

A LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

(Paseo de Sagasta 24-26, CP 50071, ZARAGOZA)

chebro@chebro.es

D. Roberto Lana Ortigosa, mayor de edad, con D.N.I. número _____ actuando
como representante del Ayuntamiento de Murieta, con CIF _____ con domicilio a
efecto de notificaciones en _____ comparece y como mejor
proceda, DICE

Que en la página 91 en un apartado de la MEMORIA de la **“Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2021-2027)”**, atendiendo a una alegación-sugerencia del consejero de Cohesión Territorial del Gobierno de Navarra dentro de las medidas contempladas en el análisis de alternativas se incluye lo siguiente:

“-Dotar un abastecimiento de buena calidad de agua bruta y de fuentes diversificadas para aumentar la resiliencia frente a eventos relacionados con el cambio climático, realizando el abastecimiento de la Ribera Estellesa desde el acuífero de Loquiz, y de la Ribera de Navarra desde la solución Itoiz-Canal de Navarra.”

Que, por medio del presente escrito, y en relación con la **“Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2021-2027)”**, viene a presentar las siguientes,

ALEGACIONES

Que en la masa de agua subterránea código 023 Sierra de Lokiz que afecta a los ríos Ega-Urederra, la Mancomunidad de Montejurra tiene solicitados 14,52 Hm³ (Expediente de la CHE 2013-P-61) contra el que se han presentado numerosas alegaciones por parte de Ayuntamientos, Comunidades de Regantes, Asociaciones y particulares de la zona afectada, sin que hasta la fecha se haya resuelto el expediente.

Que el volumen indicado es anual y la extracción es muy importante en los meses de estiaje, y es cuando más agua se extrae y cuando menos agua circulante hay por los ríos Ega-Urederra, hay que tener en cuenta que es zona de especial conservación (ZEC), Red Natura 2000, por lo que hay que respetar el caudal ecológico y las concesiones legales existentes.

En el año 2015 la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) realizó un Estudio de tendencias de las series cronológicas de la cuenca del río Ega en el cual a modo de síntesis se indica:

*“Finalmente, y a modo de síntesis y conclusión, se observan tendencias preocupantes a la disminución de caudales en el río Ega aguas debajo de Ancín, debidas a una aún mayor tendencia a la disminución de las aportaciones naturales del acuífero al río en ese tramo. Esta última necesariamente hay que ponerla en relación con las extracciones continuadas llevadas a cabo en los últimos años en el sector Ancín-Mendoza. Estas tendencias se centran sobre todo en las épocas de verano-otoño, es decir, en la época de menores caudales, y tienen consecuencias en los factores que caracterizan el buen estado ecológico de las masas de agua, objetivo, no se olvide, de la Directiva Marco del Agua” (Pag.29). **SE ADJUNTA COMO ANEXO N° 1.***

Que es importante destacar que las extracciones son de tipo superficial como también de tipo subterráneo puesto que todas están relacionadas con los caudales que circulan en los ríos.

Que el PLAN DIRECTOR DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA DE USO URBANO DE NAVARRA 2019-2030, aprobado por el Gobierno de Navarra con fecha de 8 de mayo de 2019 y publicado en el BON n° 99 de 23 de mayo de 2019, establece una previsión de consumo para la Comarca de Tierra Estella (Montejurra), a partir del año 2027 de 6,51 Hm³ /año. (Itxako –Urederra 2,7 Hm³, y en el pozo de Mendoza (Ega) 3,81 Hm³, cerrando el pozo de Ancín), completando la previsión con otras alternativas existentes. También se indica, que el Gobierno de Navarra conforme al compromiso adquirido, estudiará anualmente el impacto de la extracción en el acuífero de Lokiz y sus efectos en el caudal circulante en el río Ega, cuya información se añadirá a la Comisión de Seguimiento del Plan Director. **Se adjunta lo contemplado el PLAN DIRECTOR para Tierra Estella como ANEXO N° 2.**

No entendemos por qué en la **“Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2021-2027)**, no figura lo que está aprobado en el PLAN DIRECTOR DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA DE USO URBANO DE NAVARRA 2019-2030, para la zona de Tierra Estella después de un proceso de participación pública, actualmente vigente y que consideramos debe prevalecer sobre lo solicitado por el consejero de Cohesión Territorial del Gobierno de Navarra.

Por todo lo anteriormente expuesto,

SOLICITA

Que se modifique lo que se indica en a la **“Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2021-2027)** para la zona de Tierra Estella y en su lugar se incluya lo aprobado en el PLAN DIRECTOR DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA DE USO URBANO DE NAVARRA 2019-2030

para la zona de Tierra Estella ya que con esta Propuesta se está incumpliendo la aprobado por el Gobierno de Navarra con fecha de 8 de Mayo de 2019 y publicado en el BON nº 99 de 23 de Mayo de 2019

Que en lugar de lo que se indica en la página 91 en un apartado de la MEMORIA que dice:

“-Dotar un abastecimiento de buena calidad de agua bruta y de fuentes diversificadas para aumentar la resiliencia frente a eventos relacionados con el cambio climático, realizando el abastecimiento de la Ribera Estellesa desde el acuífero de Loquiz, y de la Ribera de Navarra desde la solución Itoiz-Canal de Navarra.”

Se sustituya por:

-Dotar un abastecimiento de buena calidad de agua bruta y de fuentes diversificadas para aumentar la resiliencia frente a eventos relacionados con el cambio climático, realizando el abastecimiento de Navarra de acuerdo con en el PLAN DIRECTOR DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA DE USO URBANO DE NAVARRA 2019-2030.

En Murieta, a fecha de firma digital

Fdo. Roberto Lana Ortigosa

2015

Estudio de tendencias en las series cronológicas de la cuenca del río EGA

Hidrogeología eta Ingurumena (HGI)
Grupo de Hidrogeología y Medio Ambiente

Geodinamika Saila
Departamento de Geodinámica
UPV/EHU



2015eko Ekaina/ Junio 2015

Azken bertsioa / Versión definitiva

INDICE

ANTECEDENTES	3
OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
AREA DE ESTUDIO	4
DATOS DISPONIBLES	6
METODOLOGÍA	7
RESULTADOS	10
<i>Datos de partida</i>	10
<i>Detección de cambios bruscos en las series</i>	14
<i>Tendencia en las series disponibles</i>	15
<i>Tendencias estacionales</i>	18
<i>Tendencias de las series de estiaje</i>	20
DISCUSION Y CONCLUSIONES	25
EQUIPO DE TRABAJO	36
BIBLIOGRAFIA	36
Anexos	37

Anexo I: Representación gráfica de las series de datos disponibles a escala diaria (en las series en las que se dispone de la información a dicha escala), mensual y anual y de las medias móviles de 1 y 3 años.

Anexo II: Información válida en las series de datos analizadas.

Anexo III: Tablas resumen de las series de datos disponibles.

Anexo IV: Regresiones y coeficientes de determinación entre las series analizadas.

Anexo V: Tablas resumen de los test de tendencias realizados.

ANTECEDENTES

Miembros del Grupo de Hidrogeología y Medio Ambiente (HGI) de la Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencia y Tecnología) han venido analizando, a petición de asociaciones de Valdega, diferentes estudios hidrogeológicos que el Gobierno de Navarra ha llevado a cabo sobre la Unidad Hidrogeológica de Loquiz, más en concreto sobre la caracterización de la zona sur de la Unidad y sobre su grado de relación con el río Ega. Los dos estudios más importantes analizados son “*Ampliación y actualización de los estudios hidrogeológicos de la Unidad de Loquiz (Navarra)*”, del año 1998 (quizás de finales del 1997, ya que no consta el año), y “*Estudio de evaluación de las posibilidades de explotación sostenible de los recursos hídricos subterráneos de la U.H. de Loquiz en el Sector de Ancín (Navarra). Informe Final*”, del año 2005.

A partir de la lectura crítica de esos documentos se redactaron unas notas en las que, entre otras cosas, se decía “... sería de todo punto necesario un análisis matemático exhaustivo de las series diarias disponibles de caudales en el río, de niveles en los pozos/piezómetros y de caudales explotados en los sondeos en activo. Al fin y al cabo son estos datos los que reflejan lo que realmente ha ocurrido y está ocurriendo; los resultados de un modelo no pueden obviar la realidad conocida”.

Posteriormente, en octubre del 2014, la Asociación Salvemos el EGA – EGA Bizirik solicitó al Grupo de Hidrogeología y Medio Ambiente de la UPV/EHU la realización de un estudio específico centrado en ese análisis matemático. El informe que ahora se presenta responde a lo entonces solicitado. Se trata, por tanto, de analizar las series cronológicas disponibles en la zona (caudales, piezometría, precipitaciones) con objeto de estudiar las tendencias temporales que puedan estar presentes en esas series, con especial énfasis en las de los caudales del río Ega, y, sobre todo, en lo que a los caudales de estiaje (época estival) se refiere. Este aspecto se considera fundamental porque, llegado el caso, podría ser limitativo de determinadas actuaciones de captación de agua, a la luz de los objetivos medioambientales marcados por la Directiva Marco del Agua europea.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Como se recoge en la oferta presentada por la UPV/EHU el objetivo principal es **analizar las tendencias temporales en las series disponibles de precipitación, piezometría, caudales y extracciones en la cuenca del Ega**, bajo la premisa de que ese conocimiento es fundamental, y previo, a cualquier actuación que pueda llegar a afectar, a corto o medio plazo, el régimen de caudales del río Ega. Se trata, en otras palabras, de enmarcar la situación actual en una secuencia evolutiva que viene del pasado más reciente y avanza hacia el futuro, secuencia que puede estar condicionada tanto por factores externos a la cuenca (relacionados con la variabilidad-cambio del clima) como por factores internos (extracciones, cambios en usos del suelo...).

Sólo el adecuado estudio matemático de las series de datos, considerando la información disponible de caudales, niveles piezométricos, extracciones y precipitaciones, podrá evidenciar, en su caso, la existencia de tendencias temporales, siendo éste el objetivo último de este estudio. Otra cuestión sería entrar en el estudio detallado de sus causas (internas, externas), y en su proyección futura, que requeriría del uso de modelos adecuados que permitan simular los probables escenarios futuros.

El título ofertado para el trabajo fue “*Estudio de tendencias en las series cronológicas de la Cuenca del Ega*”, si bien el Informe que ahora se presenta ha ampliado el análisis a otras zonas de la Sierra de Lóquiz, y próximas, no vertientes al río Ega en el ámbito del presente estudio; la razón de esta ampliación ha sido tener en cuenta otras series de datos disponibles, cuya interpretación puede servir para contextualizar mejor lo observado en el propio valle del Ega.

Las series que se han analizado corresponden a caudales diarios, piezometría diaria, piezometría mensual, extracciones mensuales y precipitaciones-temperaturas diarias (tabla 1). Estas series han sido aportadas por el Gobierno de Navarra a petición de los organismos interesados, y en algún caso completadas con la información disponible en la página web de dicho Gobierno (El Agua en Navarra, Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local). Las series de datos tratados, concernientes a los volúmenes extraídos (de pozos y manantiales), han sido los aportados por la Mancomunidad de Montejurra – Jurrmendiko Mankomunitatea, previa solicitud por parte de las personas interesadas.

Los análisis que, en la oferta, se proponía llevar a cabo, y se ha seguido el guión, eran:

1. Análisis de la validez de las series disponibles para su posterior tratamiento. Las series con importantes lagunas o errores, o que sean demasiado cortas para el tratamiento planteado, serán desechadas.
2. Análisis de las series válidas para detectar posibles momentos de cambios bruscos en las mismas.
3. Análisis de tendencia de las series brutas. Observar si existe algún tipo de tendencia dentro de la variabilidad intra e interanual de caudal, piezometría y precipitación.
4. Análisis de tendencia estacional de las series de piezometría mensual (algunos piezómetros sólo cuentan con medidas a esta escala de tiempo) con especial énfasis en la tendencia estival.
5. Análisis de tendencia en las series de verano de piezometría y caudal diarios. En estas series se puede realizar un análisis más profundo incluyendo las tendencias en la duración (tiempo) de la época de aguas bajas y en la severidad (déficit volumétrico) de la misma.
6. Comparación, en su caso, de las tendencias observadas en las series específicas (piezometría, caudal y precipitación) para tratar de identificar relaciones causa-efecto.

En las páginas siguientes se presentan los datos de los que se ha dispuesto, la metodología utilizada para el análisis de su calidad y para su tratamiento matemático, los resultados y las conclusiones derivadas.

AREA DE ESTUDIO

En este estudio se han considerado los puntos de la UH Lóquiz que tienen series de datos (caudal, piezometría) disponibles (figura 1). Especial énfasis se ha hecho en el análisis de la información de caudales en el río Ega, contando con las series registradas en tres estaciones de aforo a lo largo de su cauce. Se considera la cuenca hasta Murieta, donde se localiza la estación de aforos de igual nombre.

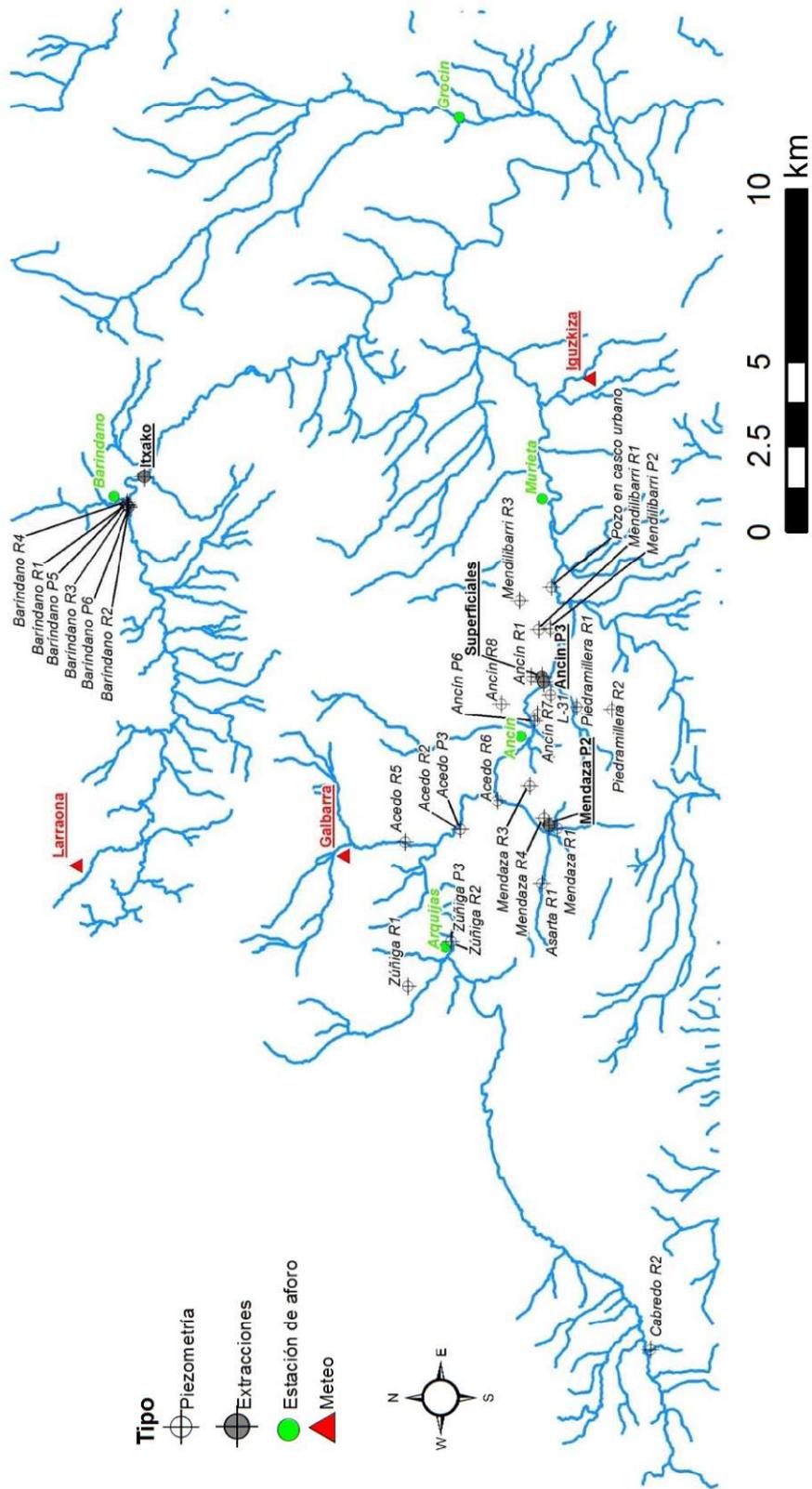


Figura 1: Localización de los puntos de agua, con series de datos disponibles, objeto de consideración en el presente estudio.

DATOS DISPONIBLES

Para este estudio se han utilizado datos de caudal, extracciones de agua, piezometría, precipitación y temperatura. También se han tenido en cuenta las extracciones directas al río Ega entre Ancín y Murieta (en Legaria) de la comunidad de regantes de Valdega. En la tabla 1 se recoge un resumen del tipo de datos utilizados, su localización (figura 1) y la resolución temporal (frecuencia del dato) de las series de datos originales. Las representaciones gráficas de estas series se encuentran en el Anexo I. La amplitud temporal de las series es muy dispar y se irá comentando a lo largo del Informe.

Tabla 1: Resumen del tipo de los datos utilizados, su localización y la resolución temporal de las series de datos originales. En las estaciones de aforo (caudal) se añade su código oficial.

Tipo de dato / unidad	Estación de medida	Coordenadas X	Coordenadas Y	Coordenadas Z	Resolución temporal	
Caudal (m ³ /s)	Arquijas (AN311)	558708.25	4725956.45	523.95	Diario	
	Ancin (AN313)	564751.01	4723797.81	483.93		
	Murieta (AN314)	571594.48	4723185.48	459.71		
	Barindano (AN322)	571676.00	4735440.00	500.00		
	Grocin (AN331)	582558.75	4725565.39	441.65		
Extracciones (hm ³)	Mendoza	562223.37	4722994.95	538.79	Mensual	
	Superficiales	-	-	-		
	Ancin	566342.89	4723150.72	479.94		
Precipitación (mm) - Temperatura max. y min. (°C)	Galbarra	561330	4728883	601	Diario	
	Iguzkiza	575054	4721856	526	Diario	
	Larraona	561052	4736541	770	Diario	
Piezometria (m)	Zúñiga R2	558877.27	4725792.33	521.2	Mensual	
	Zúñiga P3	558878.27	4725793.33	521.3	Mensual	
	Zúñiga R1	557593.28	4727036.36	566.3	Diario	
	Acedo R2	562104.29	4725534.28	502.4	Diario	
	Acedo P3	562105.29	4725535.28	502.3	Diario	
	Acedo R6	562924.28	4724475.27	493.8	Diario	
	Ancín R8	565710.29	4724356.24	512.5	Mensual	
	Acedo R5	561733.32	4727106.30	516.3	Mensual	
	Cabredo R2	547128.09	4720061.52	611	Mensual	
	Ancín R1	566494.28	4723508.23	488.6	Diario	
	Mendoza R1	562137.25	4722765.27	539	Mensual	
	Piedramillera R1	565612.25	4722215.23	521.5	Diario	
	Ancín P6	565209.27	4723415.24	487.7	Mensual	
	Mendoza R3	563347.27	4723544.26	528.4	Diario	
	Mendoza R4	562420.26	4723135.26	543	Mensual	
	Asarta R1	560521.25	4723200.29	585.2	Mensual	
	Ancín R7	565401.27	4723325.24	485	Diario	
	Piedramillera R2	565541.24	4721195.22	559	Mensual	
	L-31	565969.27	4722944.23	484.5	Mensual	
	Baríndano R4	571494.50	4735054.19	503.7	Mensual	
	Baríndano P5	571433.50	4735053.20	503.5	Mensual	
	Baríndano P6	571363.50	4735000.20	504	Mensual	
	Baríndano R1	571440.51	4735069.20	503.5	Diario	
	Baríndano R2	571362.50	4735004.20	504	Mensual	
	Baríndano R3	571403.50	4735030.20	511	Diario	
	Mendilibarri R1	567836.28	4723291.21	472.7	Mensual	
	Mendilibarri P2	567861.27	4722966.21	468.7	Mensual	
	Mendilibarri R3	568666.29	4723833.21	509.7	Mensual	
	Pozo en casco urbano	569053.28	4722925.20	464.8	Mensual	
	Regadío (m ³)	Legaria				Anual

METODOLOGÍA

Con el fin de determinar las tendencias de las series de datos consideradas, y, en su caso, sus posibles causas, se ha seguido la siguiente metodología. El **primer paso** ha sido el de realizar un análisis de la validez de los datos para el objetivo perseguido. Para ello se han contabilizado los datos válidos existentes en cada una de las series, de manera que las series con importantes lagunas o errores, o que sean demasiado cortas para el tratamiento planteado, sean desechadas. Después, se han comprobado las regresiones entre diferentes series de datos para, en el caso de que fueran significativas, poder utilizarlas para completar los huecos existentes. Ambos pasos se han realizado con la ayuda del paquete hydroTSM version 0.4-2-1 (Zambrano-Bigiarini, 2014) del Software libre R (R Studio, versión 0.98.1087).

El **segundo paso** ha sido realizar un análisis de las series válidas definidas en el paso anterior para detectar posibles momentos de cambios bruscos en las series, ya que éstos podrían relacionarse con cambios en algún factor condicionante, por ejemplo las extracciones de agua. La posición óptima de un posible momento de cambio, en la media o la varianza de las series, ha sido testada mediante el método CUSUM de sumas acumuladas de los cuadrados. En las series en las que mediante el método anterior se ha definido un cambio, bien en la media o en la varianza, también ha sido testada la posible existencia de varios momentos de cambio mediante el test estadístico BinSeg (Segmentación Binaria). En los test estadísticos realizados no se incluye ninguna asunción sobre la distribución de la serie lo que aporta una mayor robustez a los resultados. Para la realización de los test de cambio mencionados se ha utilizado el paquete changepoint version 1.1.5 (Killick et al., 2015) del Software libre R (R Studio, versión 0.98.1087).

Una vez detectados los momentos de cambio brusco en las series se ha procedido, **tercer paso**, a aplicar a las series un test para detectar posibles tendencias en las mismas. Este test se ha aplicado a las series teniendo en cuenta un periodo de tiempo común, cuyo comienzo se ha establecido en 1990, momento en el que comienzan los datos de extracciones de agua, y final en 2012, evitando incluir el 2013 por ser, como se comentará en los resultados, un año extraordinariamente lluvioso cuya consideración supone una alteración puntual notable en las series.

El test utilizado para la detección de tendencias ha sido el ampliamente utilizado Mann-Kendall. La detección de tendencias depende en gran medida de la existencia o no de autocorrelación en las series estudiadas, es decir, del nivel de dependencia de un dato de los anteriores. En el caso del caudal, generalmente, el caudal de un momento en concreto depende en gran medida de los caudales y de su evolución en los días previos, por ello, las series de caudal, y también las de piezometría, suelen mostrar una fuerte autocorrelación. Para eliminar la posible influencia de esa autocorrelación en los resultados del análisis, antes de aplicar el test se elimina la posible autocorrelación que puede existir en las series, mediante el método propuesto por Yue et al. (2002). En este método la pendiente de la tendencia se estima mediante la aproximación de Theil-Sen; si ésta es muy cercana a cero no es necesario realizar el análisis de tendencias (ya que se asume que no existe tendencia), si se separa de cero se asume que esa tendencia es lineal, se quita la tendencia de la serie mediante la pendiente obtenida y se calcula la autocorrelación a paso de tiempo 1 de la serie sin tendencia. Este procedimiento se conoce como Trend Free Pre-whitening (TFPW). La serie residual, una vez eliminada la autocorrelación, debería ser una serie independiente. Para finalizar, se unen esta serie independiente y la tendencia estimada al comienzo del procedimiento, para aplicar el

test de Mann-Kendall a esta nueva serie y evaluar la *significancia* estadística de la tendencia. El test de tendencias se ha realizado con la ayuda del paquete zyp version 0.10-1 (Bronaugh y Werner, 2014) del Software libre R (R Studio, versión 0.98.1087). Una vez aplicado el test se obtiene una tabla con los siguientes resultados para cada una de las series (las tablas se pueden consultar en el Anexo V):

- lbound: el límite inferior de la banda de confianza de la tendencia
- trend: la pendiente de Sen (tendencia) por unidad de tiempo
- trendp: la pendiente de Sen (tendencia) para la totalidad del periodo estudiado
- ubound: el límite superior de la banda de confianza de la tendencia
- tau: el estadístico de Kendall obtenido para la serie final, nos da el signo de la tendencia.
- sig: el p-value de Kendall obtenido para la tendencia (significancia estadística de la tendencia)
- autocor: la autocorrelación de la serie una vez eliminada la tendencia
- valid_frac: la fracción de los datos que es válida una vez eliminada la autocorrelación
- linear: el ajuste de mínimos cuadrados para los mismos datos
- intercept: intercepto de la pendiente de Sen (tendencia)

El test realizado, además de calcular la pendiente de la tendencia (trend), también calcula su banda de confianza, entre qué valor mínimo (lbound) y máximo (ubound) puede estar dicha tendencia. En la figura 2 la línea sólida en color marrón sería la que mostraría una tendencia con la pendiente derivada del test y las líneas discontinuas aquellas con los límites superior e inferior de dicha tendencia. Cuando la significancia estadística del test realizado es muy baja, cercana a 0, la tendencia y sus límites superior e inferior serán del mismo signo y estarán más cerca en el valor obtenido, sin embargo, a medida que la significancia aumenta, se acerca a 1, estos valores pueden diferir más e incluso ser diferentes en signo, con lo cual se dificulta la tarea de establecer una tendencia.

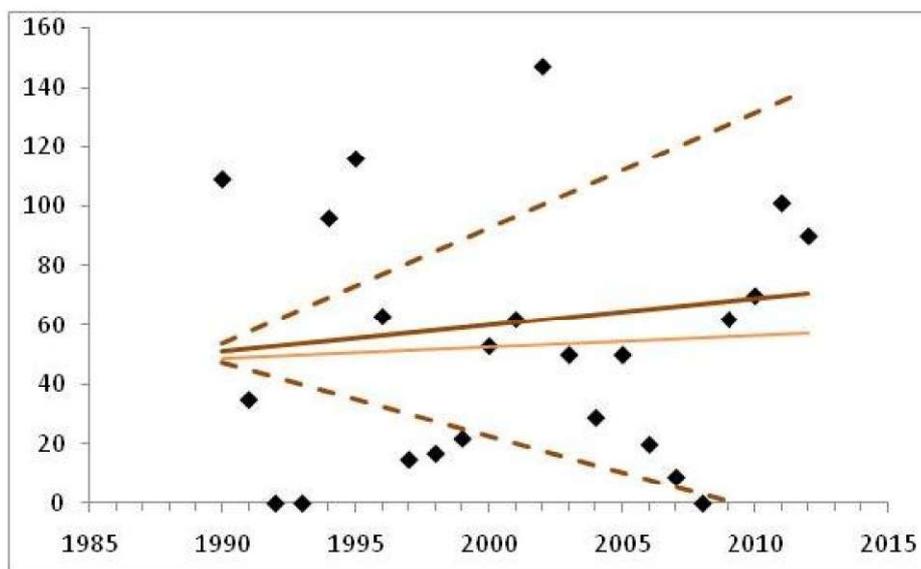


Figura 2: Ejemplo de representación de la pendiente de una tendencia y sus límites superior e inferior. La línea amarilla se refiere a una tendencia lineal de la serie. La línea marrón sólida se refiere a la tendencia lineal obtenida mediante el método de Mann-Kendall. Las líneas discontinuas se refieren a los límites superior e inferior de la banda de confianza de la tendencia obtenida mediante Mann-Kendall.

El término sig. nos informa del valor estadístico del test y ayuda a determinar si se acepta o no el hecho de que haya una tendencia. En estadística, generalmente, se admite que hay tendencia cuando sig. es igual o menor a 0.05, lo que significa que existe una probabilidad del 95 % de que esa tendencia detectada sea real. Sin embargo, con el fin de valorar la *significancia* (sig) de las tendencias obtenidas se ha utilizado el mismo criterio que sugiere el IPCC (*Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*) en su informe “*Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*” (Mastrandrea et al., 2010), para considerar la *probabilidad* $((1-\text{sig}) \cdot 100)$ de ocurrencia de una tendencia. En este documento la *probabilidad* se refiere a una valoración probabilística de algún resultado bien definido que haya ocurrido o vaya a ocurrir en el futuro. En dicho informe se definen las siguientes categorías:

Terminología	Probabilidad de ocurrencia
Virtualmente cierto	> 99% de probabilidad de ocurrencia (sig. <0.01)
Extremadamente probable	> 95% de probabilidad (sig. <0.05)
Muy probable	> 90% de probabilidad (sig. <0.1)
Probable	> 66% de probabilidad (sig. <0.33)
Tan probable como no	entre 33 y 66 % de probabilidad
Improbable	< 33% de probabilidad
Muy improbable	< 10% de probabilidad
Excepcionalmente improbable	< 1% de probabilidad

En este Informe se han considerado como **tendencia** aquéllas en las que en el análisis efectuado se ha obtenido una *probabilidad* mayor del 66%; por tanto, las tendencias con una *significancia* menor de 0.33. En consecuencia, no se ha dado importancia a valores de probabilidad por debajo del citado umbral (no se reflejan en las gráficas del Informe), lo cual no quita que a futuro, con series más largas de datos de calidad adecuada, pudieran ser significativas tendencias que hoy no alcanzan a serlo. Este ha sido por tanto el resultado que se ha presentado, la probabilidad de ocurrencia de una tendencia positiva o negativa.

Se ha aplicado el mismo test primero a las series originales a escala diaria (365 valores al año), mensual (12 valores al año) y anual (un valor por año, el medio diario). Después, con el objetivo de detectar cuáles son las épocas del año más sensibles, en lo que respecta a las tendencias observadas, se ha aplicado el mismo test a las series a escala estacional (*invierno*: enero-marzo, *primavera*: abril-junio, *verano*: julio-septiembre, *otoño*: octubre-diciembre; para cada estación 1 dato por año, el valor medio de los datos diarios), e incluso mes a mes (series constituidas por el valor medio de los datos diarios del mes en cada año: serie de enero, de febrero...).

Finalmente, se han analizado con especial énfasis las tendencias en periodo de estiaje (época del año con más bajos caudales en el río; parte baja del hidrograma). Para ello, se han calculado los siguientes parámetros, para su posterior análisis de tendencias:

Q20 (percentil 0.2): caudal medio diario que es excedido en el 80 % de los días considerados en la serie de datos. Q20 es un valor único para cada una de las series consideradas.

Duración: período de tiempo (días) con valores de caudal por debajo de Q20.

Severidad: déficit de caudal (volumen) por debajo de Q20 en el periodo de tiempo.

RESULTADOS

Datos de partida

El primer paso ha sido el de realizar un **análisis de la validez** de las series para el objetivo perseguido. Para ello se han contabilizado los datos válidos existentes en cada una de las series, de manera que, las series con importantes lagunas o errores, o que sean demasiado cortas para el tratamiento planteado sean desechadas (Anexo II). En el Anexo III se han incluido las tablas resumen de todas las series de datos incluidas en el presente informe.

