
ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA
(58)

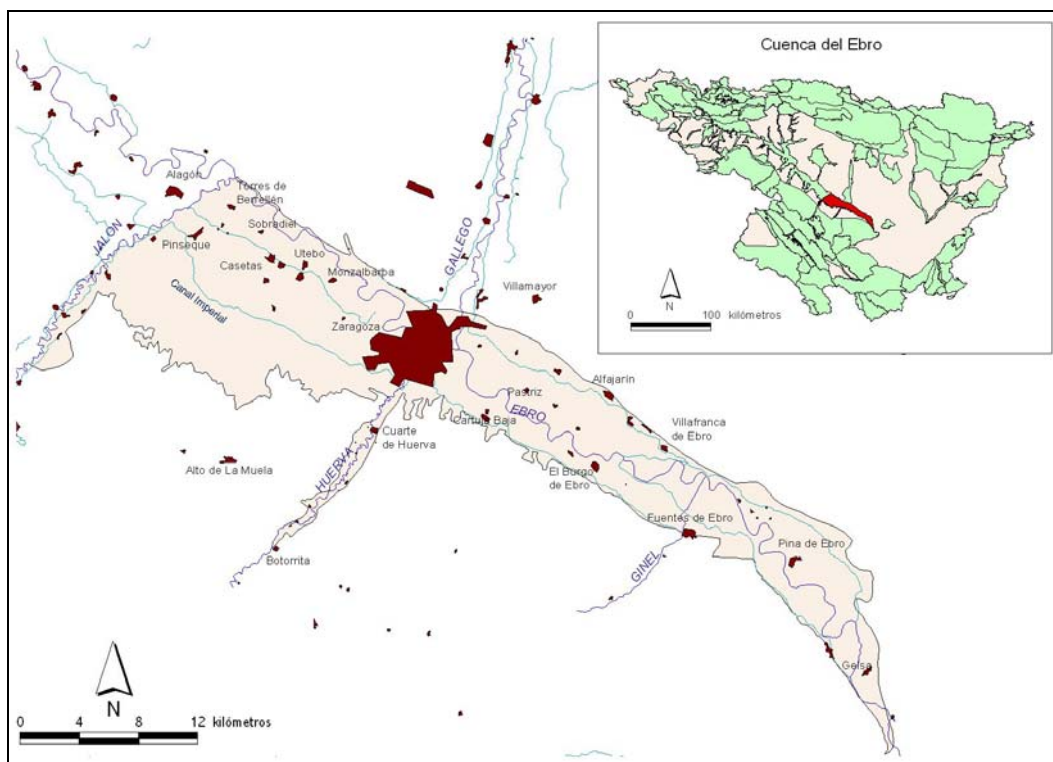
ÍNDICE

1.- LOCALIZACIÓN Y LÍMITES	2
2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.....	2
3.- ACUÍFEROS	6
4.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS	7
5.- PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO	8
6.- ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA.....	11
7.- HIDROQUÍMICA.....	11
8.- DIAGNOSIS DEL ESTADO	13



1. - LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

La masa de agua subterránea del acuífero aluvial del Ebro (Zaragoza - Gelsa) tiene una superficie de 632 km². Se alinea a lo largo del eje central de la depresión del Ebro. En este eje los principales acuíferos son de naturaleza detrítica con porosidad intergranular. Se trata en general de formaciones aluviales y de glaciais asociados a los distintos niveles de aterrazamiento fluvial donde, como en el presente caso, los acuíferos están muy ligados a la dinámica del río con el que forma un único sistema hidrológico.



2. - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

El acuífero aluvial que constituye esta masa de agua está formado por los sedimentos fluviales de edad cuaternaria asociados a los ríos Ebro, Gállego y, con menor extensión, Huerva y Jalón (DGOH, 1976, 1990; IGME, 1981). Están articulados en varios niveles de terrazas a distintas alturas sobre el río, generados como consecuencia de los cambios del nivel de base de los ríos asociados a los eventos glaciares e interglaciares.

Lateralmente, y sin solución de continuidad, las terrazas conectan con glaciais que arrancan de los relieves circundantes. Los más extensos son los sistemas de glaciais que proceden de los relieves de La Muela de Zaragoza, confiriendo así al sistema de glaciais-terrazas una anchura en este sector de hasta 14 km.

Se consideran también los conos de deyección adosados a los relieves terciarios que limitan el corredor aluvial. Son de reducida extensión pero con cierta importancia local, por cuanto pueden albergar espesores notables.

Finalmente, aunque los valles de fondo plano y los distintos barrancos que confluyen en el aluvial no tienen una representación relevante, forman parte del contexto del sistema acuífero por ser canales de aporte de aguas de distinto quimismo, por lo general más salino que las circulantes en el acuífero.

- **Terrazas**

Como rasgos comunes, granulométricos y litológicos, las terrazas del Ebro presentan cantos de subredondeados a redondeados con dos modas, que oscilan entre 1 y 5 cm y otra segunda entre 7 y 12 cm, trabados por una matriz arenosa (a veces cementada por carbonato). La proporción de cantos según su origen-composición se encuentra entre 45-70% para los paleozoicos (silíceos), 3-25% para los triásicos-terrágenos (silíceos), 8-30% para los mesozoicos (carbonatados) y 0-10% para los terciarios (con litología diversa). El tamaño de los centiles varía entre 30 y 40 cm. El contenido en arena se encuentra entre 15 y 25% con lentejones que pueden predominar sobre los terrígenos gruesos. Las terrazas del Gállego están constituidas por gravas y arenas, con niveles de limos a techo correspondientes a la llanura de inundación. El tamaño medio de los cantos, bien redondeados, oscila entre 2 y 8 cm. Presentan litologías y procedencias variadas, con predominio de rocas paleozoicas (cuarzo, cuarcita, calizas y rocas plutónicas alteradas) sobre las terciarias. Las correspondientes al Huerva aportan máximos en contenidos de cantos de caliza y sílex.

Por lo general, en los tramos superiores de los distintos niveles de terraza predominan lutitas, arenas y limos, mientras que en el inferior son las gravas las que presentan mayor abundancia.

La matriz que traba los detríticos gruesos está compuesta por arena y limo, cementada en contenido variable por carbonato, que aumenta en los depósitos más antiguos. Es frecuente encontrar niveles cementados duros de espesor variable (de orden métrico) denominados localmente “mallacán”. El grado de cementación y la superposición de varios niveles de los mismos aumentan con la antigüedad del nivel de terraza considerado. Generalmente, el contacto entre las distintas terrazas es neto.

