0012	SONDEO PIEZOMÉTRICO SGOP	Data logger instalado por IGME en 2010
2911-7-0013	PIROTÉCNIA. POZO SGOP	Data logger instalado por IGME en 2010
2916-1-0003	SONDEO COOPERATIVA PINA 1	Revestimiento acequia colindante
2920-5-0001	OMBRIA CAMPANALES CUEVAS DE CAÑART MMA.	Acondicionado para el SAIH
3009-4-0010	REVILLA MMA	Obturado a unos 155 m
3112-2-0001	SGOP OLVENA-1	Acondicionado para el SAIH
3212-1-0020	SONDEO AYUNTAMIENTO-ITGE	Problemas de medida habituales por caer agua de un nivel superior
3312-2-0040	TREMP MMA	Sustitución de manómetro para mayor precisión
3312-6-0009	LLIMIANA MMA	Acondicionado para el SAIH y surgencia descontrolada
3610-5-0078	SANAVASTRE MMA	Instalación de dispositivo desmontable para poder medir niveles por encima del brocal

Por deterioro o imposibilidad de continuar realizando la medida piezométrica en ellos, los siguientes puntos han dejado de pertenecer a la red de control oficial y por tanto ya no aparecen en la tabla anterior:

- 210760025 Osma I. Obstruido.
- 240840034 Urdanoz R1. Brocal destruido por deslizamiento de tierras.
- 260760002 Nagore S5. Inundado por el embalse de Itóiz.
- 311940009 Barranco Prat de Compte (Tarragona). Han desmontado la tubería piezométrica y no se puede medir.

Algunas de las incidencias recogidas en la tabla requieren actuaciones para que se pueda seguir realizando el control piezométrico o que este se realice en las debidas condiciones. A continuación se detallan las incidencias y se describen las posibles actuaciones:

1.- En el punto 200960013 GALBARROS MMA se detectó en junio de 2007 que estaba obturado a unos 110 m. En el registro videográfico realizado por la empresa constructora del sondeo el 20-3-2008 se comprobó que el sondeo tenía un tapón de

cuerdas que alguien ajeno a la construcción y al control de niveles había introducido; el 10 de abril de 2008 se extrajeron las cuerdas y piedras anudadas en su extremo mediante un arpón pescador manual y siguió el control piezométrico sin problemas. En octubre de 2008 debido al descenso de niveles se comprobó que el sondeo tenía otra obturación a mayor profundidad. El 12 de agosto de 2009 se volvió a intentar desatascar el sondeo con métodos manuales pero no fue posible y además se quedó atrancado en el sondeo el arpón pescador y la cuerda con la que se descendió. Por lo visto no es posible desatascar este sondeo con métodos manuales y por tanto será necesario utilizar una máquina de perforación que sea capaz de extraer el arpón pescador que quedó atrancado y desatascar la obturación localizada a unos 120 m.

2.- El punto 211130068 se ha visto afectado por las obras de construcción de la ETAP del Sistema de abastecimiento del Oja Tirón promovidas por Aguas de la Cuenca del Ebro S.A. Estas obras han modificado la rasante del suelo en torno al sondeo lo que ha obligado a sucesivos cortes y añadidos de la tubería de revestimiento del sondeo que han modificado la cota de la referencia del nivel piezométrico. Todos los cambios están medidos y datados e implementados en la base de datos IPA para que el cálculo de las cotas absolutas del nivel piezométrico sea el correcto para el historial de control. En noviembre de 2010 todavía se están desarrollando las obras de la ETAP por lo que puede haber más cambios en la cota de la referencia que será necesario documentar.



3.- El 211030368 IGME VÍA de Santo Domingo se vio afectado por la conducción del Sistema de abastecimiento del Oja Tirón promovidas por Aguas de la Cuenca del Ebro S.A. En el acondicionamiento definitivo de la vía verde de 2010 se tapó el sondeo y tras notificarlo a la promotora se acondicionó el brocal con una tapa de alcantarilla. El cierre de la tapa de alcantarilla está estropeado por lo que se solicitó su reparación. En noviembre de 2010 seguía estropeado el cierre aunque es posible abrir la tapa.



4.- El punto 250670018 ARRAIZ SC1 es un sondeo geotécnico que suele dar problemas para realizar la medición probablemente por ser un sondeo inclinado y además carecer de tubería de revestimiento. Esta previsto su acondicionamiento por el MARM en la tercera fase del proyecto de construcción de sondeos.

5.- El sondeo 261320044 CORTES MMA se ha visto afectado por las obras de concentración parcelaria llevadas a cabo por Riegos de Navarra en el término municipal de Cortes (Navarra). El cese del riego durante 2009 ha afectado al control piezométrico y con la nueva delimitación de parcelas el sondeo ha quedado ubicado en medio de una finca. Para atender la reclamación del nuevo propietario de la parcela Riegos de Navarra acometió la construcción de un nuevo sondeo y piezómetro anexo que tras el correspondiente periodo de solape de medidas sustituirá a los originales 261320044 y 261320046. Los nuevos sondeos tienen el número IPA 261320050 y 261320051 y fueron construidos bajo las directrices de la Confederación Hidrográfica del Ebro con la asistencia técnica de Zeta Amaltea S.L. Tras la construcción de los sondeos se realizó un ensayo de bombeo en el punto 261320050 controlando los niveles en el punto de bombeo y en el 261320051 y se tomaron dos muestras de agua para su análisis químico. En el Anejo 3 se puede consultar el informe de la construcción de los sondeos, ensayo de bombeo y análisis químico del agua.



6.- En los puntos 261660091 EPILA MMA y 331220040 TREMP MMA, equipados desde su construcción con cierre para surgencia y manómetro, se ha sustituido el manómetro por uno nuevo de mayor precisión marca BAUMER BOURDON-HAENNI S.A.S. de acero inoxidable de 63 mm de diámetro, con rango de 0 a 2,5 bares y con precisión de los indicativos de 0,02 bares.

7.- En el punto 271670010 Barranco de las Pozas se ha instalado un equipo de bombeo en el pozo que por el momento no ha impedido seguir controlando la piezometría. Si se intensifican los bombeos sería recomendable construir un nuevo sondeo en la zona.

8.- En el punto 271940011 POZO NUEVO DPTe PLOU son habituales los problemas de medida por el mal estado de la tubería de revestimiento. La única solución sería realizar una entubación en PVC por el interior del sondeo.

9.- En los puntos 291170012 y 291170013 el IGME ha instalado en 2010, de forma temporal, sendos Data logger tipo DIVER para el control de niveles piezométricos por lo que durante este periodo las medidas directas las realizará el mismo personal del IGME para evitar daños en los sensores.

10.- La acequia que discurre al lado del sondeo 291610003 en 2006 fue revestida de hormigón lo que ha influido considerablemente en el registro piezométrico posterior de este punto.



11.- Desde noviembre de 2007 no se han podido medir niveles piezométricos en el sondeo 300940010 REVILLA MMA por debajo de 152 m ya que como se comprobó en el registro videográfico realizado por la empresa constructora el 26-3-2008 existe un tapón de rocas a esa profundidad. El 22 de octubre de 2008 se intentó desatascar el sondeo manualmente mediante el golpeo con un tricono pero fue imposible por lo que será necesario utilizar una máquina de perforación.

12.- En el punto 321210020 SONDEO AYUNTAMIENTO-ITGE son habituales los problemas para realizar la medición del nivel piezométrico por la abundante caída de agua al sondeo desde un nivel superior. La única solución sería realizar una entubación en PVC por el interior del sondeo.

13.- En el sondeo LLIMIANA MMA, perforado en la primera fase del proyecto de construcción de sondeos la piezometría ha registrado un continuo ascenso de niveles hasta llegar a ser surgente en mayo de 2010. Previamente el 23 de marzo de 2010 para la incorporación de este punto en el SAIH se había instalado un cierre de control de surgencia SEBA para evitar la salida de agua del sondeo y poder medir niveles por encima de la superficie topográfica. En mayo de 2010, tras la conversión en surgente del sondeo, se observó que la arqueta del sondeo estaba llena de agua y deprimiendo el nivel de agua se puso de manifiesto que la tapa SEBA actuaba perfectamente pero el sondeo perdía agua por el espacio anular debido a problemas con el sellado mediante hormigón. En agosto de 2010 se comprobó que el caudal de surgencia es muy pequeño por lo que se puede deprimir con una pequeña bomba. Una primera posible actuación es deprimir el nivel bombeando en el sondeo y sellar la base del interior de la arqueta con algún tipo de resina impermeable que evite la fuga de agua.

14.- El sondeo 361050078, como se preveía antes de su perforación, registra largos periodos de surgencia. A pesar de la instalación de cierre de surgencia y debido a la escasísima presión el manómetro instalado no era capaz de registrarla. Se diseñó un dispositivo desmontable para poder prolongar la tubería del sondeo por encima del brocal y de esta forma poder medir el nivel midiendo la altura alcanzada por la columna de agua. De esta forma se han podido medir los niveles con mayor precisión desde diciembre de 2009.



15.- Todos los puntos que se indica en la Tabla 17 "Acondicionados para el SAIH" se encuentran en un pequeño recinto vallado, al que se accede por una puerta con una candado de llave común para todos, y disponen de una tubería piezométrica de PVC de 50 mm de diámetro por donde se deben realizar las medidas con sonda hidronivel para no dañar lo sensores instalados. Tras la instalación de la tubería piezométrica la referencia de las medidas ha cambiado al nuevo brocal de PVC y la diferencia de medida con la antigua referencia se implementó en la base de datos IPA en febrero de 2010. Para el debido control piezométrico continuo de aquellos sondeos con posibilidad de ser surgentes se les instaló en el brocal un cierre tipo Top piece SEBA. Esto ha evitado las surgencias incontroladas en el sondeo de Hornillalastra (IPA 190680023) y Moradillo de Sédano (IPA 190860012).



5.-VALORACIÓN DE RESULTADOS

5.1.- MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS

En el informe de 2009 se realizó un análisis de los datos piezométricos correspondientes a los años hidrológicos 2006-2007, 2007-2008y 2008-2009; a continuación se analizan los datos piezométricos del año hidrológico 2009-2010.

Para tener una visión de las pluviometrías registradas en el periodo 2009 - 2010 en la Figura 8 y Figura 9 se muestran los yetogramas de valores mensuales acumulados, correspondientes a los años naturales 2008 y 2009 respectivamente, para tres estaciones pluviométricas de la red SAIH expresivas de la evolución general registrada en la cuenca. Se trata de las estaciones de Canfranc (Pirineo central), Urrúnaga (al norte de Vitoria) y Santolea (Ibérica central). También incluyen la precipitación media acumulada registrada durante todo el periodo de medidas en que cada estación ha operado.

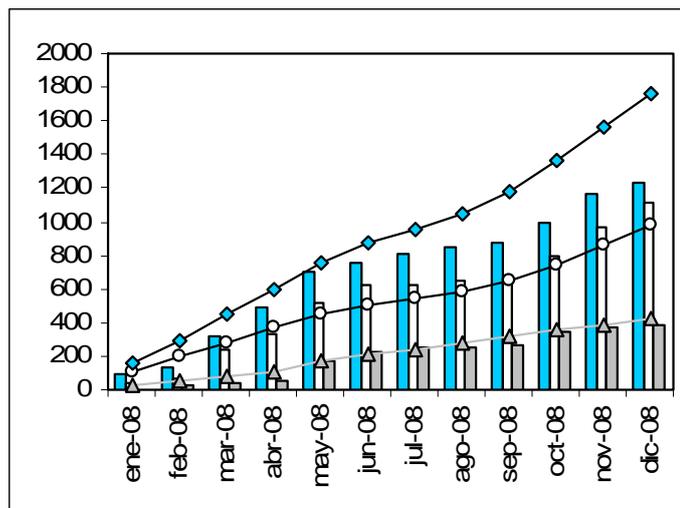


Figura 8: Precipitaciones mensuales acumuladas correspondientes al año 2008 (barras) y al año promedio de la serie (líneas y símbolos), para las estaciones de Canfranc (barra y rombo azules), Urrúnaga (barra y círculo blancos) y embalse de Santolea (barra y triángulo grises). Valores en mm.