La figura 3 muestra el número de días con datos válidos por año disponible en las series de caudal de las estaciones de aforo de Arquijas, Murieta, Ancín, Grocín y Barindano. Aunque, en principio, las series de interés para este estudio son las de Arquijas, Murieta y Ancín, situadas a lo largo del río Ega (figura 1), sobre todo las dos últimas (parte baja de la cuenca considerada), se ha decidido incluir las series de caudal del río Urederra en Barindano, a modo de referencia de los cambios que se puedan estar dando a una escala espacial más amplia (UH Lóquiz), y del Iranzu en Grocín para tener la referencia de una serie que no estaría influenciada por la explotación de agua en la Sierra de Lóquiz pero se localiza en un entorno de igual influencia climática. Las series diarias de caudal analizadas presentan pocas lagunas a partir de finales de los años 80 principios de los 90, dependiendo de la serie. La serie de Arquijas es la que más tarde comienza, en 1998, pero todas ellas son series prácticamente completas.



Figura 3: Número de *días* con datos válidos por año en las **series de caudal** de Arquijas, Murieta, Ancín, Grocín y Barindano.

Con el objetivo de intentar completar estas series, en la medida de lo posible, se han realizado análisis de correlaciones entre los datos de las diferentes estaciones; los resultados obtenidos se pueden observar en la figura 4. La primera columna de la figura muestra todos los datos de cada una de las series; los gráficos dispuestos en diagonal, desde la esquina superior izquierda hasta la inferior derecha, muestran los nombres de las estaciones de aforo de modo que el resto de gráficos y datos contenidos en esa fila o columna se refieren a la estación de aforo correspondiente. A modo de ejemplo, si nos fijamos en la tercera fila y cuarta columna se encuentran los datos de la estación de Ancín. En los gráficos contenidos en esa fila los datos de Ancín se encuentran en el eje de ordenadas y en los gráficos contenidos en esa columna en el eje de abscisas.

A la izquierda de esa diagonal se pueden observar las regresiones entre cada par de series de datos, y a la derecha el coeficiente de determinación de dichas regresiones junto con su nivel de significancia, definido mediante el número de asteriscos (ver pie de figura 4). Las series de Ancín y Murieta (fila 4, columna 4; Ancín en abscisas y Murieta en ordenadas) muestran una recta de regresión con una dispersión de los datos mínima, además de un coeficiente de determinación y una significancia

estadística (fila 3, columna 4) muy altos (0.98 y $***=0.001$). Por ello, la ecuación de esta regresión se ha utilizado para completar, en la medida de lo posible, estas dos series de datos en los casos en los que en una de las series existía una laguna no observada en la otra serie.

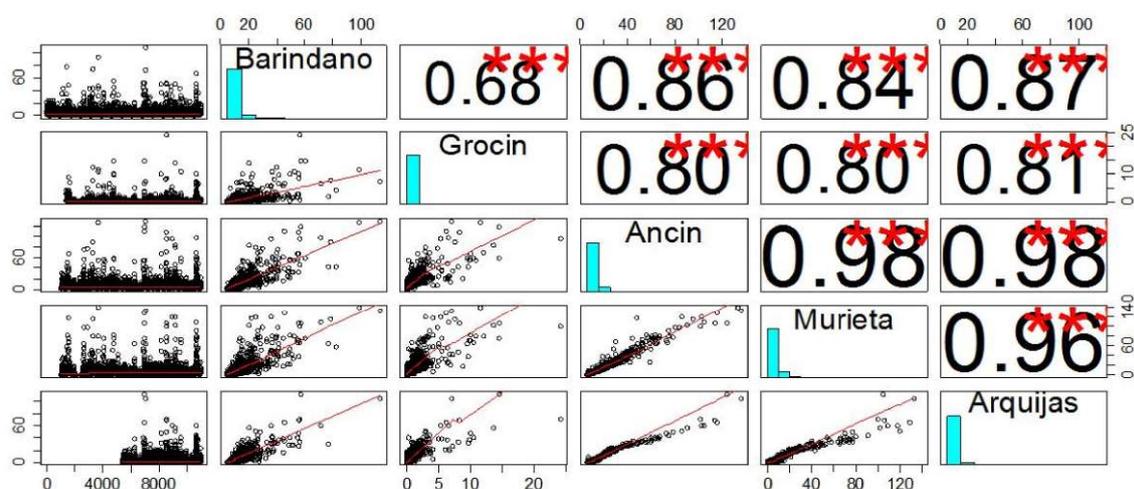


Figura 4: Regresiones y coeficientes de determinación entre las series de caudal analizadas. La primera columna muestra los datos de caudal existentes en cada una de las series. Los gráficos (azul) dispuestos en diagonal muestran los nombres de las estaciones de aforo y los histogramas correspondientes a dichos datos. Los gráficos a la izquierda de esta diagonal se refieren a las regresiones entre cada par de series, y los datos a la derecha de la diagonal a los coeficientes de determinación y la significancia de dichas regresiones. Regresión significativa a nivel: $*** = 0.001$; $** = 0.01$; $* = 0.05$.

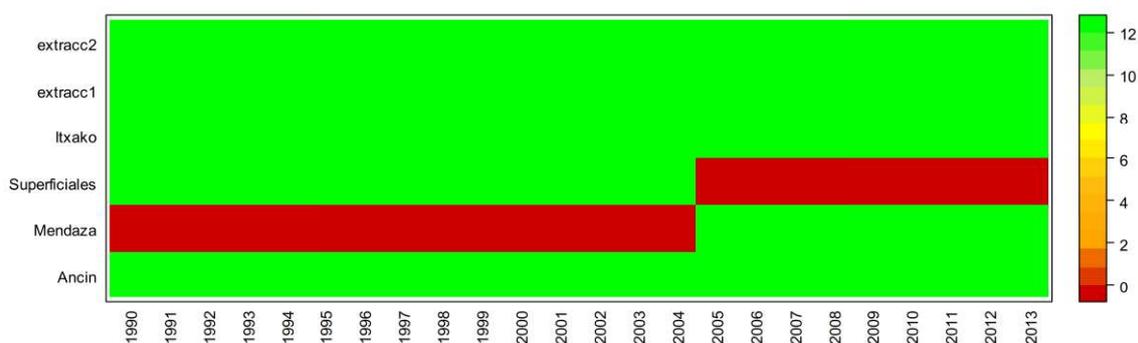


Figura 5: Número de meses con datos válidos para cada año en las series de extracción de agua de la Mancomunidad de Montejurra. Explicación en el texto.

En la figura 5 se puede observar el número de meses con datos válidos para cada año de las series de extracción de agua de la Mancomunidad de Montejurra (situación de los puntos de extracción en figura 1). La serie denominada *Superficiales* se refiere a los manantiales Serafín, Prados y Ganuza. La serie denominada *extracc1* se refiere a la suma de las series de los pozos Mendaza y Ancín y la *extracc2* a la suma de las series Mendaza, Ancín y Superficiales. Estas series se han creado con la intención de estudiar de forma conjunta las tendencias y la influencia que todas las extracciones de agua pueden tener sobre el caudal del río Ega.

Las series disponibles de extracciones son series con datos mensuales. Todas ellas están completas desde 1990 hasta 2013, a excepción de las de los manantiales superficiales y la de Mendaza, debido a que en 2005 se deja de extraer agua de los manantiales para comenzar a hacerlo desde Mendaza. Por ello, no ha sido necesario realizar ninguna operación para completar las series.

En las figuras 6, 7 y 8 se han representado los días con datos válidos de precipitación y temperatura (máxima y mínima diaria) de las estaciones meteorológicas de Galbarra, Iguzkiza y Larraona, controladas por el Gobierno de Navarra (ubicación en figura 1). La serie más completa en lo que a variables meteorológicas se refiere es la de Iguzkiza, ya que, aunque comienza más tarde que el resto (en 1983-1984, mientras que el resto comienza en 1975), es la que menos lagunas presenta tanto en los datos de precipitación como en los de temperaturas máximas y mínimas.

En las series de precipitación no se han podido utilizar las regresiones entre series para poder completar las lagunas de datos existentes, ya que, como se muestra en el Anexo IV, las regresiones muestran una gran dispersión de los datos.

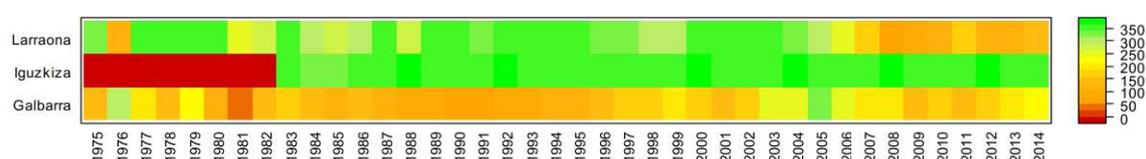


Figura 6: Número de **días** con datos válidos para cada año en las **series de precipitación** de las estaciones meteorológicas de Larraona, Iguzkiza y Galbarra.

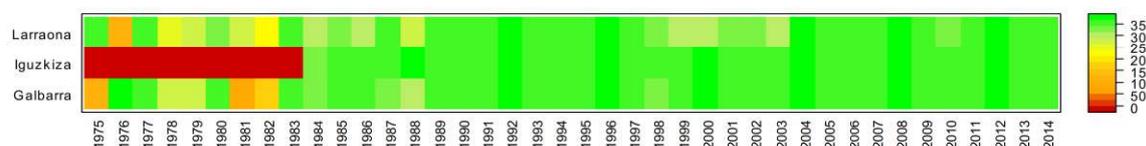


Figura 7: Número de **días** con datos válidos para cada año en las **series de temperatura máxima diaria** de las estaciones meteorológicas de Larraona, Iguzkiza y Galbarra.

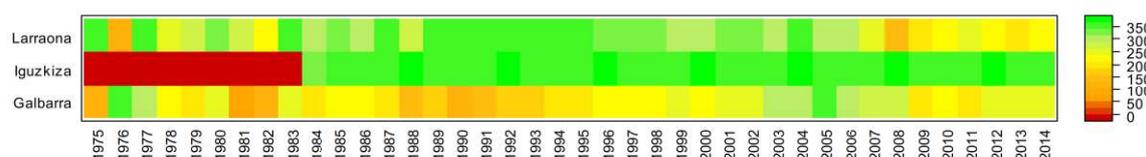


Figura 8: Número de **días** con datos válidos para cada año en las **series de temperatura mínima diaria** de las estaciones meteorológicas de Larraona, Iguzkiza y Galbarra.

El número de datos válidos referentes a las series de datos de posición del nivel piezométrico (piezometría) se recogen en la figura 9, datos a escala diaria, y en la figura 10, a escala mensual. En la primera de estas figuras se observa que existen solamente tres series en las que se dispone de datos de piezometría diaria relativamente completos. Se trata de las series de los pozos Piedramillera R1, Ancín R7 y Mendaza R3 (ubicación en figura 1). En estos tres puntos se han recogido datos a escala diaria desde el año 2000 en adelante. Sin embargo, entre los años 2002 y 2005, así como durante el 2012, existen lagunas importantes de datos en las tres series, lo cual, como se mencionará más adelante, dificulta el análisis estadístico de estas series.

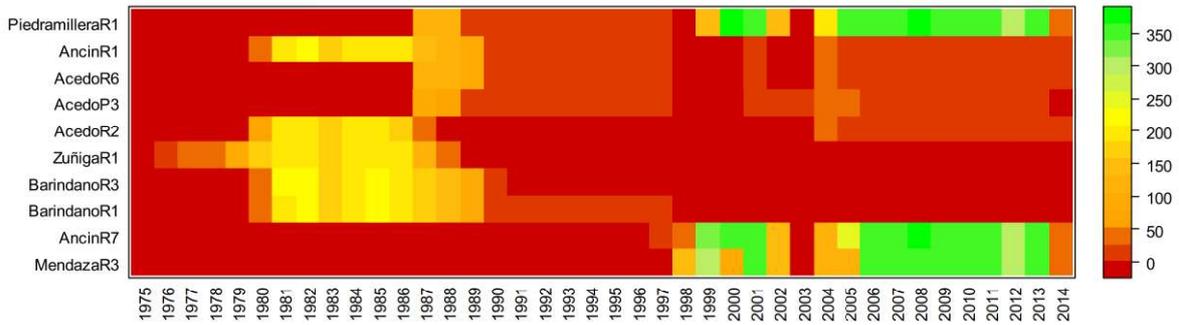


Figura 9: Número de **días** con datos válidos para cada año en las **series de piezometría** disponibles en la zona de estudio.

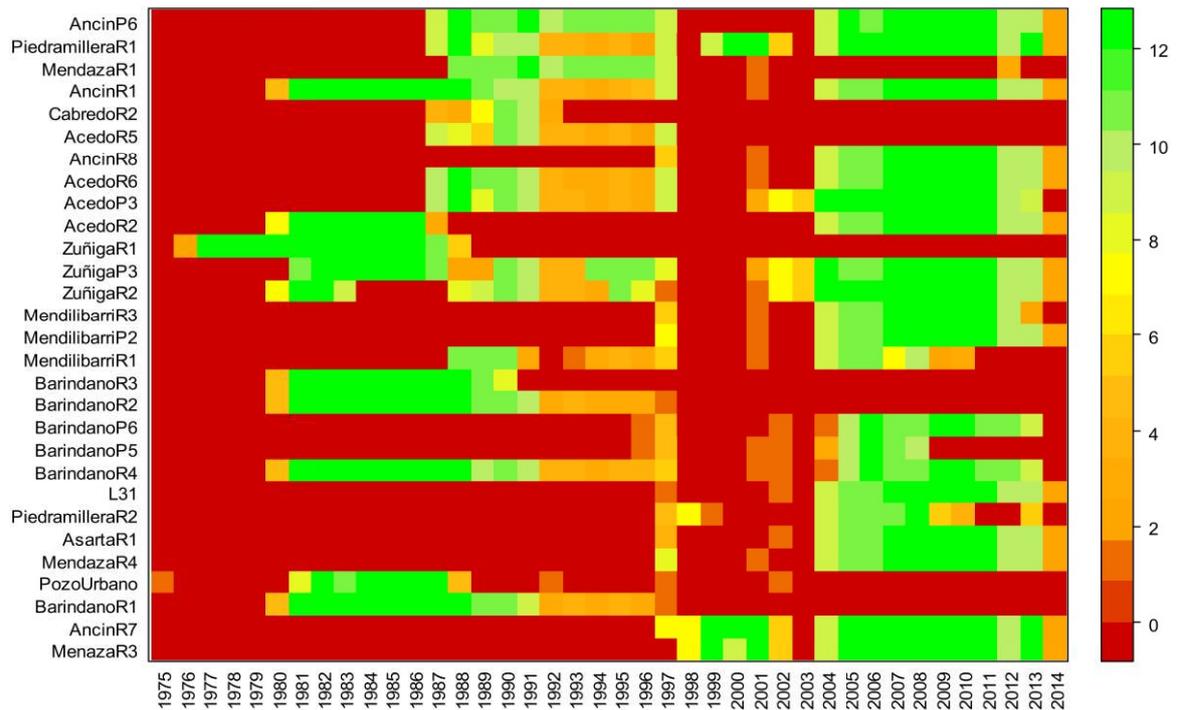


Figura 10: Número de **meses** con datos válidos para cada año en las **series de piezometría** disponibles en la zona de estudio.

A escala mensual (figura 10) ocurre algo parecido. El número de puntos donde existen series de piezometría es muy amplio, hasta 29, sin embargo, en la mayoría de los puntos de medida no existe una continuidad en las series, habiendo un corte generalizado en el registro de datos entre finales de los años 90, y principios del 2000, hasta el 2004-2005.

A partir de ese año la continuidad en las series aumenta, contando con más meses en los que se ha registrado algún dato piezométrico. Esta discontinuidad en las series mensuales, como ya se ha comentado antes para el caso de las diarias, dificulta el análisis estadístico, especialmente el análisis de tendencias. En el caso de la piezometría, además, esta discontinuidad en las series de datos imposibilita el establecimiento de regresiones entre pares de series, ya que habitualmente los datos existentes son escasos y pueden ser de diferentes momentos en cada punto.

Detección de cambios bruscos en las series

Antes de realizar un análisis de las tendencias de las series de caudal, meteorología, extracciones y piezometría se ha querido determinar la posible existencia de cambios bruscos en la media o en la varianza de las series de caudal, ya que estos cambios podrían estar relacionados, sobre todo, con cambios en las extracciones de agua.

De los test realizados para detectar un posible **cambio brusco en las medias** de las series de caudal se han obtenido valores nulos (tabla 2), es decir, no existe ningún cambio brusco en las medias en las series de caudal de Arquijas, Ancín, Murieta, Barindano y Grocín. Por lo tanto, no ha sido necesario realizar el análisis para detectar cambios múltiples.

De los test realizados para detectar posibles **cambios bruscos en las varianzas** de las series de caudal se han obtenido los datos mostrados en la tabla 2. Los resultados que se muestran son las fechas en las que se detecta una ruptura en la varianza de las series de caudal en Arquijas, Ancín, Murieta, Barindano y Grocín a escala mensual y anual. Los resultados obtenidos a escala diaria no se han incluido ya que los resultados a esa escala tan fina están fuertemente influenciados por la mayor variabilidad de los datos a nivel diario.

Tabla 2: Fechas en las que se detectan **cambios bruscos** en las medias y las varianzas de las **series de caudal** de Arquijas, Ancín, Murieta, Barindano y Grocín. Se considera la escala mensual y la anual.

		Barindano		Grocín		Ancín		Murieta		Arquijas	
		Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual
media	un cambio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	un cambio	nov-02	2012	dic-12	2012	dic-12	2012	dic-12	2012	dc-12	2012
varianza	varios cambios	nov-02	1984	nov-12	1988	abr-01	2002	feb-97	2012	nov-02	2002
		mar-03	2002	mar-13	2002	nov-02	2012	nov-02		mar-09	2009
		nov-12	2012		2009	abr-09		mar-10		dic-12	2012
		mar-13			2012	dic-12		dic-12			

En esta tabla se observan algunas fechas que se repiten en la mayoría de las series. Una de ellas es la de diciembre de 2012. El año 2013 fue un año especialmente lluvioso lo que probablemente tuvo una consecuencia directa en la varianza de las series de datos de caudal. Por ello, siendo el año 2013 el último año de las series de datos disponibles, y para que no influya de manera importante en el análisis temporal, se ha desechado para el análisis de tendencias que se realizará, como se podrá ver en el siguiente apartado, hasta finales de 2012 (obviamente el 2013 debe ser considerado cuando se analice una serie más larga en la que ese año esté incluido, no siendo el último). Noviembre de 2002 es otra de las fechas que parece marcar un cambio en la varianza de la mayoría de las series y que habrá que tener en cuenta, más adelante, a la hora de estudiar las tendencias observadas.

Tabla 3: Fechas en las que se detectan **cambios bruscos** en las medias y las varianzas de las **series de extracciones**. Escala mensual. Ver figura 5 y texto asociado.

		Ancín	Mendaza	Superficiales	Itxako	extracc1	extracc2
media	un cambio	sep-04	0	0	mar-01	feb-05	mar-04
	varios cambios	sep-04	0	0	mar-01	feb-05	mar-04
		may-97				may-97	may-97
varianza	un cambio	feb-05	0	0	may-06	feb-05	mar-03
		feb-05	0	0	may-06	feb-05	mar-03
	varios cambios	sep-04			feb-01	feb-98	may-97
		feb-98			jul-01		
					ene-03		

En las series de extracciones (tabla 3) se observa un cambio claro tanto en la media como en la varianza de las mismas entre finales de 2004 y, sobre todo, comienzos del 2005, coincidiendo en el tiempo con el cese de la extracción de agua de los manantiales superficiales (diciembre 2004) y el comienzo de su extracción desde el pozo de Mendaza (enero 2005). Además, como bien se observa en los gráficos correspondientes a las extracciones del Anexo I, existe un claro aumento de las mismas a partir de esa fecha.

Estos cambios bruscos en las series de extracciones no se han observado en las series de caudal, lo que puede deberse a la compleja relación probablemente existente entre las aguas subterráneas y superficiales en el área de estudio (siendo generalizable a muchas áreas por la diferente capacidad de respuesta temporal de las masas de agua superficial y subterránea ante un factor condicionante, del tipo que sea, interno o externo), de forma que el impacto de algunas actuaciones sobre las aguas subterráneas puede no ser evidenciado en el corto plazo y por alguno de los análisis matemáticos que pudieran llevarse a cabo en las series de caudales. Hay que dejar claro que aquí nos estamos refiriendo a cambios bruscos en medias y/o varianzas de las series. Otra cuestión es el análisis de las tendencias en las series, lo que constituye el siguiente paso.

Los análisis de cambio brusco realizados para las series de datos meteorológicos de las estaciones de Galbarra, Iguzquiza y Larraona no han evidenciado ningún punto en el que se observe este tipo de cambio. Para las series de datos de piezometría no se ha podido efectuar este tipo de análisis debido al escaso número de datos en continuo disponibles.

Tendencia en las series disponibles

El primer paso en el análisis de tendencias ha sido aplicar el test de Mann-Kendall, en la variante propuesta por Yue et al. (2002), a las series diarias, mensuales y anuales de caudal, extracciones, piezometría, precipitación y temperatura máxima y mínima, **entre 1990 y 2012**. En el caso de las series de caudal, además de aplicar el test a las series originales, se ha aplicado también a las series obtenidas por diferencia de caudales entre los datos de las estaciones de Murieta y Ancín, Murieta y Arquijas, y Ancín y Arquijas. Los resultados obtenidos se pueden consultar en las tablas del Anexo V.

En las figuras 11 a 16 se muestran aquellas tendencias que se han definido como de ocurrencia *probable*, o mayor, siguiendo los criterios del IPCC comentados en el apartado de Metodología. En tonos azules se han marcado las tendencias positivas y en rojos las negativas. Aquellas tendencias con una probabilidad de ocurrencia menor del 66 % no han sido incluidas en las figuras, ya que pueden llevar a una interpretación incorrecta de los resultados.

La figura 11 muestra las tendencias de las **series de caudal** a escala diaria, mensual y anual. A escala diaria se observa una tendencia muy significativa al aumento de caudal en Barindano y Ancín, también en Ancín-Arquijas (diferencia de caudales entre esos dos puntos); sin embargo, en Murieta la tendencia es negativa, y también muy significativa. En la serie que recoge la diferencia de caudales Murieta-Ancín, la tendencia también es negativa y muy significativa, al igual que Murieta-Arquijas. A escala mensual, la única serie que muestra una tendencia significativa es Murieta-Ancín, siendo ésta negativa. Y, a escala anual, aunque son menos probables, tanto Murieta como Murieta-Ancín siguen mostrando tendencias negativas estadísticamente significativas. Las tendencias de las series de extracciones (*extracc1* es la suma de las extracciones en los pozos Mendaza y Ancín; en *extracc2* se añaden las Superficiales) son positivas tanto a escala mensual como anual.

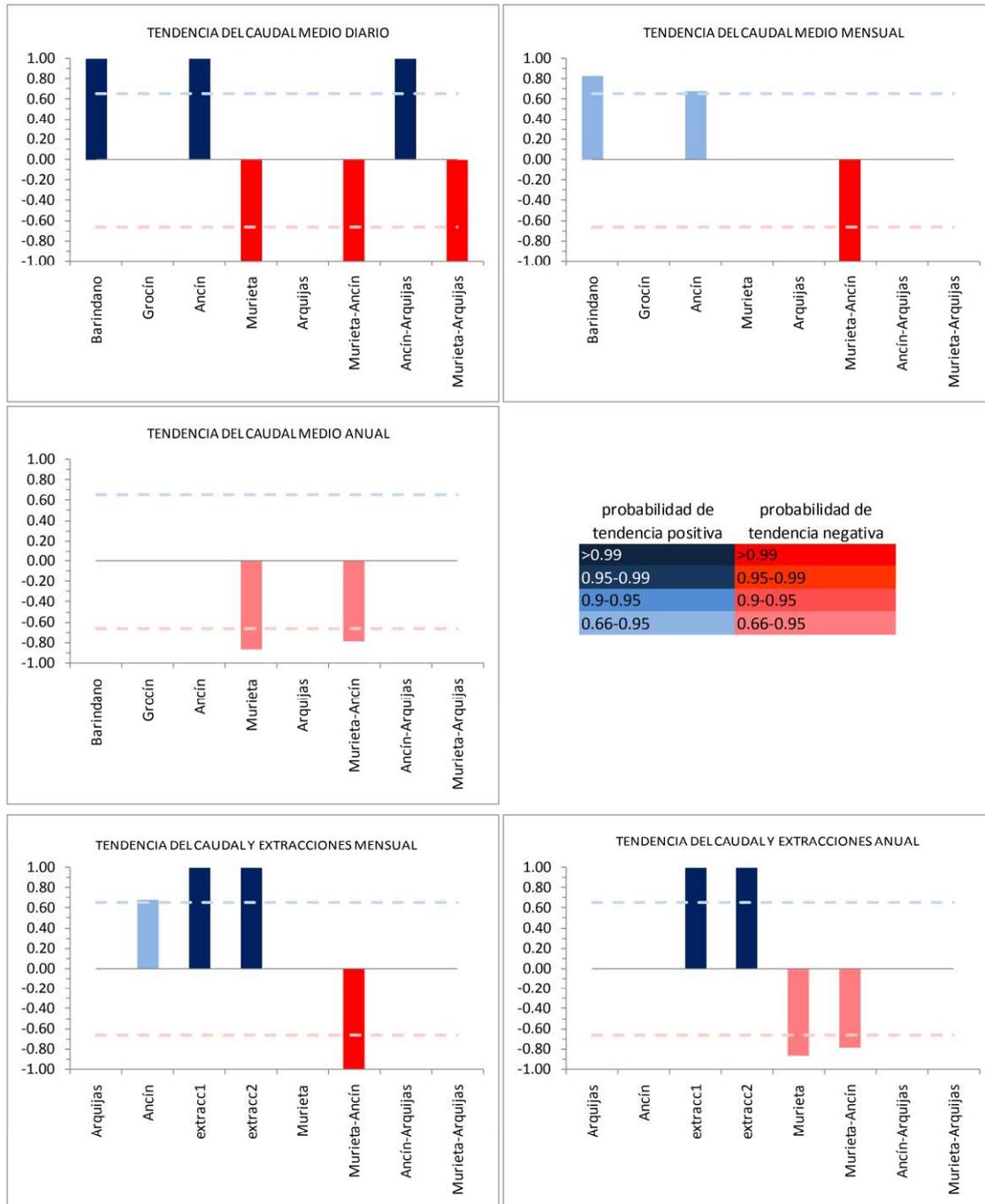


Figura 11: Tendencia de las *series de caudal* a escala de tiempo diaria, mensual y anual. También se han incluido las tendencias de *extracciones* junto con las tendencias de caudales del Ega. Solamente se han representado aquellas tendencias con una probabilidad de ocurrencia mayor del 66% (± 0.66).

En lo que a las series de datos **meteorológicos** se refiere los resultados a tener en cuenta son aquéllos obtenidos a partir de la serie de Iguzquiza, ya que es la serie que mayor porcentaje de datos válidos contiene. Los resultados (anexo V) no muestran tendencias significativas ni en la precipitación ni en la temperatura máxima a escala diaria, mensual o anual. Sin embargo, se observa una ligera tendencia al aumento de la temperatura mínima diaria entre 1990 y 2012, pero sin relación directa, significativa, con el objetivo principal aquí planteado.

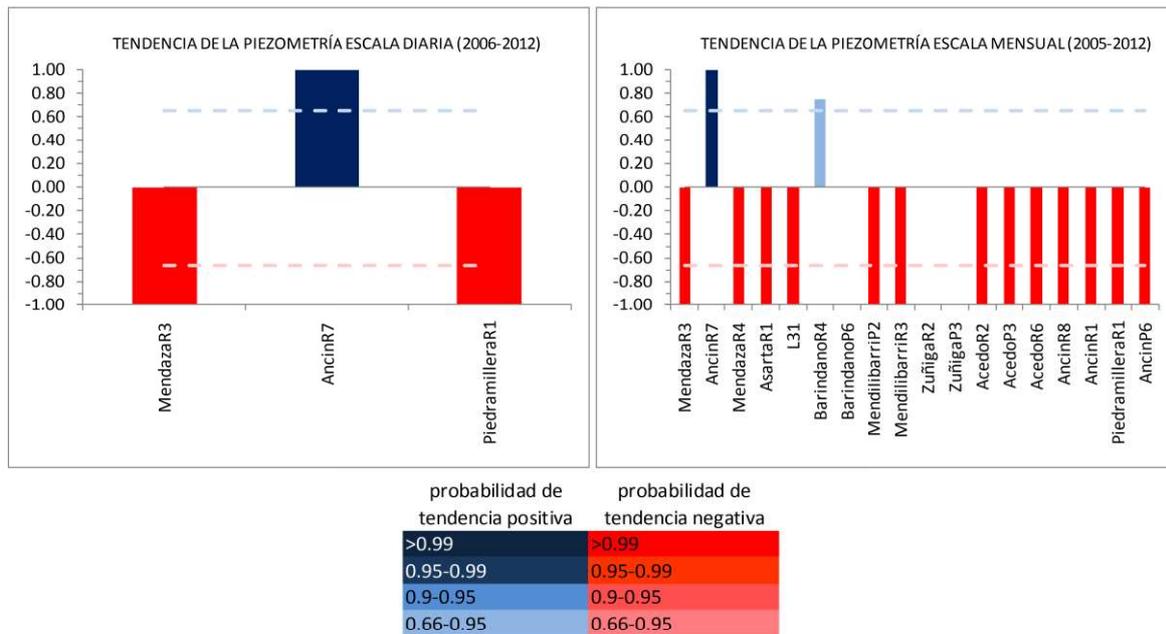


Figura 12: Tendencia de las **series de piezometría** a escala diaria y mensual. Las series de datos se han considerado desde 2005 hasta 2012 por haber muchas lagunas en los datos anteriores. Solamente se han representado aquellas tendencias con probabilidad de ocurrencia mayor del 66%.

En la figura 12 se observa que, a escala mensual, existe una gran probabilidad de que la mayoría de las **series de piezometría** estén mostrando una tendencia negativa. De los tres piezómetros con series tratables a escala diaria se observa esa misma tendencia, también significativa, en dos de ellos: Mendaza R3 y Piedramillera R1. La excepción es la piezometría del pozo Ancín R7, donde la tendencia es muy probablemente positiva (a escala diaria y mensual), y la de Barindano R4 (a escala mensual) donde disminuye la probabilidad de que exista una tendencia, aunque ésta, en todo caso, es significativamente positiva. A la hora de interpretar y comparar estos resultados con las tendencias observadas en las series de caudales, es necesario recordar que en las series de piezometría solamente hay datos de 7-8 años, mientras que en las de caudales se tienen datos de, al menos, 23 años, lo cual (un mayor número de años) confiere a los resultados obtenidos una mayor robustez.