- **Glacis (Pleistoceno medio y superior)**

Entre el límite del dominio aluvial y los frentes de los relieves terciarios periféricos se extiende un extenso paisaje de glacis. Se trata de depósitos bastante variables tanto en potencia como en litología dependiendo de la proximidad a los relieves de arranque, por un lado, o a los niveles de base donde suelen conectar con las terrazas aluviales, por otro. En el primer caso es común la aparición de gravas y gravillas poligénicas de subangulosas a redondeadas con bloques dispersos, alternando con limos y arenas. En el segundo caso las características se asemejan a las de los niveles de terrazas, siendo en la mayoría de los casos difícil establecer el límite con éstas por su estrecha imbricación; tampoco la variación de pendiente es criterio suficiente para su separación cartográfica.

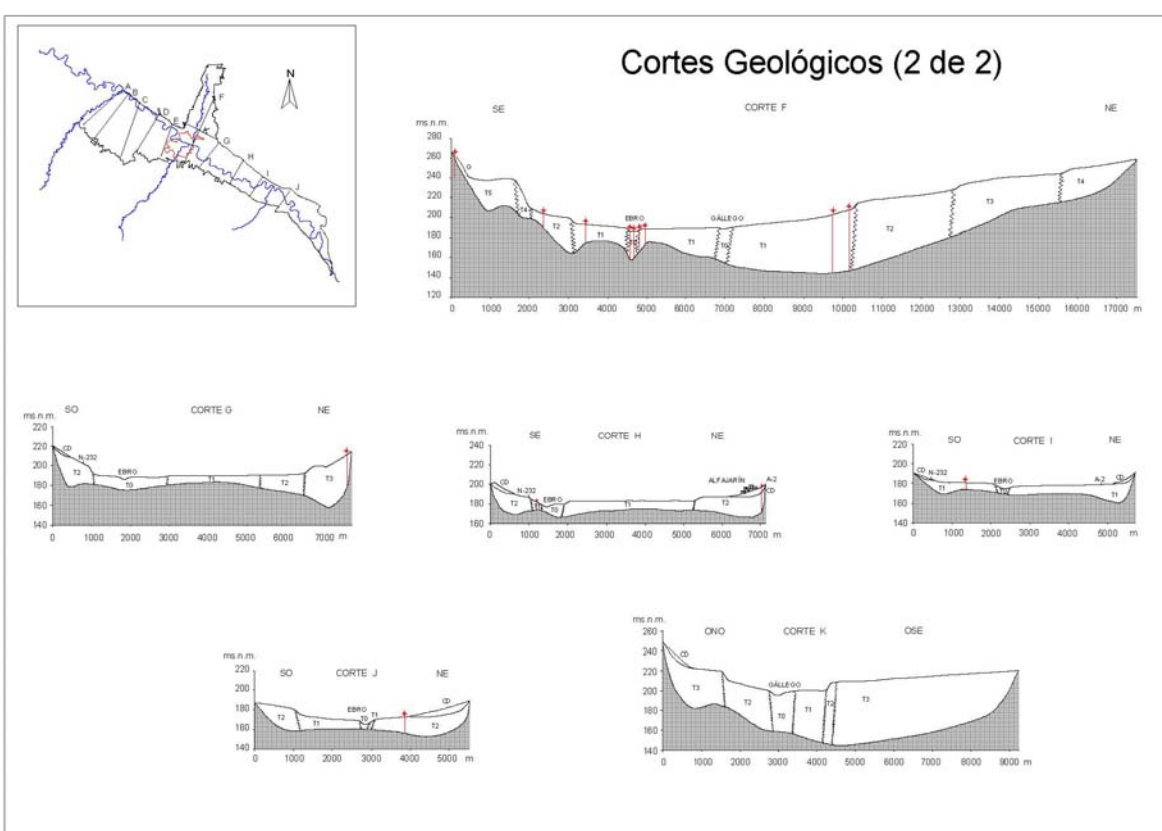
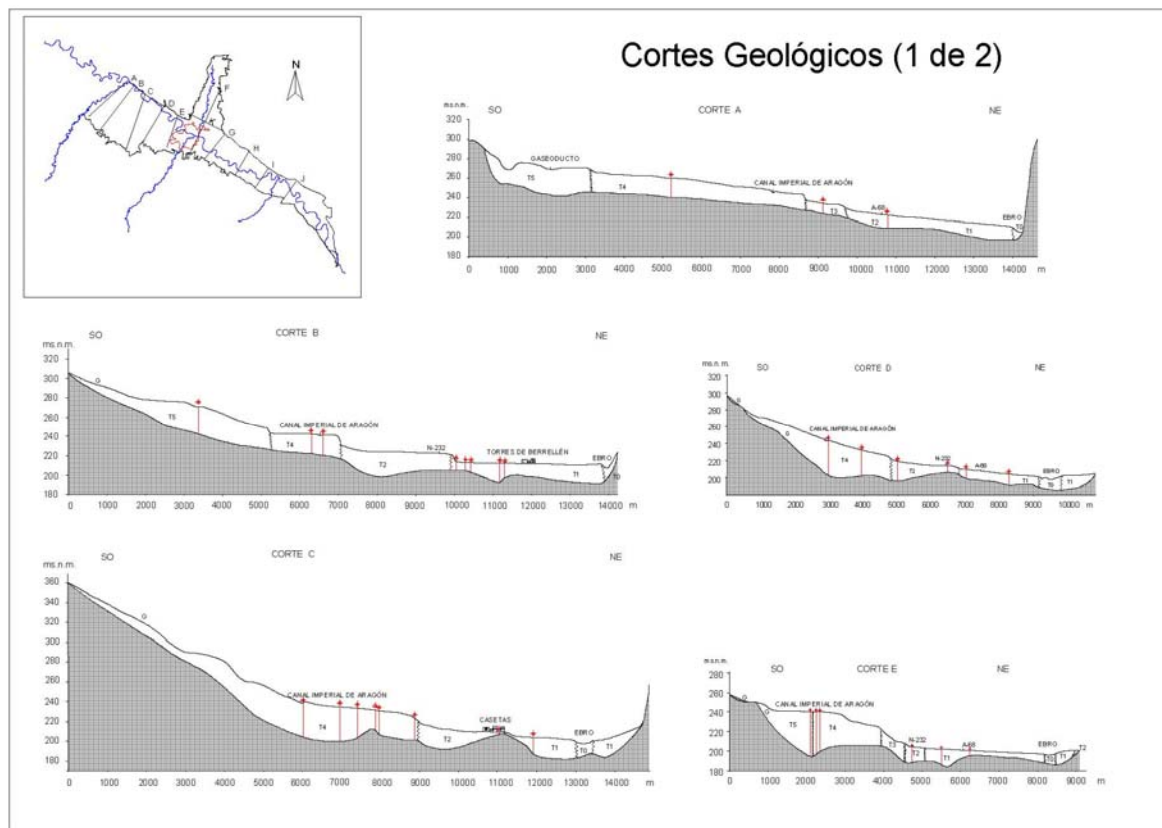
En la zona de estudio se distinguen dos niveles de glacis distintos, el más antiguo de edad Pleistoceno medio y el segundo Pleistoceno superior; se correlacionan íntimamente con los niveles de terraza T5 y T4 respectivamente y se desarrollan especialmente en la margen derecha. Las condiciones de exposición y la escasez de datos de sondeos que atraviesen el depósito no permiten conocer con exactitud su geometría, tan sólo dar cuenta de la variabilidad de potencia.