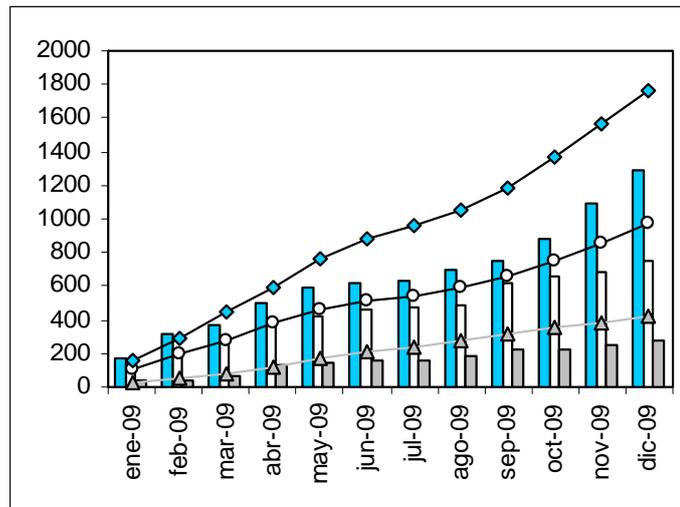


Figura 9: Precipitaciones mensuales acumuladas correspondientes al año 2009 (barras) y al año promedio de la serie (líneas y símbolos), para las estaciones de Canfranc (barra y rombo azules), Urrúnaga (barra y círculo blancos) y embalse de Santolea (barra y triángulo grises). Valores en mm.

Se pueden tomar algunos puntos de control como característicos de la respuesta de la piezometría a las precipitaciones en diferentes áreas de la Cuenca del Ebro:

El punto 2107.60047 está situado en la zona alavesa y mostró una tendencia al agotamiento en 2009 con una fuerte recarga momentánea en enero de 2010 a la que sigue un nuevo descenso hasta abril y mayo de 2010 en los que registra sus máximos históricos para esos meses. El 2010 continúa con valores mínimos durante el verano. Este punto tiene un marcado nivel de base en estiaje por su proximidad a las descargas al río Tumecillo en Osma. La Figura 10 resume su comportamiento con la evolución de los años correspondientes (línea azul) entre los valores máximos y mínimos mensuales de toda la serie (barras negras).

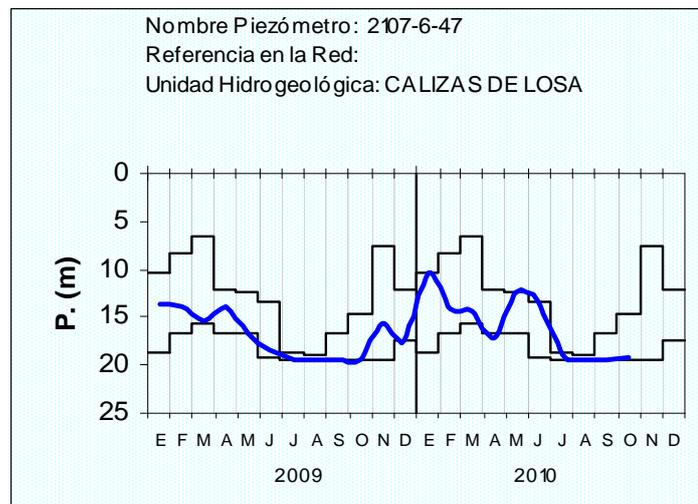


Figura 10: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 210760047 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie.

El punto 2309-1-18, situado en la Sierra de Cantabria, mostró sendas recuperaciones en 2009 y 2010 alcanzando los máximos en febrero y marzo respectivamente. Al máximo de febrero de 2009 le siguió un agotamiento que se prolongó hasta noviembre y tras los altos niveles de enero a marzo de 2010 se registro un nuevo descenso hasta noviembre de 2010. La Figura 11 resume su comportamiento.

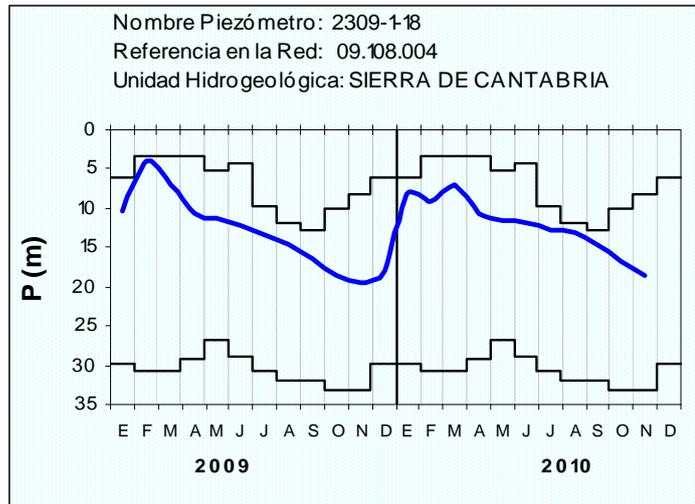


Figura 11: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 230910018 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie.

En la zona oriental aragonesa el 3213.50005, situado en la Ribagorza, como se observa en la Figura 12, tras una fuerte recuperación en la primavera de 2009 ha seguido con una tendencia al descenso de niveles exceptuando unos ligeros repuntes en febrero y julio de 2010.

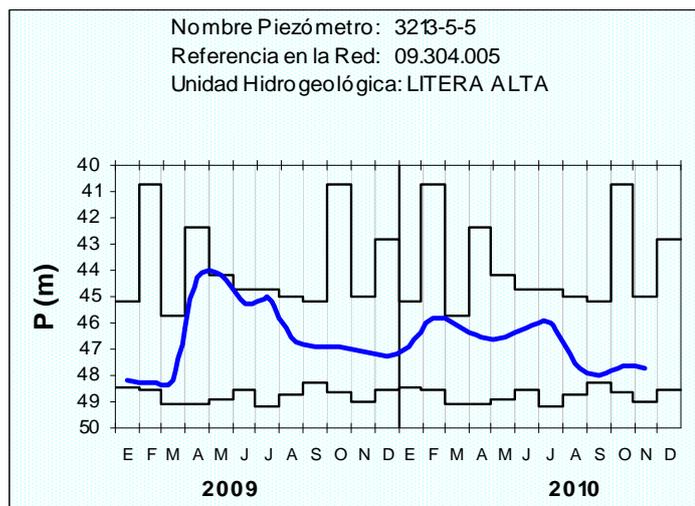


Figura 12: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 321350005 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie.

En la zona central de la margen derecha de la cuenca los niveles continúan la situación de mínimos históricos, debido a la intensa explotación de los recursos subterráneos en determinadas zonas. Lo dicho se manifiesta especialmente en el 2616-8-106 que registra los niveles del acuífero detrítico terciario del Mioceno de Alfamén sometido a una fuerte explotación, aunque con un ligero remonte en la primavera de 2009. La Figura 13 resume su comportamiento.

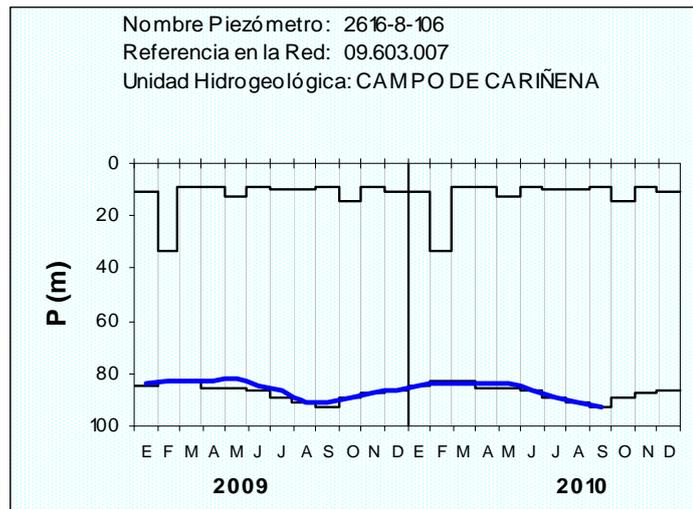


Figura 13: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 261680106 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie.

En el 2614-5-7, situado en el somontano del Moncayo, ha seguido durante el 2009 y 2010 con unos niveles medios con respecto a los promedios mensuales. La Figura 14 resume su comportamiento.

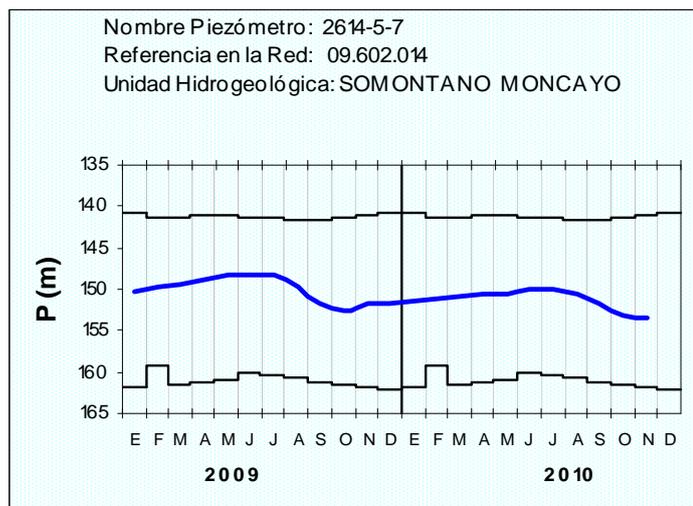


Figura 14: Niveles registrados en 2009 y 2010 en el piezómetro 321350005 y los valores extremos máximos y mínimos mensuales de toda su serie.

En resumen, del control piezométrico registrado durante los últimos años se deduce que, tras un periodo marcadamente seco que comenzó en el 2001 y se prolongó durante el primer semestre del año 2002, que llevo en algunos puntos a niveles históricamente bajos, siguió un periodo de recuperación de niveles. Esta tendencia, especialmente patente durante los primeros meses del 2003 y sobre todo de 2004, culminó con máximos históricos en los registros de muchos de los acuíferos de la cuenca al final del primer trimestre de 2004. Las escasas precipitaciones registradas en la Cuenca del Ebro, a excepción del tramo alto del río, en el año hidrológico del 2004/2005 y generalizadas en el 2005/2006 truncaron la clara tendencia a la recuperación de niveles piezométricos que se tradujo en un progresivo descenso desde valores relativamente elevados. En la primavera de 2007 se registro una tendencia general en la cuenca a la recuperación de niveles a la que siguió un periodo de agotamiento generalizado hasta final de 2008, exceptuando la primavera de 2008 en la parte alta de la cuenca. Los años 2009 y 2010 se han caracterizado por unos periodos muy puntuales de recarga en otoño o primavera seguidos por unos periodos de estiaje muy secos que se han traducido en un generalizado descenso de niveles hasta valores medios.

El Índice de Estado permite conocer el estado de recarga de los acuíferos controlados en comparación con el historial de medidas de cada punto, que será tanto mayor cuanto más se aproxime al valor de 1. Con el Índice de Estado del mes Septiembre de 2010, con respecto a la serie de medidas de los meses de septiembre, se ha obtenido el valor promedio para cada una de las masas de agua subterránea.

En la Figura 15 se puede observar el estado de las masas de agua subterránea de la cuenca del Ebro en Septiembre de 2010 por el valor promedio del índice de estado de sus puntos de control. Se han diferenciado las masas y los puntos de control por su índice de estado inferior a 0,35, superior a 0,65 o entre estos dos valores. En el caso de masas superpuestas se representa el estado de las inferiores (Mioceno de Alfamén y Mesozoico de La Galera).

Comparando los índices de estado de las masas en Septiembre de 2009 y Septiembre de 2010 se han obtenido las diferencias de Índices de Estado de las masas. En la Figura 16 se han diferenciado las masas de agua subterránea según hayan aumentado su nivel de recarga (Diferencia de índices de estado de +1 a +0,35), se mantenga sensiblemente igual (Diferencia de índice de estado entre +0,35 y -0,35) o haya disminuido (Diferencias de índices de estado de -0,35 a -1) entre 2007 - 2008 y 2008 - 2009. Se puede observar que la mayoría de las masas de agua subterránea en

2010 están igual o con mayores de reservas que en 2009 a excepción de las masas de Valderejo – Sobrón e Izki – Zudaire con menos reservas.