En lo que respecta a las extracciones de agua, la comunidad de regantes de Valdega cuenta con una concesión para poder aprovechar las aguas del río Ega en Legaria. Aunque dicha concesión es de unos 1.97 Hm³ al año, con un máximo permitido de 0.85 Hm³ mensuales, en realidad, según la información facilitada por la propia comunidad de regantes, entre 2002 y 2012 se han aprovechado una media de 0.81 Hm³ anuales, sin ninguna tendencia apreciable al aumento o a la disminución, según el test de tendencias realizado. El máximo extraído durante estos años de 1.130 Hm³ en 2005 y el mínimo de 0.510 Hm³ en 2008. La mayor parte de este volumen de agua, alrededor de un 62 %, se consume durante los meses de julio y agosto lo que supondría entre 160000 y 350000 m³ de agua extraídos durante cada uno de estos meses del río Ega entre Ancín y Murieta. Estas cantidades son menores que las extraídas a partir de los pozos, entre 340000 y 530000 m³ de agua al mes en los meses de julio y agosto entre 2002 y 2012, que además, como ya se ha comentado anteriormente, sí muestran una clara tendencia al aumento.

Tendencias estacionales

Con el objetivo de conocer cómo se reparten a lo largo del año las tendencias observadas se han realizado los mismos test de tendencias para los **caudales** de cada una de las estaciones del año, entre 1990 y 2012 (figura 13). Los resultados muestran que existen tendencias positivas (aumento) de los caudales en Barindano, y con menor probabilidad en Ancín y Murieta, en invierno, y que es en los meses de verano y, sobre todo, en otoño, es decir, durante el periodo de estiaje y en su parte final (antes del inicio de las lluvias del nuevo año hidrológico) cuando las tendencias se vuelven significativamente negativas en muchas de las series de caudal consideradas, sobre todo en Murieta, Ancín y en la serie construida a partir de la diferencia de caudales entre estas dos estaciones (Murieta-Ancín). A nivel mensual, aunque no se muestran las figuras (los datos se pueden consultar en el Anexo V), los meses con tendencias negativas más significativas, sobre todo en la serie Murieta-Ancín, son septiembre, octubre y noviembre, es decir, fundamentalmente el otoño.

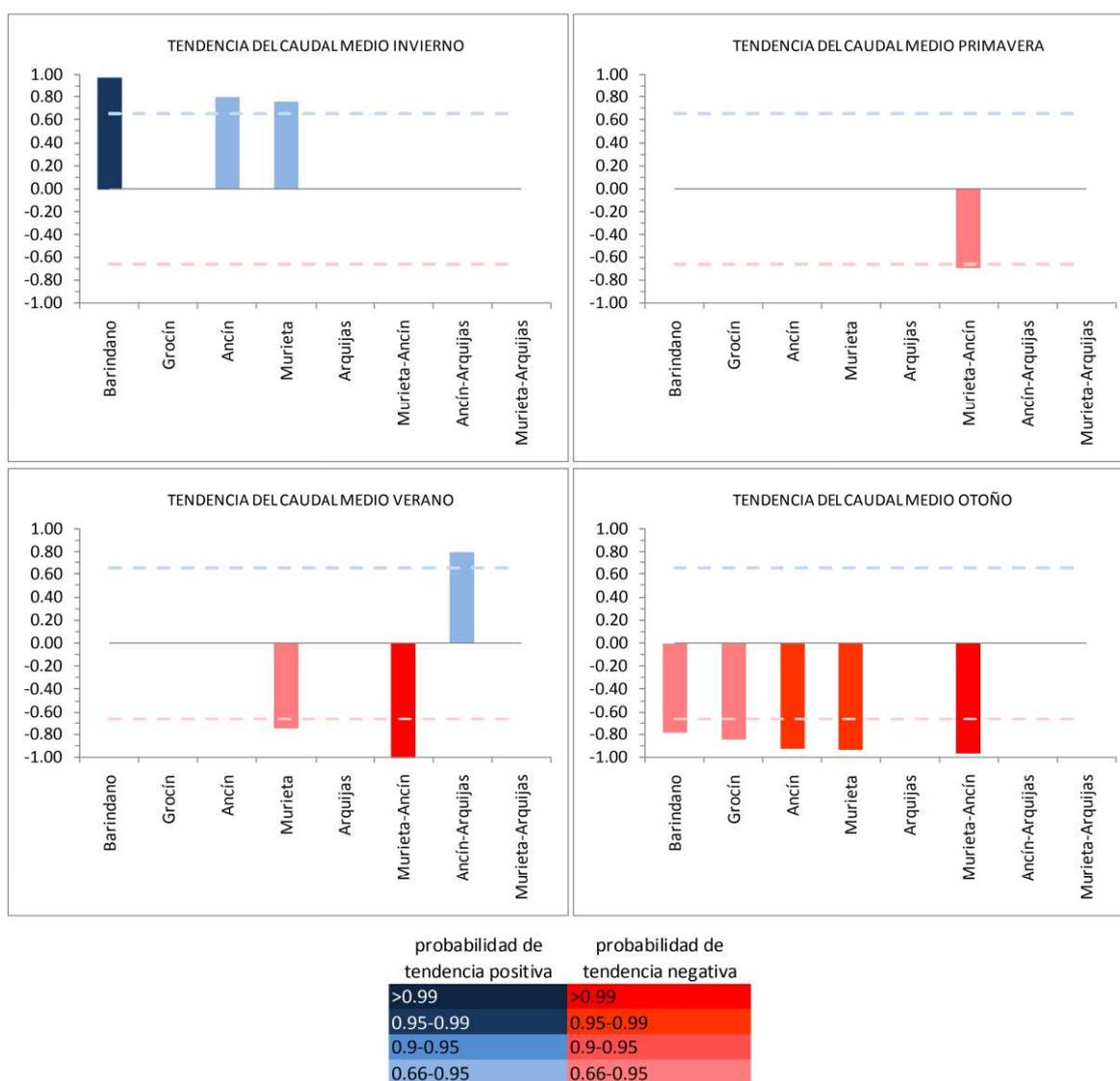


Figura 13: Tendencia de las **series de caudal estacional**. Solamente se han representado aquellas tendencias con una probabilidad de ocurrencia mayor del 66%.

En cuanto a las **extracciones** de agua se observa que éstas han aumentado en todas las estaciones del año (figura 14). En la misma gráfica, a modo de comparación, se representan también las tendencias estacionales significativas en las series de caudal del río Ega (recogidas en la figura 13).

En lo que a las series de datos **meteorológicos** se refiere, y teniendo en cuenta, al igual que en el apartado anterior, los resultados obtenidos a partir de la serie de Iguzquiza, las tendencias muestran (anexo V) que podría existir una ligera disminución de las precipitaciones en verano en los últimos años (1990-2012), junto con un posible aumento de las temperaturas (máximas y mínimas) en primavera, y también de las máximas en verano y otoño.

No se han realizado análisis de tendencias a escala estacional en las series de **piezometría**, ya que se considera que el número de datos para realizar dichos test es demasiado pequeño.

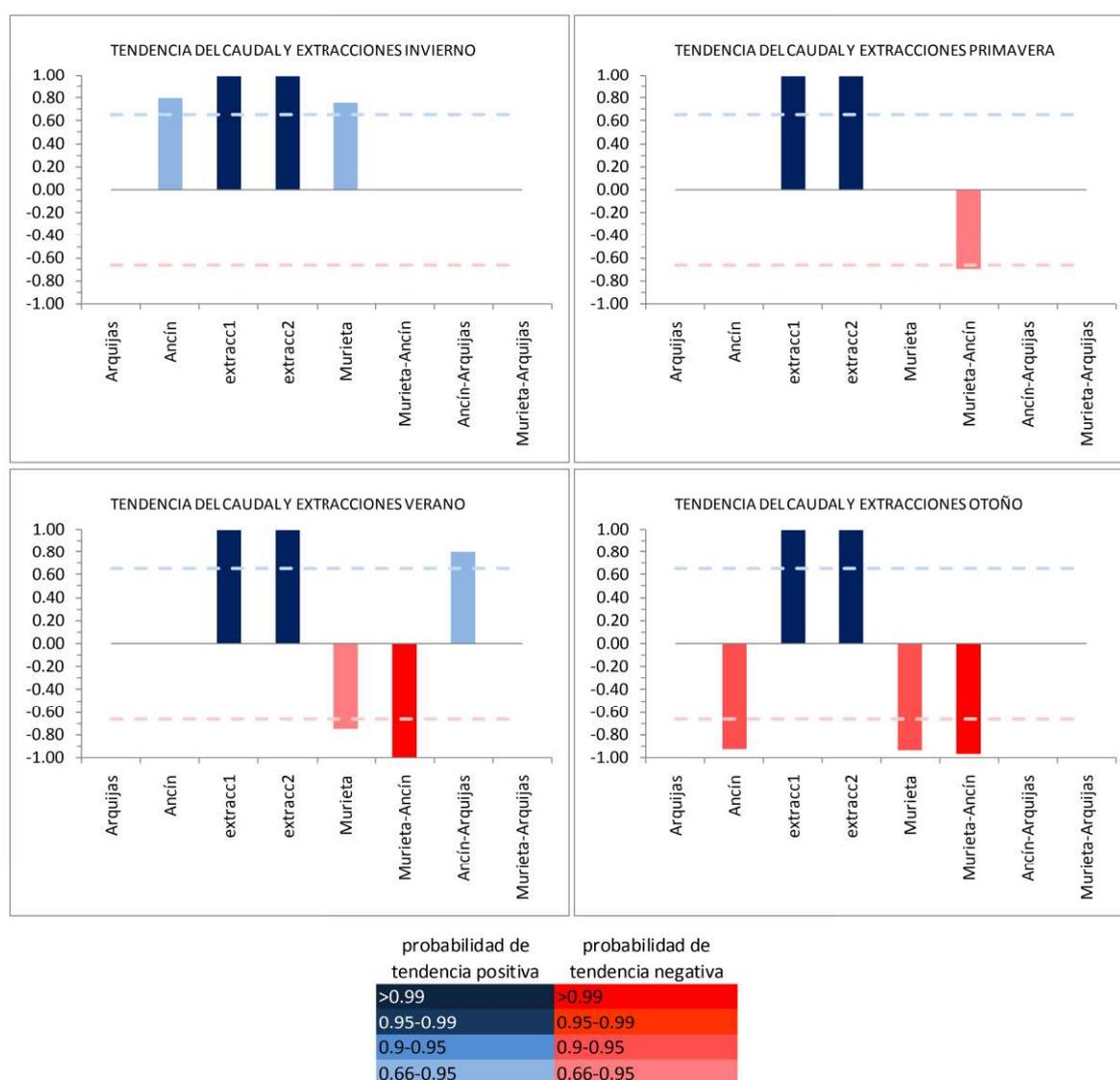


Figura 14: Tendencia estacional de las **series de caudal** del río Ega y de las **extracciones**. Solamente se han representado aquellas tendencias con una probabilidad de ocurrencia mayor del 66%.

Tendencias de las series de estiaje

Siendo las estaciones de verano y otoño las que muestran (figura 12) una tendencia significativa a la disminución de los caudales en el río Ega entre Ancín y Murieta, se ha querido realizar un análisis más exhaustivo de los caudales en esa época, en la que, lógicamente, los caudales son los más bajos del año (periodo de estiaje). Para ello se ha calculado el percentil 20 (Q20) de cada una de las series de caudal, es decir el valor por debajo del cual se encuentra el 20 % de los datos de cada serie. Teniendo en cuenta ese valor, y para cada una de las series, se ha calculado el número de días en los que el caudal se encuentra por debajo del mismo cada año, tanto en la serie completa como en la serie estacional (teniendo en cuenta solo verano y otoño), considerándose la suma de esos días como la **duración** de la época de aguas más bajas. Además, también se ha calculado el volumen que cada año (para todo el año y para cada estación, verano y otoño) queda por debajo de ese valor (Q20), considerado como el **déficit volumétrico** de agua (Zabaleta y Antiguiedad, 2012).

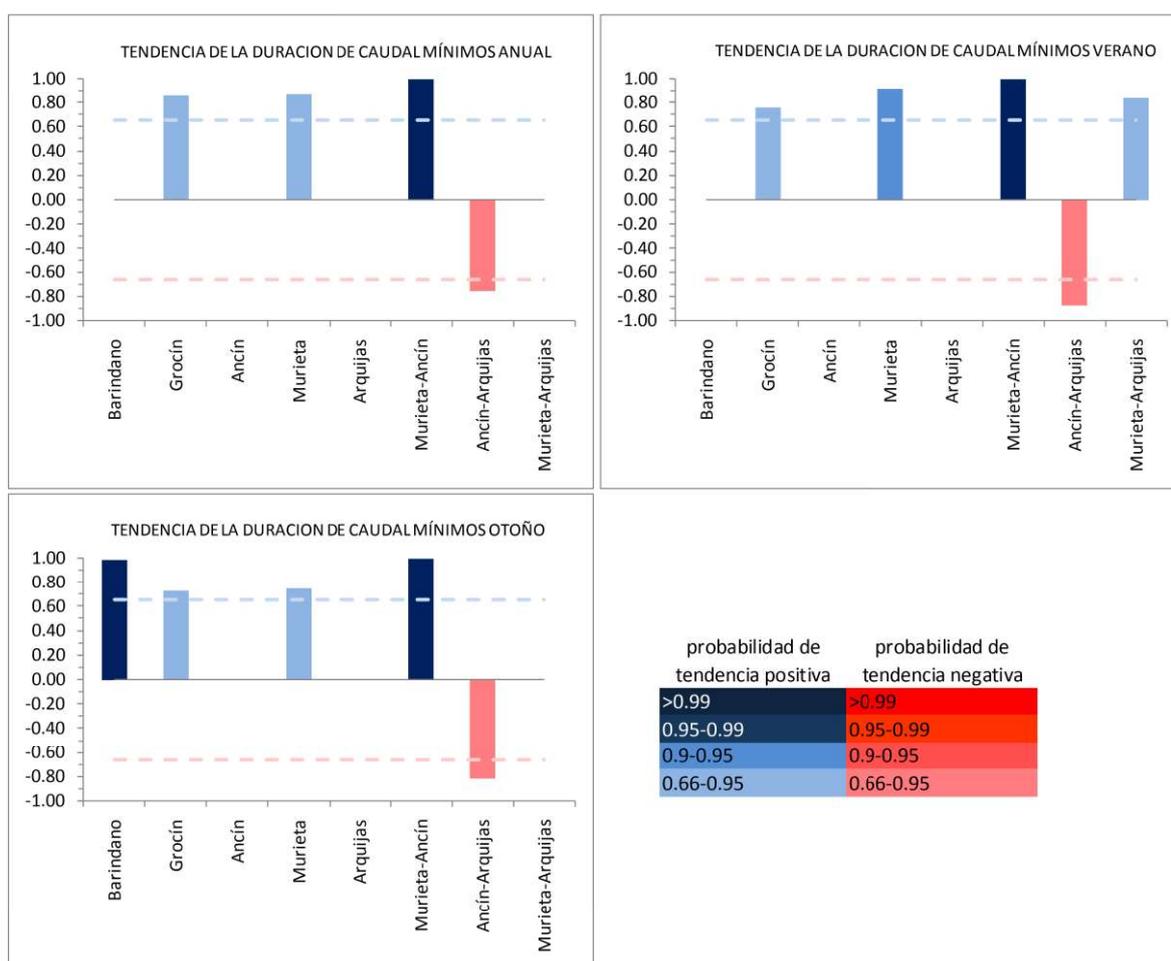


Figura 15: Tendencias de la **duración** de los caudales menores a Q20 a escala anual y para las estaciones de verano y otoño.

En las figuras 15 y 16 se observan las tendencias de la **duración** de los caudales menores de Q20 y del **déficit volumétrico** total de esa misma época, respectivamente. En la primera se observa que existe un aumento de la duración anual (días) de los caudales bajos en Murieta, aumento que también es evidente en el caso de la serie Murieta-Ancín, lo que, comparando ambas series, viene a decir que

cada vez hay más días con menos aportes al río en el tramo entre Ancín y Murieta (de hecho, en la estación de Ancín no se observa tendencia significativa alguna).

En el tramo entre Arquijas y Ancín, sin embargo, la duración anual disminuye, es decir, que cada vez es menor el número de días con caudales en el río por debajo de Q20; teniendo en cuenta que en la estación de Arquijas no se observa tendencia significativa alguna, se puede concluir que en ese tramo (Arquijas-Ancín) hay cada vez más días con más aportes al cauce en momentos de caudales bajos. Esta clara diferencia de comportamiento, estadísticamente significativa, entre el tramo aguas arriba de Ancín y aguas debajo de Ancín es a tener muy presente.

La tendencia al aumento de la duración de caudales bajos observada en Murieta y Murieta-Ancín a escala anual (también en Grocín, aunque sin relación causal directa con lo observado en el río Ega), se mantiene significativa en otoño (en este caso, se añade Barindano) y en verano.

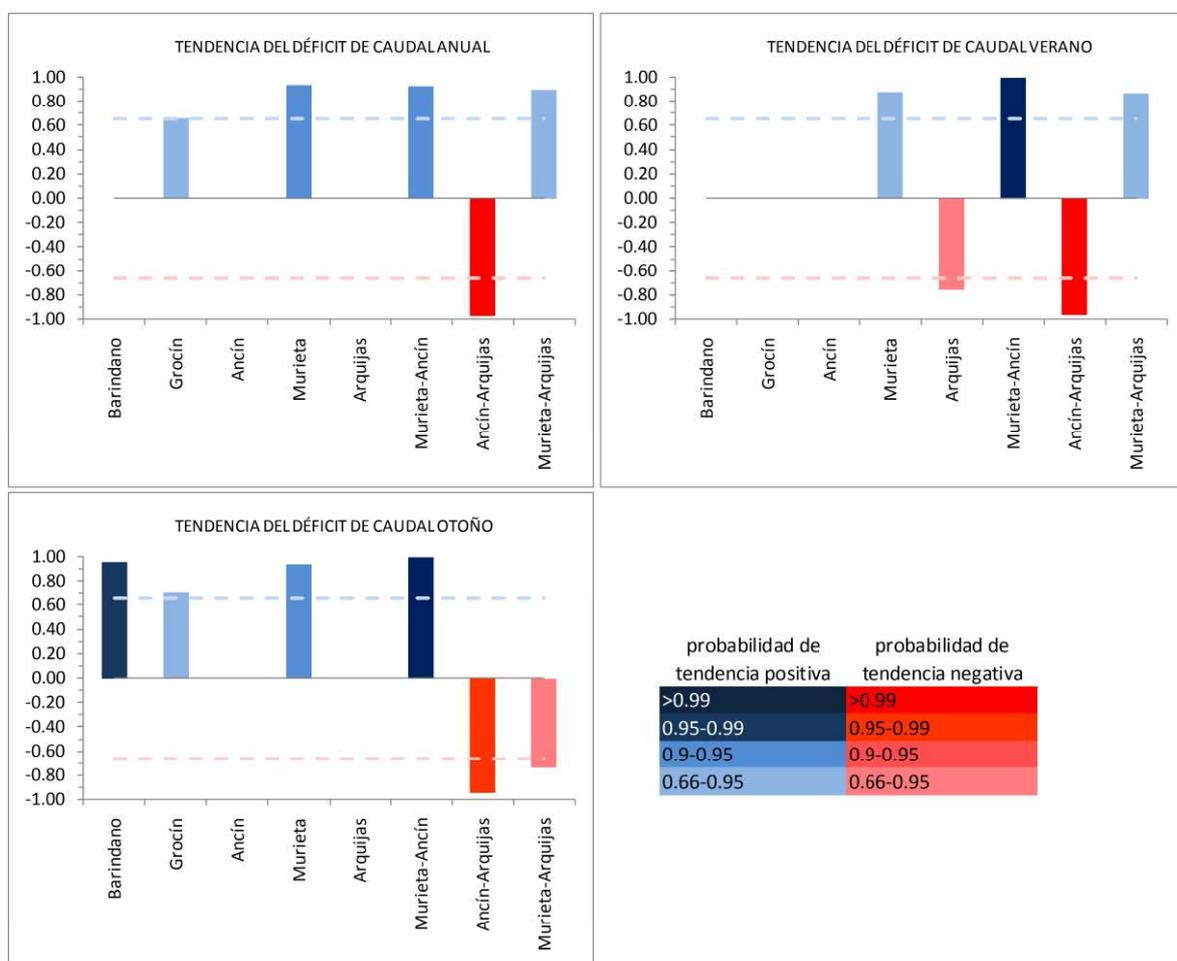


Figura 16: Tendencias del déficit volumétrico de los caudales menores a Q20 a escala anual y para las estaciones de verano y otoño.

En lo que se refiere al déficit volumétrico (figura 16) las tendencias al aumento del déficit en el tramo entre Ancín y Murieta del río Ega (series de Murieta y Murieta-Ancín), también son claras (figura 15), tanto a escala anual como, sobre todo, estacional (verano y otoño). De hecho, para el déficit volumétrico, la tendencia a la disminución anual del mismo en la serie de Ancín-Arquijas (concordante con lo observado para la duración anual de los caudales bajos), y que también es

notoria en verano y otoño, a la que se añade la misma tendencia (algo menos significativa) en la serie de Arquijas en verano, no llega a contrarrestar la tendencia al aumento del déficit en la parte baja de la cuenca, como lo demuestra la tendencia al aumento en el tramo entre Murieta y Arquijas.

Es decir, aguas debajo de Ancín (al menos, hasta Murieta, estación elegida como punto más bajo de la cuenca en este estudio) el río Ega muestra una notable tendencia temporal al aumento de días al año en el que los caudales son bajos (inferiores al Q20), a lo que hay que añadir la tendencia a que esos caudales estén siendo cada vez más bajos, como lo indica la tendencia en el déficit volumétrico. Lo contrario ocurre aguas arriba de Ancín, donde el tiempo de permanencia de caudales bajos en el río va disminuyendo a lo largo de los años (al menos en el periodo 1990-2012) a la vez que los caudales bajos son cada vez más altos reduciendo así el déficit volumétrico. La estación de Arquijas (la más aguas arriba de las tres consideradas en el río Ega) no muestra apenas tendencia significativa alguna, excepción hecha de la observada (casi en el límite de los criterios establecidos -ver Metodología-) en el déficit en verano, negativa.

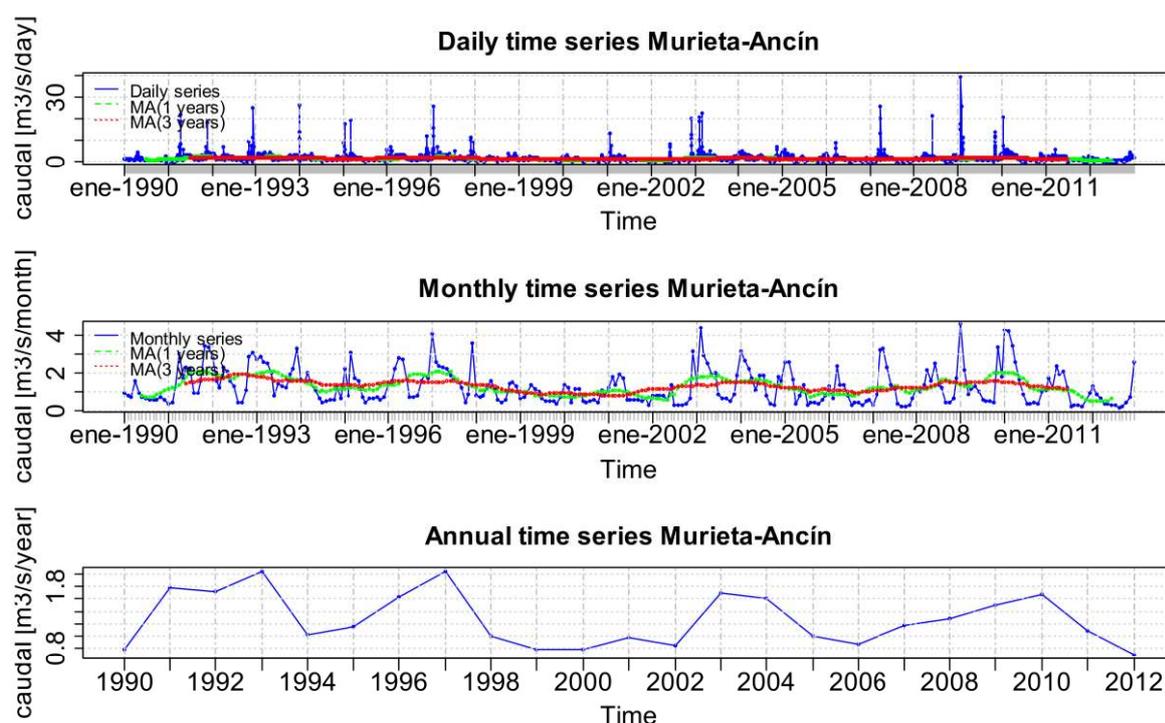


Figura 17: Representación gráfica de la serie de datos de **aportación del acuífero** al Ega entre Ancín y Murieta a escala diaria, mensual y anual y de las medias móviles de 1 y 3 años.

Al no haber aportes superficiales de agua al río Ega entre Ancín y Murieta, se asume que el resultado de la resta entre las series de Murieta y Ancín equivale al aporte subterráneo del acuífero en esta zona.

La figura 17 muestra la evolución en el tiempo de ese aporte subterráneo. Como se ha podido observar en los análisis de tendencias de la serie Murieta-Ancín, existe una tendencia negativa en la aportación del acuífero al río Ega. Esta disminución en el aporte se puede observar también en la figura 18, donde se han representado en diferentes colores los aportes medios mensuales del

acuifero al río (m^3/s) para cada año analizado en este estudio. En la figura, se pone de manifiesto que los colores más rojos, que indican menores aportes del acuifero al río, son más abundantes e intensos a partir del 2002, sobre todo para los meses entre julio y octubre. Ésta reducción de la aportación de agua subterránea podría estar influyendo en los caudales totales, sobre todo en los bajos, de este tramo del Ega llegando a dificultar el cumplimiento de mantener en el mismo un caudal ecológico.

Ante la falta de un caudal ecológico definido para ese tramo del río Ega y con el objetivo de visualizar el número de días cuyo caudal queda por debajo de un caudal previamente establecido, se ha optado por realizar gráficos de caudales clasificados para las series de caudal de Ancín y Murieta y para la serie de resta entre ambas estaciones. En este caso, en la figura 19 se muestra el porcentaje de días de un año en los que se han registrado caudales menores a un caudal dado cualquiera, fijado en el eje vertical. De este modo, se han representado los caudales de los años hidrológicos 1991-1992, 2001-2002 y 2011-2012 para las estaciones de aforo de Ancín y Murieta y para la serie de caudal calculada a partir de la resta de estas dos.

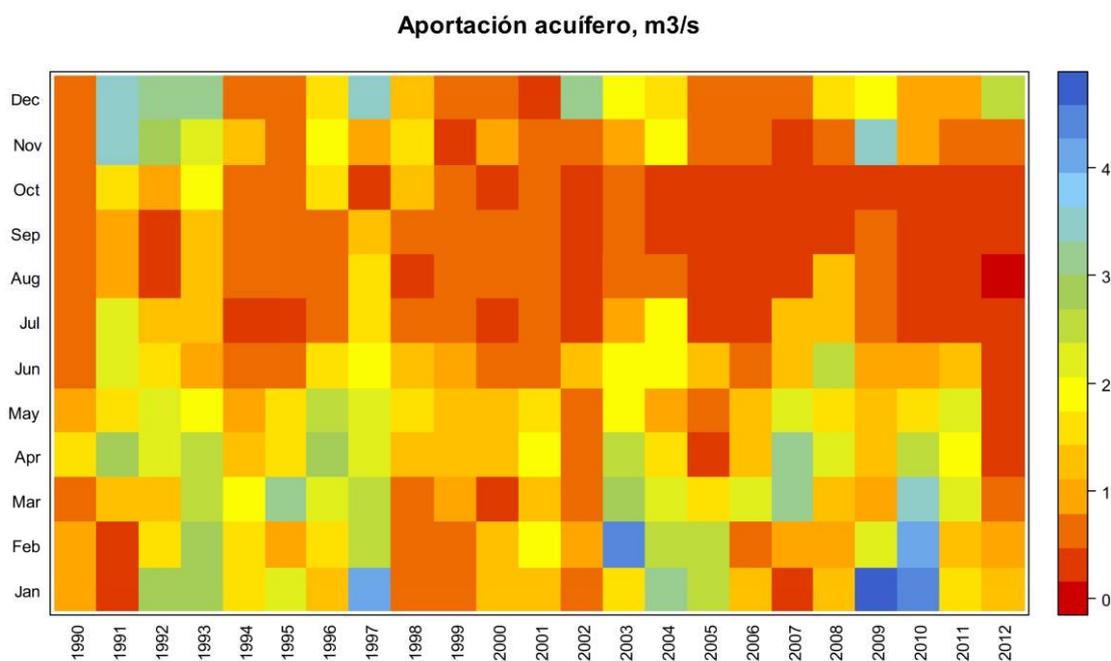


Figura 18: Representación gráfica de la serie de datos de **aportación del acuifero al Ega entre Ancín y Murieta** a escala mensual para cada uno de los años analizados en este estudio. Los colores rojos indican menores aportes y los azules mayores aportes.

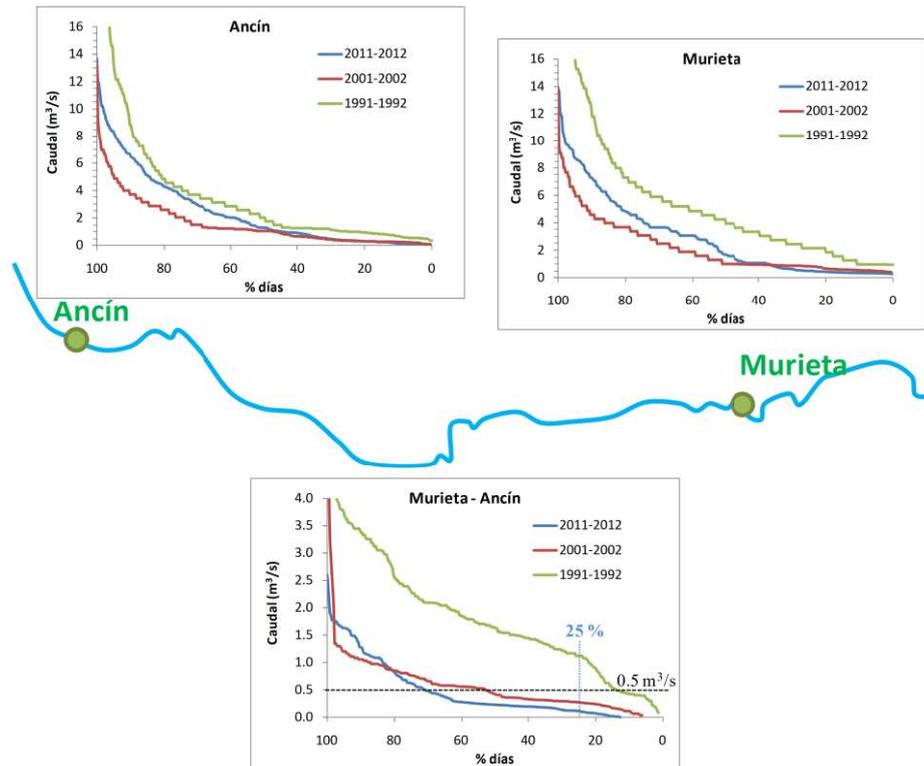


Figura 19: Porcentaje de días con un caudal menor a uno cualquiera a situar en el eje vertical de la gráfica para los años hidrológicos 1991-1992, 2001-2002 y 2011-2012 en las estaciones de aforo de Ancín y Murieta y la serie de caudal que resulta de la resta de ambas series.