- **Conos de deyección (Holoceno)**

Están compuestos por cantos heterométricos, angulosos y mal clasificados que proceden de la erosión de escarpes terciarios que han sido canalizados a través de valles de fondo plano (vales). Contienen elementos detríticos de distintos tamaños, empastados en una matriz con abundante material yesífero. La variación de pendiente entre el cono y la terraza sirve para su delimitación, puesto que el contacto es difuso. El desarrollo de estos depósitos es marcadamente superior aguas abajo de Zaragoza hasta la desembocadura del río Ginel en ambas márgenes. Es conveniente destacar que la posición elevada respecto a las terrazas donde se instalan ha sido la clave para la ubicación histórica de diferentes núcleos de población, para evitar o paliar así el efecto de las avenidas de los ríos: Villanueva de Gállego, La Puebla de Alfindén, Alfajarín, Nuez de Ebro y Villafranca de Ebro.

- **Valles de fondo plano – vales- (Holoceno)**

Constituyen una red de drenaje secundaria con forma dendrítica en planta, desarrollada en las formaciones evaporíticas del Terciario, de manera que su relleno colmata y proporciona morfología plana a un previo valle fluvial en V. Sus depósitos son poligénicos al estar constituidos por lutitas y limos yesíferos que incluyen cantos, en proporción muy variable de procedencia terciaria (yeso y caliza), paleozoicos o mesozoicos, de subangulosos a redondeados, denotando una selección y madurez en general deficientes. Por lo general, la variación de pendiente que supone su desembocadura en los niveles de terraza produce el depósito de los conos de deyección.

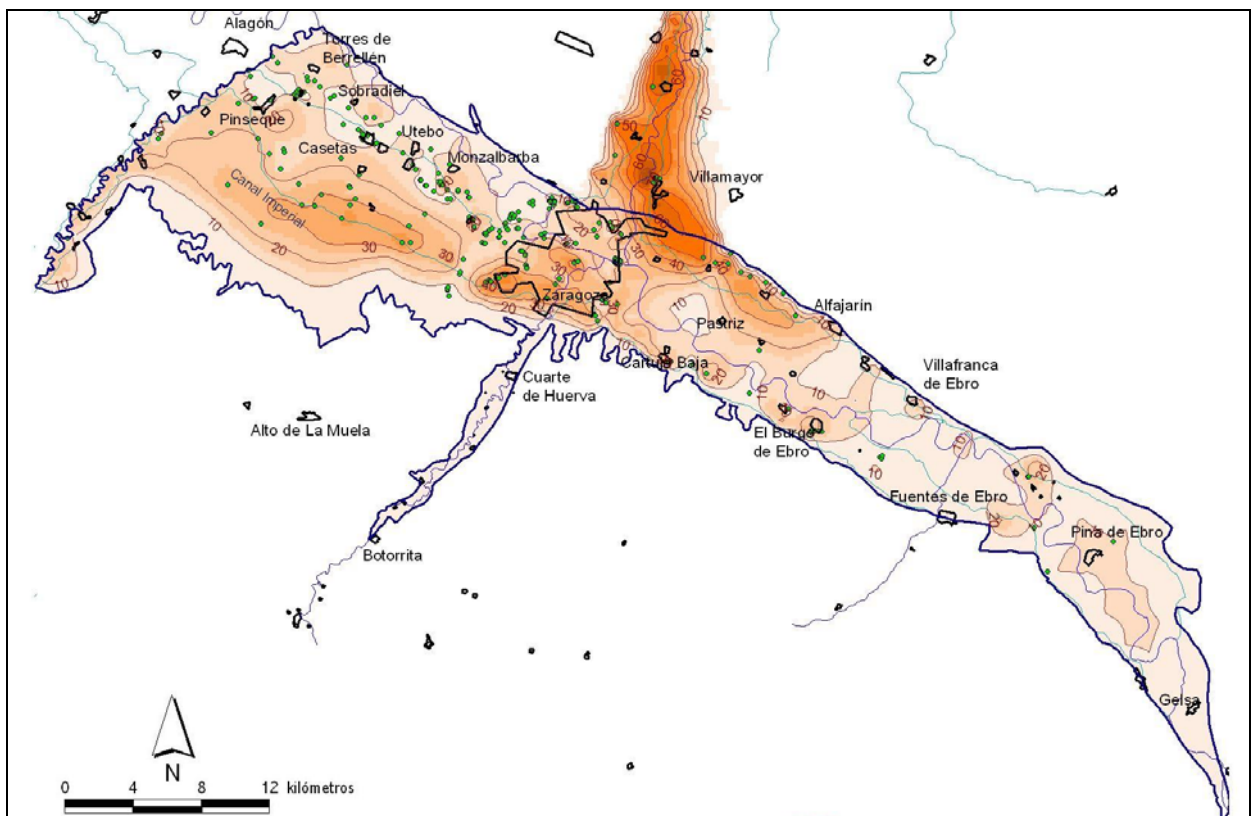


3. - ACUÍFEROS

La masa de agua está integrada por un único acuífero formado por los depósitos aluviales (terrazas y glacia) en conexión con el río Ebro.