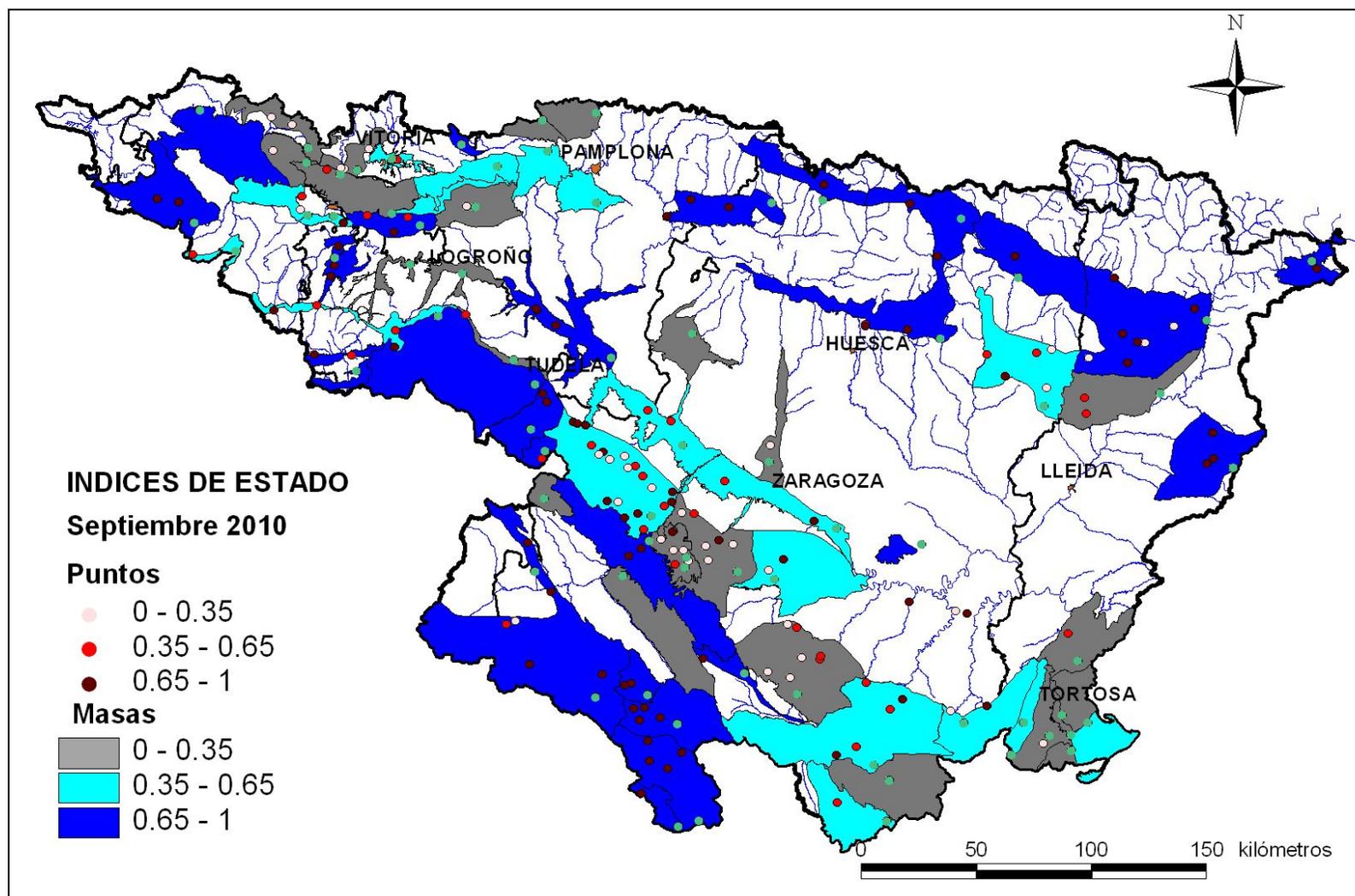


Figura 15 Índices de estado en septiembre de 2010

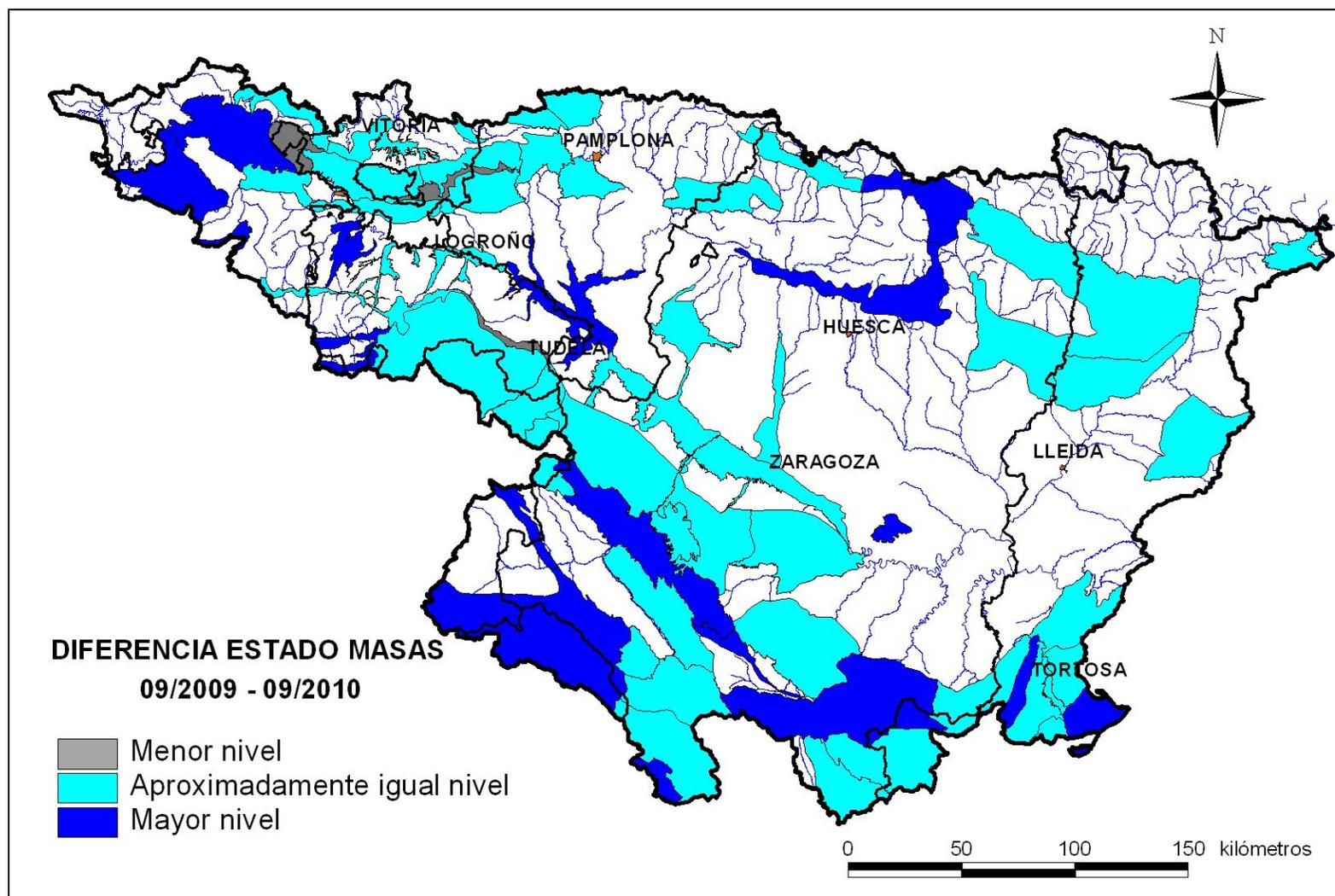


Figura 16 Diferencia de Índices de estado entre septiembre de 2009 y septiembre de 2010

5.2.- MEDIDAS FORONÓMICAS

La red foronómica permite disponer de forma directa de datos de caudal de descarga de aguas subterránea en determinados puntos, bien manantiales o tramos de río, como respuesta al estado de recarga del acuífero con el que se relacionan. La tradicional falta de agua que se ceba principalmente en la margen derecha ha hecho que el control inicialmente se haya concentrado principalmente en esta margen.

Del análisis de los hidrogramas de los puntos que se han venido controlando de forma más o menos continuada hasta septiembre de 2010, que se adjuntan en el Anejo 2.2, puede concluirse lo siguiente:

- El Pozo Azul de Covanera (IPA 190850001) es una descarga cárstica que presenta grandes caudales en época lluviosa (se han llegado a medir 4.710 l/s) a los que sigue un fuerte agotamiento con un mínimo de 34 l/s en octubre de 2010.
- El manantial del Pozo Blanco de Santa Casilda (IPA 200960002) es también una descarga cárstica que incrementa considerablemente su caudal en época lluviosa (se han llegado a medir 560 l/s en enero de 2010) a los que sigue un fuerte agotamiento con un mínimo de 15 l/s en diciembre de 2009.
- La sección del río Oja en Casalarreina (IPA 210980241) refleja claramente la estacionalidad en el funcionamiento hidrogeológico del acuífero aluvial del Oja. Las puntas primaverales dependen de las precipitaciones caídas, especialmente en forma de nevadas, en la Sierra de la Demanda y los caudales de base del final del verano son constantes en torno a 300 l/s, aunque en los dos últimos años han estado en torno a los 400 l/s.
- El manantial de la Cueva de Neila (IPA 211270006) es una descarga cárstica que incrementa considerablemente su caudal en época lluviosa (se han llegado a medir 1.289 l/s en marzo de 2010) a los que sigue un fuerte agotamiento con un mínimo de 19 l/s en agosto de 2010.
- Para tener un punto de control cuantitativo en la masa de agua subterránea Gorbea en marzo de 2010 se empezó a controlar el arroyo alimentador de los embalses de Gorbea (IPA 220660007). Se ha registrado una oscilación de caudal entre 116 l/s (marzo de 2010) y el total agotamiento en octubre de 2010.
- La Regata Elgea o Arroyo Uguarana (IPA 230710025), controlado de forma continua por el EVE, recoge diversas surgencias cársticas que incrementan considerablemente su caudal en época lluviosa (el EVE ha llegado a registrar

caudales medios diarios de 1.715 l/s en enero de 2010) a los que sigue un fuerte agotamiento con un mínimo de 17 l/s en agosto de 2010. Este punto es el único control cuantitativo de la masa de agua subterránea Altube Urkilla.

- El caudal registrado en la estación de aforos del río Leza en Leza de Río Leza (IPA 231120023) en época de estiaje procede en su totalidad de la surgencia del manantial del Restauro ya que el río va seco aguas arriba. Debido a la escasa sensibilidad del control hidrológico se decidió realizar aforos directos para tener un mejor registro de los aportes subterráneos. Aunque el periodo de control es muy escaso se ha observado un caudal de base en agosto de 2010 de 93 l/s.
- Los aportes subterráneos al río Cidacos en Arnedillo (IPA 231180011) se controlan mediante aforos diferenciales aguas arriba (Puente de Peroblasco) y aguas abajo (Puente de Santiago) de Arnedillo con un claro aporte subterráneo creciente cuanto mayor es el caudal circulante por el río. Se observa un caudal de base de aproximadamente 85 l/s, aunque en 2009 fue de 17 l/s y 48 l/s en agosto de 2010.
- Los aportes al Río Alhama en Baños de Fitero (IPA 241280020) registran un comportamiento similar al Cidacos en Arnedillo, con un aporte subterráneo de base de aproximadamente 150 l/s, aunque las malas secciones de aforo impiden precisarlo. En el año 2009 este caudal de base fue de unos 19 l/s y 127 l/s en octubre de 2010.
- Los aportes de los manantiales de Añavieja (IPA 241370034) al Añamaza se controlan en el azud del Canal de San Salvador en Dévanos. Hasta el 2004 se derivaba por el azud toda la surgencia pero la Confederación Hidrográfica del Ebro obligó al mantenimiento de un caudal ecológico por el río por lo que desde ese año se mide el canal y el río aguas abajo del azud. El caudal registra estacionalidad con un caudal de base entre 150 y 200 l/s. En 2010 el caudal de base en agosto fue de 210 l/s.
- El nacedero de Vozmediano (IPA 241380019) ha registrado picos de caudal decrecientes en mayo de 2007, junio de 2008, enero de 2009 y febrero de 2010 a los que ha seguido un agotamiento que le ha llevado a caudales de base de 670 l/s en 2009 y 543 l/s en agosto de 2010.
- Las surgencias que se producen en el entorno del manantial de Suso en Deza se controlan de forma conjunta en una acequia (IPA 241620002). Aunque el periodo de control es muy escaso se han registrada caudales que oscilan entre 35 y 61 l/s.