En la figura se observa claramente un aumento del porcentaje de días con caudales bajos entre 1991-1992 (línea verde) y 2011-2012 (línea azul) en la estación de Murieta y la disminución de las aportaciones de agua subterránea entre las dos estaciones de control.

De manera que, por ejemplo, y como referencia, para el caso de las aportaciones al río entre Ancín y Murieta, en el año 1991-1992 el porcentaje de días con un aporte subterráneo menor a $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ era de aproximadamente un 10 %, en el año 2001-2002 fue de entorno a un 50 % y en el 2011-2012 de alrededor del 70 %. Además, en 2011-2012 y 2001-2002 un 25% de los días del año muestran aportes subterráneos menores a $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ mientras que en 1991-1992 un cuarto de los días muestran valores menores a $1.12 \text{ m}^3/\text{s}$. Estos cambios en los caudales de los últimos años hacen que cuando se establece un caudal ecológico en función de un porcentaje del caudal medio anual, sea muy importante el rango de tiempo que se considere para la definición del caudal medio anual.

A la vista de estas observaciones, y de la coherencia entre duración y déficit volumétrico, es evidente el diferente comportamiento del río Ega en el tramo aguas arriba de Ancín y en el tramo aguas debajo de Ancín, siendo en esta parte baja (**Murieta-Ancín, Murieta**) donde se observa la situación más preocupante, debido a las tendencias estadísticamente significativas observadas en el periodo 1990-2012, tendencias que se resumen ahora a la vista de las gráficas anteriormente comentadas:

- Tendencia a la disminución de los caudales a escala diaria, mensual y anual (figura 11)
- Tendencia a la disminución de los caudales en primavera y, sobre todo, verano y otoño, y en esta última época incluyendo la serie de Ancín (figura 13)

- Tendencia al aumento de la duración (días) de caudales bajos en el río tanto a escala anual como en verano y otoño (figura 15)
- Tendencia al aumento del déficit (volumen de agua) en el río tanto a escala anual como en verano y otoño (figura 16), llegando a escala anual a evidenciarse también en el tramo Murieta-Arquijas indicando que la tendencia contraria en el tramo Ancín-Arquijas no llega a contrarrestar el aumento del déficit observado aguas debajo de Ancín.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Se trata en este apartado final de recoger los aspectos más importantes de los resultados obtenidos, una vez aplicada la metodología descrita a las series de datos disponibles, y de hacer una discusión integradora y ordenada de los mismos con objeto de establecer las conclusiones del estudio. Hay que señalar que no todos los datos inicialmente recogidos han sido tratados, ya que el primer análisis efectuado, el de validez de los datos, ha llevado a que no se puedan considerar en el análisis series muy cortas o con muchas discontinuidades en la secuencia temporal de datos. Por tanto, las series que finalmente han sido tratadas son las que presentan las garantías necesarias para ello.

Un aspecto a dejar claro es que el análisis de validez realizado no incluye la “calidad” del dato, es decir, su representatividad física. Así, por ejemplo, en el caso de las series de caudal de las estaciones de aforo del río Ega puede ocurrir que algunos datos, caudales muy altos o muy bajos, no sean del todo fidedignos, debido a las características de diseño de la propia estación. En este sentido, hemos considerado las series como de “calidad” ya que tienen el visto bueno de la administración hidráulica del gobierno foral. La “sospecha” sobre la calidad de una serie puede ser tenida en cuenta en el caso de una tendencia observada en un punto rodeado por otros de tendencia opuesta. Por eso, es importante tener una visión más amplia que la del punto concreto.

También hay que dejar constancia aquí de que, como se decía en la Introducción de este Informe, “el objetivo principal era **analizar las tendencias temporales en las series disponibles de precipitación, piezometría, caudales y extracciones en la cuenca del Ega**, bajo la premisa de que ese conocimiento es fundamental, y previo, a cualquier actuación que pueda llegar a afectar, a corto o medio plazo, el régimen de caudales del río Ega”. Y se añadía: “Otra cuestión sería entrar en el estudio detallado de sus causas (internas, externas), y en su proyección futura, que requeriría del uso de modelos adecuados que permitan simular los probables escenarios futuros”. Por tanto, nos centramos en el objetivo marcado: la evidencia de tendencias (estadísticamente significativas), sin entrar en el detalle de sus posibles causas, aunque, eso sí, aportando hipótesis razonables sobre ellas.

En lo que respecta a las **series meteorológicas** (precipitación, temperatura), para el periodo 1990-2012, no se muestran tendencias significativas, en ningún sentido, lo que sirve, al menos, para no poder esgrimir cambios en las precipitaciones de la zona geográfica objeto de estudio como causa principal de las tendencias observadas en los caudales o en la piezometría en lugares concretos de la zona. La consideración del clima como condicionante de los procesos hidrológicos requiere de un dominio temporal amplio y, además, cabe esperar que su impacto sobre las aguas sea, en términos de tendencia, bastante homogéneo en el dominio espacial, además de retardado en el tiempo.

Respecto a las **series piezométricas** (fluctuación de niveles en pozos), hay muchos datos pero, lamentablemente, con muchas lagunas en las series lo que condiciona en gran manera el tratamiento que puede efectuarse. Se han podido tratar series mensuales durante un corto periodo de tiempo (2005-2012). Este análisis (figura 12) refleja una tendencia general (13 de 18 pozos), y significativa estadísticamente, a la disminución de los niveles (tendencia negativa) en los sectores de Mendaza, Asarta, Mendilibarri, Acedo, y Piedramillera (en el sector de Zuñiga no se observan tendencias, y en los pozos de Barindano -alejados del eje del Ega- no hay una tendencia coincidente); en el entorno de Ancín la mayoría de los pozos muestran esa tendencia general negativa, excepto el AncínR7 que muestra la contraria. Este pozo, al igual que MendazaR3 y PiedramilleraR1, tiene una serie de datos más completa que permite su análisis a escala diaria (figura 12), reflejándose lo ya comentado para las series mensuales.

No es fácil buscar las causas de este descenso generalizado de niveles piezométricos, concentrado en zonas entre Asarta-Acedo, al oeste, y Murieta, al este (los pozos de Zuñiga se sitúan en un tramo más alto del Ega, hacia el Oeste). La causa climática, como factor externo, hay que tenerla presente, como posibilidad, si bien, como se ha indicado antes, no parece ser la principal. Otra causa a tener muy presente, interna en este caso, son las extracciones que se llevan produciendo en pozos de esta área desde hace varios años, al menos desde 1990 (figura 5), primero en el entorno del núcleo de Ancín y luego ampliadas al sector de Mendaza.

Como refleja la figura 14 las **series de extracciones** (extracc1 y extracc2) muestran una tendencia positiva, al aumento de las mismas, claramente significativa estadísticamente, de manera que se pasa de una extracción conjunta (en las captaciones del sector considerado) de 106997 m³ en enero de 1990 a 266560 m³ en diciembre de 2013, con un cambio significativo en la fuente de extracción en diciembre 2004/enero 2005 cuando se sustituye las tomas superficiales por el pozo Mendaza P2.

Las extracciones de agua de la comunidad de regantes de Valdega en Legaria no muestran ningún tipo de tendencia, ni positiva ni negativa, entre 2002 y 2012. Además, constituyen la menor parte de las extracciones totales de agua de esta zona. En cualquier caso, y aunque estas extracciones tengan algún tipo de influencia en el caudal del Ega que llega a Murieta, reduciendo el mismo, no parece posible que influyan de ninguna manera en la disminución del nivel piezométrico de esta zona, teniendo en cuenta que en este tramo es el río el que recibe agua del acuífero y no es al contrario.

Concretar la influencia que sobre la tendencia de los niveles piezométricos en un sector amplio del acuífero puede tener una explotación prolongada en el mismo, además con distintos puntos y ritmos de extracción, no es algo que se pueda poner fácilmente de manifiesto con las series de datos de piezometría disponibles, que son demasiado escasos para la concreción. Sólo desde la modelización hidrogeológica, actualizada, podría simularse ese escenario, contando, entonces sí, con los datos disponibles para la necesaria calibración del modelo, aspecto éste (la modelización) que se escapa del marco del presente estudio, y que supone un ámbito superior de investigación.

Pero además de lo ahora señalado, otro aspecto que hace aún más complejo el detalle de la relación “tendencia positiva en las extracciones-tendencia negativa en la piezometría”, y su modelización, es la presencia cercana del río Ega, claramente relacionado con el acuífero, aunque de diferente forma según sea el tramo anterior o posterior a Ancín, tal y como lo reflejan los dos estudios encargados por el Gobierno de Navarra que han sido citados en la Introducción de este Informe.

Uno de ellos (Gobierno de Navarra, ¿1998?), que fue la actualización de los estudios hidrogeológicos de la Unidad de Loquiz, incluyó un modelo matemático no sin antes poner de manifiesto que los factores ahora comentados “hacen que la simulación del flujo en este sector tenga una gran complejidad, que se ve aumentada por los dispares resultados obtenidos en los ensayos hidráulicos realizados en los sondeos y piezómetros de la zona y la propia complejidad geológica de los materiales presentes”.

De hecho, en ese estudio se efectuaron varios ensayos de bombeo, con fines de investigación, por tanto de corta duración (una semana) en pozos de Ancín y de Mendaza, mostrándose claramente que los bombeos inducían un descenso generalizado en los niveles de los pozos de toda el área. Es decir, es de todo punto razonable pensar que la extracción por bombeos continuados, durante muchos años, en los sectores de Ancín y Mendaza, sea una causa fundamental de la tendencia general a la disminución de niveles piezométricos observada en el análisis estadístico efectuado en el presente estudio (figura 11).

La modelización incluida en el estudio citado (¿1998?) consideraba la piezometría entonces conocida como referente para la calibración. Según el esquema hidrogeológico conceptual, previo a la propia modelización, en el área del Valle del Ega hay dos “dominios” diferenciados, uno en el que los flujos subterráneos siguen un sentido, más o menos, Norte a Sur, hacia el núcleo de Ancín, y, otro, en el que las aguas fluyen de Oeste a Este (Zuñiga-Asarta-Mendaza-Piedramillera-Mendilibarri). El mapa piezométrico correspondiente no ha variado desde entonces en el esquema básico, según se refleja en la Memoria de la Red de Control de Piezometría (Unidad de Lóquiz) que anualmente presenta en la web el Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra). En la figura 16 se recogen los mapas piezométricos de los últimos años (desde 2008-2009), donde se pueden observar los flujos ahora comentados, en época de aguas altas y de aguas bajas.

A la vista de esos mapas resulta de todo punto razonable lo expuesto en aquel estudio (¿1998?), en el sentido de que el río Ega es el principal eje de descarga del acuífero **PERO sólo aguas abajo de Ancín**, hasta al menos Murieta, de manera que aguas arriba de ese punto los flujos subterráneos continúan hacia el Sur (Mendaza), no drenando al río, para tomar luego un sentido hacia el Este (Piedramillera) y dirigirse hacia ese tramo de descarga principal en el Ega. De hecho, el estudio argumenta claramente que el tramo aguas arriba de Ancín, hasta la confluencia con el arroyo Galbarra, es un tramo en el que el río cede un importante volumen de agua al acuífero, volumen que, en condiciones de poca influencia sobre el acuífero, vuelve al río Ega aguas debajo de Ancín.

Esa diferente relación es la que simula y cuantifica el modelo utilizado en ese estudio. Conviene citar literalmente lo que aquél estudio decía sobre la aplicación del modelo: “El objetivo del modelo es disponer de una herramienta adecuada para simular la posible afección al acuífero y al río Ega al realizar cualquier actividad que suponga un cierto impacto hidrogeológico al sistema, como sería la puesta en explotación de uno o varios sondeos”.

El segundo de los estudios arriba citados (Gobierno de Navarra, 2005) tiene una importante limitación de partida, como es el hecho de centrarse exclusivamente en la “zona de Ancín”, con el “objetivo de evaluar los recursos hídricos subterráneos explotables de forma sostenida en dicho sector, con vistas a satisfacer las demandas actuales y futuras para riego en dicha zona”. No es posible evaluar las posibilidades de explotación de un sector si no se tiene una perspectiva espacial, y temporal, más amplia.

En este estudio, 2005, no hay modelización, aunque hay “estimaciones” de la afección al río Ega por bombeos en la propia zona de Ancín. Se dan “resultados meramente orientativos”. Los cálculos que se realizan “responden a un intento bastante voluntarista de cuantificar las posibilidades de explotación sostenida de una parte de los recursos renovables interanuales del acuífero de Lóquiz, mediante el sondeo “Ancín P6”, sobre la base de una conexión río-acuífero que no ha podido ser cuantificada con suficiente precisión. Para que se pudiese llegar a resultados más precisos y fiables, no sólo sobre las posibilidades de explotación de dicha captación, exclusivamente, sino contando con todas las que conviniese realizar con esa finalidad, sería necesario elaborar un modelo matemático del flujo subterráneo en el acuífero de Lóquiz, en su área de influencia hidrogeológica a la cuenca vertiente al río Ega entre las estaciones de aforo de Ancín y Murieta”. Este párrafo es muy claro, indicativo de lo que es “necesario” hacer, y aceptando que lo recogido en el estudio no tiene la “suficiente” precisión.

Han pasado muchos años desde entonces y es momento de **actualizar** la modelización, incorporando todos los datos hasta el presente, incluyendo, obviamente, los de las extracciones, con la idea de que el modelo, si es adecuado, sea capaz de simular lo que realmente ha ocurrido en estos años (**incluyendo las tendencias deducidas en nuestro análisis**), como base para simular escenarios que pudieran darse en un futuro próximo, bien por causas naturales (cambio en las variables climáticas) o bien por decisiones tomadas hoy (que, por lógica, deberían basarse en que las consecuencias derivadas, simuladas por modelización, no supongan una progresión en las tendencias preocupantes hasta ahora evidenciadas). De hecho, la modelización entonces realizada del escenario con bombeos continuados en Mendaza y en Ancín mostraba claramente la afección al río Ega, que proporcionaría una parte importante del caudal bombeado con la consiguiente afección a sus caudales.

Es esta idea la que tenemos en mente a la hora de aportar una explicación a lo observado en las tendencias de las **series de caudales** (figura 11). En la estación de Arquijas no se observa tendencia significativa alguna, sea cual sea la escala considerada. En la estación de Ancín hay tendencia positiva significativa (aumento de caudal) a escala mensual y, sobre todo, diaria. En Murieta la tendencia es significativamente negativa (disminución de caudal) a escala anual y, sobre todo, diaria. Donde las tendencias se mantienen a cualquier escala, y siempre negativas, es en la serie que recoge las diferencias de caudal entre las estaciones de Ancín y Murieta (Ancín-Murieta).

Se deriva de estas observaciones una **clara tendencia temporal a la disminución de las aportaciones del acuífero al río Ega en ese tramo**, que, como reflejan los estudios antes citados, constituye el eje principal de descarga del acuífero. Hay que pensar, necesariamente, en que esa tendencia sea una consecuencia de las extracciones continuadas llevadas a cabo en el acuífero, tal y como cabía esperar de las simulaciones de la modelización hace años realizada. Esa tendencia a la disminución es aún más llamativa teniendo en cuenta la tendencia positiva evidenciada en la estación de Ancín.

No resulta fácil explicar esta tendencia al aumento de caudal en ese punto del río, en un contexto generalizado de descensos del nivel piezométrico en los pozos de la zona (figura 12). El hecho de que, como antes se ha señalado, el pozo AncínR7, muy próximo a la estación de aforos de Ancín, sea una excepción y muestre tendencia al aumento del nivel, hace pensar en una causa muy local (sin marginar la posibilidad de errores en la serie de datos). Pero lo que es evidente es que hay que dar más importancia a las tendencias que, siendo muy claras, son espacialmente generalizadas que a aquéllas que, aún siendo claras, son muy puntuales. Son las tendencias generales las que deben

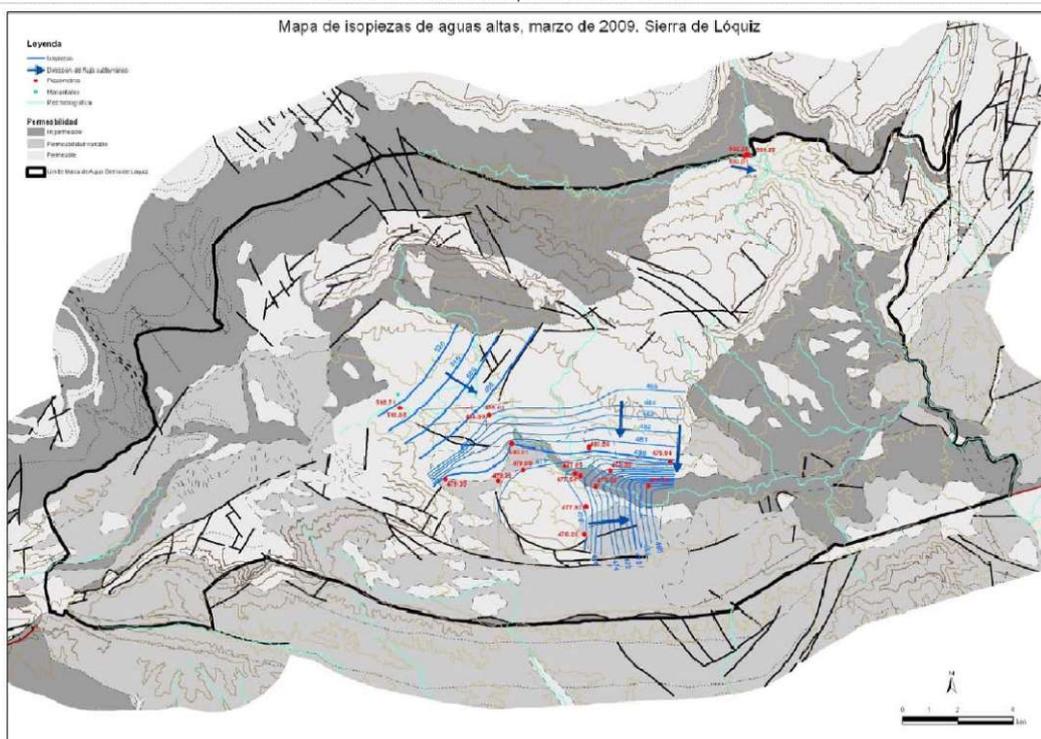
condicionar las decisiones, y ahí se incluyen las negativas en la piezometría y las, también negativas, en los caudales del Ega, aguas debajo de Ancín, y en las aportaciones del acuífero al río.

Mayor preocupación supone observar que esas tendencias negativas en los caudales se centran, sobre todo, en las épocas de verano y, más aun, en otoño (figura 13) época esta última en la que la tendencia se generaliza al resto de series de caudal tratadas, incluyendo Ancín (sólo Arquijas no presenta tendencia significativa). Es preocupante porque, obviamente, no es lo mismo la tendencia a la disminución de caudales en momentos de aguas altas, o medias, que en momentos de aguas bajas (estiaje) en los que la probabilidad de afección a la vida del río (biota, calidad de las aguas) aumenta, poniendo en peligro el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua que aspira a devolver a los ríos su buen estado ecológico, como base, también, para su sano disfrute por la ciudadanía.

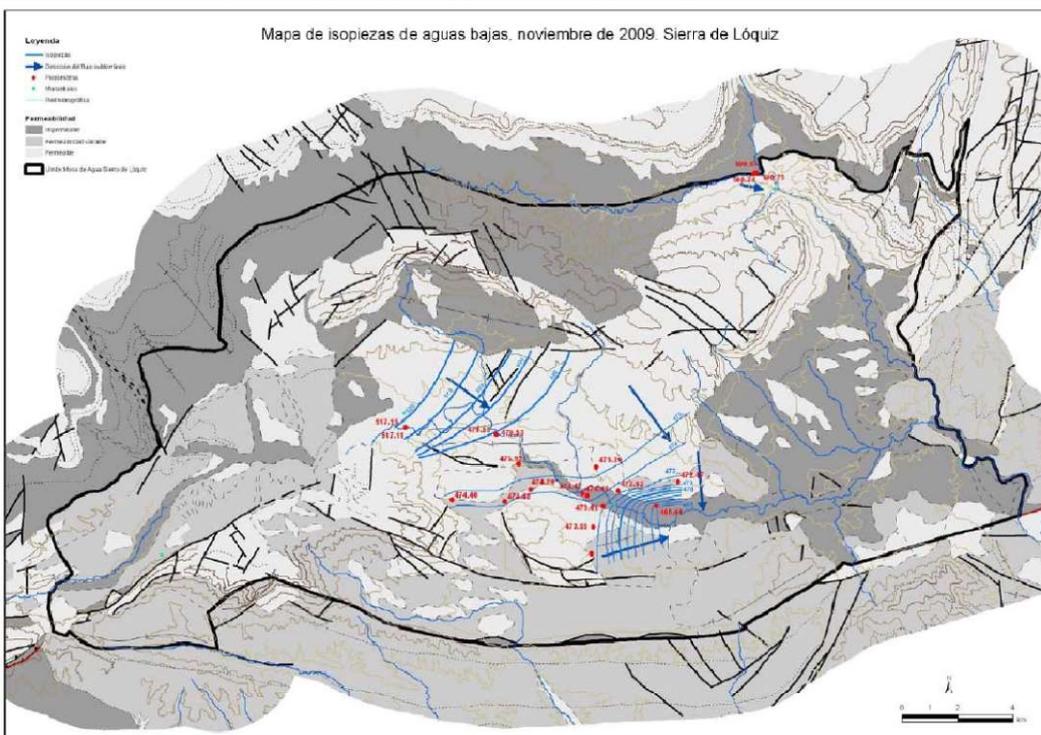
Finalmente, y a modo de síntesis y **conclusión**, se observan tendencias preocupantes a la disminución de caudales en el río Ega aguas debajo de Ancín, debidas a una aún mayor tendencia a la disminución de las aportaciones naturales del acuífero al río en ese tramo. Esta última necesariamente hay que ponerla en relación con las extracciones continuadas llevadas a cabo en los últimos años en el sector Ancín-Mendoza. Estas tendencias se centran sobre todo en las épocas de verano-otoño, es decir, en la época de menores caudales, y tienen consecuencias en los factores que caracterizan el buen estado ecológico de las masas de agua, objetivo, no se olvide, de la Directiva Marco del Agua.

Entendemos que los datos que se han ido registrando hasta la actualidad (caudales, piezometría, extracciones, climáticos), incluyendo los resultados de su tratamiento, como lo son los presentados en este Informe, dan motivos para actualizar la modelización de la Unidad de Lóquiz, y, sobre todo, con especial énfasis en el Valle del Ega. La modelización, si es aceptable, debe simular lo que hasta ahora viene sucediendo en las series de caudales y piezometría, y sólo a partir de ahí se podrán simular escenarios futuros.

Y sólo, también, a partir de los resultados de las simulaciones se deberían tomar hoy las decisiones de actuación sobre los recursos, de manera que no se deriven consecuencias indeseables ni en el acuífero ni en el río. Llegado el caso, basarse en que las extracciones previstas suponen un pequeño porcentaje sobre los recursos totales de la Unidad de Lóquiz es tanto como olvidar que los balances hídricos tienen una aplicación limitada, general, y que no pueden servir para justificar intervenciones zonales, cuya afección hay que analizarla a la escala espacial adecuada. En este sentido, nuestro Informe ha tratado de evidenciar lo que viene pasando en el Valle del Ega en los últimos años.



41



42

Figura 20: Mapas de **piezometría** (aguas bajas y altas) de la Sierra de Lóquiz en los últimos años. Fuente: web del Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra).

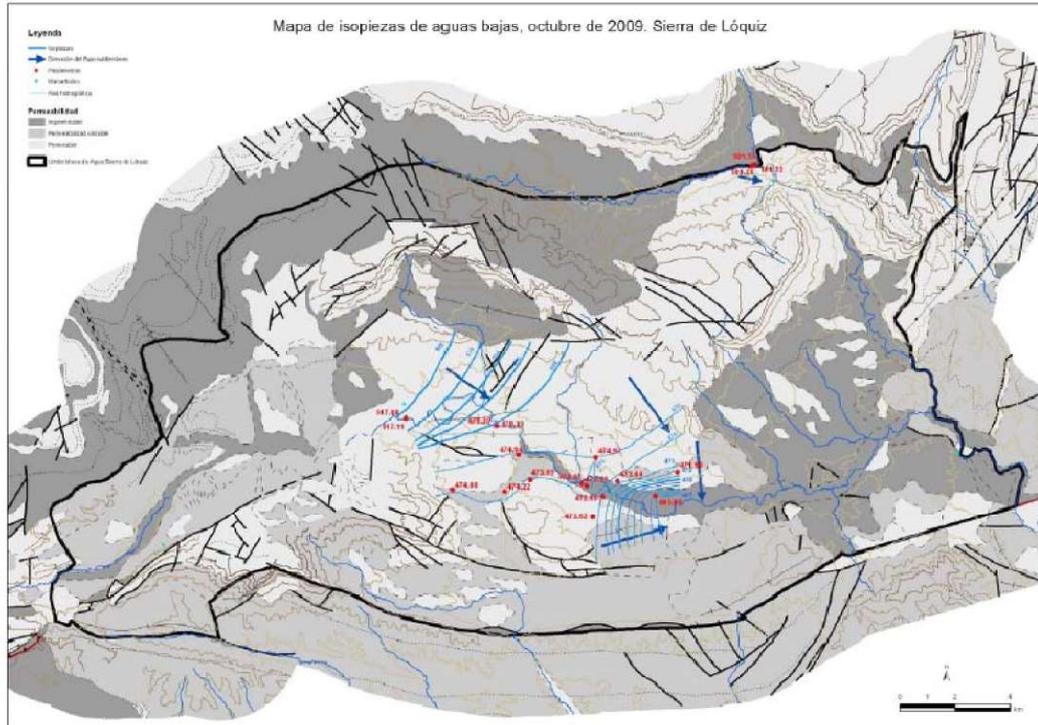
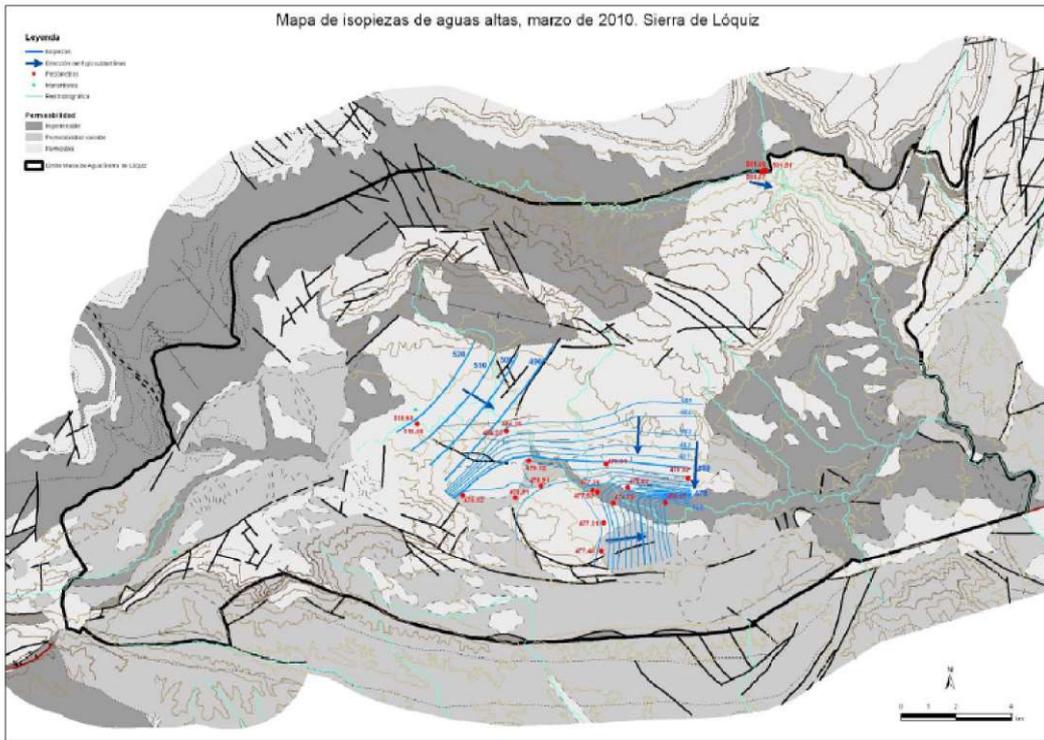


Figura 20: Mapas de **piezometría** (aguas bajas y altas) de la Sierra de Lóquiz en los últimos años. Fuente: web del Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra). Continuación.