EL acuífero tiene una base muy irregular en la que destacan dos surcos muy acusados. Uno sensiblemente paralelo al Canal Imperial desde Garrapinillos a Zaragoza y otro en la zona de confluencia con la masa de agua del aluvial del Gállego. Este último alberga los mayores espesores del aluvial en el tramo considerado, reseñando que la cota de la base de los aluviales del Gállego está por debajo de la de los del Ebro, lo que sugiere invocar, como una primera hipótesis de trabajo, a mecanismos de disolución del sustrato salino y subsidencia por colapso para dar respuesta a la generación de espesores superiores a 80 m en la zona limítrofe a ambas masas.

Aguas abajo de Zaragoza, el aluvial muestra una geometría más sencilla, con un base relativamente homogénea que decrece de forma regular y progresiva hasta desaparecer en las inmediaciones de Gelsa.



Isoespesores en metros del acuífero aluvial del Ebro. Se indica con puntos de color verde la ubicación de lugares con observaciones directas del espesor del aluvial a partir de los que se ha interpolado el mapa.

4.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS

Se dispone de valores de parámetros hidrogeológicos procedentes de 19 pozos para el tramo de la masa localizado aguas arriba de Zaragoza (DGOH, 1990; IGME, 1982). Además se han recopilado otros 15 puntos con información acerca de los parámetros hidrodinámicos localizados en los aluviales adyacentes a esta masa de agua: uno en el Gállego y el resto en el aluvial del Ebro aguas arriba -términos de Figueruelas y Alagón- (IGME, 1979 y 1980; Sánchez-Navarro, 2003). Otros 6 datos corresponden a valores deducidos a partir del caudal específico del pozo. En la tabla siguiente se recogen los valores recopilados.

Tabla . Valores recopilados de los parámetros hidrodinámicos del acuífero aluvial del Ebro - Zaragoza

Punto	Registro	S	k ⁽¹⁾ (m/d)	T (m ² /d)	Fecha	Tipo	UTM (X)	UTM (Y)
1	Puerta Cinegia	0,06	269	3.500	17/09/2001	Ensayo de bombeo	675580	4613554
2	Teatro Fleta	0,12	70	2.500	19/03/2001	Ensayo de bombeo	676207	4613477
3	Saica - 1		917	4.786-11.929	12/06/1996	Ensayo de bombeo	677376	4615388
4	271410037		300	2.400		Ensayo de bombeo	650872	4628779
5	271410035		92	1.100		Ensayo de bombeo	651000	4628418
6	271410032	0,05	414	2.900		Ensayo de bombeo	652237	4627923
7	271410038		240	2.400		Ensayo de bombeo	653027	4627577
8	271410031		250	2.500		Ensayo de bombeo	654948	4627013
9	271450012			7.900	18/06/1982	Ensayo de bombeo	656633	4623361
11	261440025	0,10	317	6.770-9.480		Ensayo de bombeo	650541	4624427
12	261480004		59	2.000		Ensayo de bombeo	644725	4621925
13	271410061		116	2.500		Ensayo de bombeo	652350	4627100
14	271420013			2.127		Ensayo de bombeo	660564	4625179
15	271450024		35	900		Ensayo de bombeo	651900	4619800
16	271460084	0,08	1500	4.500		Ensayo de bombeo	658400	4619800
17	271470117		17	116		Ensayo de bombeo	670302	4621372
18	271470118		14	100		Ensayo de bombeo	665934	4619121
19	271470119		74	518		Ensayo de bombeo	668402	4618212
20	271470124		36	270		Ensayo de bombeo	667693	4617940
21	271480070	0,08	430	3.400		Ensayo de bombeo	677530	4616201
22	Betancourt nº 1		50	240-290	26/07/2000	Caudal específico	676301	4616999
23	Betancourt nº 2		100	1.150-2.180	24/07/2000	Caudal específico	676139	4617045
24	Betancourt nº 3		260	7.000-7.500	22/07/2000	Caudal específico	676307	4617051
25	Betancourt nº 4		42	170-180	25/06/2000	Caudal específico	676204	4617015
26	Betancourt nº 6		24,6	74	02/10/2000	Caudal específico	676258	4617043
27	Betancourt nº 7		981	21.000	02/10/2000	Caudal específico	676315	4616985
28	281450047		80	2.820		Ensayo de bombeo	679264	4617830
29	281450056		15	400		Ensayo de bombeo	679283	4615239
30	271410019	0,10	198	4.700	16/02/1978	Ensayo de bombeo	651168	4625240
31	271410031	0,10	198	2.000	01/09/1979	Ensayo de bombeo	654947	4627013
32	271410032		943	6.076	03/09/1979	Ensayo de bombeo	652237	4627923
33	271410035	0,05	125	1.200	01/05/1980	Ensayo de bombeo	651000	4628418

Tabla . Valores recopilados de los parámetros hidrodinámicos del acuífero aluvial del Ebro - Zaragoza

Punto	Registro	S	k ⁽¹⁾ (m/d)	T (m ² /d)	Fecha	Tipo	UTM (X)	UTM (Y)
34	271410037		158	1.440	01/04/1980	Ensayo de bombeo	650872	4628779
35	271410038		625	6.312	01/04/1980	Ensayo de bombeo	653027	4627576

⁽¹⁾ – Permeabilidad estimada a partir del valor de T obtenido en el ensayo y el espesor de acuífero ensayado.

Los valores de transmisividad T reflejan una distribución acorde con la variación espacial del espesor. Los valores más altos se localizan en el surco del Canal Imperial y en la confluencia con el Gállego, con registros del orden de 3.000 a 7.500 m²/d.

En los casos en que la información recabada lo permite, se ha estimado el valor de la permeabilidad k . Los valores obtenidos varían entre 15 y 1.500 m/d, lo que da una idea de la heterogeneidad del medio.

No se aprecia una ordenación espacial de este parámetro, de forma que, con el detalle de conocimiento actual, las propiedades hidrodinámicas del acuífero no permiten diferenciar las distintas formaciones (terrazas o glacis). En conjunto, la permeabilidad promedio de los valores recopilados es de 280 m/d. No obstante, algunas matizaciones a la información recabada apuntan hacia una posible subestimación de este valor.

Así, por ejemplo, es frecuente en el aluvial una disposición litológica en la que las arenas y los limos se concentran en los niveles superiores, lo que implica tener menores valores de permeabilidad hacia el techo del acuífero. Esta disposición hace que los ensayos realizados en pozos parcialmente penetrantes tiendan a subestimar la permeabilidad.

También se subestima la permeabilidad en los casos en que los pozos estén localizados en zonas marginales, próximas al contacto con el Terciario. En estas últimas zonas, las terrazas se interdigitan con los abanicos aluviales procedentes del desmantelamiento del Terciario adyacente, que están formados por materiales de menor permeabilidad (cantos de yeso embebidos en una matriz margosa).