- El caudal registrado en la estación de aforos nº 56 del río Mesa en Jaraba (IPA 241780011) en época de estiaje procede en su totalidad de las surgencias subterráneas de Jaraba ya que el río va seco aguas arriba. Debido a la escasa sensibilidad del control hidrológico se decidió realizar aforos directos para tener un mejor registro de los aportes subterráneos. Aunque el periodo de control es muy escaso se ha observado un caudal de base en noviembre de 2009 de 1088 l/s y de 1.499 l/s en agosto de 2010. Los caudales máximos tienen una componente principalmente superficial.
- El Ojo de San Juan en Tarazona (IPA 251360001) tras su tendencia al descenso, que se prolongó hasta finales de 2007 y que llevo a caudales de 100 l/s, registró un espectacular incremento de caudal en la primavera de 2008 alcanzando 400 l/s y, a excepción de agosto de 2009, se ha mantenido por encima de los 250 l/s hasta octubre de 2010.
- El manantial de El Prado en Añón (IPA 251420027) también ha registrado suaves picos de caudal (abril y diciembre de 2007, junio 2008, febrero de 2009 y junio de 2010) seguidos por agotamientos hasta caudales de base próximos a 50 l/s, que en octubre de 2009 fue de 20 l/s.
- El manantial de la Fuennueva en Bulbunte (IPA 251430019) registró unos máximos decrecientes desde 2007 seguidos de descensos hasta caudales en torno a 40 l/.
- La fuente de Luchán en Borja (IPA 251440074) se ha mantenido desde 2006 con variaciones entre 100 y 150 l/s, a excepción de la última medida de caudal en octubre de 2010 con un caudal de 67 l/s.
- La fuente del Estanque de Aranda del Moncayo (IPA 251510001) presenta grandes variaciones de caudal. Aunque su periodo de control es escaso se ha registrado caudales que oscilan entre 1.227 l/s en diciembre de 2009 y 133 l/s en julio de 2002. Al final del periodo de control en octubre de 2010 el caudal era de 294 l/s.
- Los aportes subterráneos al Piedra en Cimballa (IPA 251810001) registraron unos máximos de caudal en abril de 2008, febrero de 2009 y junio de 2010 a los que siguieron unos agotamientos hasta valores habituales de 1.000 l/s, aunque en 2010 el caudal de base fue de 1.264 l/s en agosto.
- El manantial de los Ojos del Pontil (IPA 261530012) es controlado directamente por Hidrología de la Confederación Hidrográfica del Ebro desde noviembre de 2008. Ha registrado desde 2006 fuertes variaciones de caudal desde los máximos en noviembre de 2006, con 589 l/s que es el máximo histórico

registrado, octubre de 2007 y septiembre de 2008. Los agotamientos llevaron a cuales mínimos de 300 l/s (abril de 2008) y 322 l/s en septiembre de 2009 y a lo largo de 2010 se recuperan los caudales hasta acabar el registro en septiembre de 2010 con 454 l/s.

- En la escala de la fuente Oscura (IPA 261530079) se han controlado los aportes subterráneos del manantial del Toroñel en Lumpiaque, aunque con dificultad por la existencia de aportes superficiales procedentes de acequias. La mayoría de las medidas de caudal oscilan entre 60 y 120 l/s.
- La Fuente de la Nava (IPA 261630318) registra los retornos de regadío en la zona de descarga del acuífero pliocuaternario de Alfamén. Su comportamiento es muy variable por su relación con el régimen de funcionamiento de las acequias. Suele registrar máximos veraniegos y largos periodos secos que suelen coincidir con el invierno. Desde 2006 el máximo caudal medido ha sido 110 l/s en agosto de 2009.
- La fuente de Cañizar de Olivar se ha controlado mensualmente desde octubre de 2010 y se habían realizado dos aforos anteriormente en 1980 y 2003. A pesar del escaso periodo de control ha registrado una oscilación de caudal entre 92 l/s en febrero de 2010 y 14 l/s en octubre de 2010.
- Los Ojos de Monreal (IPA 262030001) se controlan con las salidas directas por el canal principal (IPA 262030057), la compuerta lateral (IPA 262030055) y el aforo diferencial entre la sección del Jiloca Viejo (IPA 262030056) y el Puente del Vadillo (262070067). Tras una clara tendencia al descenso de caudal hasta 265 l/s en noviembre de 2008 registraron una primera recuperación en 2009, con caudales en torno a 650 l/s, y otra más intensa en 2010 que ha llevado a un caudal de 1.256 l/s en noviembre de 2010.
- La Fuente de Cella (IPA 262230001) tras un último mínimo de 3 l/s en enero de 2007 se recuperó hasta alcanzar un pico de caudal de 1.116 l/s en abril de 2007 al que siguió un fuerte agotamiento hasta 29 l/s en marzo de 2008. El final del 2008 y hasta julio de 2009 los caudales se fueron recuperando hasta alcanzar 1.562 l/s. El año hidrológico 2008/2009 finalizó con una tendencia al descenso de caudal que llevo a 368 l/s en noviembre de 2009. En 2010 se recuperaron los caudales hasta 1.772 l/s en julio para acabar en noviembre de 2010 con 789 l/s.
- El manantial del lavadero en Salvatierra de Esca (IPA 270870006) es una descarga cárstica que presenta grandes caudales en época lluviosa (se han llegado a medir 396 l/s en mayo de 2010) a los que sigue un fuerte agotamiento llegando a secarse por completo.

- El caudal de la surgencia de Tiermas (IPA 270910003) no se ha podido medir desde octubre de 2005 por estar bajo las aguas del embalse de Yesa. Aunque las pozas han llegado a quedar emergidas en diversos periodos el nivel no ha descendido lo suficiente como para poder realizar los aforos. El llenado del embalse de Yesa debe estar al 20% para poder realizar el control de los caudales
- El manantial de Muel (IPA 271620004) tras un incremento de caudal casi progresivo hasta mayo de 2008, ha registrado fuertes oscilaciones con mínimo de 70 l/s (agosto de 2008) y máximo de 184 l/s (abril de 2009) tras el que volvió a bajar hasta un caudal de 84 l/s en agosto de 2009 y se recuperó hasta los 153 l/s en junio de 2010. El registro finaliza con 114 l/s en octubre de 2010.
- Los aportes subterráneos al Aguas Vivas hasta Baños de Segura se controlan en la Casa del Batán (IPA 271930038) donde se incluyen los caudales del río y los de las acequias laterales (IPAs 271930040 y 271930041). En aguas altas los caudales tienen una gran componente superficial por lo que interesa sobre todo los caudales de base; durante el último periodo de control se registraron unos caudales de base de 25 l/s en octubre de 2009 y 41 l/s en agosto de 2010.
- Las descargas del karst de Esjamundo en Villanúa (IPA 280880012) sólo se pudieron medir en octubre de 2009 por el excesivo caudal y la mala sección de aforo. El caudal en octubre de 2009 era de 1.098 l/s.
- El manantial de la Ermita de la Trinidad en El Rasal (IPA 281080002) es una descarga cárstica que presenta grandes caudales en época lluviosa (se han llegado a medir hasta 623 l/s en abril de 2010) a los que sigue un fuerte agotamiento hasta un caudal con el que finaliza el registro en octubre de 2010 de 57 l/s).
- El manantial de Mediana (IPA 281620001), incluyendo el caudal del sondeo surgente relacionado (IPA 28162004), es controlado directamente por Hidrología de Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro desde marzo de 2002. El registro comenzó en 1971 y tras un primer periodo de control con descensos generalizados hasta 1985, desde caudales en torno a 300 l/s hasta caudales de 150 l/s, se ha mantenido a grandes rasgos estable. Destaca un episodio de recarga en 2004 con caudales de 250 l/s y otro puntual en agosto de 2008. El registro recopilado finaliza en octubre de 2010 con 132 l/s.
- Los aportes subterráneos al Martín en la zona de los Baños de Ariño (IPA 281880001) tras un periodo de caudales de 1.000 l/s a finales de 2007 registraron un descenso hasta un mínimo de 301 l/s en agosto de 2010. El año hidrológico

de 2008/2009 finalizó con valores próximos a 1.000 l/s. El registro finaliza en noviembre de 2010 con un caudal de 525 l/s.

- Los aforos que se realizan en el Martín en Peñarroyas y Obón tienen el propósito de conocer la relación río acuífero en esta zona (IPA 281960014). El río en esta zona suele ser perdedor con respecto al acuífero por lo que el balance es negativo, a excepción de algunos periodos de aguas altas.
- Desde octubre de 2009 hasta octubre de 2010 se han controlado varias surgencias próximas a Palomar de Arroyos para investigar la influencia de los bombeos destinados a la Central Térmica de Escucha. El manantial de la Ermita del Salvador (IPA 282020001) ha registrado una oscilación de caudal entre 9 l/s (Diciembre de 2009) y 68 l/s (Abril de 2010). En el merendero de Palomar de Arroyos (IPA 282020002) los caudales han oscilado entre 1 l/s (Octubre de 2009) y 20 l/s (Diciembre de 2009). La fuente de los Anchos (IPA 282020003) ha tenido una oscilación de caudales entre prácticamente seca (Noviembre de 2009 y agosto de 2010) y 20 l/s (octubre de 2010).
- El caudal de la Fuente del Salz (IPA 29202001) se ha controlado desde octubre de 2009 hasta octubre de 2010 y ha registrado una oscilación de caudal entre 18 l/s y 44 l/s (enero de 2010).
- La Fuente de Lecina (IPA 301170002) es una descarga cárstica que presenta grandes caudales en época lluviosa (se han llegado a medir hasta 1.937 l/s en marzo de 2010) a los que sigue un fuerte agotamiento. El caudal mínimo registrado ha sido de 15 l/s en agosto de 2010.
- Los drenajes relacionados con la Font Calent en Zorita del Maestrazgo se controlan mediante aforos directos en la Estación EA 31 del Río Bergantes (IPA 302010006) para aumentar la precisión del registro en continuo. Sólo son de interés subterráneo los caudales de base que oscilaron entre 150 y 300 l/s de 2006 a 2010. El registro finalizó en octubre de 2010 con un caudal de 225 l/s.
- La Fuente de San Pedro en Aguascaldas (IPA 311040010) tiene un comportamiento puramente cárstico con picos de caudal, que le llevaron hasta 656 l/s en abril de 2007, 577 l/s en abril de 2009 y 562 l/s en abril de 2010, a los que le siguen unos rápidos agotamientos con caudales de base de unos 50 l/s, o incluso menores (14 l/s en agosto de 2008). En 2010 el caudal de base registrado ha sido de 67 l/s.
- El Manantial de Puigvert en Benabarre (IPA 311240023) registra unos fuertes incrementos de caudal en primavera al que sigue unos fuertes agotamientos con un caudal de base con tendencia a la baja y que llegó hasta 5 l/s en

agosto de 2008. El caudal de base en 2009 fue de 15 l/s (agosto) y de 27 l/s en junio de 2010.