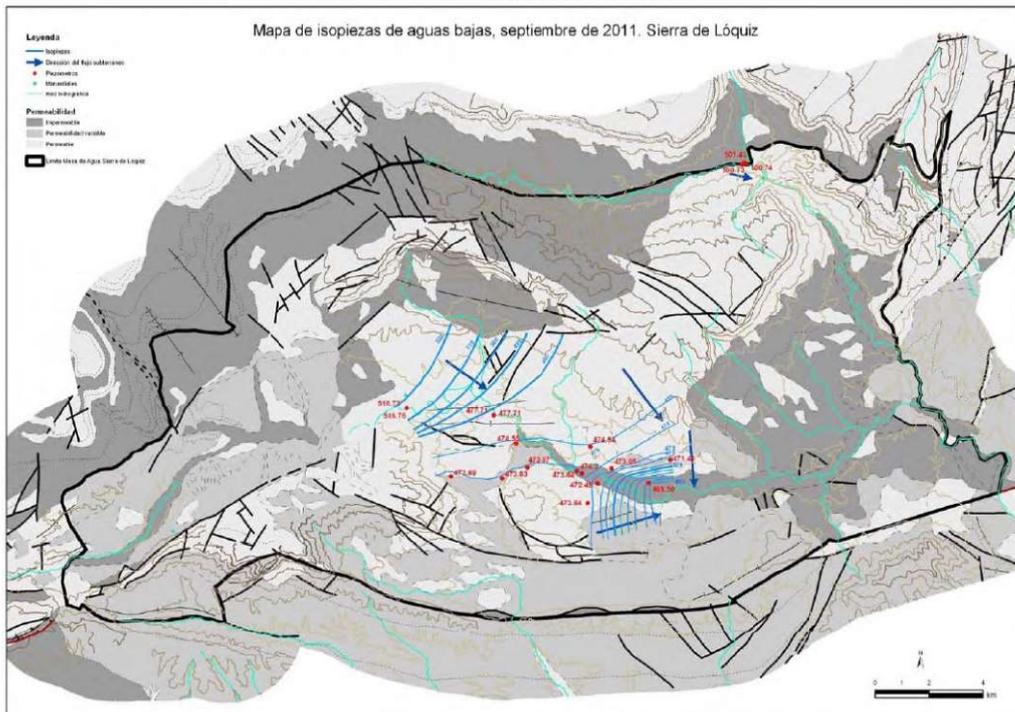
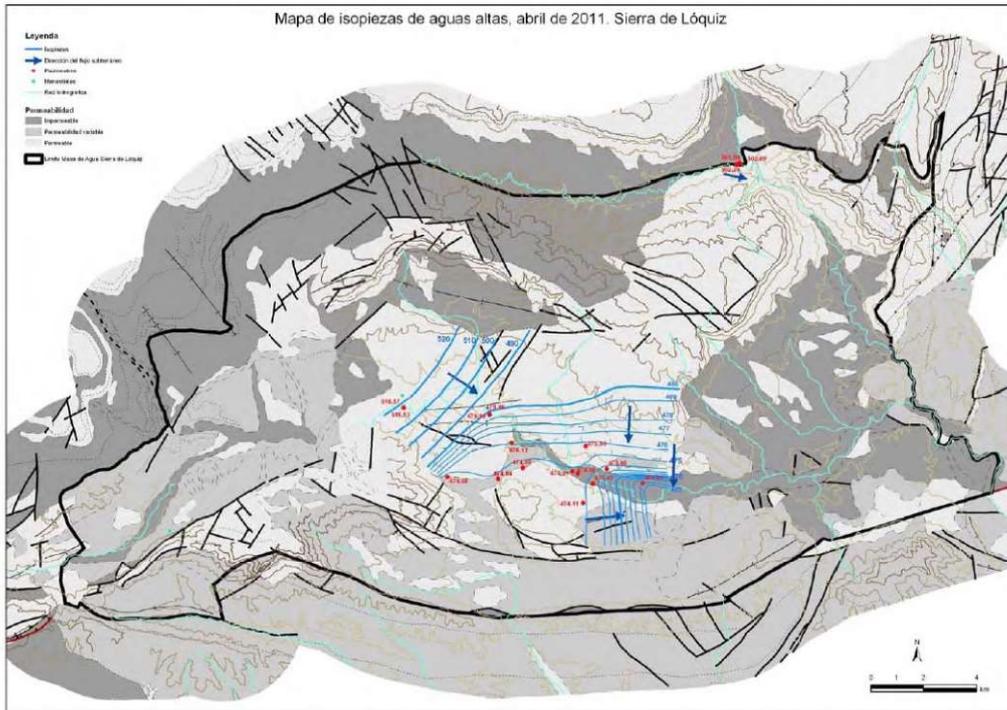


Figura 20: Mapas de **piezometría** (aguas bajas y altas) de la Sierra de Lóquiz en los últimos años. Fuente: web del Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra). Continuación.

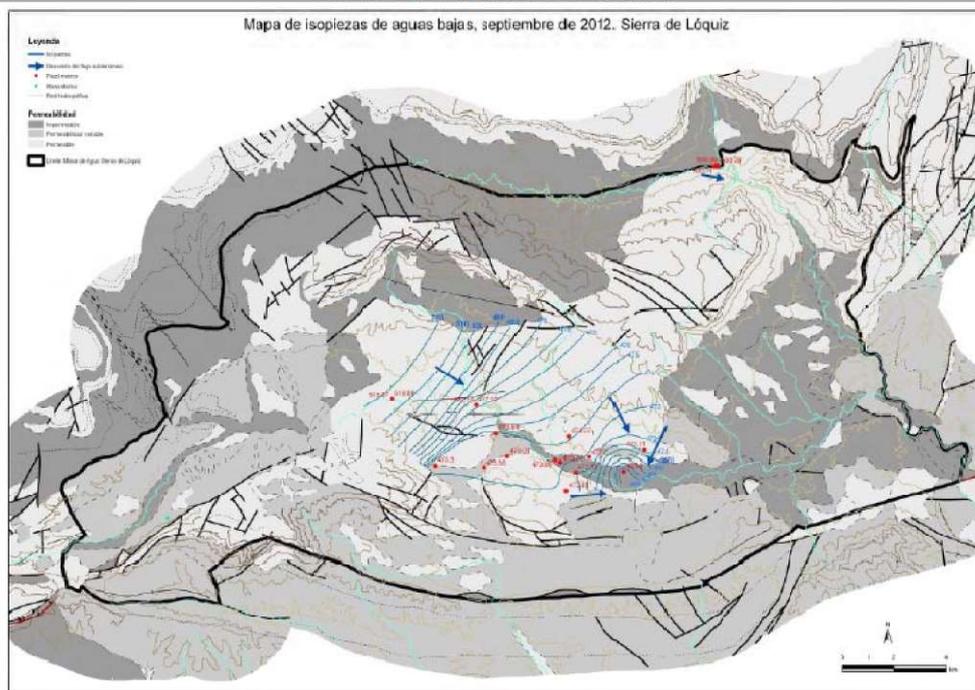
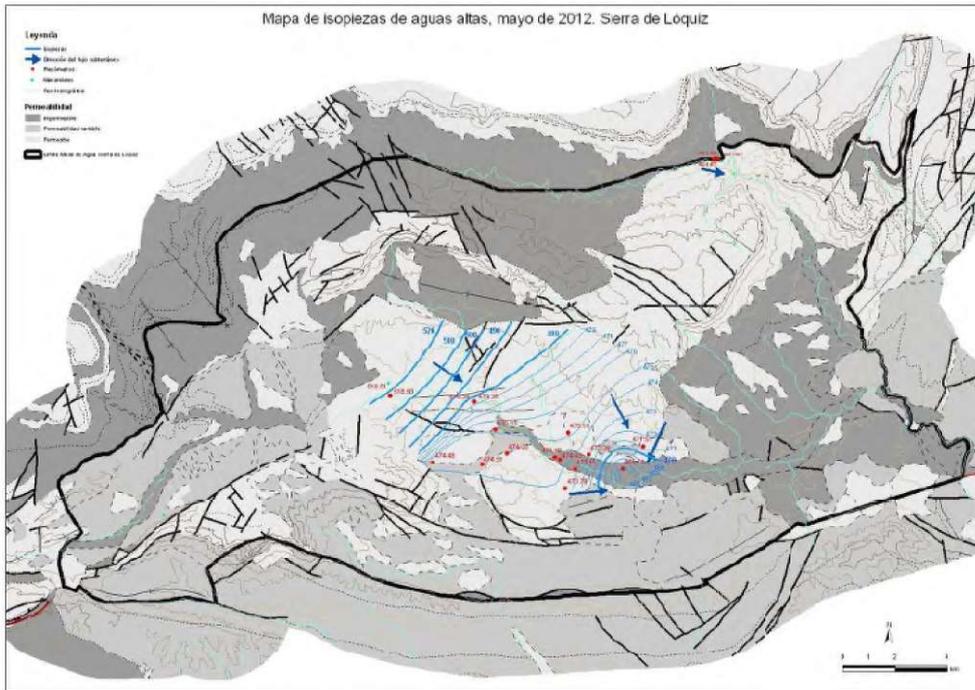
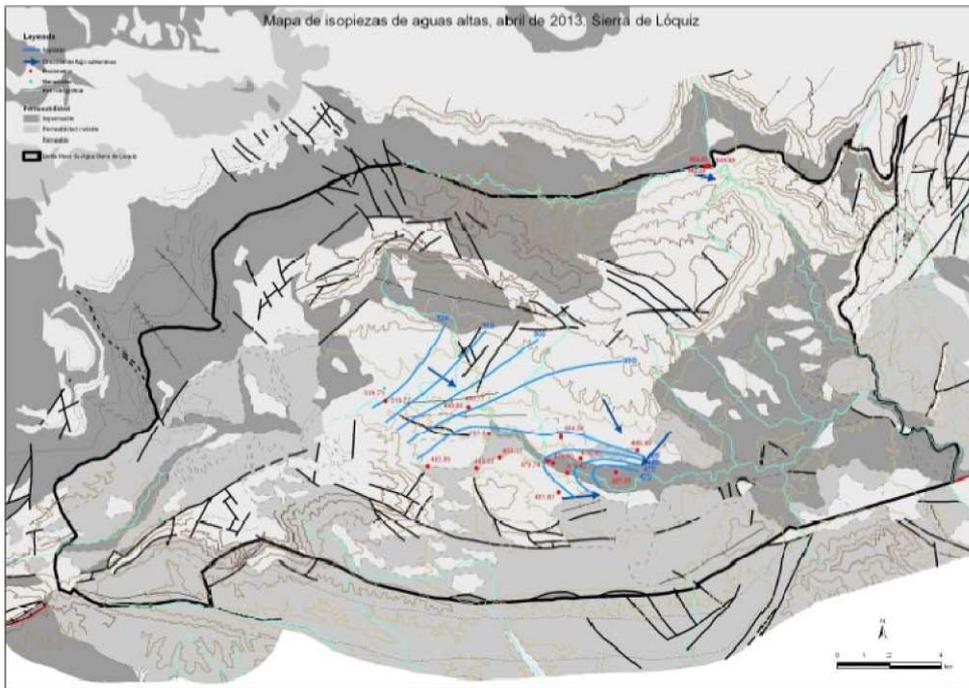
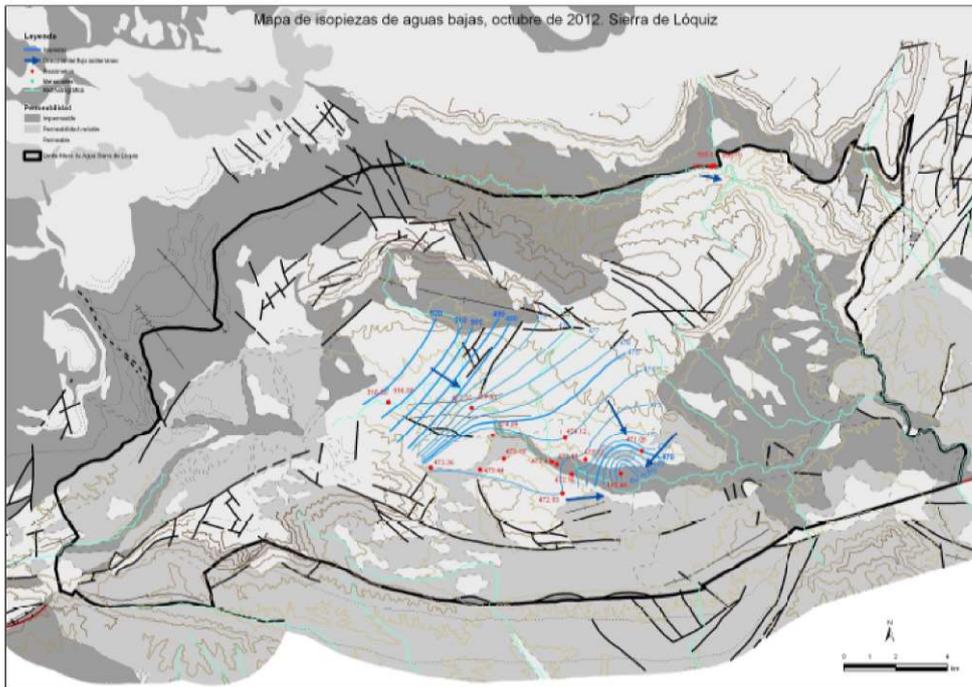


Figura 20: Mapas de **piezometría** (aguas bajas y altas) de la Sierra de Lóquiz en los últimos años. Fuente: web del Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra). Continuación.

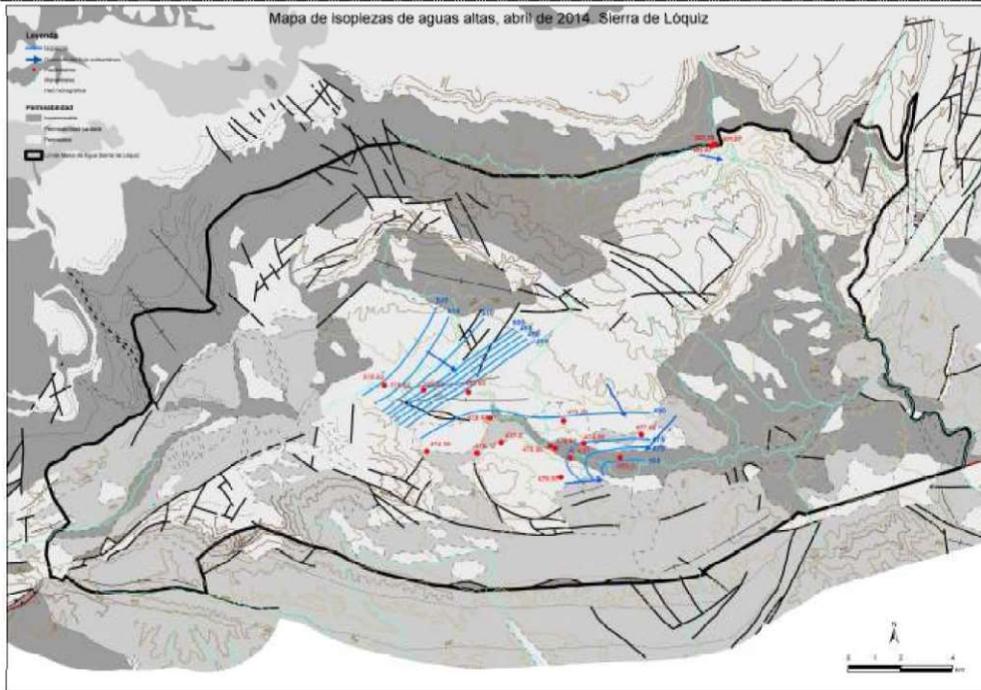


54

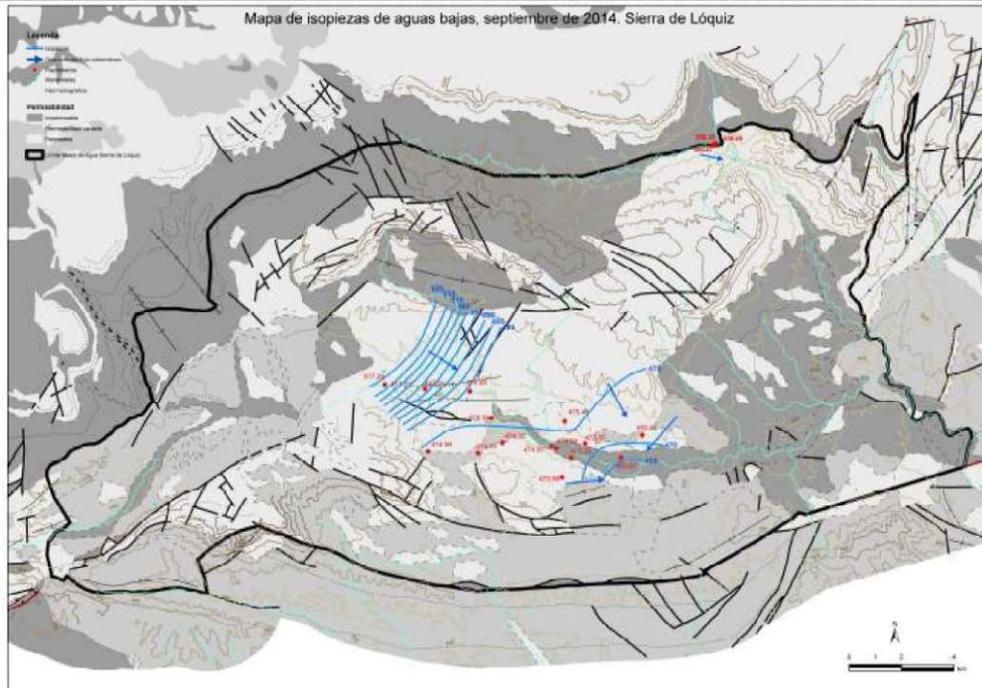


55

Figura 20: Mapas de **piezometría** (aguas bajas y altas) de la Sierra de Lóquiz en los últimos años. Fuente: web del Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra). Continuación.



56



57

Figura 20: Mapas de **piezometría** (aguas bajas y altas) de la Sierra de Lóquiz en los últimos años. Fuente: web del Gobierno de Navarra (El Agua en Navarra). Continuación.

EQUIPO DE TRABAJO

Este Informe ha sido elaborado por **Ane Zabaleta**, personal investigador contratado, y por **Iñaki Antiguiedad**, profesor catedrático de Hidrogeología. Ambos son geólogos y miembros del Grupo de Investigación en Hidrogeología y Medio Ambiente (reconocido como Grupo Consolidado por el Gobierno Vasco, IT598-13) de la Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencia y Tecnología).

Este estudio se ha gestionado a través de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la UPV/EHU.

BIBLIOGRAFIA

Bronaugh D, Werner A (2014). Zhang + Yue-Pilon trends package. R Package ‘zyp’.

Gobierno de Navarra. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda (¿1998?): Ampliación y actualización de los estudios hidrogeológicos de la Unidad de Loquiz (Navarra). Elaborado por Compañía General de Sondeos, S.A.

Gobierno de Navarra. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda (2005): Estudio de evaluación de las posibilidades de explotación sostenible de los recursos hídricos subterráneos de la U.H. de Loquiz en el Sector de Ancín (Navarra). Informe Final. Elaborado por Investigación y Desarrollo de Recursos Naturales, S.A.

Killick R, Eckley I, Haynes K, Fearnhead P (2015). An R package for changepoint analysis. R Package ‘changepoint’.

Mastrandrea MD, CB Field, TF Stocker, O Edenhofer, KL Ebi, DJ Frame, H Held, E Kriegler, KJ Mach, PR Matschoss, G-K Plattner, GW Yohe, and FW Zwiers (2010). Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Disponible en <<http://www.ipcc.ch>>

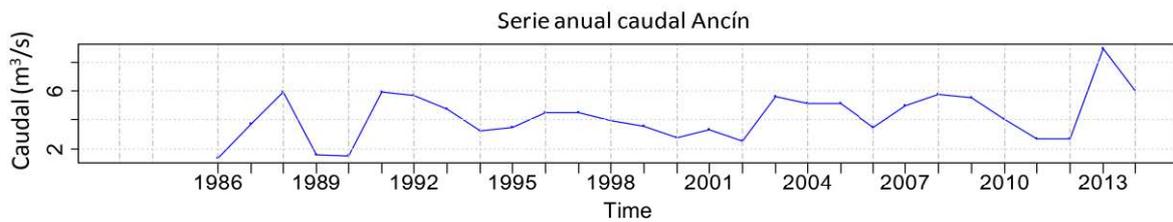
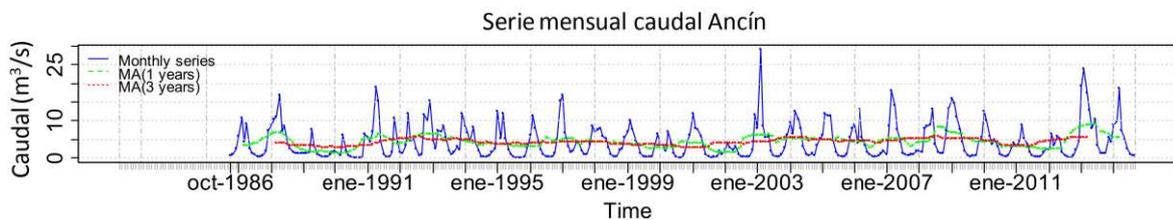
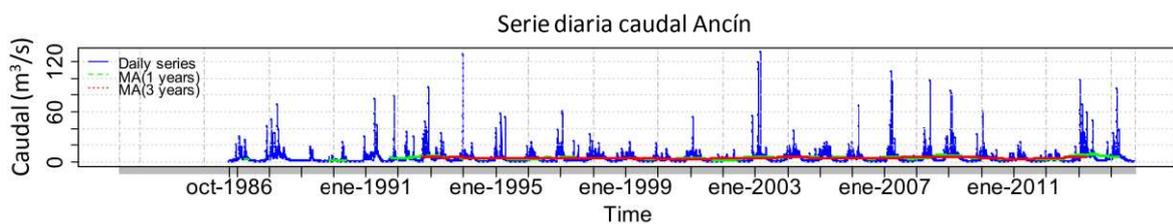
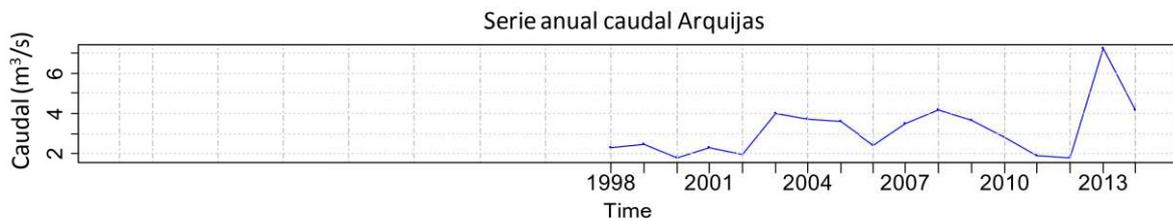
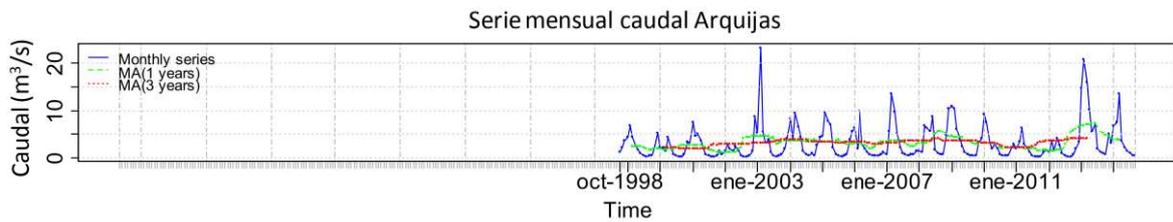
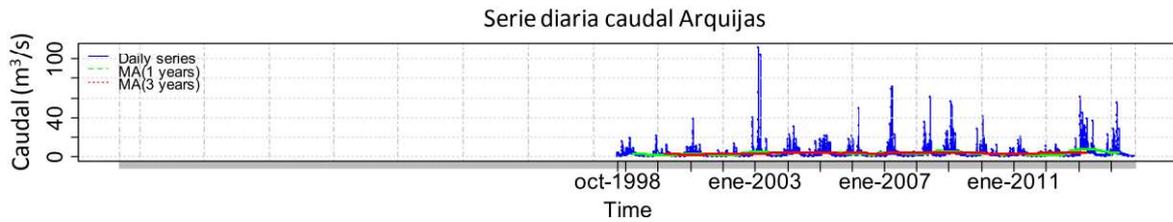
Zabaleta A, Antiguiedad I (2012): Klimaren seinale hidrologikoak EAEko arrotako ur-emarien joeretan. Gerora begirako proiektzio hidrologikoak. Ekaia 25, 89-118.

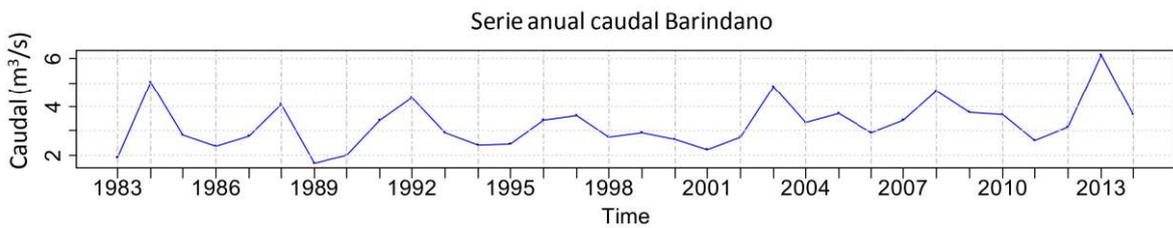
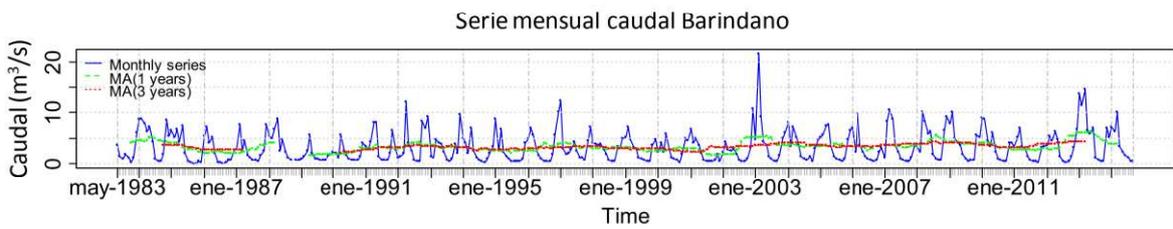
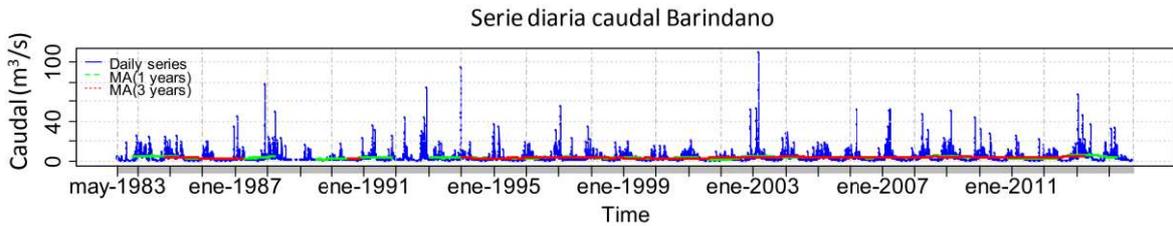
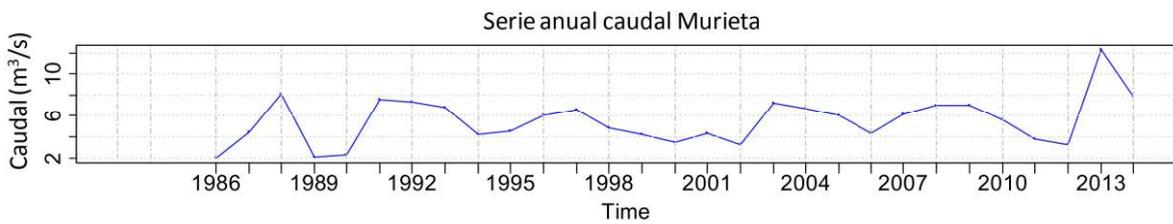
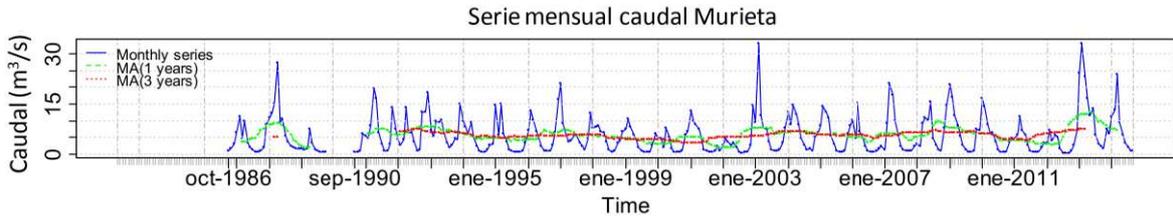
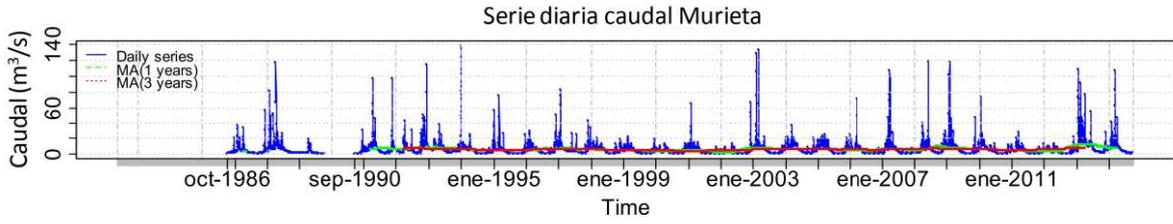
Zambrano-Bigiarini M. (2014). Time series management, analysis and interpolation for hydrological modelling. R Package ‘hydroTSM’.

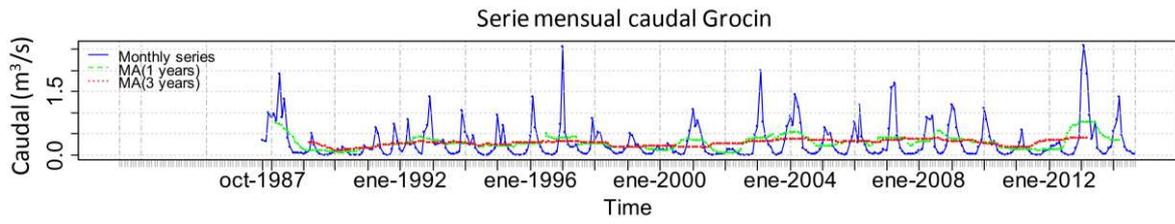
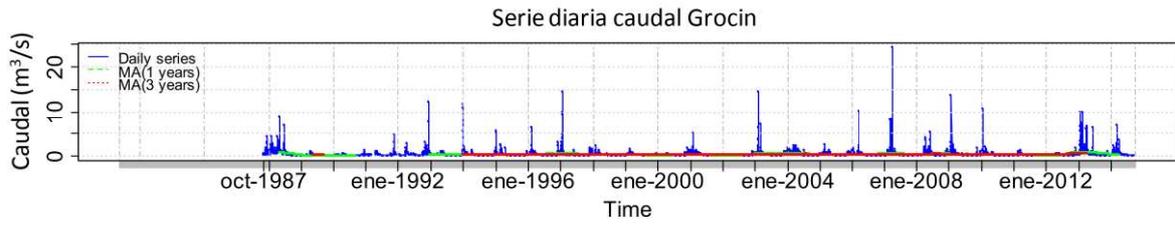
Anexos

Anexo I: Representación gráfica de las series de datos disponibles a escala diaria (en las series en las que se dispone de la información a dicha escala), mensual y anual y de las medias móviles de 1 y 3 años.