Los datos acerca del coeficiente de almacenamiento S son bastante más escasos. Los valores oscilan entre 0,06 y 0,12 con un promedio de 0,008.

5.- PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO

En la actualidad el MMA tiene establecida una red de control piezométrico de 5 puntos distribuidos de forma relativamente homogénea desde Sobradriel hasta Pina de Ebro (figura 7). Estos piezómetros cuentan con series relativamente prolongadas de hasta 27 años, cubriendo un periodo desde el año 1978 hasta la actualidad, con una frecuencia que, en líneas generales, es trimestral. Estos puntos han formado parte de una red piezométrica histórica, controlada en sus inicios por el IGME (IGME, 1981), y que ha llegado a tener hasta 29 puntos sobre esta masa de agua a lo largo de sus sucesivas revisiones.

Un análisis del comportamiento temporal de los niveles medidos permite identificar dos grupos de piezómetros: aquellos influenciados por los regadíos y los condicionados mayoritariamente por las oscilaciones de la lámina de agua del río Ebro (figuras 9 y 10).

Los piezómetros del primer grupo (271460075, 281510051, 281570012, 291910003, ver figura 9) reflejan una ciclicidad anual determinada por las campañas de riego, con niveles piezométricos máximos estacionales en los meses de verano (agosto y septiembre) y niveles mínimos en invierno (febrero y marzo).

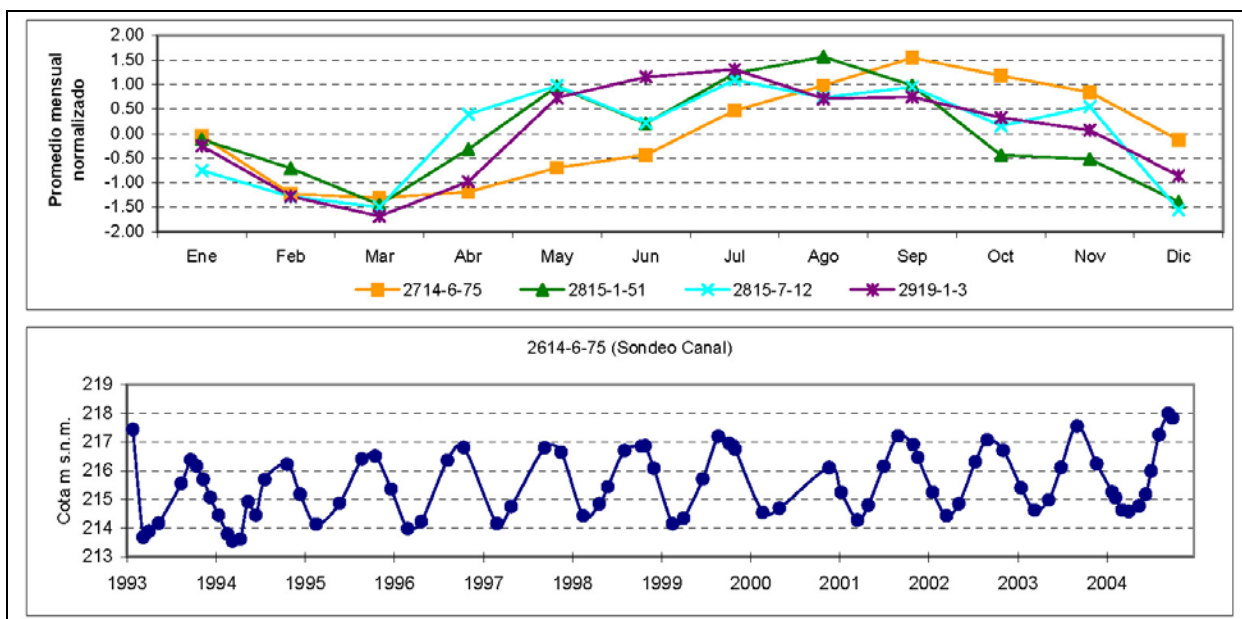
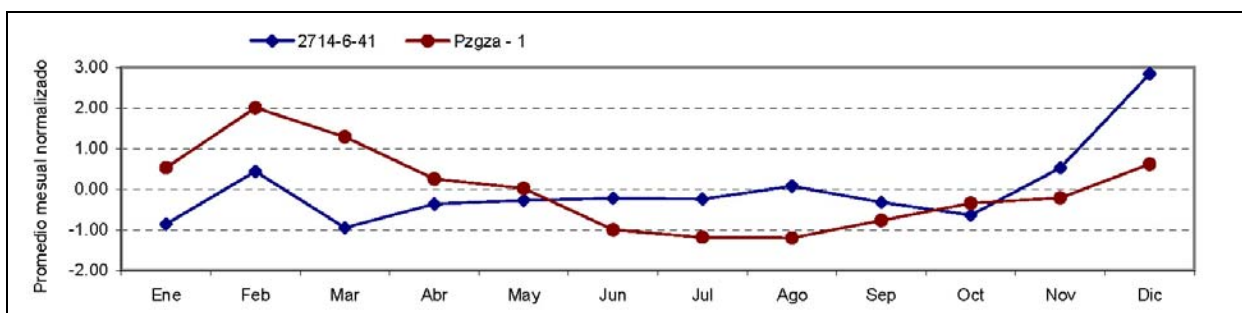


Figura 9. Evolución piezométrica estacional en las zonas influenciadas por el regadío. Arriba: Se representan los niveles freáticos promedios mensuales normalizados. (Valor normalizado = $[\text{Valor} - \text{valor medio}] / \text{desviación típica}$). Abajo: hidrograma de un piezómetro en el área dominada por el Canal Imperial.