- El caudal del manantial de Pauls en Tarragona se controla en una sección del arroyo (IPA 311940017). Registra unas fuertes variaciones de caudal con oscilaciones durante el último año de control de 51 l/s a 502 l/s (enero 2010).
- Los aportes subterráneos de la cabecera del Matarraña se controlan en la sección de la piscina natural de Beceite (IPA 312010027) que incluye la estación de aforos nº 52 y dos acequias laterales. Se ha controlado de noviembre de 2009 a octubre de 2010 y ha registrado una oscilación de caudales entre 322 l/s de diciembre de 2009 y 481 l/s de enero de 2010.
- Los aportes subterráneos al Isábena en Obarra (IPA 321060006) solo se controlan en estiaje por la diferencia de caudales en el río aguas arriba y abajo del desfiladero de Obarra. Se registraron de 2006 a 2010 unos caudales de base en torno a 150 l/s, aunque en 2010 ascendió a 365 l/s en agosto.
- Los aportes al río Isábena en el manantial de San Cristóbal (IPA 321120001) se controla mediante aforos diferenciales aguas arriba y aguas abajo del manantial. Los aportes subterráneos parecen estar muy enmascarados por las aguas superficiales circulantes por el río. Aun así parece detectarse un aporte subterráneo de base entre los 50 y 100 l/s. En agosto de 2010 el caudal se redujo a 35 l/s.
- Para el control del caudal del Manantial de la Fuente Redonda en Estopiñán y sus trop plein asociados se instaló en abril de 2008 un vertedero (IPA 321250028). Este manantial tras un prolongado periodo de caudales muy bajos (3 l/s) registro en abril de 2007, junio de 2008 y sobre todo abril de 2009 (1.306 l/s) unas recuperaciones de caudal a la que siguieron sus correspondientes agotamientos hasta el caudal de base de aproximadamente 5 l/s e incluso 2,5 l/s en agosto de 2010.
- Los aforos realizados en el Canal del Escorchador en su extremo de Amposta (IPA 322060073) permiten observar una tendencia a la recuperación de caudales desde 2006 hasta octubre de 2008, unos caudales relativamente bajos y estables en 2009 con valores de unos 150 l/s y un agotamiento a lo largo de 2010 que hasta valores en torno a 100 l/s en 2010.
- Los aforos realizados en el Canal del Escorchador en su extremo de San Carlos de la Rápita (IPA 322120134) permiten observar una tendencia a la recuperación de caudales desde 2006 hasta octubre de 2008, caudales relativamente bajos y estables en 2009 con valores de 250 l/s y un agotamiento

similar al observado en Amposta a lo largo de 2010 que le llevó a un caudal en agosto de 2010 de 160 l/s.

- Se intentó controlar el caudal de la fuente de Rivert (IPA 321110001) desde noviembre de 2009 a octubre de 2010 pero no fue posible por estar captada por completo para abastecimiento urbano.
- La Font de Lao (IPA 331170001) tiene un comportamiento puramente cárstico con picos de caudal, que incluso imposibilitaron la medida de febrero de 2010, a los que le siguen unos rápidos agotamientos con caudales de base muy bajos (24 l/s en agosto de 2010).
- La Font Bordonera (IPA 341160002) también tiene un comportamiento puramente cárstico con picos de caudal, que incluso imposibilitaron la medida de febrero de 2010, a los que le siguen unos rápidos agotamientos con caudales de base muy bajos (74 l/s en agosto de 2010).
- La Fou de Bor (IPA 351080002), al igual que las anteriores, tiene un comportamiento puramente cárstico con picos de caudal, que incluso imposibilitaron la medida de febrero de 2010, a los que le siguen unos rápidos agotamientos con caudales de base muy bajos (95 l/s en agosto de 2010).

En el Anejo 2.1 se adjuntan las fichas de las 101 secciones donde se deben realizar los aforos de caudal para el correcto control de los puntos pertenecientes a la red foronómica y en el Anejo 2.2 los hidrogramas de estos últimos.

La menor sensibilidad del control foronómico en relación a las medidas piezométricas y al hecho de que el aporte subterráneo suele verse enmascarado por las aguas superficiales hace que los hidrogramas obtenidos, como puede verse en el Anejo 2.2, son mucho más variables que los obtenidos de la piezometría.

6.-MEDIDAS EXTRAPOLADAS EN PIEZÓMETROS

6.1.- METODOLOGÍA

Se han obtenido las funciones de regresión y coeficientes de correlación de 10 puntos pertenecientes a la red piezométrica del MARM para los que se ha construido un sustituto que cumple los criterios exigidos para la pertenencia a esta red.

Para calcular con fiabilidad la relación de las medidas entre los puntos se ha realizado un solape de medidas de aproximadamente un año. De esta manera se ha podido obtener, mediante cálculos de regresión, la función matemática que relaciona las medidas de los puntos que van a ser sustituidos con las de los nuevos así como su coeficiente de correlación. En todos los casos se ha considerado el nivel del nuevo punto como la variable desconocida (y) y el punto a sustituir como variable conocida (x).

En los siguientes casos se ha considerado que la correlación era suficiente como para prolongar la serie temporal de los nuevos puntos con los antiguos:

- 241370060 AÑAVIEJA MMA vs 241370052
- 251680177 VILLALBA PEREJILES MMA vs 251680079
- 261320050 CORTES MARM vs 261320044
- 282180046 FORTANETE MMA vs 292150008
- 292130025 LA CUBA MMA vs 292130004
- 301170012 ALQUEZAR MMA vs 301170010
- 321920015 RASQUERA MMA vs 321920025
- 341430060 MASSOTERES MMA vs 341420117
- 341460012 CERVERA vs 341470019
- 361050078 SANAVASTRE vs 361050036

En estos casos se ha utilizado la función obtenida para calcular los niveles de los nuevos puntos con anterioridad a su construcción (niveles extrapolados), a partir de las medidas tomadas en el punto al que sustituyen.

En el punto 311950024 BECEITE MMA vs la correlación con el 312010006 no se ha considerado lo suficiente buena como para utilizarla para prolongar su serie.

A continuación se documenta cada una de las correlaciones y extrapolaciones realizadas. En el Anejo 4 se adjuntan las medidas calculadas para extrapolar las series temporales de los nuevos sondeos.

6.2.- 241370060 AÑAVIEJA MMA VS 241370052 AÑAVIEJA I

El punto 241370052 se empezó a medir tras la obstrucción del antiguo piezómetro 241370011, al que verdaderamente sustituye el nuevo sondeo 241370060, y se encuentra a 600 m de distancia. El control en este nuevo punto empezó en mayo de 2007 y sus medidas se han solapado hasta junio de 2008

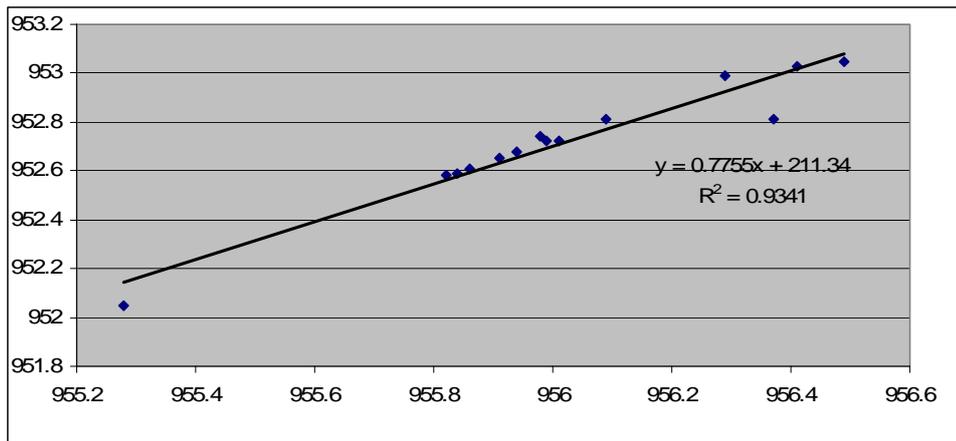
Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 14

Recta de regresión: $y = 0.7755x + 211.34$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.9341$.

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	241370052	241370060
16-5-07	956.49	953.05
14-6-07	956.41	953.03
11-7-07	956.29	952.99
2-8-07	956.09	952.81
13-9-07	955.99	952.72
22-10-07	955.94	952.68
21-11-07	955.91	952.65
19-12-07	955.86	952.61
18-1-08	955.84	952.59
25-2-08	955.28	952.05
19-3-08	955.98	952.74
10-4-08	955.82	952.58
19-5-08	956.01	952.72
17-6-08	956.37	952.81



6.3.- 251680177 VILLALBA PEREJILES MMA VS 251680079

El punto 251680079 se encuentra equipado para el abastecimiento de la localidad de Villalba de Perejiles y se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido al norte de esta localidad con número IPA 251680177, a 1,750 km de distancia. El control en este nuevo punto empezó en noviembre de 2006 y sus medidas se han solapado con las del 210840073 hasta octubre de 2007.

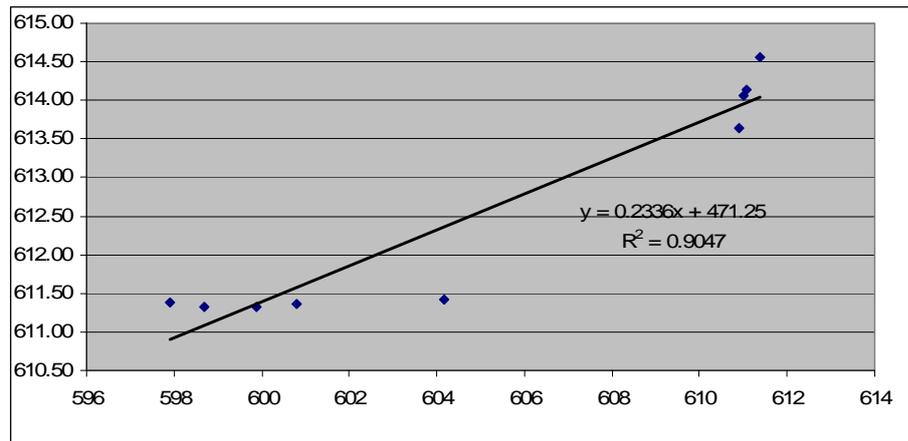
Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 9

Recta de regresión: $y = 0.2336x + 471.25$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.9047$

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	251680079	251680177
18-11-06	611.37	614.56
14-12-06	611.09	614.14
16-1-07	611.01	614.06
16-2-07	610.9	613.64
15-6-07	604.17	611.41
11-7-07	600.79	611.37
3-8-07	599.89	611.33
12-9-07	598.69	611.32
24-10-07	597.89	611.38



6.4.- 261320050 CORTES MARM VS 261320044

El punto 261320044 se ha visto afectado por la concentración parcelaria que Riegos de Navarra ha llevado a cabo en el municipio de Cortes al quedar ubicado en medio de una finca particular. En septiembre de 2010 se construyó el nuevo sondeo con nº IPA 261320050 a 740 m de distancia y se han podido realizar el solape de únicamente tres medidas hasta la eliminación del primer sondeo.

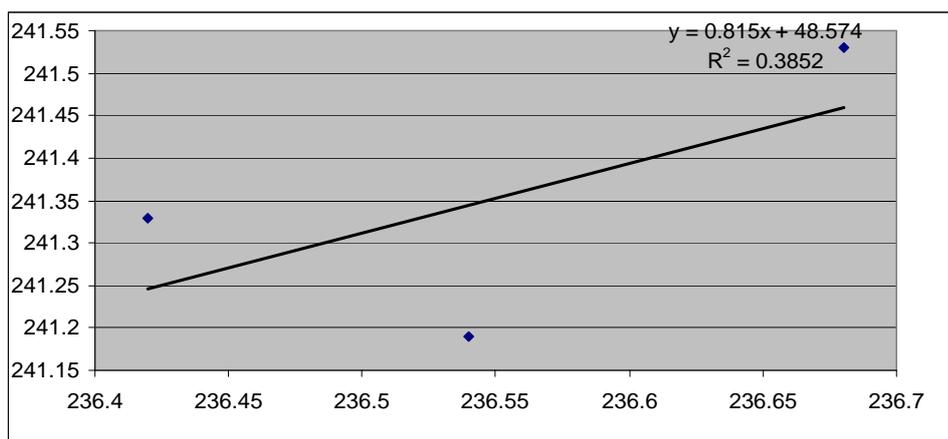
Con el escaso solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 3

Recta de regresión: $y = 0.815x + 48.574$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.385$

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	261320050	261320044
27-10-10	241.19	236.54
17-11-10	241.33	236.42
30-9-10	241.53	236.68



6.5.- 282180046 FORTANETE MMA VS 292150008

El punto 292150008 se encuentra equipado para el abastecimiento de la localidad de Fortanete y se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido al oeste de esta localidad con número IPA 282180046, a 2,4 km de distancia. El control en este nuevo punto empezó en julio de 2007 y sus medidas se han solapado con las del 292150008 hasta junio de 2008.