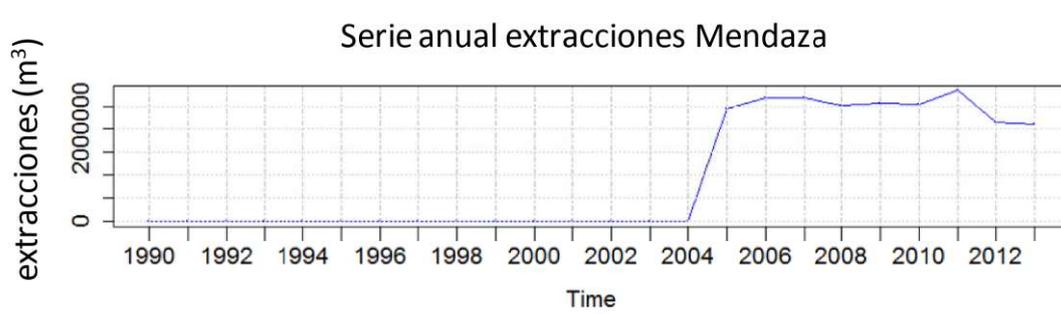
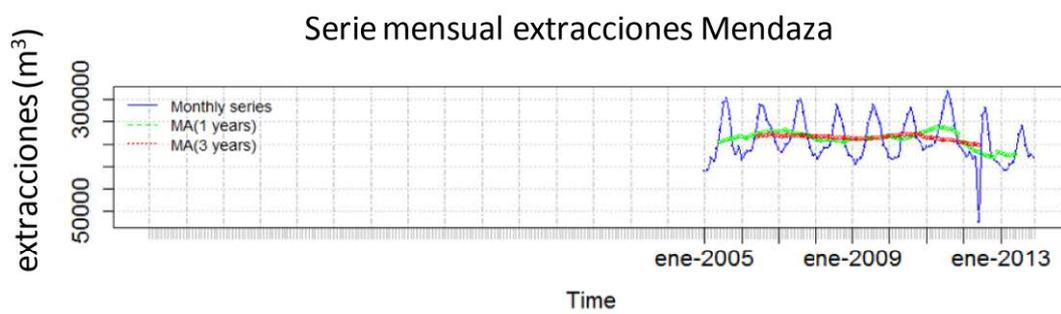
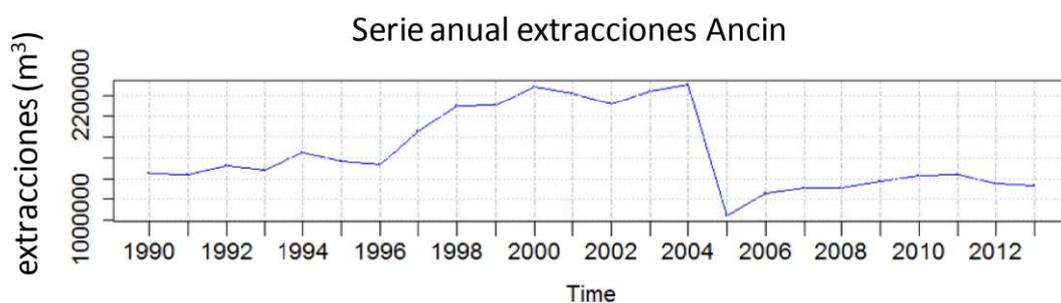
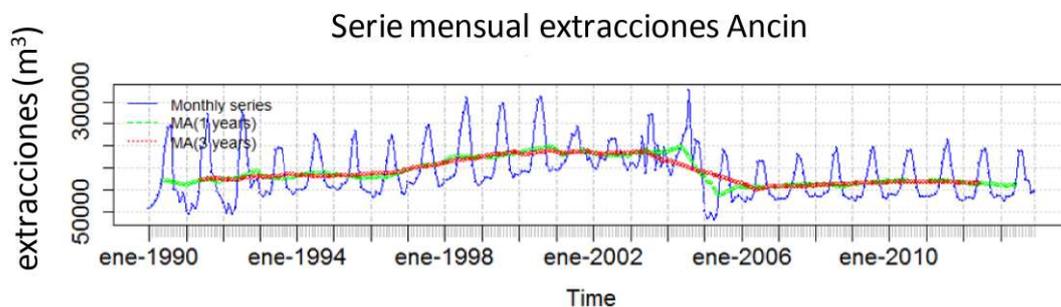
Representación gráfica de las series de datos de caudal de Arquijas, Ancín, Murieta, Barindano y Grocín.

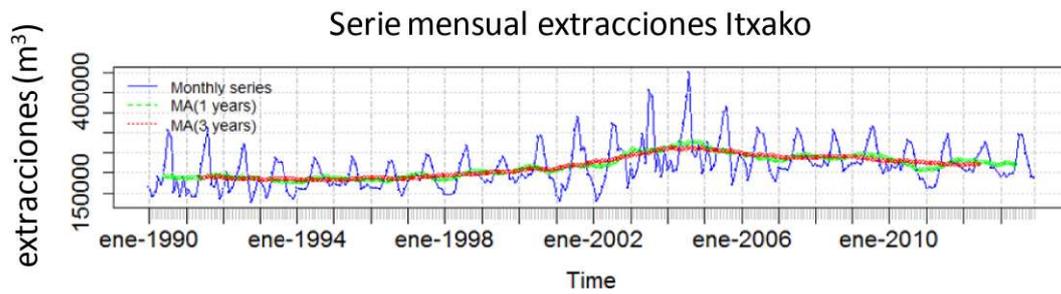
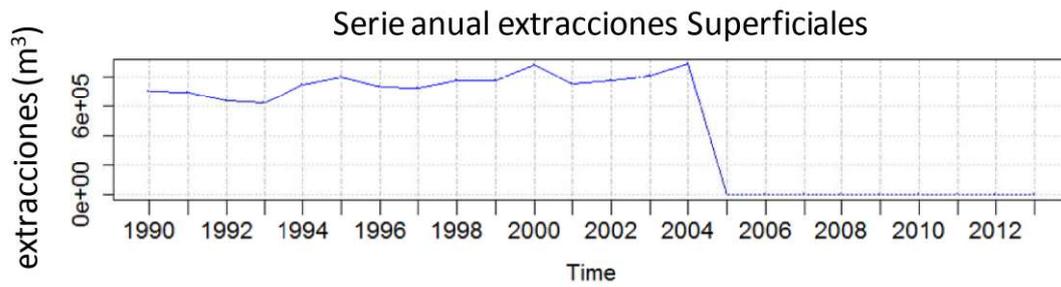
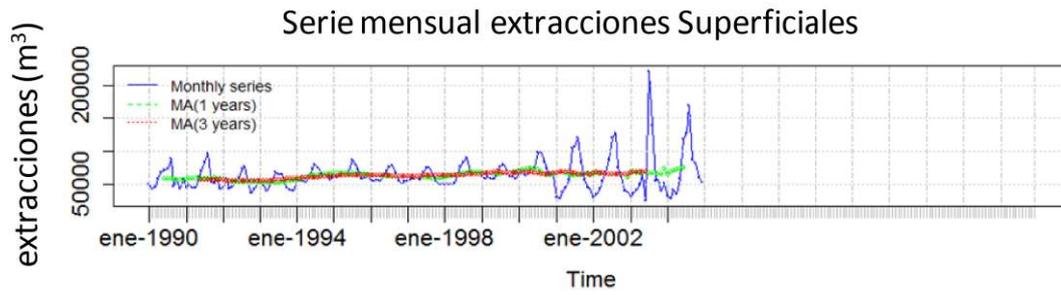


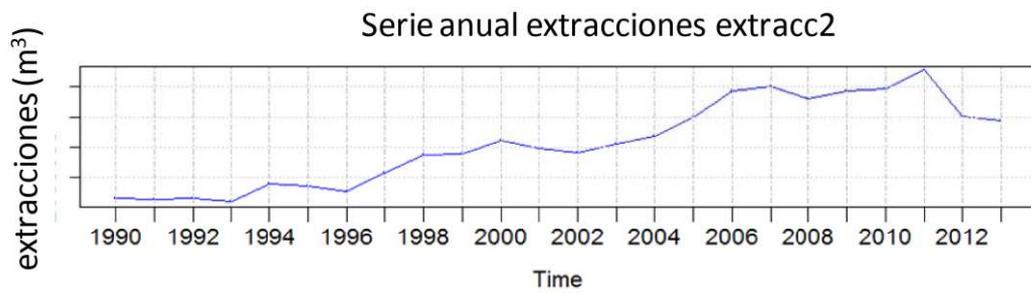
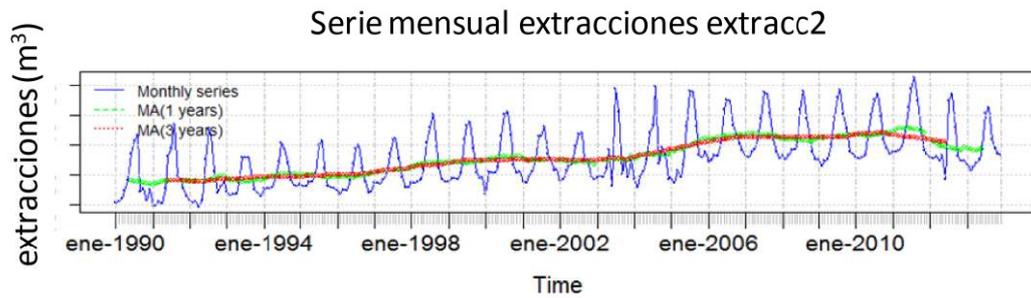
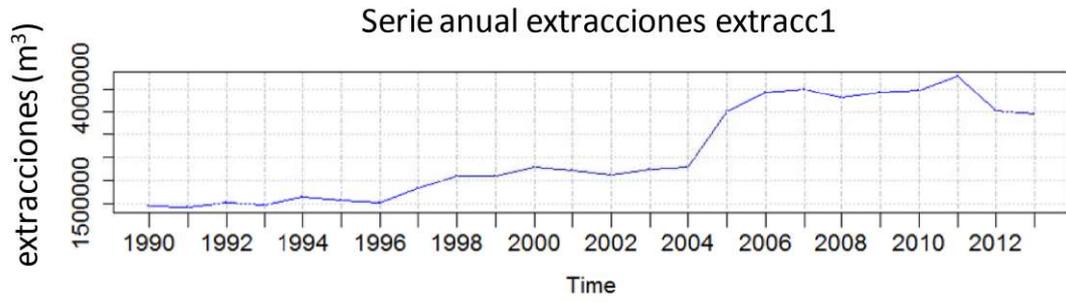
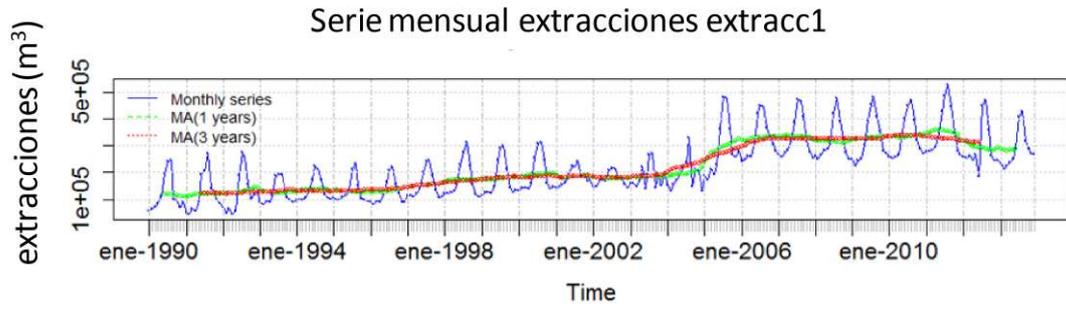




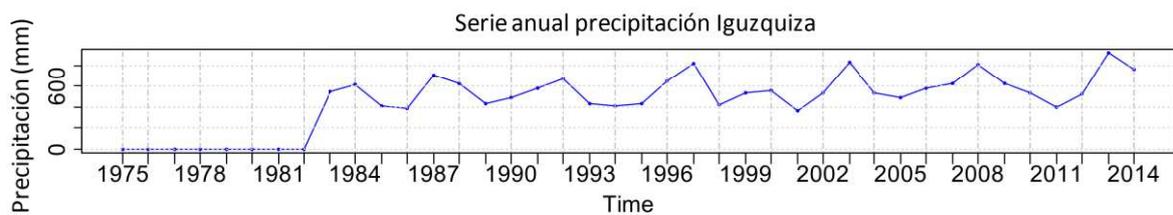
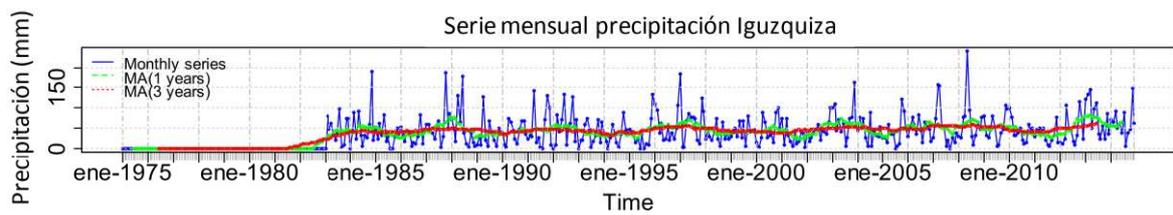
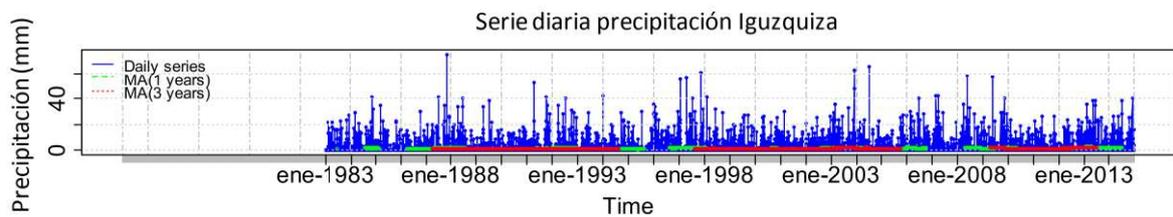
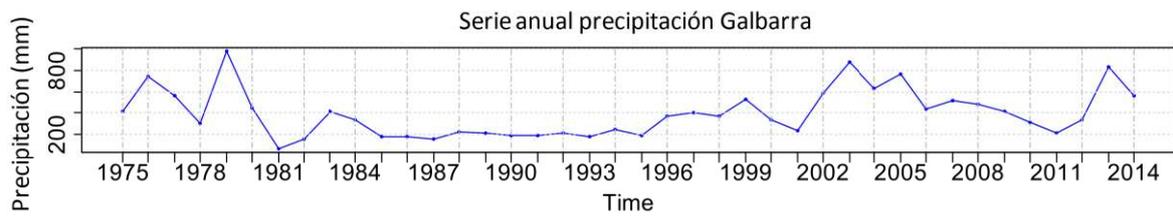
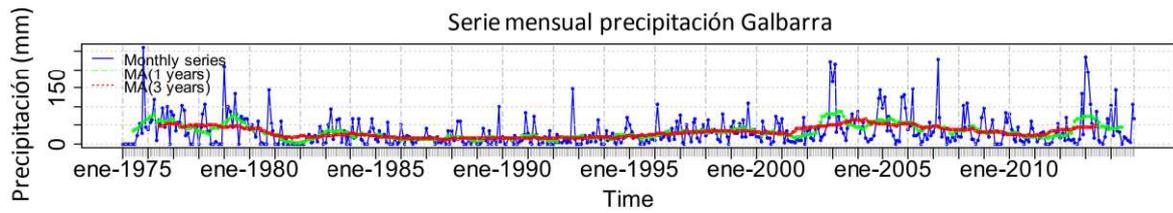
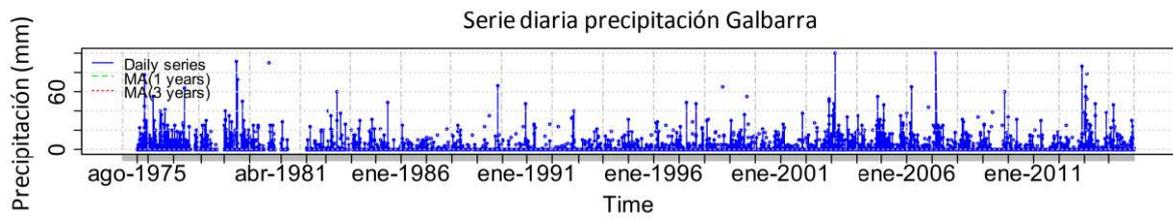
Representación gráfica de las series de datos de extracciones de las series Ancín, Mendaza, Superficiales, Itxako, extracc1 (Ancín + Mendaza) y extracc2 (Ancín + Mendaza + Superficiales).

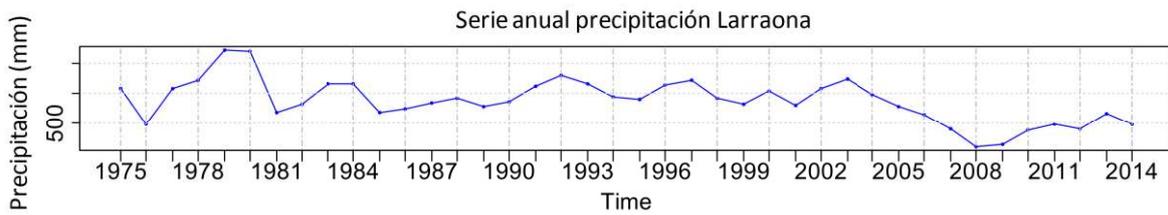
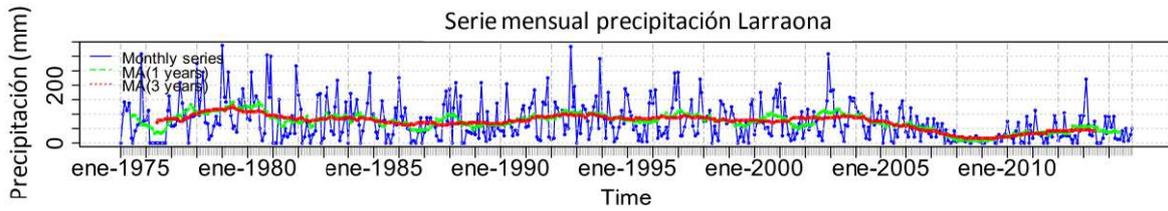
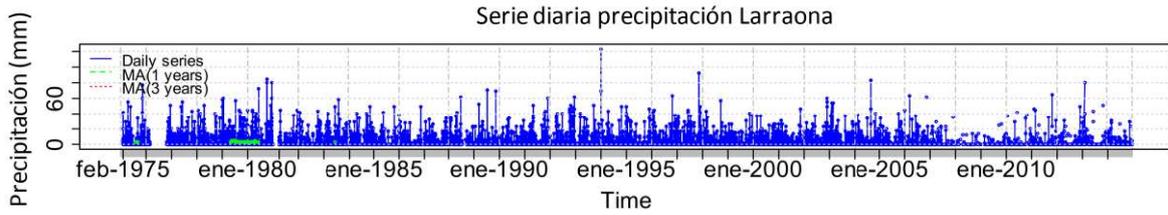




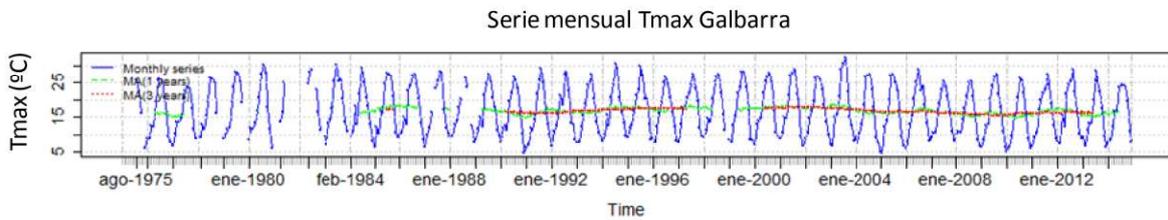
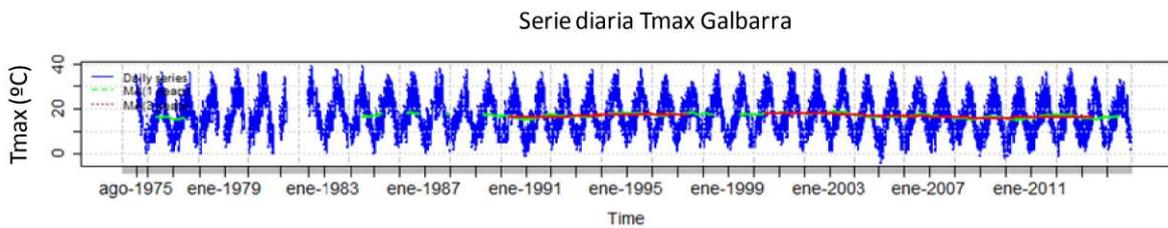


Representación gráfica de las series de datos de precipitación de las series de Galbarra, Iguzquiza y Larraona.

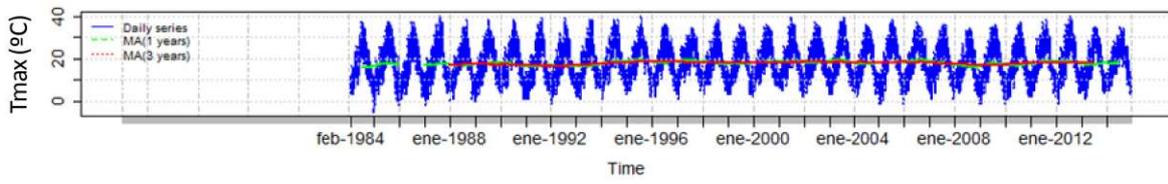




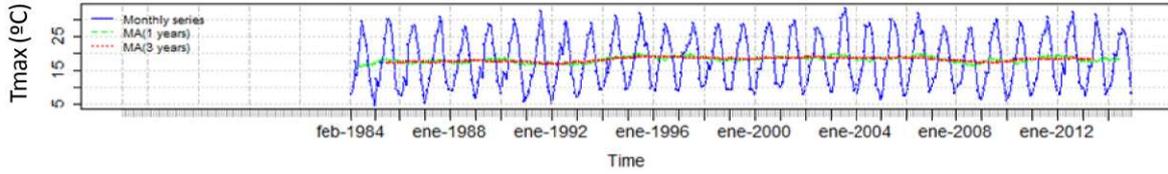
Representación gráfica de las series de datos de temperatura máxima de las series de Galbarra, Iguzquiza y Larraona.



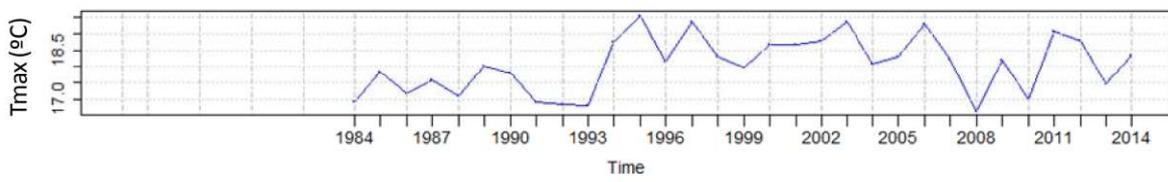
Serie diaria Tmax Iguzquiza



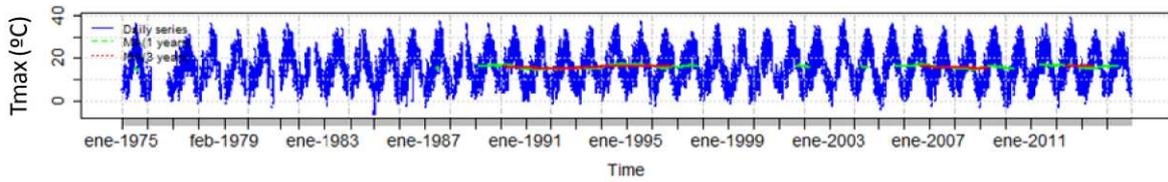
Serie mensual Tmax Iguzquiza



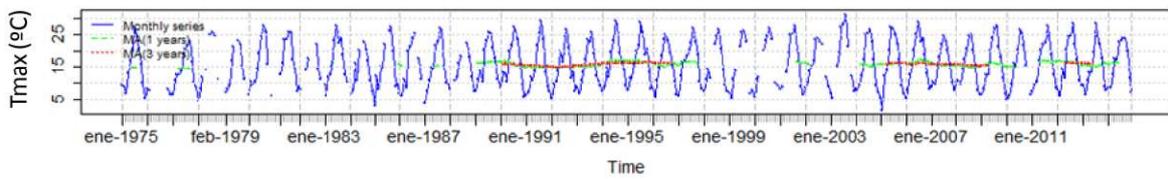
Serie anual Tmax Iguzquiza



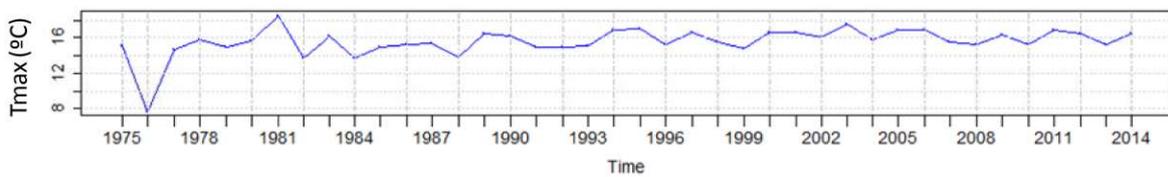
Serie diaria Tmax Larraona



Serie mensual Tmax Larraona

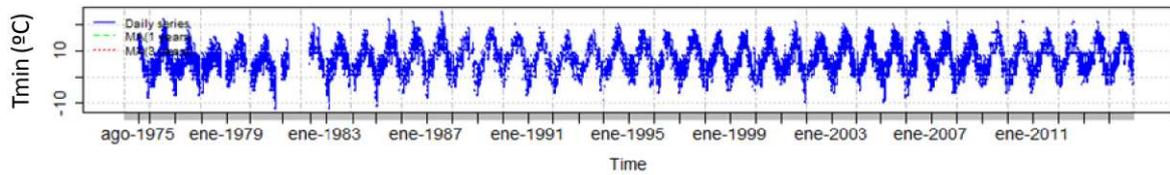


Serie anual Tmax Larraona

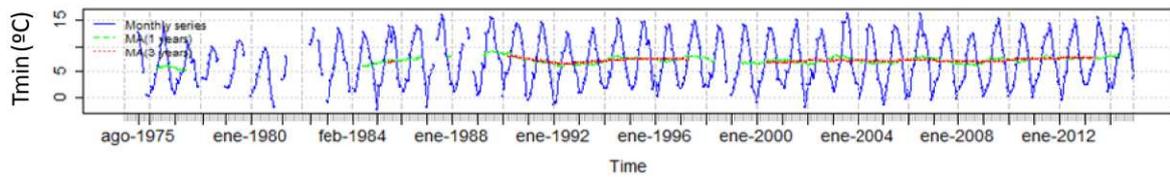


Representación gráfica de las series de datos de temperatura mínima de las series de Galbarra, Iguzquiza y Larraona.

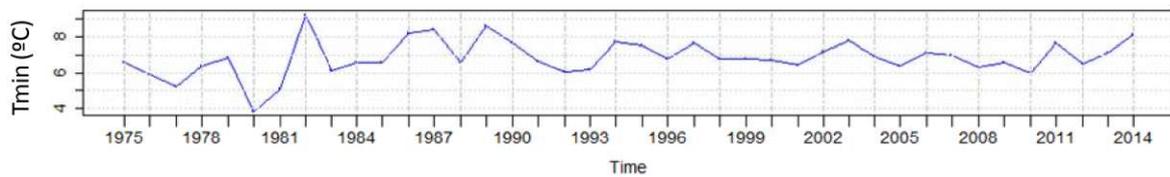
Serie diaria Tmin Galbarra



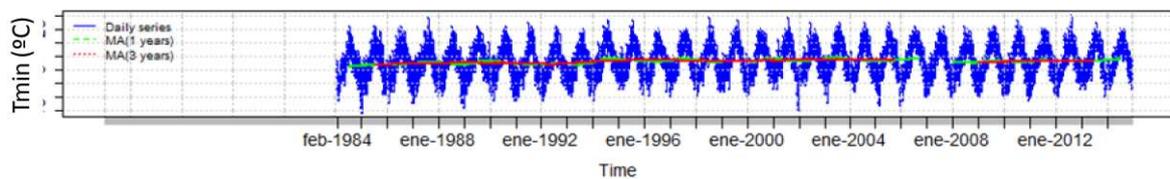
Serie mensual Tmin Galbarra



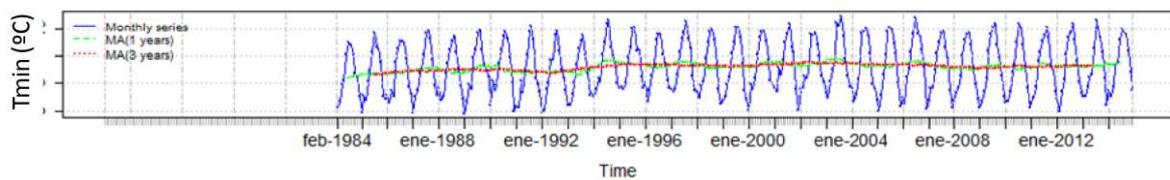
Serie anual Tmin Galbarra



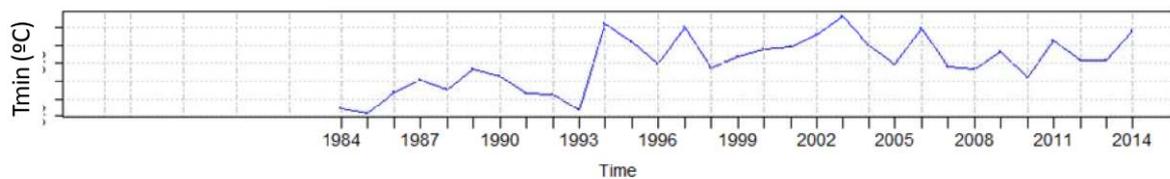
Serie diaria Tmin Iguzquiza



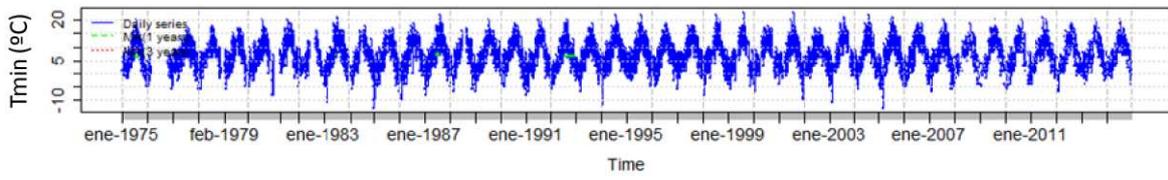
Serie mensual Tmin Iguzquiza



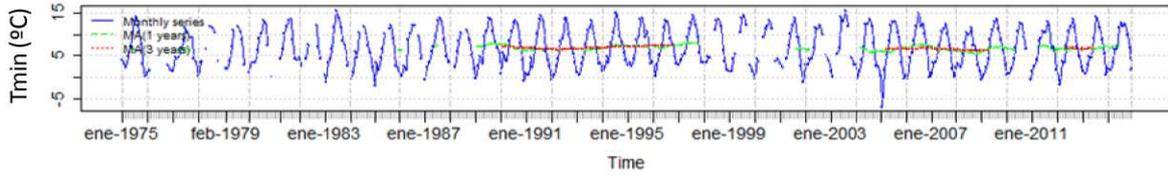
Serie anual Tmin Iguzquiza



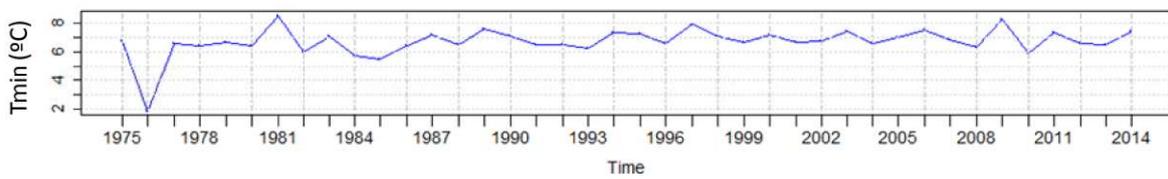
Serie diaria Tmin Larraona



Serie mensual Tmin Larraona



Serie anual Tmin Larraona



Anexo II: Información válida en las series de datos analizadas

Días con información válida por año en las series de caudal analizadas en el presente estudio.