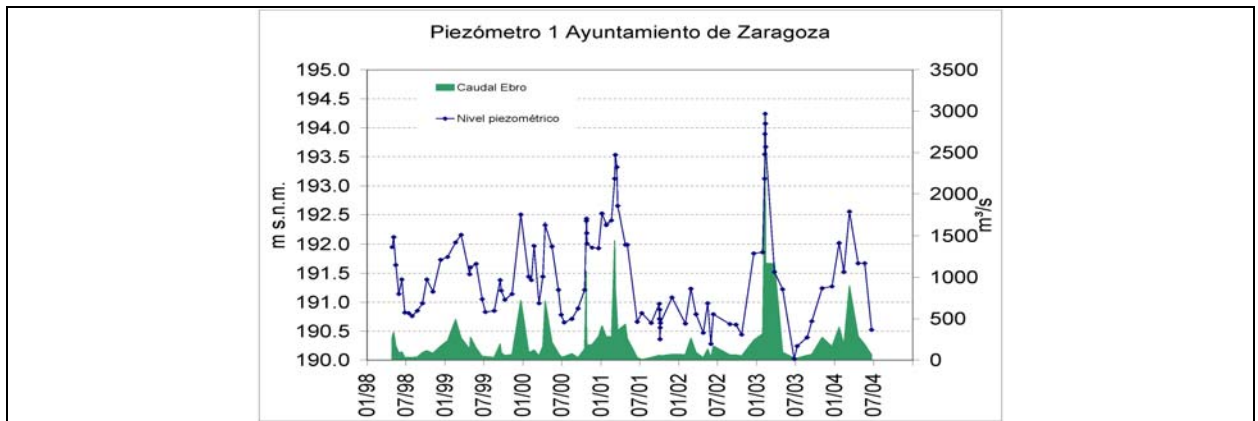
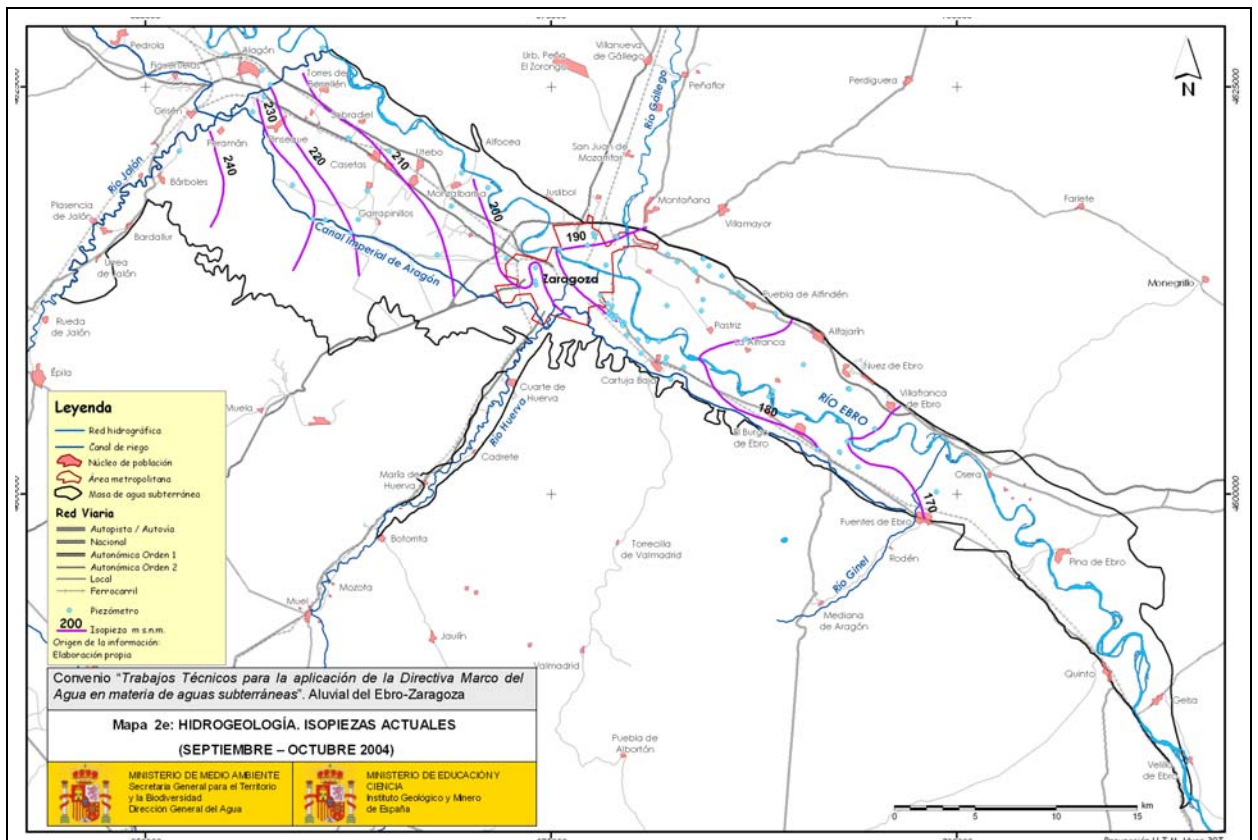


Figura . Evolución piezométrica estacional en las zonas influenciadas por el nivel del río Ebro. Arriba: niveles freáticos promedios mensuales normalizados. Abajo: evolución temporal del piezómetro nº 1 del casco urbano de Zaragoza frente al caudal del río Ebro en el Puente de Santiago.

El segundo grupo incluye los piezómetros localizados en la llanura de inundación y en las proximidades del cauce (figura 10), como el pozo de Sobradiel (271460041) y todos los piezómetros localizados en el casco urbano de Zaragoza. Muestran una estacionalidad invertida con respecto al grupo anterior, con máximos estacionales en los meses de febrero y marzo, y mínimos en el periodo de junio a agosto, coincidiendo con los periodos de estiaje en el río. Cabe añadir que todos los piezómetros de la red urbana localizada en Zaragoza muestran una evolución similar y muy vinculada al estado hidrológico del Ebro.



Isopiezas del acuífero aluvial del Ebro

La piezometría muestra cómo los flujos procedentes del Gállego son subortogonales al límite entre ambas masas de agua, en tanto que en la zona aguas arriba del Jalón son subparalelos al límite entre ambas masas (subortogonales al Ebro). Esta circunstancia tiene una gran incidencia en la transferencia de agua entre las masas de agua subterránea, de forma que implica una notable entrada de agua subterránea desde el aluvial del Gállego, pero muy escasa transferencia del aluvial del Ebro aguas arriba del Jalón.

6.- ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA

Tabla 1: Mecanismos de recarga de la masas de agua subterránea del aluvial del Ebro – Zaragoza. Fte. IGME 2005.