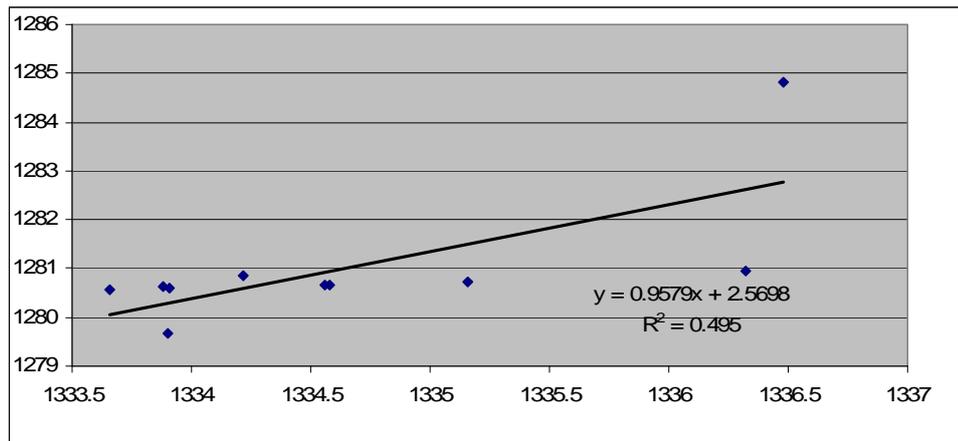
Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 10

Recta de regresión: $y = 0.9579x + 2.5698$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.495$

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	292150008	282180046
5-7-07	1336.32	1280.95
8-8-07	1335.16	1280.74
5-9-07	1334.56	1280.67
3-10-07	1334.58	1280.65
5-12-07	1333.9	1279.68
10-1-08	1334.22	1280.86
6-2-08	1333.91	1280.61
5-3-08	1333.88	1280.64
7-5-08	1333.66	1280.57
4-6-08	1336.48	1284.83



6.6.- 292130025 LA CUBA MMA VS 292130004

El punto 292130004 se encuentra equipado para el abastecimiento de la localidad de La Cuba y se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido con número IPA 292130025, a 180 m de distancia. El control en este nuevo punto empezó en agosto de 2008 y sus medidas se han solapado con las del 292130004 hasta marzo de 2010.

Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 14

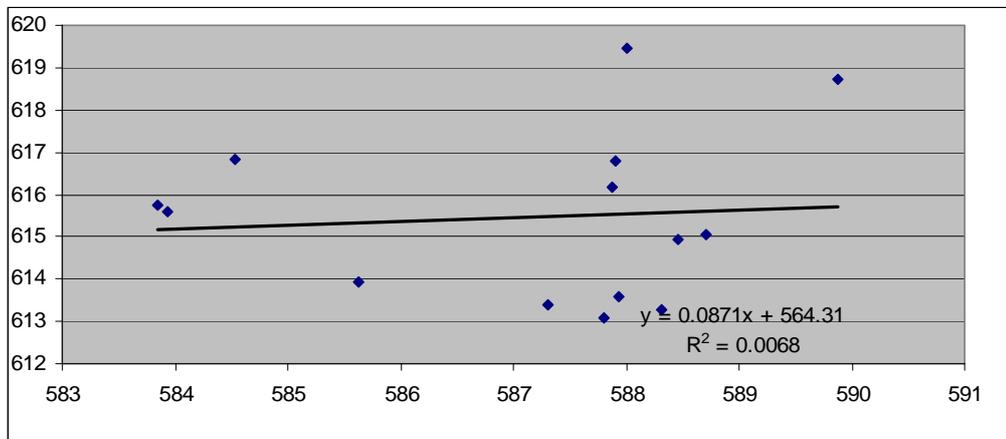
Recta de regresión: $y = 0.0871x + 564.31$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.0068$

Durante el periodo de solape se ha observado que a pesar de la proximidad de los dos puntos existe un desfase en los niveles piezométricos de aproximadamente 5 m; debido a esto y al mal ajuste se decidió seguir midiendo los dos puntos durante más de un año aunque no se consiguió mejorar el coeficiente de correlación. Se ha utilizado la función obtenida para extrapolar los valores al nuevo punto.

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	292130025	292130004
6-8-08	616.18	587.88
3-9-08	619.46	588.01
8-10-08	613.39	587.3
5-11-08	613.29	588.31
3-12-08	615.04	588.71
14-1-09	614.92	588.46
11-2-09	613.57	587.94
10-3-09	613.09	587.81
15-4-09	616.81	587.91
6-5-09	618.73	589.87
9-6-09	613.93	585.63
19-1-10	616.83	584.53
9-2-10	615.58	583.93
15-3-10	615.75	583.85



6.7.- 301170012 ALQUEZAR MMA VS 301170010

El punto 301170010 se encuentra equipado para el abastecimiento de la localidad de Alquezar y se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido al suroeste de esta localidad con número IPA 301170012, a 200 m de distancia. El control en este nuevo punto empezó en mayo de 2007 y sus medidas se han solapado con las del 301170010 hasta junio de 2008.

Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 14

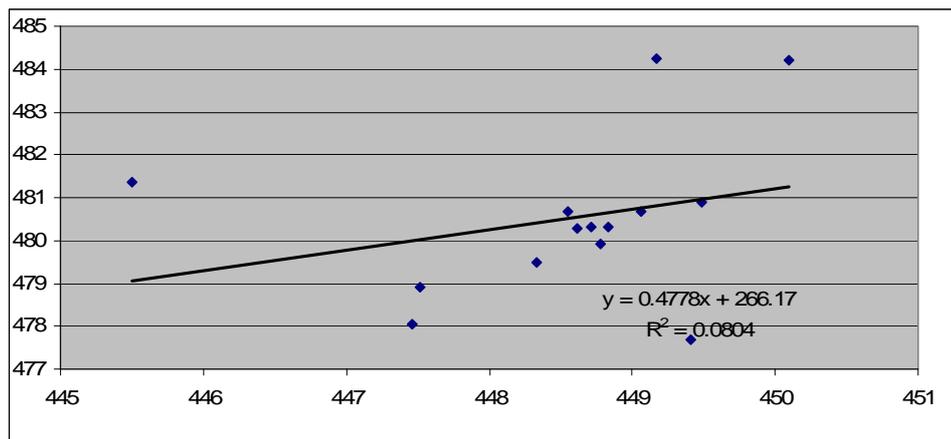
Recta de regresión: $y = 0.4778x + 266.17$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.0804$

Debido al pésimo ajuste se decidió seguir midiendo los dos puntos por haber coincidido el solape de medidas con un periodo de fuertes oscilaciones en toda la masa de agua subterránea de Santo Domingo – Guara. Con las medidas realizadas posteriormente no se consiguió mejorar el coeficiente de correlación por lo que se ha utilizado la primera función obtenida para extrapolar los valores al nuevo punto.

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	301170010	301170012
23-5-07	480.89	449.49
21-6-07	480.69	449.06
19-7-07	480.32	448.83
23-8-07	479.91	448.78
27-9-07	480.31	448.71
25-10-07	480.27	448.62
23-11-07	480.69	448.55
21-12-07	478.9	447.52
17-1-08	477.7	449.41
14-2-08	478.03	447.46
17-3-08	481.35	445.5
1-4-08	479.5	448.33



6.8.- 311950024 BECEITE MMA VS 312010006

El punto 312010006 es un sondeo geotécnico que se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido al norte de Beceite con número IPA 311950024, a 3,7 km de distancia. El control en este nuevo punto empezó en marzo de 2007 y sus medidas se han solapado con las del 301170010 hasta abril de 2008.

Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

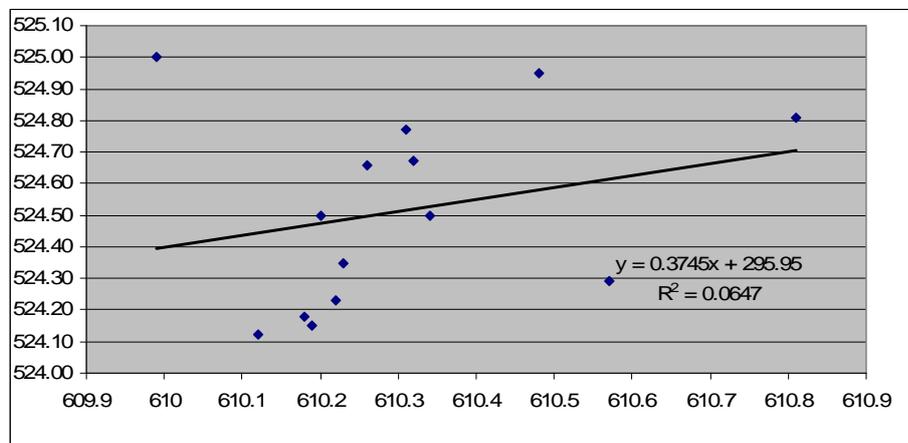
Número de datos: 14
 Recta de regresión: $y = 0.3745x + 295.95$
 Coeficiente de correlación: $R^2 = 0.0647$

Debido al pésimo ajuste y a la distancia a la que se encuentran estos dos puntos no se ha utilizado la función obtenida para extrapolar los valores al nuevo punto.

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	312010006	311950024
15-11-06	609.99	525
28-3-07	610.2	524.5
10-5-07	610.81	524.81
6-6-07	610.34	524.5
5-7-07	610.23	524.35

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	312010006	311950024
9-8-07	610.22	524.23
6-9-07	610.19	524.15
4-10-07	610.57	524.29
8-11-07	610.18	524.18
6-12-07	610.12	524.12
11-1-08	610.48	524.95
7-2-08	610.32	524.67



6.9.- 321920025 RASQUERA MMA VS 321920015

El punto 321920015 es un pozo particular que abastece a una masía y una granja que se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido al sureste de Rasquera con número IPA 321920025, a 400 m de distancia. El control en este nuevo punto empezó en mayo de 2007 y sus medidas se han solapado con las del 321920015 hasta septiembre de 2008.

Las medidas tomadas hasta febrero de 2008 fueron anormalmente altas por lo que se han desestimado para obtener la correlación. Se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

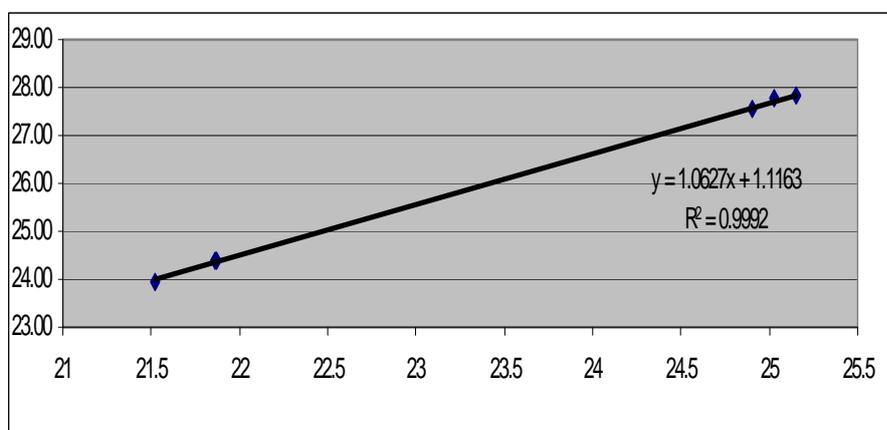
Número de datos: 6

Recta de regresión: $y = 1.0627x + 1.1163$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.9992$

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	321920015	321920025
7-2-08	21.87	24.4
7-3-08	21.86	24.38
4-4-08	21.52	23.92
11-7-08	25.15	27.82
8-8-08	25.03	27.78
5-9-08	24.9	27.53



6.10.- 341430060 MASSOTERES MMA VS 341420117

El punto 341420117 es un pozo particular sin uso que se ha venido controlando hasta su sustitución por el nuevo sondeo construido al sureste de Massoteres con número IPA 341430060, a 1.200 m de distancia. El control en este nuevo punto empezó en junio de 2007 y sus medidas se han solapado con las del 341420117 hasta junio de 2008.