	Barindano	Grocin	Ancin	Murieta	Arquijas
1983	227	0	0	0	0
1984	366	0	0	0	0
1985	365	0	0	0	0
1986	365	0	92	92	0
1987	365	64	354	354	0
1988	276	366	356	355	0
1989	355	365	342	252	0
1990	365	365	357	103	0
1991	365	248	351	365	0
1992	319	345	366	366	0
1993	365	365	365	365	0
1994	365	365	365	365	0
1995	365	365	365	365	0
1996	366	366	366	366	0
1997	365	365	365	365	0
1998	365	365	365	365	92
1999	365	365	365	365	365
2000	366	366	366	366	366
2001	365	365	365	365	365
2002	365	365	365	365	365
2003	365	365	365	365	365
2004	366	366	366	366	366
2005	365	365	365	365	365
2006	365	365	365	365	365
2007	365	365	365	365	365
2008	366	366	366	366	366
2009	365	365	365	365	365
2010	365	365	365	365	365
2011	365	365	365	365	365
2012	366	366	366	366	366
2013	365	365	365	365	365
2014	273	273	273	273	273

Número de meses con información válida por año en las series de extracción de agua analizadas en el presente estudio.

	Ancin	Mendaza	Superficiales	Itxako	extracc1	extracc2
1990	12	0	12	12	12	12
1991	12	0	12	12	12	12
1992	12	0	12	12	12	12
1993	12	0	12	12	12	12
1994	12	0	12	12	12	12
1995	12	0	12	12	12	12
1996	12	0	12	12	12	12
1997	12	0	12	12	12	12
1998	12	0	12	12	12	12
1999	12	0	12	12	12	12
2000	12	0	12	12	12	12
2001	12	0	12	12	12	12
2002	12	0	12	12	12	12
2003	12	0	12	12	12	12
2004	12	0	12	12	12	12
2005	12	12	0	12	12	12
2006	12	12	0	12	12	12
2007	12	12	0	12	12	12
2008	12	12	0	12	12	12
2009	12	12	0	12	12	12
2010	12	12	0	12	12	12
2011	12	12	0	12	12	12
2012	12	12	0	12	12	12
2013	12	12	0	12	12	12

Días con información válida por año en las series de precipitación analizadas en el presente estudio.

	Galbarra	Iguzkiza	Larraona
1975	153	0	334
1976	309	0	120
1977	195	0	362
1978	144	0	356
1979	229	0	365
1980	129	0	365
1981	34	0	242
1982	152	0	272
1983	159	365	365
1984	135	335	304
1985	125	335	282
1986	131	365	304
1987	105	365	352
1988	88	366	263
1989	91	365	341
1990	62	365	340
1991	76	365	335
1992	89	366	360
1993	89	365	355
1994	129	365	360
1995	125	365	357
1996	139	365	323
1997	167	365	324
1998	175	365	313
1999	191	365	299
2000	165	366	361
2001	153	365	362
2002	171	365	356
2003	246	365	353
2004	257	366	326
2005	336	365	298
2006	248	365	258
2007	190	355	158
2008	195	366	56
2009	152	365	99
2010	171	365	119
2011	153	365	170
2012	176	366	122
2013	186	365	107
2014	211	365	144

Días con información válida por año en las series de temperatura máxima analizadas en el presente estudio.

	Galbarra	Iguzkiza	Larraona
1975	120	0	355
1976	366	0	121
1977	365	0	363
1978	273	0	243
1979	283	0	272
1980	363	0	331
1981	91	0	273
1982	172	0	211
1983	365	0	365
1984	335	335	298
1985	364	365	329
1986	365	364	303
1987	334	365	365
1988	304	366	275
1989	365	365	365
1990	365	365	365
1991	365	365	365
1992	366	366	366
1993	365	365	365
1994	365	365	365
1995	365	365	365
1996	366	366	366
1997	365	365	365
1998	334	365	334
1999	365	365	303
2000	366	366	305
2001	365	365	334
2002	365	365	334
2003	365	365	303
2004	366	366	366
2005	365	365	340
2006	365	365	365
2007	365	365	365
2008	366	366	366
2009	365	365	365
2010	365	365	335
2011	365	365	365
2012	366	366	366
2013	365	365	365
2014	365	365	365

Días con información válida por año en las series de temperatura mínima analizadas en el presente estudio.

	Galbarra	Iguzkiza	Larraona
1975	119	0	355
1976	355	0	120
1977	293	0	362
1978	213	0	241
1979	198	0	272
1980	249	0	329
1981	65	0	272
1982	111	0	211
1983	247	0	365
1984	204	335	299
1985	216	365	329
1986	223	365	303
1987	186	365	365
1988	156	366	267
1989	182	365	353
1990	128	365	347
1991	156	365	350
1992	163	366	365
1993	158	365	360
1994	203	365	362
1995	194	365	361
1996	213	366	335
1997	233	365	336
1998	234	365	319
1999	259	365	299
2000	231	366	300
2001	244	365	332
2002	240	365	329
2003	298	365	293
2004	313	366	351
2005	351	365	307
2006	301	365	312
2007	269	357	255
2008	276	366	156
2009	207	365	191
2010	213	365	211
2011	197	365	245
2012	239	366	222
2013	237	365	205
2014	259	365	233

Días con información válida por año en las series de piezometría diaria analizadas en el presente estudio.

	MendozaR3	AncinR7	BarindanoR1	BarindanoR3	ZuñigaR1	AcedoR2	AcedoP3	AcedoR6	AncinR1	PiedramilleraR1
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0
1980	0	0	46	49	161	63	0	0	37	0
1981	0	0	204	218	192	189	0	0	192	0
1982	0	0	216	220	207	207	0	0	210	0
1983	0	0	163	177	163	168	0	0	169	0
1984	0	0	204	208	195	196	0	0	199	0
1985	0	0	215	212	208	207	0	0	205	0
1986	0	0	195	198	184	177	0	0	189	0
1987	0	0	160	166	117	34	100	123	139	120
1988	0	0	145	152	47	0	70	117	128	118
1989	0	0	100	80	0	0	26	93	103	1
1990	0	0	12	9	0	0	12	12	11	11
1991	0	0	9	0	0	0	10	10	10	10
1992	0	0	3	0	0	0	4	4	4	4
1993	0	0	4	0	0	0	4	3	4	4
1994	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3
1995	0	0	4	0	0	0	4	4	4	4
1996	0	0	3	0	0	0	3	3	7	2
1997	0	15	1	0	0	0	17	17	17	17
1998	135	38	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	304	330	0	0	0	0	0	0	0	154
2000	99	353	0	0	0	0	0	0	0	366
2001	347	361	0	0	0	0	3	1	1	358
2002	147	146	0	0	0	0	7	0	0	148
2003	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
2004	121	124	0	0	0	31	45	34	34	208
2005	113	252	0	0	0	17	27	15	19	365
2006	365	365	0	0	0	12	22	12	12	365
2007	365	365	0	0	0	12	23	12	12	365
2008	359	366	0	0	0	12	21	12	12	366
2009	365	365	0	0	0	12	12	12	12	365
2010	365	365	0	0	0	12	12	12	12	365
2011	365	365	0	0	0	12	12	12	12	365
2012	293	289	0	0	0	12	12	12	12	293
2013	365	365	0	0	0	10	9	11	10	365
2014	35	34	0	0	0	2	0	2	2	35

Meses con información válida por año en las series de piezometría diaria analizadas en el presente estudio.

	MendozaR3	AncinR7	BarindanoR1	PozoUrbano	MendozaR4	AsartaR1	PiedramilleraR2	L31	BarindanoR4	BarindanoP5
1975	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
1981	0	0	12	8	0	0	0	0	12	0
1982	0	0	12	12	0	0	0	0	12	0
1983	0	0	12	11	0	0	0	0	12	0
1984	0	0	12	12	0	0	0	0	12	0
1985	0	0	12	12	0	0	0	0	12	0
1986	0	0	12	12	0	0	0	0	12	0
1987	0	0	12	12	0	0	0	0	12	0
1988	0	0	12	5	0	0	0	0	12	0
1989	0	0	11	0	0	0	0	0	10	0
1990	0	0	11	0	0	0	0	0	11	0
1991	0	0	9	0	0	0	0	0	10	0
1992	0	0	3	1	0	0	0	0	4	0
1993	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0
1994	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0
1995	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0
1996	0	0	3	0	0	0	0	0	4	1
1997	0	7	1	1	8	4	5	1	6	5
1998	7	7	0	0	0	0	7	0	0	0
1999	12	12	0	0	0	0	1	0	0	0
2000	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	12	12	0	0	1	0	0	0	1	1
2002	6	6	0	1	0	1	0	1	1	1
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	9	9	0	0	9	9	9	9	1	3
2005	12	12	0	0	11	11	11	11	10	10
2006	12	12	0	0	11	11	11	11	12	12
2007	12	12	0	0	12	12	11	12	11	11
2008	12	12	0	0	12	12	12	12	11	10
2009	12	12	0	0	12	12	6	12	12	0
2010	12	12	0	0	12	12	4	12	12	0
2011	12	12	0	0	12	12	0	12	11	0
2012	10	10	0	0	10	10	0	10	11	0
2013	12	12	0	0	10	10	6	10	9	0
2014	2	2	0	0	2	2	0	2	0	0

	BarindanoP6	BarindanoR2	BarindanoR3	MendilibarriR1	MendilibarriP2	MendilibarriR3	ZuñigaR2	ZuñigaP3	ZuñigaR1	AcedoR2
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
1980	0	5	5	0	0	0	7	0	12	7
1981	0	12	12	0	0	0	12	11	12	12
1982	0	12	12	0	0	0	12	12	12	12
1983	0	12	12	0	0	0	9	12	12	12
1984	0	12	12	0	0	0	0	12	12	12
1985	0	12	12	0	0	0	0	12	12	12
1986	0	12	12	0	0	0	0	12	12	12
1987	0	12	12	0	0	0	0	11	11	3
1988	0	12	12	11	0	0	8	2	6	0
1989	0	11	11	11	0	0	9	2	0	0
1990	0	11	8	11	0	0	11	11	0	0
1991	0	10	0	3	0	0	10	10	0	0
1992	0	3	0	0	0	0	4	4	0	0
1993	0	4	0	1	0	0	4	4	0	0
1994	0	3	0	3	0	0	3	11	0	0
1995	0	3	0	4	0	0	11	11	0	0
1996	1	3	0	3	0	0	8	11	0	0
1997	5	1	0	6	7	6	1	8	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0
2002	1	0	0	0	0	0	7	7	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0
2004	1	0	0	9	9	9	12	12	0	9
2005	10	0	0	11	11	11	12	11	0	11
2006	12	0	0	11	11	11	12	11	0	11
2007	11	0	0	7	12	12	12	12	0	12
2008	11	0	0	10	12	12	12	12	0	12
2009	12	0	0	2	12	12	12	12	0	12
2010	12	0	0	3	12	12	12	12	0	12
2011	11	0	0	0	12	12	12	12	0	12
2012	11	0	0	0	10	10	10	10	0	10
2013	9	0	0	0	10	2	10	10	0	10
2014	0	0	0	0	2	0	2	2	0	2

	AcedoP3	AcedoR6	AncinR8	AcedoR5	CabredoR2	AncinR1	MendozaR1	PiedramilleraR1	AncinP6
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	5	0	0	0
1981	0	0	0	0	0	12	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	12	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	12	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	12	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	12	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	12	0	0	0
1987	10	10	0	9	4	12	0	9	9
1988	12	12	0	8	3	12	11	12	12
1989	8	11	0	6	7	11	11	8	11
1990	11	11	0	11	11	10	11	10	11
1991	10	10	0	10	10	10	12	10	12
1992	4	4	0	4	3	4	10	4	10
1993	4	3	0	4	0	4	11	4	11
1994	3	3	0	3	0	3	11	3	11
1995	4	4	0	4	0	4	11	4	11
1996	3	3	0	2	0	5	11	2	11
1997	9	9	6	9	0	9	9	9	9
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	9	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	12	0
2001	3	1	1	0	0	1	1	12	0
2002	7	0	0	0	0	0	0	6	0
2003	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	12	9	9	0	0	9	0	9	9
2005	12	11	11	0	0	11	0	12	12
2006	12	11	11	0	0	11	0	12	11
2007	12	12	12	0	0	12	0	12	12
2008	12	12	12	0	0	12	0	12	12
2009	12	12	12	0	0	12	0	12	12
2010	12	12	12	0	0	12	0	12	12
2011	12	12	12	0	0	12	0	12	12
2012	10	10	10	0	0	10	3	10	10
2013	9	10	10	0	0	10	0	12	10
2014	0	2	2	0	0	2	0	2	2

Anexo III: Tablas resumen de las series de datos disponibles.

Min. = mínimo; 1st Qu. = primer cuartil, el 25% de los datos están por debajo de ese valor y el 75% por encima; Median = mediana, el 50% de los datos están por encima y el otro 50% por debajo, Mean = media, valor medio de la serie de datos; 3rd Qu. = tercer cuartil, el 75% de los datos están por debajo de ese valor y el 25% por encima; Max. = máximo; IQR = rango intercuartílico, diferencia entre el primer y el tercer cuartil; sd = desviación standard; cv = coeficiente de variación.

Tablas resumen de las series de datos diarias de caudal de Arquijas, Ancín, Murieta, Barindano y Grocín.

	Barindano	Grocín	Ancín	Murieta	Arquijas
Min.	0.000	0.000	0.001	0.286	0.230
1st Qu.	0.751	0.028	0.694	1.000	0.629
Median	1.853	0.128	2.041	3.673	1.468
Mean	3.273	0.302	4.277	5.704	3.192
3rd Qu.	4.006	0.322	5.750	7.322	3.400
Max.	108.700	24.220	130.400	138.800	111.300
IQR	3.255	0.294	5.056	6.322	2.771
sd	4.712	0.694	6.800	8.169	5.477
cv	1.440	2.300	1.590	1.432	1.716

Tablas resumen de los datos mensuales de extracciones de Ancín, Mendaza, Superficiales, Itxako, extracc1 (Ancín + Mendaza) y extracc2 (Ancín + Mendaza + Superficiales).

	Ancín	Mendaza	Superficiales	Itxako	extracc1	extracc2
Min.	30400	25660	24120	126500	44050	89860
1st Qu.	89920	172400	49940	180000	131000	182300
Median	125800	195100	58810	206400	203100	249900
Mean	137700	208500	63060	214500	215900	255100
3rd Qu.	174100	243900	70410	243400	273000	306300
Max.	329000	317100	222100	450000	530700	530700
IQR	84215	71440	20471	63374	142014	124002
sd	59174	48281	23974	50984	106446	94786
cv	0.4297	0.2316	0.3802	0.2376	0.4931	0.3716

Tablas resumen de los datos diarios de precipitación de Galbarra, Iguzkiza y Larraona.

	Galbarra	Iguzkiza	Larraona
Min.	0	0	0
1st Qu.	0	0	0
Median	0	0	0
Mean	2.459	1.566	3.096
3rd Qu.	1	0	2
Max.	101	75	124
IQR	1	0	2
sd	6.9628	4.6755	7.7396
cv	2.8314	2.9861	2.4999

Tablas resumen de los datos diarios de temperatura máxima de Galbarra, Iguzkiza y Larraona.

	Galbarra	Iguzkiza	Larraona
Min.	-4	-5	-6
1st Qu.	10	11	9
Median	16	17	15
Mean	17.06	18.07	15.74
3rd Qu.	23	25	22
Max.	39	40	39
IQR	13	14	13
sd	8.0983	8.5263	8.2021
cv	0.4747	0.4718	0.521

Tablas resumen de los datos diarios de temperatura mínima de Galbarra, Iguzkiza y Larraona.

	Galbarra	Iguzkiza	Larraona
Min.	-12	-11	-13
1st Qu.	3	4	3
Median	7	8	7
Mean	6.792	8.007	6.791
3rd Qu.	11	12	11
Max.	25	25	23
IQR	8	8	8
sd	5.4541	5.5786	5.2495
cv	0.8031	0.6968	0.773

Tablas resumen de los datos diarios de piezometría.

	MendozaR3	AncinR7	BarindanoR1	BarindanoR3	ZuñigaR1	AcedoR2	AcedoP3	AcedoR6	AncinR1	PiedramilleraR1
Min.	472.4	473.4	499.8	498.4	516.3	477.4	468	472.8	472.3	472.3
1st Qu.	473.9	474.8	500.9	500	521.8	482.1	480.7	476.1	473.6	473.6
Median	474.8	475.7	501.4	501.4	523.3	482.8	482.1	477	473.9	474.4
Mean	475.2	475.9	501.4	502	523.3	483.2	482.1	477.4	474	474.7
3rd Qu.	475.9	476.6	501.8	503.5	524.2	484.3	483.2	478.2	474.3	475.4
Max.	483.8	479.7	503.5	509.2	534.7	490.9	490.8	484.4	478.8	482.3
IQR	2.022	1.7941	0.95	3.55	2.4375	2.17	2.475	2.0525	0.71	1.7522
sd	1.9341	1.3515	0.5481	2.3121	1.6307	2.0273	2.4796	1.972	0.65	1.6577
cv	0.0041	0.0028	0.0011	0.0046	0.0031	0.0042	0.0051	0.0041	0.0014	0.0035

Tablas resumen de los datos mensuales de piezometría.

	MendozaR3	AncinR7	BarindanoR1	PozoUrbano	MendozaR4	AsartaR1	PiedramilleraR2	L31	BarindanoR4	BarindanoP5
Min.	472.5	473.5	500.2	458.8	473.4	473.4	473.3	472.2	500.3	500.6
1st	474.1	474.9	500.9	468.3	474.4	474.3	474.5	473	500.8	501
Median	474.9	475.7	501.1	468.4	475.5	475.2	475.3	473.6	501.2	501.6
Mean	475.2	475.9	501.3	468.3	476.1	475.9	475.7	473.7	501.2	501.6
3rd	475.8	476.5	501.8	468.6	477.2	476.7	476.6	474.2	501.5	501.9
Max.	483.4	479.6	503.5	469.3	483.7	483.9	482.1	476.4	503.1	503.3
IQR	1.779	1.6771	0.9336	0.3441	2.7812	2.4712	2.1737	1.1775	0.7352	0.8562
sd	1.8169	1.3133	0.6092	1.3682	2.1608	2.14	1.8015	0.8802	0.4954	0.6945
cv	0.0038	0.0028	0.0012	0.0029	0.0045	0.0045	0.0038	0.0019	0.001	0.0014

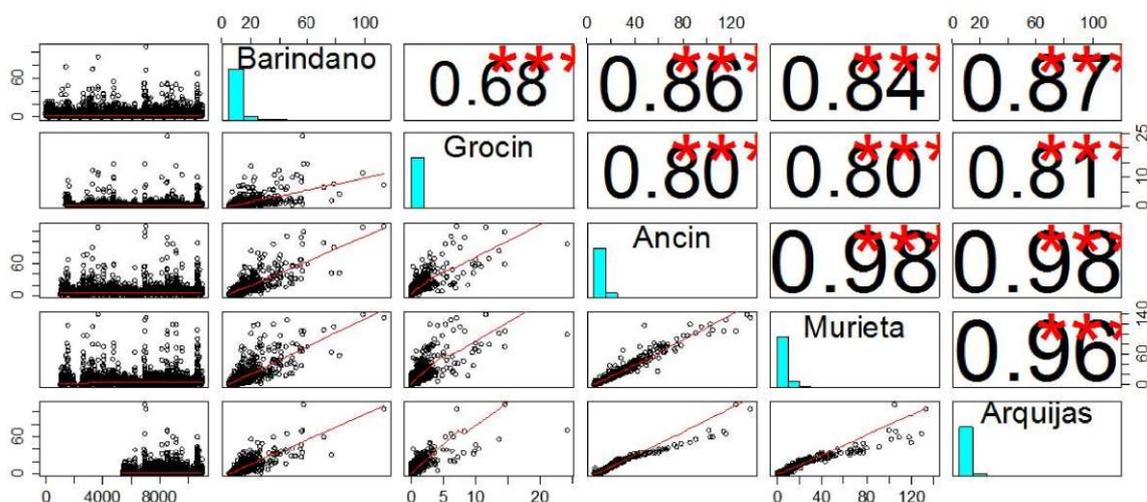
	BarindanoP6	BarindanoR2	BarindanoR3	MendilibarriR1	MendilibarriP2	MendilibarriR3	ZuñigaR2	ZuñigaP3	ZuñigaR1	AcedoR2
Min.	500.4	500.2	499	469.9	465.4	471.1	516.7	516.8	520.8	477.4
1st	500.9	500.6	499.7	471.4	465.7	471.8	517.4	517.4	521.9	479.7
Median	501.4	501.1	501.4	472	465.9	472.8	518	518	523.2	482
Mean	501.4	501.1	501.6	471.8	466	473.7	518	518	523.3	482
3rd	501.8	501.6	503.1	472.7	466.2	475	518.6	518.6	524.3	483.6
Max.	503.6	502.5	507.3	473.7	468.1	480.9	520.4	520.4	530.5	490.9
IQR	0.81	1.0081	3.389	1.2525	0.5633	3.2167	1.1605	1.1291	2.4457	3.9493
sd	0.5961	0.5594	2.0974	0.892	0.4716	2.4968	0.7201	0.6945	1.5685	2.7625
cv	0.0012	0.0011	0.0042	0.0019	0.001	0.0053	0.0014	0.0013	0.003	0.0057

	AcedoP3	AcedoR6	AncinR8	AcedoR5	CabredoR2	AncinR1	MendozaR1	PiedramilleraR1	AncinP6
Min.	468	472.8	474.1	496.8	565.4	472.3	472.3	472.3	473.2
1st	479.4	475.6	475.1	505.3	602.8	473.3	475.3	474	475
Median	481.6	476.4	476.1	508.3	603.2	473.8	476.2	474.7	475.7
Mean	481.7	477	476.8	507.6	600.2	473.9	476.5	475	475.8
3rd	483.3	478	478	510.2	603.9	474.3	477.4	475.7	476.7
Max.	490.8	484.4	484.8	516.3	611	478.7	482	482	479.7
IQR	3.87	2.3737	2.8783	4.9107	1.145	0.9714	2.0968	1.7031	1.6158
sd	2.8205	2.0361	2.1842	3.8612	11.1021	0.8614	1.7181	1.6646	1.1924
cv	0.0059	0.0043	0.0046	0.0076	0.0185	0.0018	0.0036	0.0035	0.0025

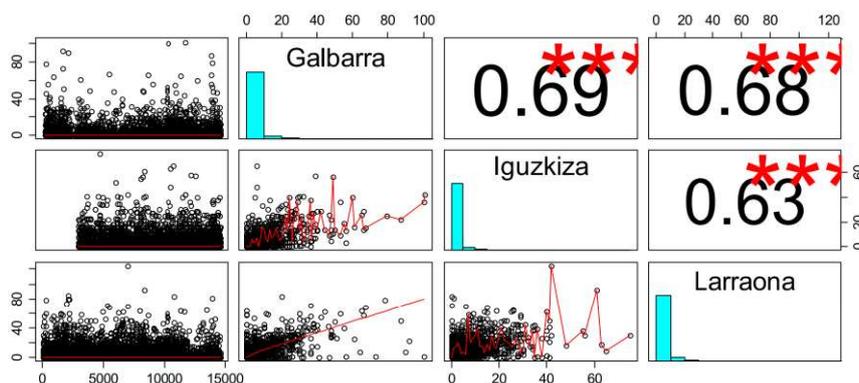
Anexo IV: Regresiones y coeficientes de determinación entre las series analizadas.

La primera columna muestra los datos de existentes en cada una de las series. Los gráficos dispuestos en diagonal desde la superior derecha hasta la inferior izquierda, muestran los nombres de las estaciones de medida y los histogramas correspondientes a dichos datos. Los gráficos a la izquierda de esta diagonal se refieren a las regresiones entre cada par de series y los datos a la derecha de la diagonal a los coeficientes de determinación y la significancia de dichas regresiones. Regresión significativa a nivel: *** = 0.001; ** = 0.01; * = 0.05.

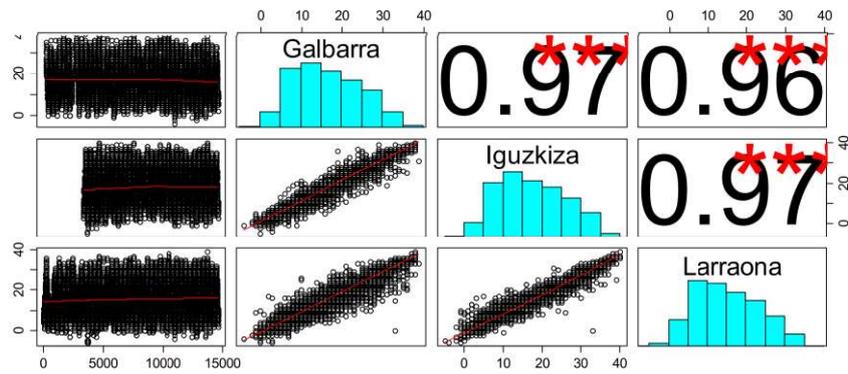
Regresiones entre las series de caudal analizadas en el presente informe



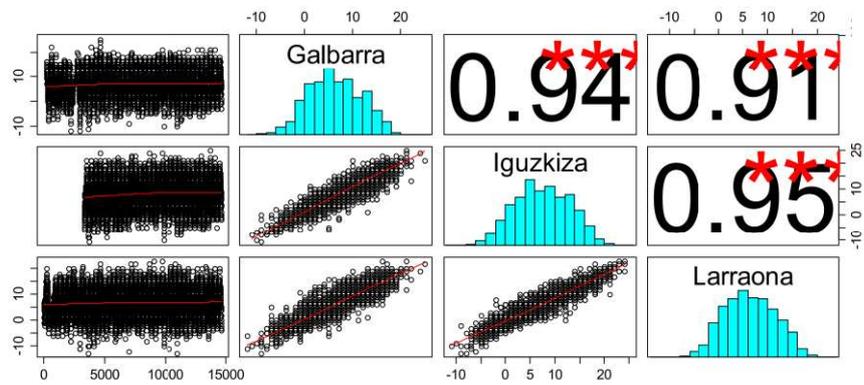
Regresiones entre las series de precipitación analizadas en el presente informe



Regresiones entre las series de temperatura máxima analizadas en el presente informe



Regresiones entre las series de temperatura mínima analizadas en el presente informe



Anexo 5: Tablas resumen de los test de tendencias realizados.

En las tablas se incluyen los siguientes resultados para cada una de las series:

- lbound: el límite inferior de la banda de confianza de la tendencia
- trend: la pendiente de Sen (tendencia) por unidad de tiempo
- trendp: la pendiente de Sen (tendencia) para la totalidad del periodo estudiado
- ubound: el límite superior de la banda de confianza de la tendencia
- tau: el estadístico de Kendall obtenido para la serie final
- sig: el p-value de Kendall obtenido para la tendencia (significancia estadística de la tendencia)
- autocor: la autocorrelación de la serie una vez eliminada la tendencia
- valid_frac: la fracción de los datos que es válida una vez eliminada la autocorrelación
- linear: el ajuste de mínimos cuadrados para los mismos datos
- intercept: intercepto de la pendiente de Sen (tendencia)

Tendencia en las series disponibles

Caudal

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal a escala diaria.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	0.000011	0.000026	0.21	0.000040	0.16	0.00	0.79	0.99	0.00	1.84
Grocin	0.000000	0.000000	0.00	0.000000	0.01	0.41	0.59	0.98	0.00	0.12
Ancin	0.000000	0.000012	0.10	0.000028	0.06	0.00	0.76	1.00	0.00	2.03
Murieta	-0.000097	-0.000074	-0.62	-0.000051	-0.20	0.00	0.78	0.97	0.00	4.08
Arquijas	-0.000019	0.000000	0.00	0.000005	-0.01	0.41	0.76	0.62	0.00	1.37
Mendoza-Antzin	-0.000078	-0.000071	-0.60	-0.000065	-0.27	0.00	0.58	0.97	0.00	1.24
Antzin-Arquijas	0.000007	0.000019	0.16	0.000031	0.07	0.00	0.66	0.62	0.00	0.45
Mendoza-Arquijas	-0.000029	-0.000016	-0.13	-0.000003	-0.05	0.00	0.68	0.62	0.00	1.86

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal a escala mensual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.0013	0.0011	0.29	0.00	0.06	0.17	0.50	1.00	0.00	2.27
Grocin	-0.0002	0.0000	0.00	0.00	0.03	0.44	0.56	1.00	0.00	0.14
Ancin	-0.0033	0.0003	0.07	0.00	0.04	0.32	0.60	1.00	0.00	2.58
Murieta	-0.0062	-0.0016	-0.43	0.00	-0.02	0.57	0.62	1.00	0.00	4.17
Arquijas	-0.0043	-0.0001	-0.04	0.00	0.01	0.86	0.54	0.62	0.00	1.85
Mendoza-Antzin	-0.0027	-0.0018	-0.49	0.00	-0.18	0.00	0.58	1.00	0.00	1.20
Antzin-Arquijas	-0.0024	0.0005	0.13	0.00	0.04	0.45	0.76	0.62	0.00	0.63
Mendoza-Arquijas	-0.0039	-0.0004	-0.10	0.00	-0.03	0.60	0.74	0.62	0.00	1.79

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal a escala anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.02	0.04	0.82	0.08	0.13	0.40	0.12	1.00	0.03	2.78
Grocin	-0.01	0.00	0.06	0.01	-0.02	0.91	0.16	1.00	0.00	0.22
Ancin	-0.11	-0.01	-0.23	0.09	-0.14	0.37	0.20	1.00	0.00	4.23
Murieta	-0.17	-0.03	-0.79	0.07	-0.23	0.14	0.21	1.00	-0.01	6.33
Arquijas	-0.15	0.00	-0.06	0.13	-0.08	0.76	0.45	0.61	0.02	2.68
Mendoza-Antzin	-0.04	-0.01	-0.22	0.02	-0.19	0.21	0.21	1.00	-0.02	1.29
Antzin-Arquijas	-0.05	0.02	0.36	0.08	0.08	0.76	0.18	0.61	0.01	0.94
Mendoza-Arquijas	-0.09	0.03	0.69	0.13	-0.03	0.95	0.23	0.61	0.03	1.82

Extracciones

Resultados del análisis de tendencias para los datos de extracciones a escala mensual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Mendoza	-298	-16	-4548	284	-0.08	0.26	0.66	0.35	-53	201054
Superficiales	-3.3	51	14092	103	0.06	0.20	0.53	0.65	95	55328
Ancin	-109	-38	-10354	51	-0.08	0.06	0.76	1.00	-65	131855
Itxako	202	256	70776	309	0.36	0.00	0.65	1.00	256	165041
extracc1	816	901	248686	991	0.68	0.00	0.75	1.00	981	63537
extracc2	579	661	182355	745	0.53	0.00	0.68	1.00	697	133125

Resultados del análisis de tendencias para los datos de extracciones a escala anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Mendoza	-58027	2716	62457	54267	-0.33	0.37	-0.46	0.35	883	2492946
Superficiales	5701	12139	279204	19967	0.56	0.01	0.04	0.65	12990	667483
Ancin	-19051	-3535	-81314	38772	-0.27	0.08	0.69	1.00	-10357	1529994
Itxako	21016	34867	801936	50802	0.68	0.00	0.69	1.00	36367	2149388
extracc1	84992	130863	3009847	165229	0.84	0.00	0.65	1.00	142659	957212
extracc2	84762	101542	2335474	116206	0.84	0.00	0.25	1.00	101348	1870883

Datos meteorológicos

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación a escala diaria.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	nrns	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.72	1.00	0.35	0.46	0.0000	0.0000
Iguzkiza	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.82	1.00	0.22	1.00	0.0000	0.0000
Larraona	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0052	0.59	1.00	0.34	0.76	-0.0001	0.0000

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación a escala mensual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	nrns	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	0.02	0.05	14.15	0.09	0.13	0.00	1.00	0.37	1.00	0.08	14.15
Iguzkiza	-0.03	0.02	5.56	0.06	0.03	0.46	1.00	0.29	1.00	0.02	36.46
Larraona	-0.31	-0.23	-62.77	-0.15	-0.26	0.00	1.00	0.28	0.99	-0.27	86.65

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación a escala anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	nrns	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	1.19	11.90	273.70	23.43	0.32	0.04	1.00	0.56	1.00	11.59	211.10
Iguzkiza	-5.75	1.77	40.77	11.54	0.01	0.96	1.00	0.09	1.00	2.16	514.95
Larraona	-54.11	-38.00	-874.00	-21.14	-0.69	0.00	1.00	0.55	1.00	-39.29	1270.00

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima a escala diaria.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0037	0.61	0.91	1.00	-0.0001	16.00
Iguzkiza	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0004	0.96	0.90	1.00	0.0001	17.00
Larraona	0.00000	0.00000	0.00000	0.00015	0.0037	0.62	0.89	0.96	0.0001	15.00

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima a escala mensual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.01224	-0.00150	-0.41518	0.00863	-0.04	0.39	0.81	1.00	-0.0016	16.20
Iguzkiza	-0.00833	0.00274	0.75568	0.01353	0.02	0.65	0.81	1.00	0.0027	17.05
Larraona	-0.00762	0.00269	0.74194	0.01250	0.030	0.481	0.822	0.964	0.0026	14.64

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima a escala anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.08789	-0.01018	-0.23405	0.03745	-0.19481	0.21	0.42	1.00	-0.0291	17.09
Iguzkiza	-0.03960	0.01903	0.43778	0.08934	0.12554	0.43	0.25	1.00	0.0244	18.03
Larraona	-0.02671	0.02720	0.62554	0.07500	0.16017	0.31	-0.06	1	0.0267	15.79

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima a escala diaria.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.89	0.86	0.63	0.00	6.50
Iguzkiza	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0097	0.19	0.87	1.00	0.00	8.00
Larraona	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0093	0.27	0.85	0.83	0.00	7.00

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima a escala mensual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.004	0.002	0.610	0.008	0.028	0.48	0.804	0.997	0.002	6.352
Iguzkiza	-0.003	0.003	0.806	0.009	0.036	0.35	0.813	1.000	0.003	7.334
Larraona	-0.007	-0.001	-0.227	0.005	-0.018	0.66	0.808	0.967	-0.001	6.446

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima a escala anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.04	0.00	0.00	0.03	0.06	0.71	0.02	1.00	0.00	6.77
Iguzkiza	-0.02	0.02	0.57	0.06	0.12	0.41	0.16	1.00	0.03	7.85
Larraona	-0.03	0.01	0.14	0.04	0.07	0.64	-0.44	1.00	0.01	6.76

Piezometría

Resultados del análisis de tendencias para los datos de piezometría a escala diaria (2006-2012).