Procedencia de la recarga	Valor (hm ³ /año)
Infiltración de precipitación	4,7
Retorno de riego	181,1
Aportación lateral de otras masas de agua subterránea	66,2
Infiltración de las escorrentías laterales	10,9
Infiltración desde el casco urbano de Zaragoza	2
Infiltración del Canal Imperial de Aragón	8,9

El único mecanismo significativo de recarga natural es la infiltración de las precipitaciones, con un valor unitario de 42 mm anuales, frente a un promedio para toda la masa del orden de 365 mm. La alimentación procedente del Ebro durante las avenidas, si bien puede almacenar notables cantidades de agua en las zonas ribereñas, sólo actúa muy eventualmente, y es devuelta con rapidez al acuífero. Es decir, casi el 90% de la recarga de esta masa de agua subterránea está inducida por la acción humana. Esta circunstancia impone el estado cuantitativo de esta masa, cuya estacionalidad está más vinculada a la de las campañas de riego que a cualquier otro factor.

Las extracciones de agua subterránea son relativamente escasas en relación a sus recursos. Se han cifrado en unos 17 hm³/año, y se destinan mayoritariamente a cubrir usos industriales en el entorno de Zaragoza. La escasa calidad de las aguas subterráneas hace que la demanda de agua para abastecimiento municipal se atienda con aguas superficiales procedentes del Canal Imperial de Aragón.

7.- HIDROQUIMICA

El acuífero aluvial del Ebro constituye una masa de agua subterránea sometida a una elevada presión antropogénica desde el momento en que comienzan el abonado y los cultivos intensivos de regadío, especialmente con el aprovechamiento masivo del Canal

Imperial de Aragón, cuya obra concluyó a finales del siglo XVIII. Los análisis más antiguos datan de finales de los años setenta del siglo pasado y ya evidencian una contaminación generalizada por nitratos.

Es posible, no obstante, hacer algunas consideraciones sobre la calidad natural de estas aguas en virtud de la existencia de un sustrato del acuífero netamente salino, cuya impronta es visible a través de la presencia de facies muy mineralizadas, con aguas que son mayoritariamente de tipo sulfatado cálcico y valores de conductividad eléctrica habituales entre 1.500 y 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Localmente se registran también valores de conductividad del orden de 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en donde son más características las facies mixtas sulfatadas – cloruradas.

Existe una contaminación generalizada en esta masa de agua subterránea puesta de manifiesto por algunos de los principales indicadores de la aportación humana: compuestos de nitrógeno, DQO y la presencia de productos químicos industriales. Otros indicadores de afección humana como el contenido en cloruro o sulfato (ver tabla 5) tienen una validez más limitada en este tipo de medios en los que ya existen previamente de forma natural y en concentraciones importantes.

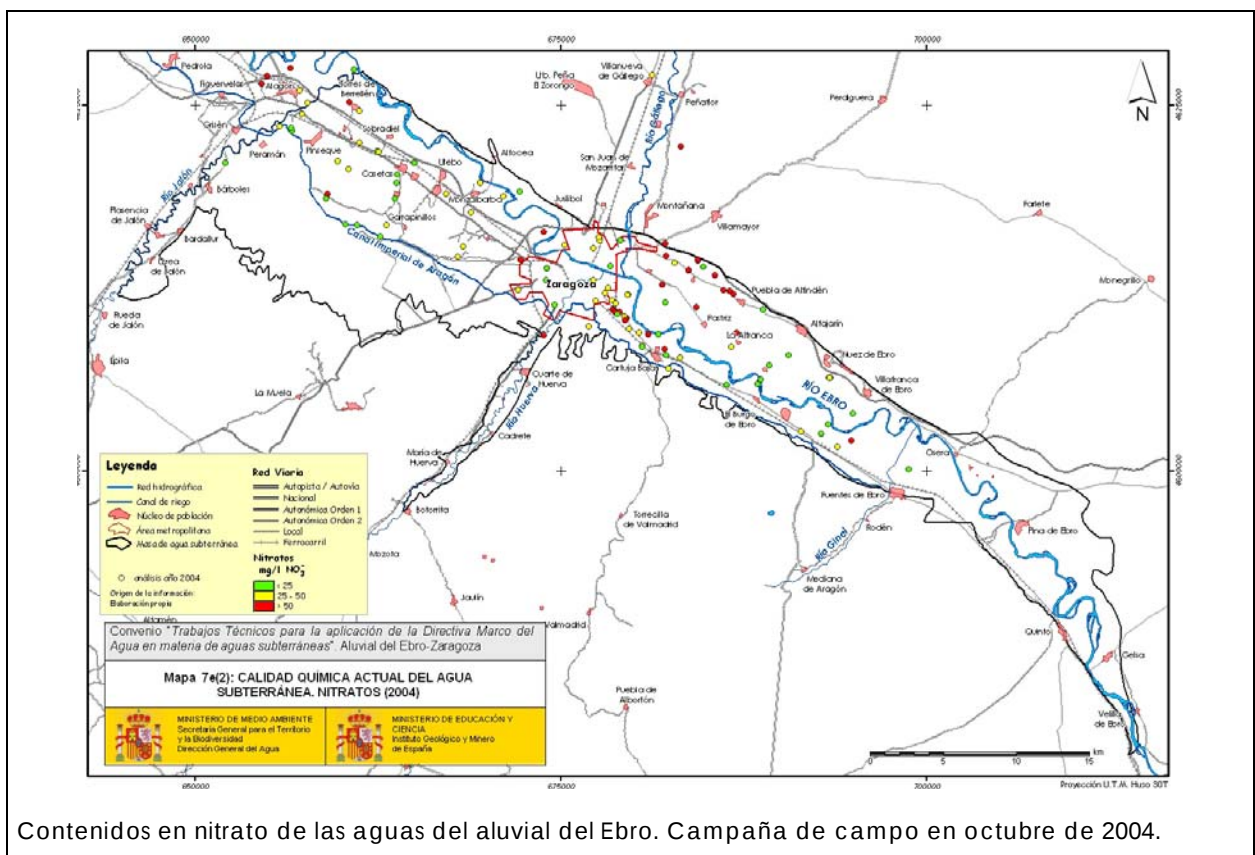
La contaminación por nitratos es generalizada en toda la masa de agua subterránea. Su origen reside fundamentalmente en la actividad agropecuaria y en las fugas de redes y sistemas de saneamiento de zonas urbanizadas. La distribución espacial del contenido de este ión permite observar elevadas concentraciones inmediatamente aguas abajo del núcleo urbano de Zaragoza, en lo que parece ser un claro exponente de la relación entre la actividad de la ciudad y la contaminación de la masa de agua subterránea por nitratos. Una determinación más clara del origen agrícola (fertilizantes) o urbano puede realizarse mediante el análisis de isótopos del nitrógeno. No obstante, la asociación de los altos contenidos en nitrógeno aguas abajo de Zaragoza con los de otros parámetros indicadores de contaminación, como la DQO o los productos químicos orgánicos de origen industrial, son una evidencia por sí mismos de la relevancia del núcleo urbano de Zaragoza como un importante agente de contaminación de la masa de agua subterránea.