Con el solape de medidas se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

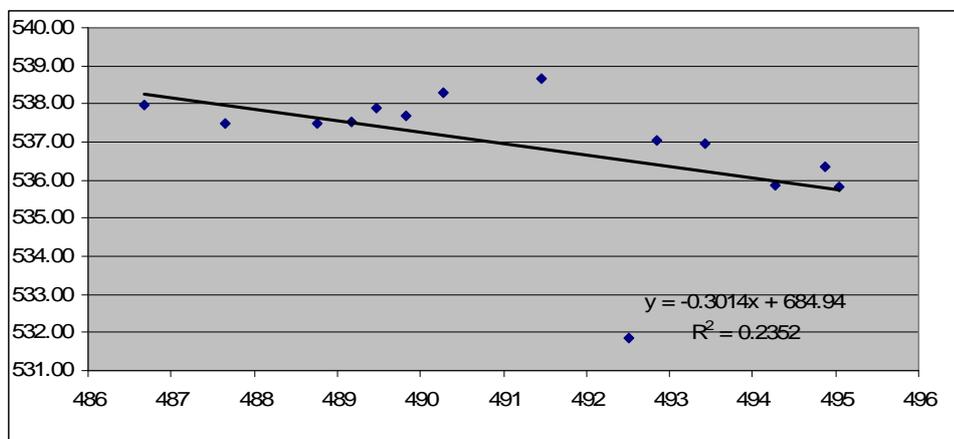
Número de datos: 14

Recta de regresión: $y = -0.3014x + 684.94$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.2352$

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	341420117	341430060
21-5-07	495.04	535.82
18-6-07	494.88	536.34
16-7-07	494.27	535.85
20-8-07	493.43	536.96
24-9-07	492.51	531.84
22-10-07	492.85	537.04
19-11-07	491.46	538.66
19-12-07	486.68	537.99
15-1-08	487.65	537.47
7-2-08	490.27	538.3
10-3-08	489.83	537.68
7-4-08	488.75	537.48
15-5-08	489.18	537.53
5-6-08	489.47	537.88



6.11.- 341460012 CERVERA IRYDA VS 341470019

El punto 341470019 es un pozo equipado para abastecimiento de Cervera que se sigue controlando por el interés de conocer la piezometría en la zona de principal explotación del acuífero de las Calizas de Tárrega. Para caracterizar la piezometría sin influencia de bombeos se incorporó a la red de control del MARM el pozo con número IPA 341460012, ubicado a 3,5 km de distancia del anterior. El control en este nuevo punto empezó en junio de 2006 y sus medidas se han seguido solapando con las del 341470019.

Con el solape de medidas hasta junio de 2008 se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

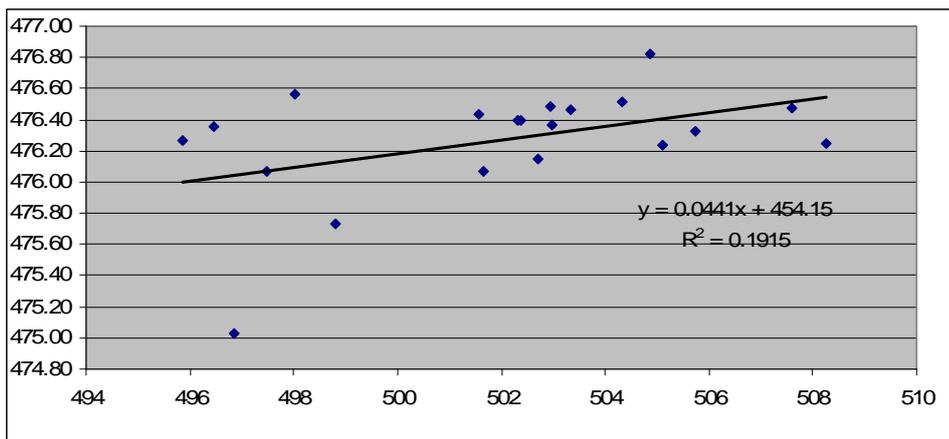
Número de datos: 21

Recta de regresión: $y = 0.0441x + 454.15$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.1915$

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	341470019	341460012
8-6-06	508.25	476.25
4-8-06	507.6	476.47
9-11-06	504.34	476.51
20-12-06	503.34	476.46
24-1-07	502.96	476.48
22-2-07	502.37	476.395
27-3-07	501.56	476.44
24-4-07	502.32	476.4
21-5-07	502.98	476.37
18-6-07	504.87	476.82
16-7-07	505.73	476.33
20-8-07	505.1	476.24
24-9-07	502.7	476.15
22-10-07	501.64	476.07
15-1-08	498.81	475.73
7-2-08	498.03	476.56
10-3-08	496.45	476.36
7-4-08	495.85	476.27
15-5-08	496.85	475.03
5-6-08	497.49	476.07
8-6-06	508.25	476.25



6.12.- 361050078 SANAVASTRE MMA VS 361050036

El punto 361050036 es un pozo de propiedad particular equipado para abastecimiento de una granja que se ha venido controlando hasta la finalización de los controles para su sustitución por el nuevo sondeo construido al norte de Sanavastre con número IPA 361050078, a 1.200 m de distancia. El control en este nuevo punto empezó en septiembre de 2006 y sus medidas se han solapado con las del 341420117 hasta noviembre de 2010. La extensión del solape se ha debido a que como ya se ha indicado anteriormente el manómetro instalado en el nuevo sondeo no era capaz de registrar las escasas presiones por lo que se decidió instalar un dispositivo que permitiera medir el nivel del agua por encima del brocal; este dispositivo se empezó a utilizar en diciembre de 2009.

Con el solape de las medidas más precisas realizado entre diciembre de 2009 y noviembre de 2010 se ha realizado una regresión cuyos detalles son los siguientes:

Número de datos: 12

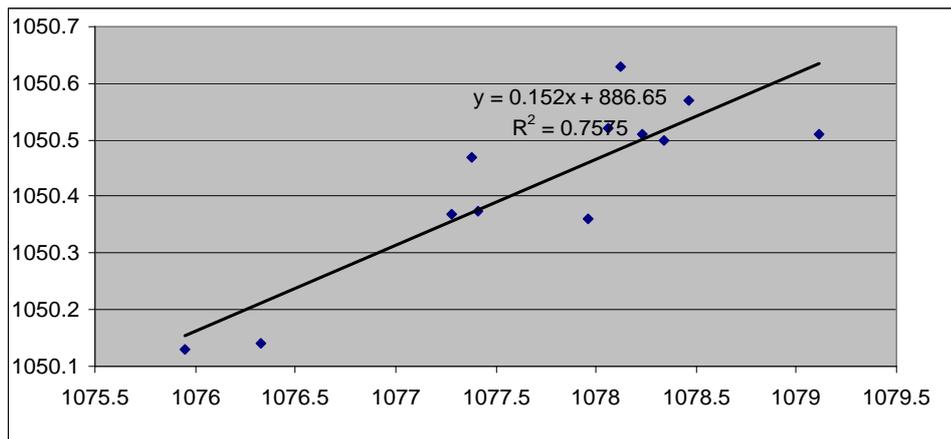
Recta de regresión: $y = 0.152x + 886.65$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.7575$

Los pares de valores utilizados para obtener la función de correlación han sido los siguientes:

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	361050036	361050078
11-12-09	1075.95	1050.13
13-1-10	1076.33	1050.14
4-2-10	1078.06	1050.52

Fecha	Cota lámina agua (m)	
	361050036	361050078
10-3-10	1078.12	1050.63
15-4-10	1078.23	1050.51
13-5-10	1078.46	1050.57
8-6-10	1078.34	1050.5
19-7-10	1079.11	1050.51
25-8-10	1077.96	1050.36
29-9-10	1077.38	1050.47
21-10-10	1077.28	1050.37
25-11-10	1077.41	1050.375



Las medidas piezométricas realizadas en el nuevo sondeo (IPA 361050078) con anterioridad a diciembre de 2009 no se consideran demasiado fiables por lo que se han calculado las cotas del agua subterránea a partir de las medidas realizadas en el punto 361050036.

7.-REGISTRO PIEZOMÉTRICO CONTINUO

Durante el desarrollo de los trabajos la Confederación Hidrográfica del Ebro ha equipado 25 sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial con sensores de control continuo de piezometría para su incorporación como estación de control al Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH). Los sensores de estas estaciones de control registran el dato de nivel piezométrico en el punto cada 15 minutos y los almacenan o envían al siguiente nivel del sistema.

En una primera fase las estaciones de control almacenaron los datos piezométricos para contrastar y chequear las medidas realizadas en automático con las realizadas mediante operador.

Tras el equipamiento se han seguido realizando mediciones mensuales con sonda hidronivel para verificar el funcionamiento de la instalación, documentar los cambios de referencia, evidenciar posibles derivas en el registro...

En la Tabla 18 se recogen los resultados del chequeo realizado entre las medidas automáticas y las realizadas con operador a lo largo del trabajo. En general se observa la considerable mejora del registro de la evolución de los niveles piezométricos en los puntos de control que contribuye al mejor conocimiento del comportamiento de los acuíferos a los que caracterizan.

Tabla 18 Chequeo medidas automáticas

SAIH	TOPONIMIA	Datos SAIH	Medidas directas
PZ01	Hornillalastra 1906-8-0023	Implementado en IPA	
PZ02	Tubilla del Agua 1908-5-0009	Registro desplazado y anormal	
PZ03	Moradillo Sedano 1908-6-0012	Implementado en IPA tras restar 40 m.	Dato incoherente 8-4-2010
PZ04	Cernégula 1909-3-0011	Implementado en IPA	Dato incoherente 7-4-2010
PZ05	Molina Ubierna 1909-7-0008	Implementado en IPA	Datos incoherentes 4-2-2010 y 7-4-2010
PZ06	Quincoces Yuso 2006-8-0003	Implementado en IPA	Medida algo incoherente el 8-4-2010
PZ07	Sta Cruz Urbión 2011-4-0003	Implementado en IPA. Comprobar referencia SAIH	La diferencia siempre ronda los 40 cm
PZ08	Barriga 2107-1-0007	Implementado en IPA Comprobar referencia SAIH	La diferencia siempre ronda los 60 cm
PZ09	Miranda de Ebro 2109-4-0062	Implementado en IPA Comprobar referencia SAIH	Dato incoherente 6-4-2010
PZ24	Agoncillo 2310-3-0056	Implementado en IPA	Dato incoherente 26-5-2010
PZ25	Calahorra 2411-3-0018	Implementado en IPA	Dato incoherente 26-5-2010
PZ26	Rincón de Soto 2511-5-0036	Implementado en IPA	Datos incoherentes 26-3-2010 y 26-5-2010
PZ27	Castañares 2110-4-0542	Implementado en IPA a partir de 28-2-2010	Dato incoherente 25-5-2010
PZ28	Villarroya 2412-2-0028	Sin datos	
PZ31	Salvatierra Esca 2709-3-0017	Implementado en IPA.	Se observan desviaciones de diciembre de 2009 a marzo de 2010
PZ32	Villanúa 2808-8-0024	Implementado en IPA a partir de 14-8-2009	

SAIH	TOPONIMIA	Datos SAIH	Medidas directas
PZ33	Fortanete 2821-8-0046	Implementado en IPA	Dato incoherente 9-2-2010
PZ34	Ricla 2616-2-0249	Sin datos	
PZ35	Olvena 3112-2-0001	Implementado en IPA a partir de 26-2-2010	Dato incoherente 8-2-2010
PZ36	Cuevas Cañart 2920-5-0001	Implementado en IPA	Ligera variación con las medidas manuales
PZ37	Tarazona 2513-5-0017	Sin datos	
PZ42	Boixols 3411-5-0007	Implementado en IPA	
PZ43	Llimiana 3312-6-0009	Implementado en IPA	
PZ61	Ciria 2415-4-0005	Implementado en IPA	La cota de la referencia SAIH es diferente

En el Anejo 5 se recogen los hidrogramas de los puntos para el periodo con medidas del SAIH obtenidos con las medidas directas mediante sonda hidronivel y el nivel medio diario obtenido de las medidas en continuo del SAIH. De aquellos puntos que tras el chequeo de las medidas automáticas se ha considerado que el control se adecúa a las manuales se han implementado en la base de datos IPA las medidas medias diarias obtenidas.