Aguas abajo de La Alfranca, el contenido en nitratos es siempre bastante más bajo y raramente supera los 50 mg/l. Este sector del acuífero está igualmente sometido a una relativamente elevada presión agrícola, si bien su, en principio, menor vulnerabilidad a la contaminación por nitratos de origen agrario se podría atribuir a una mayor tasa de renovación de la masa de agua subterránea en este sector, tasa sobre la que el espesor del acuífero tiene una notable influencia. En este sentido, cabe destacar que el espesor del acuífero aguas abajo de La Alfranca se reduce considerablemente en comparación con otras zonas de la masa de agua subterránea, circunstancia que propicia la renovación mas rápida del agua subterránea.

El análisis de estratificación de las aguas subterráneas muestra una variación vertical muy patente en las zonas de mayor espesor de acuífero: en el área de Garrapinillos – Zaragoza y en el zona de confluencia con el Gállego.

En el caso de la C.E., cuando se detecta estratificación del agua, la evolución de la salinidad con la profundidad es siempre creciente. En algunos puntos se registran saltos muy notables de salinidad en la parte más profunda, con valores que alcanzan los 9.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Aguas arriba de Zaragoza los valores varían usualmente entre 1.000 y 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Aguas abajo son usuales valores del orden de 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y superiores, especialmente en el tramo entre EL Burgo de Ebro y Osera.

El contenido en ión nitrato muestra también una estratificación vertical que es detectada fundamentalmente en las zonas de mayor espesor. En este caso se han registrado puntos con una evolución con la profundidad tanto creciente como decreciente, y no se identifica una ordenación espacial clara de ambos casos.



Contenidos en nitrato de las aguas del aluvial del Ebro. Campaña de campo en octubre de 2004.

8. - DIAGNOSIS DEL ESTADO

Las presiones a que está sometida la masa de agua subterránea son muy variadas y de una magnitud espacial y temporal considerable: el 77 % de su superficie está ocupada por suelos agrícolas, con una importante extensión de regadíos tradicionales, implantados especialmente desde la construcción del Canal Imperial de Aragón, obra finalizada en la segunda mitad del siglo XVIII. Por otro lado, casi un 14% de su superficie es artificial, ocupada

por áreas urbanas e industriales, todas ellas concentradas en las terrazas bajas donde el espesor de la zona no saturada es más reducido. De la misma manera, se trata de presiones con dilatada historia que pueden haber ejercido mayor influencia desde mediados del siglo XX, cuando importantes flujos migratorios llegan a las ciudades, pero particularmente con el despegue industrial de Zaragoza en la década de los años 60.

El resultado ha sido una contaminación de las aguas subterráneas por diversas fuentes cuyo impacto más significativo es la degradación de la calidad para uso de boca. Las redes de control apuntan una contaminación generalizada por nitratos, así como plumas de contaminación de origen industrial.

La contaminación por nitratos afecta de forma más o menos intensa a toda la masa de agua subterránea y en todo el espesor del acuífero, con valores habituales por encima de 50 mg/l que a veces superan los 100 mg/l. concentraciones. En su intensidad influyen ciertas características intrínsecas de la masa de agua subterránea, como la tasa de renovación, de forma que en las zonas sometidas a mayor recarga o con menor espesor saturado, la capacidad de autodepuración del acuífero es mayor, y así parece observarse en las zonas adyacentes al Canal Imperial y en el tramo final del acuífero.

Espacialmente, la zona más afectada por nitratos se localiza inmediatamente aguas abajo del casco urbano de Zaragoza, lo que sugiere una notable contribución de la contaminación de procedencia urbana que se suma a las fuentes agrarias del entorno.

Además, se han localizado varios eventos de contaminación en los polígonos industriales periféricos de Zaragoza, evidenciados por la presencia de compuestos orgánicos (tricloroetileno en concentraciones por encima de los 5 µg/l, percloroetileno en concentraciones por encima de los 100 µg/l; afectan a los polígonos industriales de Malpica-Alfidén y Zaragoza- Ctra de Castellón), y de metales en concentraciones por encima de los umbrales establecidos en el R.D. 140/2003 para agua de boca (concentraciones de Hg, Ni, Cr y Pb superiores al límite establecido por la Dir. 98/83, en los polígonos industriales de Malpica-La Puebla de Alfiden, Zaragoza-Crtra de Castellón, Casetas y el Burgo de Ebro) y cianuro (en concentraciones por debajo de 0.05 mg/l, en el área industrial de la Ctra de Castellón).

Se tiene además constancia de plumas de contaminación de hidrocarburos procedentes de fugas de gasolineras en el polígono industrial de Malpica, Zaragoza y Ctra de Castellón.

Por otra parte, la recarga impuesta por los regadíos acelera un proceso de carstificación natural en la zona de contacto entre el aluvial y el sustrato. Dada la naturaleza soluble de la roca que alberga el carst, su dinámica es muy rápida, de forma que son relativamente frecuentes, y conocidos en la zona, los eventos de colapso con una aparición súbita de dolinas. Estas morfologías son muy abundantes por debajo de la cota del Canal Imperial, en una clara relación espacial con las áreas de regadío, y constituyen un problema geotécnico muy habitual en la zona.

Se trata de un fenómeno natural que está acelerado por la acción humana. Esos colapsos tienen su reflejo, en la propia geometría del acuífero. Así, en el tramo final del aluvial del

Gállego, tributario del Ebro por su margen izquierda, la base del aluvial está por debajo de la del propio aluvial del Ebro, como consecuencia, probable, de la subsidencia por colapso del sustrato.

Estos flujos responsables de la carstificación del sustrato, proceden del aluvial y son drenados finalmente hacia el Ebro, de forma que otro impacto previsible, y no suficientemente bien valorado en la actualidad, es la salinización de las masas de agua superficiales asociadas.

A tenor de lo expuesto, queda claro que la masa de agua subterránea está en riesgo de no alcanzar los objetivos ambientales de calidad previstos por la Directiva 2000/60/CE. En su situación actual, la degradación de la calidad de las aguas es ya un impacto reconocido en amplias áreas del aluvial, hasta el punto de quedar inhabilitadas para el consumo humano.