8.-CONCLUSIÓN FINAL

En la presente memoria se hace una recopilación de los trabajos realizados entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010 correspondientes al contrato de *MEDIDA DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CAUDALES EN PUNTOS DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS*. El trabajo se ha estructurado de la siguiente forma:

- Medida mensual de niveles piezométricos y aforos de caudal en los puntos pertenecientes a las redes de control. Se han realizado un total de 9.667 medidas de nivel piezométrico y 1.947 aforos de caudal de agua.
- Introducción de las medidas piezométricas en la base de datos IPA.
- Cálculo e introducción periódica en la base de datos IPA de los aforos de caudal realizados.
- Acondicionamientos y mantenimiento en puntos de la red piezométrica.
- Recopilación e implementación en el IPA de las medidas realizadas en los puntos pertenecientes a la red oficial del MARM gestionados por Comunidades Autónomas.
- Elaboración de informes anuales para conocer el estado cuantitativo de las masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro.
- Progresiva incorporación de los nuevos puntos construidos por el MARM en el ámbito del *Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro* y
- Cálculo de las funciones de correlación entre los nuevos sondeos construidos y los puntos a sustituir para extrapolar las medidas históricas al nuevo punto. cuando el solape de medidas se considera suficiente se implementan las medidas extrapoladas al IPA y se deja de medir el punto a sustituir.
- Apoyo técnico en la instalación de los equipos de control en continuo para la incorporación a la red SAIH de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- En septiembre de 2009 se proponen nuevos puntos de control piezométrico equivalentes a los proyectados para perforar en el *Proyecto de Construcción de Sondeos para la adecuación de la red piezométrica y calidad de las aguas subterráneas* para disponer de datos piezométricos previos.

- Revisión del inventario de los nuevos puntos de control piezométrico propuestos y si procedía incorporación a las redes de control o localización de posibles puntos alternativos para su incorporación.
- En septiembre de 2009 se proponen nuevos puntos de aforo de caudal para la ampliación de la red de control foronómico que inicialmente incluía 28 puntos de control de drenajes subterráneos significativos de la cuenca del Ebro a 54 puntos.
- Revisión del inventario de los nuevos puntos de aforo de caudal para su incorporación en la red de control foronómico.
- En octubre de 2009 se elabora una primera memoria de síntesis donde se recopilaron los trabajos realizados entre noviembre de 2006 y septiembre de 2009. Paralelamente se actualiza el listado de puntos pertenecientes a la red piezométrica oficial del MARM
- Recopilación, manejo y contraste de los datos obtenidos por los equipos de registro de control en continuo instalados en puntos de la red piezométrica para su incorporación en la base de datos IPA.
- Supervisión hidrogeológica de la perforación y ensayo de bombeo en los sondeos construidos en Cortes (Navarra) para sustituir a los perforados anteriormente por el Ministerio de Medio Ambiente afectados por los trabajos de concentración parcelaria llevados a cabo en el municipio.
- Implementación en el IPA de la información necesaria para la elaboración de las nuevas fichas de acceso y piezométrica de los puntos de la red piezométrica oficial del MARM.
- Implementación en el IPA de las observaciones realizadas mediante registro videográfico en puntos de la red piezométrica en 2009 y 2010.
- Ampliación de la ficha oficial de puntos de control piezométrico con ficha de acceso y piezométrica.

En relación a las últimas fichas referidas los puntos pertenecientes a la red oficial de control y seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro disponen de una ficha identificativa del punto con un formato preestablecido por el MARM. La dirección de los trabajos consideró conveniente incorporar una ficha de acceso y otra piezométrica con el propósito de tener una mejor identificación de los puntos de control, con una información actualizada, facilitar el acceso para cualquier técnico y disponer de las principales características hidrogeológicas del punto tanto históricas como recientes.

La *ficha de acceso* incluiría una breve descripción para llegar al punto, la imagen aérea del entorno con la ruta a seguir y fotos recientes panorámicas y de detalle del brocal, referencia e instalación si dispone de ella. S. La *ficha piezométrica* incluiría una breve descripción del punto de referencia de las medidas, tipo de cierre, si es necesario contactar con alguien para realizar la medida, hidrograma histórico, datos estadísticos del registro, medidas piezométricas del actual año hidrológico y del anterior, encuadre hidrogeológico y otros datos relevantes del punto.

Para cumplimentar debidamente la ficha de acceso en las últimas campañas de campo se tomaron fotos de cada punto y se registro mediante GPS los recorridos seguidos para acceder a los puntos de control. De esta forma se pudo implementar en el IPA la siguiente información:

- Descripción del acceso
- Ortofoto del PNOA obtenida del WMS de la IDEE <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA> con la ruta de acceso al punto superpuesta obtenida con GPS.
- Fotos adicionales del punto con vista general, vista de detalle, accesos, detalle de la referencia de medidas e imagen de su equipación.

La ficha piezométrica, que se genera desde la base de datos IPA, incluye todos los niveles acuíferos controlados en cada punto. Esta ficha recoge la siguiente información disponible en el IPA:

- Consideraciones para la medida piezométrica: contactos necesarios, llaves y descripción de la referencia para las medidas.
- Hidrograma histórico diferenciando por colores las medidas extrapoladas de otros puntos y las obtenidas con sondas automáticas.
- Estadísticas piezométricas del control (Cotas absolutas del agua máximas y mínimas, rango de oscilación, número de medidas...)
- Encuadre hidrogeológico del punto.
- Recopilación de las medidas piezométricas realizadas en el año hidrológico en curso y el anterior.
- Información adicional del punto de control.

Los trayectos seguidos para acceder a los piezómetros fueron registrados con GPS y las rutas se pueden obtener por sectores de la cuenca del Ebro en diferentes formatos digitales (PLT, GPX o KMZ) en el CD que acompaña a este trabajo. Con estas rutas se ha elaborado para todo el ámbito de la cuenca del Ebro una

cobertura GIS en formato shapefile denominada rutasGPS2010_ED50.shp y que también se adjunta en el CD.

Para facilitar la organización de los itinerarios de campo se han elaborado una serie de mapas zonales de la cuenca del Ebro con los puntos de las redes piezométricas y de aforos sobre la red viaria actualizada, obtenida del WMS de la IDEE <http://www.ideo.es/wms/IDEE-Base/IDEE-Base>, y otra serie de mapas similares que incluyen los desplazamientos realizados para acceder a los puntos obtenidos con GPS. Estos mapas se pueden consultar en el epigrafe de Planos.

Con la información obtenida del control de las redes cuantitativas del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino recopilada en esta memoria, en los anuarios de los años hidrológicos 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008 del Anejo 6 y en la memoria de síntesis de Octubre de 2009 del Anejo 7 (no incluye los anejos por estar actualizados y completados en la presente memoria) se pueden obtener unas conclusiones que se resumen a continuación.

Desde el 2004, con las diferentes fases del Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro, hasta noviembre de 2010 se han perforado 138 nuevos sondeos que se van incorporando progresivamente a la red de control piezométrico del MARM. Algunos de estos sondeos sustituyen a piezómetros ya existentes que no cumplen con los requisitos exigidos para pertenecer a una red oficial de control piezométrico y otros cubren masas de agua subterránea o zonas de ellas que no tenían control previo. Estos puntos sustituidos suelen tener largas series históricas de control que sería imperdonable que se perdieran por la sustitución por el nuevo punto. Para evitar esto tras la construcción del nuevo punto se ha seguido midiendo durante aproximadamente un año el antiguo piezómetro para poder obtener la función de correlación entre ellos y extender la serie de medidas del nuevo sondeo con las del antiguo.

Durante el desarrollo de los trabajos, cuyos resultados se recogen en esta memoria, se han incorporado a la red oficial de control piezométrico del MARM 56 nuevos puntos, de los que 43 son de nueva construcción; próximamente se incorporaran los de reciente construcción por parte del MARM en el *Proyecto de Construcción de Sondeos para la adecuación de la red piezométrica y calidad de las aguas subterráneas*. De esta forma se extenderá el control piezométrico a prácticamente la totalidad de las masas de agua subterránea de la cuenca del Ebro y mejorará de forma considerable el control cuantitativo del estado de las masas de agua

subterránea de la cuenca del Ebro tanto por la densidad de control como por su calidad.

En algunas masas de agua subterránea es difícil realizar un control cuantitativo mediante medidas piezométricas, por la no existencia de sondeos y la imposibilidad material de construirlos por condicionantes ambientales, acceso, económicos... Para algunos de estos casos el control cuantitativo se realiza por medidas hidrológicas en descargas significativas de la masa; este es el caso de la masa de agua subterránea 04 Gorbea, para la que se ha controlado en 2010 el caudal del arroyo que alimenta a los embalses del Gorbea en el municipio de Zigoitia, y la 015 Altube Urkilla mediante los caudales medios diarios registrados por el EVE en el Arroyo Uguarana o Regata Elgea (IPA 230710025) y que incluyen las derivaciones para el abastecimiento del Consorcio de la Llanada de Elgea.

Con los cambios realizados hasta noviembre de 2010 el 97% de los 214 puntos que pertenecen a la red oficial son de titularidad pública lo que garantiza el acceso a los puntos y la calidad de las medidas realizadas. La distribución de la titularidad de los puntos es la siguiente:

- 77% MARM
- 12% Comunidades Autónomas
- 7% Diputaciones Provinciales
- 3% Particular
- 1% Ayuntamientos

Los 6 puntos de control piezométrico gestionados por el Ente Vasco de la Energía son de titularidad pública y el gestionado por la Agencia Catalana del Aguas es de propiedad particular.

Únicamente 7 de los puntos de la red oficial (3%) tienen asociado aprovechamiento de agua subterránea. Para ello disponen de equipo de bombeo, salvo en el caso del pozo surgente de Conques donde la captación se realiza sin necesidad de bombeo.

La cadencia adoptada para la toma de medidas piezométricas en este trabajo ha seguido siendo de forma generalizada mensual. Tras la observación detallada de los hidrogramas de los piezómetros incluidos en el Anejo 1.2 y Anejo 1.3 se puede observar lo acertado de esta medida ya que esta cadencia permite ver con detalle las recargas como respuesta a las precipitaciones y sobre todo el trazado del agotamiento del acuífero que caracteriza.

Como ya se ha comentado anteriormente, durante el desarrollo de los trabajos la Confederación Hidrográfica del Ebro ha equipado 25 sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial con sensores de control continuo de piezometría para su incorporación como estación de control al Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH). La incorporación de los datos tomados en continuo incrementa considerablemente la calidad del registro, especialmente en aquellas zonas donde la respuesta piezométrica a las precipitaciones es rápida por tratarse de acuíferos con un comportamiento cárstico; comparando para estas zonas las medidas directas mensuales con las automáticas en los hidrogramas del Anejo 5 se puede comprobar lo circunstanciales que resultan las primeras con grandes variaciones entre medidas sucesivas. Por ello se recomienda aumentar los puntos con control automático especialmente en las masas con comportamiento predominantemente cárstico que además suelen coincidir con las zonas montañosas y por tanto de peor acceso.

La red foronómica permite disponer de forma directa de datos de caudal de descarga de aguas subterránea en determinados puntos, bien manantiales o tramos de río, como respuesta al estado de recarga del acuífero con el que se relacionan. La red de control foronómico del MARM incluía hasta septiembre de 2009 28 puntos de control de caudal en drenajes subterráneos significativos de la cuenca del Ebro. Para mejorar el control cuantitativo de las masas y complementar a la red piezométrica, a instancias de la dirección de los trabajos, se amplió esta red a 54 puntos. Con esta red de control foronómico ampliada se dispone de un control hidrológico de las principales descargas de agua subterránea de la cuenca y en las debidas condiciones para registrar los procesos de agotamiento de los acuíferos asociados tras los episodios de recarga. Para la climatología predominantemente continental de la cuenca del Ebro con periodos lluviosos seguidos de largos periodos secos es importante conocer el trazado y extensión de estos agotamientos ya que los aportes subterráneos constituyen el caudal de base de los ríos asociados. Es habitual que las estaciones de aforo de los ríos fueran diseñadas con una precisión que impide el adecuado control de los caudales en aguas bajas; por ello se recomienda realizar en estas estaciones las obras necesarias para aumentar la sensibilidad en aguas bajas. En la mayoría de los casos bastaría con disminuir la anchura del canal de estiaje de las estaciones para que pequeñas variaciones de caudal se tradujeran en variaciones detectables en las escalas limnimétricas por los aparatos de registro.