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Mendoza R3	-0.0011	-0.0011	-2.75	-0.0010	-0.96	0.00000	1.00	0.97	-0.0012	475.60
Ancin R7	0.0003	0.0004	0.97	0.0005	0.95	0.00000	1.00	0.97	0.0004	475.65
Piedramillera R1	-0.0010	-0.0009	-2.40	-0.0009	-0.98	0.00000	1.00	0.97	-0.0010	475.04

Resultados del análisis de tendencias para los datos de piezometría a escala diaria (2005-2012).

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
MendazaR3	-0.034	-0.026	-2.471	-0.019	-0.588	0.000	0.831	0.979	-0.027	475.532
AncinR7	0.006	0.015	1.463	0.025	0.514	0.000	0.863	0.979	0.016	475.280
BarindanoR1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PozoUrbano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
MendazaR4	-0.026	-0.016	-1.520	-0.006	-0.432	0.000	0.827	0.958	-0.015	475.845
AsartaR1	-0.026	-0.016	-1.558	-0.006	-0.387	0.000	0.816	0.958	-0.016	475.724
PiedramilleraR2	0.005	0.029	2.797	0.050	0.440	0.000	0.743	0.573	0.031	474.182
L31	-0.016	-0.011	-1.029	-0.005	-0.494	0.000	0.797	0.958	-0.010	473.951
BarindanoR4	-0.004	0.001	0.053	0.004	0.085	0.251	0.588	0.938	0.000	501.260
BarindanoP5	-0.025	-0.007	-0.690	0.008	-0.174	0.116	0.689	0.448	-0.008	501.755
BarindanoP6	-0.005	0.001	0.054	0.005	0.069	0.352	0.596	0.938	0.000	501.353
BarindanoR2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
BarindanoR3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
MendilibarriR1	-0.006	0.000	0.000	0.007	0.001	1.000	0.894	0.458	0.002	472.330
MendilibarriP2	-0.006	-0.003	-0.308	-0.001	-0.343	0.000	0.698	0.958	-0.004	465.971
MendilibarriR3	-0.030	-0.019	-1.832	-0.010	-0.413	0.000	0.845	0.958	-0.018	473.417
ZuñigaR2	-0.006	-0.001	-0.137	0.004	-0.026	0.718	0.680	0.979	-0.001	517.998
ZuñigaP3	-0.008	-0.002	-0.220	0.003	-0.042	0.564	0.701	0.958	-0.002	518.046
ZuñigaR1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AcedoR2	-0.037	-0.023	-2.199	-0.010	-0.440	0.000	0.778	0.958	-0.023	480.789
AcedoP3	-0.035	-0.022	-2.093	-0.009	-0.392	0.000	0.659	0.979	-0.026	480.617
AcedoR6	-0.028	-0.019	-1.804	-0.009	-0.461	0.000	0.814	0.958	-0.018	476.705
AncinR8	-0.030	-0.020	-1.920	-0.009	-0.503	0.000	0.821	0.958	-0.019	476.840
AcedoR5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CabredoR2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AncinR1	-0.015	-0.010	-0.978	-0.006	-0.551	0.000	0.847	0.958	-0.009	473.805
MendazaR1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PiedramilleraR1	-0.030	-0.023	-2.186	-0.016	-0.598	0.000	0.835	0.979	-0.024	474.963
AncinP6	-0.022	-0.014	-1.390	-0.007	-0.505	0.000	0.799	0.969	-0.013	475.639

Tendencias estacionales

Caudal

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de invierno.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	0.05	0.17	3.88	0.28	0.36	0.02	-0.06	1.00	0.18	3.22
Grocin	-0.01	0.01	0.34	0.04	0.14	0.37	0.06	1.00	0.01	0.33
Ancin	-0.04	0.15	3.41	0.41	0.20	0.19	-0.11	1.00	0.17	6.08
Murieta	-0.06	0.22	5.01	0.50	0.19	0.24	-0.05	1.00	0.19	6.58
Arquijas	-0.56	0.02	0.45	0.39	-0.03	0.95	-0.10	0.61	0.00	5.70
Mendoza-Antzin	-0.04	0.02	0.46	0.08	0.01	0.96	0.19	1.00	0.03	1.29
Antzin-Arquijas	-0.18	-0.05	-1.16	0.17	0.05	0.85	-0.49	0.61	-0.01	3.19
Mendoza-Arquijas	-0.27	0.00	-0.07	0.30	0.00	1.00	-0.13	0.61	0.06	3.88

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de primavera.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.06	0.03	0.68	0.11	0.10	0.54	0.32	1.00	0.01	2.95
Grocin	-0.01	0.00	0.03	0.01	0.04	0.82	0.30	1.00	0.01	0.20
Ancin	-0.14	0.03	0.59	0.12	0.03	0.87	0.29	1.00	-0.02	3.68
Murieta	-0.19	-0.01	-0.19	0.11	-0.10	0.54	0.25	1.00	-0.04	5.63
Arquijas	-0.06	0.05	1.11	0.29	0.08	0.76	0.29	0.61	0.09	1.53
Mendoza-Antzin	-0.06	-0.01	-0.34	0.03	-0.16	0.31	0.00	1.00	-0.02	1.55
Antzin-Arquijas	-0.09	0.03	0.79	0.18	0.08	0.76	0.36	0.61	0.05	1.07
Mendoza-Arquijas	-0.10	0.05	1.24	0.25	0.21	0.36	0.20	0.61	0.06	1.98

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.01	0.00	-0.03	0.01	0.06	0.74	-0.09	1.00	0.00	0.71
Grocin	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	0.65	0.14	1.00	0.00	0.02
Ancin	-0.01	0.01	0.22	0.03	0.14	0.37	0.09	1.00	0.00	0.31
Murieta	-0.06	-0.01	-0.32	0.01	-0.18	0.26	0.03	1.00	-0.03	1.15
Arquijas	-0.01	0.01	0.28	0.03	0.18	0.43	0.23	0.61	0.01	0.29
Mendoza-Antzin	-0.04	-0.02	-0.49	-0.01	-0.46	0.00	-0.17	1.00	-0.03	0.79
Antzin-Arquijas	0.00	0.01	0.33	0.04	0.28	0.20	0.15	0.61	0.02	-0.25
Mendoza-Arquijas	-0.05	0.00	-0.11	0.03	-0.18	0.43	0.17	0.61	0.00	0.50

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.16	-0.04	-0.89	0.06	-0.19	0.21	-0.04	1.00	-0.05	4.19
Grocin	-0.02	0.00	-0.11	0.00	-0.22	0.16	0.12	1.00	-0.01	0.23
Ancin	-0.26	-0.09	-2.17	0.03	-0.27	0.08	0.01	1.00	-0.13	4.44
Murieta	-0.36	-0.13	-2.95	0.03	-0.28	0.07	0.12	1.00	-0.17	5.98
Arquijas	-0.18	-0.03	-0.58	0.11	-0.12	0.58	-0.21	0.65	-0.02	2.62
Mendoza-Antzin	-0.09	-0.04	-0.85	0.00	-0.32	0.04	0.11	1.00	-0.05	1.39
Antzin-Arquijas	-0.10	-0.02	-0.54	0.03	-0.10	0.66	-0.41	0.65	-0.02	1.08
Mendoza-Arquijas	-0.13	-0.02	-0.41	0.07	-0.01	1.00	-0.20	0.65	-0.02	2.07

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de junio.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.02	0.02	0.42	0.06	0.16	0.31	0.04	1.00	0.03	1.22
Grocin	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.05	0.78	-0.01	1.00	0.00	0.10
Ancin	-0.12	0.02	0.51	0.08	-0.02	0.91	0.14	1.00	0.03	1.40
Murieta	-0.16	-0.02	-0.39	0.10	-0.14	0.37	0.14	1.00	0.03	3.21
Arquijas	-0.04	0.03	0.72	0.15	0.15	0.50	0.02	0.61	0.12	0.62
Mendoza-Antzin	-0.05	0.00	-0.07	0.04	-0.08	0.61	0.18	1.00	-0.01	1.18
Antzin-Arquijas	-0.01	0.06	1.38	0.18	0.26	0.25	0.17	0.61	0.09	-0.35
Mendoza-Arquijas	-0.16	0.05	1.22	0.19	0.18	0.43	0.20	0.61	0.09	0.67

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de julio.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.01	0.01	0.15	0.02	0.15	0.34	-0.12	1.00	0.00	0.80
Grocin	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.82	0.06	1.00	0.00	0.05
Ancin	-0.03	0.01	0.16	0.03	0.06	0.69	0.05	1.00	0.00	0.51
Murieta	-0.09	-0.02	-0.40	0.02	-0.17	0.28	0.09	1.00	-0.04	1.37
Arquijas	-0.01	0.02	0.46	0.05	0.15	0.50	0.18	0.61	0.03	0.29
Mendoza-Antzin	-0.06	-0.03	-0.69	-0.01	-0.39	0.01	0.03	1.00	-0.04	0.94
Antzin-Arquijas	0.00	0.03	0.63	0.05	0.38	0.08	0.04	0.61	0.04	-0.35
Mendoza-Arquijas	-0.08	-0.01	-0.15	0.06	-0.08	0.76	0.20	0.61	0.01	0.58

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de agosto.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.010	0.002	0.048	0.012	0.152	0.34	-0.013	1.000	0.000	0.556
Grocin	-0.002	0.000	0.000	0.001	-0.126	0.43	0.206	1.000	0.000	0.018
Ancin	-0.007	0.010	0.227	0.023	0.186	0.24	0.099	1.000	0.007	0.220
Murieta	-0.033	-0.006	-0.146	0.013	-0.160	0.31	-0.013	1.000	-0.013	0.933
Arquijas	-0.004	0.007	0.169	0.020	0.205	0.36	0.379	0.609	0.012	0.279
Mendoza-Antzin	-0.031	-0.016	-0.371	-0.004	-0.420	0.01	-0.215	1.000	-0.020	0.709
Antzin-Arquijas	-0.005	0.010	0.228	0.033	0.282	0.20	0.266	0.609	0.014	-0.213
Mendoza-Arquijas	-0.053	-0.008	-0.180	0.022	-0.128	0.58	0.134	0.609	0.001	0.535

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de septiembre.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.01	0.00	-0.11	0.01	-0.06	0.69	-0.20	1.00	-0.01	0.56
Grocin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.05	1.00	0.00	0.01
Ancin	-0.01	0.01	0.21	0.02	0.11	0.50	0.14	1.00	0.00	0.24
Murieta	-0.04	-0.02	-0.41	0.00	-0.32	0.04	-0.03	1.00	-0.03	1.12
Arquijas	-0.02	0.00	0.07	0.03	0.08	0.76	0.13	0.61	0.00	0.37
Mendoza-Antzin	-0.03	-0.02	-0.51	-0.01	-0.60	0.00	-0.30	1.00	-0.03	0.79
Antzin-Arquijas	-0.01	0.01	0.32	0.03	0.21	0.36	0.25	0.61	0.01	-0.29
Mendoza-Arquijas	-0.04	-0.01	-0.17	0.01	-0.28	0.20	-0.01	0.61	-0.01	0.51

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de octubre.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.12	-0.05	-1.12	-0.01	-0.32	0.04	0.17	1.00	-0.12	1.57
Grocin	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.09	0.57	0.17	1.00	-0.01	0.03
Ancin	-0.06	-0.01	-0.32	0.02	-0.19	0.24	0.17	1.00	-0.12	0.98
Murieta	-0.13	-0.03	-0.71	0.00	-0.18	0.26	0.29	1.00	-0.17	1.51
Arquijas	-0.03	0.00	-0.07	0.02	0.10	0.66	-0.25	0.65	-0.01	0.67
Mendoza-Antzin	-0.07	-0.04	-0.85	-0.02	-0.63	0.00	-0.28	1.00	-0.05	0.92
Antzin-Arquijas	-0.02	0.01	0.12	0.02	0.14	0.51	-0.08	0.65	-0.01	0.00
Mendoza-Arquijas	-0.03	0.00	-0.09	0.00	-0.12	0.58	-0.02	0.65	-0.05	0.43

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de noviembre.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.15	0.00	0.09	0.14	-0.07	0.65	-0.03	1.00	0.00	3.19
Grocin	-0.01	0.00	-0.03	0.00	-0.06	0.74	0.17	1.00	-0.01	0.09
Ancin	-0.22	-0.03	-0.59	0.12	-0.13	0.43	0.09	1.00	-0.09	2.84
Murieta	-0.30	-0.07	-1.64	0.13	-0.18	0.26	0.14	1.00	-0.14	4.65
Arquijas	-0.17	-0.02	-0.42	0.15	-0.03	0.91	-0.08	0.65	0.00	2.47
Mendoza-Antzin	-0.12	-0.04	-0.99	0.00	-0.35	0.02	0.05	1.00	-0.05	1.52
Antzin-Arquijas	-0.08	-0.02	-0.35	0.05	-0.21	0.32	-0.11	0.65	0.00	0.86
Mendoza-Arquijas	-0.12	-0.01	-0.29	0.17	-0.05	0.83	0.18	0.65	0.01	1.71

Resultados del análisis de tendencias para los datos de caudal de diciembre.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-0.24	-0.01	-0.27	0.15	-0.12	0.46	-0.13	1.00	-0.04	4.90
Grocin	-0.04	-0.01	-0.20	0.01	-0.25	0.11	0.01	1.00	-0.02	0.32
Ancin	-0.47	-0.13	-3.08	0.09	-0.19	0.21	-0.16	1.00	-0.17	7.62
Murieta	-0.56	-0.13	-3.06	0.09	-0.22	0.16	-0.05	1.00	-0.21	8.36
Arquijas	-0.34	-0.06	-1.27	0.24	-0.12	0.58	-0.24	0.65	-0.05	4.61
Mendoza-Antzin	-0.11	-0.01	-0.27	0.06	-0.07	0.65	0.11	1.00	-0.03	1.17
Antzin-Arquijas	-0.19	-0.06	-1.28	0.08	-0.16	0.44	-0.57	0.65	-0.05	2.43
Mendoza-Arquijas	-0.23	0.01	0.20	0.15	-0.01	1.00	-0.29	0.65	-0.01	2.66

Extracciones

Resultados del análisis de tendencias para los datos de extracciones de invierno.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Ancin	-159	307	21182	876	0.24	0.00	0.86	1.00	67	80613
Mendoza	-55	841	58024	1826	0.20	0.19	0.53	0.35	967	126289
Superficiales	-480	-215	-14823	225	-0.24	0.02	0.67	0.65	-296	53903
Itxako	775	1030	71043	1244	0.51	0.00	0.43	1.00	944	152192
extracc1	3072	3374	232818	3666	0.89	0.00	0.79	1.00	3552	38380
extracc2	2269	2511	173250	2739	0.81	0.00	0.52	1.00	2518	105870

Resultados del análisis de tendencias para los datos de extracciones de primavera.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Ancin	-740	-142	-9773	577	-0.06	0.47	0.17	1.00	-203	136493
Mendoza	-2766	-451	-31088	2075	-0.11	0.46	0.10	0.35	-1447	223205
Superficiales	-201	96	6647	396	0.05	0.63	-0.02	0.65	165	59255
Itxako	596	1005	69331	1405	0.38	0.00	0.07	1.00	1038	174296
extracc1	2944	3639	251122	4347	0.62	0.00	0.07	1.00	3683	68434
extracc2	1890	2596	179119	3245	0.48	0.00	-0.16	1.00	2498	142415

Resultados del análisis de tendencias para los datos de extracciones de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Ancin	-1423	-825	-56934	-184	-0.22	0.01	0.16	1.00	-777	236543
Mendoza	-1976	-600	-41428	913	-0.13	0.40	-0.05	0.35	-611	316595
Superficiales	465	987	68097	1649	0.43	0.00	-0.05	0.65	1364	58496
Itxako	446	967	66742	1564	0.29	0.00	0.13	1.00	1037	219675
extracc1	3734	4632	319595	5475	0.59	0.00	0.30	1.00	4646	141054
extracc2	2524	3333	229966	4200	0.53	0.00	-0.22	1.00	3312	244138

Resultados del análisis de tendencias para los datos de extracciones de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Ancin	-483	-229	-15805	115	-0.17	0.04	0.76	1.00	-241	108176
Mendoza	-2964	-1028	-70898	233	-0.23	0.13	-0.03	0.35	-1021	254387
Superficiales	-84	147	10167	402	0.14	0.17	0.34	0.65	171	51748
Itxako	664	963	66437	1223	0.46	0.00	0.18	1.00	992	156539
extracc1	3008	3455	238373	3955	0.75	0.00	0.46	1.00	3655	59447
extracc2	2179	2589	178640	2986	0.67	0.00	0.14	1.00	2631	125637

Datos Meteorológicos

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación de invierno.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	1.14	6.28	144.39	12.00	0.32	0.04	0.27	1.00	6.22	20.72
Iguzkiza	-1.50	3.67	84.33	7.57	0.16	0.31	0.06	1.00	3.19	78.67
Larraona	-16.07	-6.21	-142.84	0.60	-0.39	0.01	0.41	1.00	-6.16	277.37

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación de primavera.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	0.44	3.45	79.45	6.36	0.29	0.06	0.06	1.00	3.05	33.73
Iguzkiza	-3.60	0.06	1.44	5.33	0.06	0.69	0.30	1.00	1.64	172.13
Larraona	-15.06	-10.50	-241.50	-6.00	-0.46	0.00	0.08	1.00	-10.14	342.50

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-3.25	-0.80	-18.40	0.29	-0.21	0.18	0.38	1.00	-1.50	34.40
Iguzkiza	-4.79	-2.00	-46.00	1.33	-0.19	0.21	0.00	1.00	-1.76	105.00
Larraona	-9.92	-6.10	-140.30	-2.77	-0.50	0.00	0.18	1.00	-5.57	175.30

Resultados del análisis de tendencias para los datos de precipitación de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-1.29	2.70	62.10	7.33	0.22	0.16	0.26	1.00	3.81	74.40
Iguzkiza	-5.69	-1.00	-23.00	3.67	-0.11	0.50	-0.29	1.00	-0.91	188.00
Larraona	-25.92	-16.71	-384.43	-9.00	-0.52	0.00	0.13	1.00	-17.42	497.71

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima de invierno.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.17	-0.07	-1.62	0.03	-0.21	0.18	0.27	1.00	-0.07	10.75
Iguzkiza	-0.18	-0.06	-1.48	0.05	-0.13	0.40	0.39	1.00	-0.05	12.23
Larraona	-0.17	-0.06	-1.28	0.05	-0.08	0.61	-0.08	1.00	-0.06	10.11

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima de primavera.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.07	0.01	0.28	0.15	-0.06	0.69	0.52	1.00	0.03	19.52
Iguzkiza	-0.01	0.09	2.10	0.19	0.28	0.07	0.32	1.00	0.09	20.23
Larraona	-0.01	0.08	1.89	0.17	0.20	0.19	0.14	1.00	0.08	17.41

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.12	-0.05	-1.07	0.01	-0.27	0.08	0.16	1.00	-0.05	26.01
Iguzkiza	-0.06	0.03	0.69	0.09	0.17	0.28	0.05	1.00	0.02	26.94
Larraona	-0.06	0.01	0.22	0.07	0.10	0.54	-0.03	1.00	0.00	24.58

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura máxima de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.13	-0.03	-0.79	0.05	-0.20	0.19	-0.15	1.00	-0.03	12.58
Iguzkiza	-0.04	0.07	1.62	0.13	0.16	0.31	0.19	1.00	0.04	12.22
Larraona	-0.05	0.05	1.07	0.14	0.15	0.34	0.25	1.00	0.04	10.38

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima de invierno.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.07	-0.01	-0.28	0.05	0.02	0.91	0.20	1.00	-0.01	2.30
Iguzkiza	-0.12	-0.04	-0.88	0.03	-0.18	0.26	0.47	1.00	-0.02	3.64
Larraona	-0.12	-0.04	-1.00	0.02	-0.14	0.37	0.23	1.00	-0.06	2.83

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima de primavera.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.01	0.04	1.02	0.09	0.33	0.03	-0.13	1.00	0.04	7.87
Iguzkiza	0.05	0.11	2.47	0.15	0.51	0.00	0.10	1.00	0.11	8.22
Larraona	-0.01	0.03	0.77	0.10	0.24	0.13	-0.24	1.00	0.04	7.42

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.06	0.01	0.29	0.08	0.09	0.57	-0.13	1.00	0.01	12.87
Iguzkiza	-0.03	0.02	0.50	0.07	0.15	0.34	-0.16	1.00	0.03	13.85
Larraona	-0.11	-0.04	-0.95	0.01	-0.23	0.14	-0.09	1.00	-0.05	12.77

Resultados del análisis de tendencias para los datos de temperatura mínima de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Galbarra	-0.08	-0.01	-0.26	0.05	-0.04	0.82	-0.24	1.00	-0.01	5.01
Iguzkiza	-0.08	-0.01	-0.26	0.08	-0.11	0.50	-0.08	1.00	0.00	6.22
Larraona	-0.09	-0.02	-0.55	0.05	-0.14	0.37	0.07	1.00	-0.02	4.49

Tendencias de las series de estiaje

Resultados del análisis de tendencias para los datos de duración de aguas bajas (<Q20) anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-1.00	0.83	19.17	2.67	0.08	0.61	0.13	1.00	0.79	55.67
Grocin	-2.47	0.89	20.44	3.88	0.23	0.14	0.33	1.00	0.37	37.56
Ancin	-4.67	-1.00	-23.00	2.00	-0.01	0.96	0.30	1.00	-1.11	96.00
Murieta	-2.20	1.09	25.09	5.15	0.24	0.13	0.34	1.00	1.37	72.45
Arquijas	-8.40	-2.67	-61.33	3.33	-0.03	0.95	0.41	0.61	-2.19	122.67
Murieta-Antzin	2.19	6.00	138.00	9.83	0.45	0.00	0.01	1.00	6.53	5.00
Antzin-Arquijas	-14.44	-5.70	-131.10	0.50	-0.26	0.25	0.47	0.61	-5.70	168.75
Murieta-Arquijas	-3.50	4.17	95.83	10.50	0.21	0.36	0.12	0.61	2.31	-3.25

Resultados del análisis de tendencias para los datos de duración de aguas bajas (<Q20) de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-1.89	-0.14	-3.29	2.00	-0.14	0.37	0.06	1.00	0.05	56.00
Grocin	-1.88	0.38	8.63	2.56	0.19	0.24	0.30	1.00	0.19	36.00
Ancin	-2.31	-0.69	-15.81	0.67	-0.11	0.50	0.24	1.00	-0.51	75.13
Murieta	-0.56	1.00	23.00	3.57	0.27	0.08	0.31	1.00	1.29	49.00
Arquijas	-5.00	-2.00	-46.00	1.71	-0.15	0.50	0.30	0.61	-1.74	89.50
Murieta-Antzin	0.83	3.00	69.00	4.60	0.46	0.00	-0.03	1.00	3.39	-6.00
Antzin-Arquijas	-9.20	-2.75	-63.25	0.67	-0.33	0.13	0.45	0.61	-3.44	108.00
Murieta-Arquijas	-1.13	2.80	64.40	7.71	0.31	0.16	0.12	0.61	2.74	-18.20

Resultados del análisis de tendencias para los datos de duración de aguas bajas (<Q20) de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	0.00	1.00	23.00	1.75	0.40	0.01	-0.14	1.00	0.75	3.00
Grocin	-0.42	0.00	0.00	1.14	0.17	0.27	-0.12	1.00	0.19	8.00
Ancin	-1.50	0.00	0.00	1.00	0.11	0.48	0.03	1.00	-0.32	13.00
Murieta	-0.50	0.00	0.00	1.50	0.19	0.24	-0.01	1.00	0.11	12.00
Arquijas	-2.14	0.00	0.00	1.40	-0.10	0.66	0.03	0.65	-0.11	16.00
Murieta-Antzin	1.60	2.67	61.33	3.56	0.58	0.00	0.01	1.00	2.42	4.33
Antzin-Arquijas	-3.20	-1.00	-23.00	1.29	-0.27	0.19	0.16	0.65	-0.81	30.00
Murieta-Arquijas	-1.25	0.67	15.33	2.29	0.03	0.91	-0.16	0.65	0.59	16.00

Resultados del análisis de tendencias para los datos de duración de aguas bajas (<Q20) anual.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-16.12	5.54	127.53	24.32	0.11	0.50	0.26	1.00	4.85	267.17
Grocin	-1.07	0.00	0.00	0.87	0.15	0.34	0.17	1.00	-0.18	12.07
Ancin	-54.64	-14.51	-333.73	11.09	-0.02	0.91	0.30	1.00	-21.11	535.48
Murieta	-14.78	4.98	114.63	37.81	0.29	0.06	0.26	1.00	14.13	144.21
Arquijas	-45.17	-12.91	-296.82	14.87	-0.13	0.58	0.49	0.61	-11.20	455.39
Murieta-Antzin	13.90	38.27	880.27	72.78	0.28	0.07	-0.18	1.00	31.67	84.28
Antzin-Arquijas	-66.95	-36.87	-847.97	-13.96	-0.46	0.03	-0.02	0.61	-46.20	936.24
Murieta-Arquijas	-21.99	0.67	15.50	38.24	0.36	0.10	0.19	0.61	14.41	165.37

Resultados del análisis de tendencias para los datos de duración de aguas bajas (<Q20) de verano.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	-4.07	0.88	20.24	3.91	0.00	1.00	0.22	1.00	0.31	66.26
Grocin	-0.30	-0.02	-0.57	0.17	0.10	0.54	0.23	1.00	-0.09	2.68
Ancin	-10.71	-3.45	-79.29	1.27	-0.12	0.46	0.38	1.00	-4.12	126.73
Murieta	-3.32	1.04	23.90	7.70	0.25	0.11	0.21	1.00	3.68	38.30
Arquijas	-10.64	-5.31	-122.06	2.87	-0.26	0.25	0.27	0.61	-3.01	147.44
Murieta-Antzin	0.87	2.85	65.63	5.28	0.52	0.00	0.12	1.00	5.00	-11.07
Antzin-Arquijas	-10.70	-5.24	-120.55	0.76	-0.44	0.04	0.59	0.61	-6.08	122.82
Murieta-Arquijas	-0.55	1.69	38.85	6.68	0.33	0.13	0.09	0.61	5.81	-18.31

Resultados del análisis de tendencias para los datos de duración de aguas bajas (<Q20) de otoño.

	lbound	trend	trendp	ubound	tau	sig	autocor	valid_frac	linear	intercept
Barindano	0.00	1.40	32.30	2.49	0.32	0.04	0.03	1.00	1.32	3.85
Grocin	-0.01	0.00	0.08	0.08	0.17	0.28	-0.16	1.00	0.01	0.40
Ancin	-1.23	0.00	0.00	0.54	0.01	0.98	-0.01	1.00	-1.96	5.61
Murieta	0.00	0.00	0.00	1.34	0.30	0.06	0.15	1.00	0.24	1.34
Arquijas	-1.47	0.00	0.00	1.40	0.08	0.74	0.45	0.65	0.27	6.05
Murieta-Antzin	1.35	5.36	123.23	9.45	0.45	0.00	-0.30	1.00	6.11	-4.88
Antzin-Arquijas	-5.67	-0.77	-17.63	0.45	-0.38	0.06	-0.04	0.65	-4.75	19.11
Murieta-Arquijas	-2.63	-0.28	-6.49	2.51	-0.23	0.27	-0.16	0.65	-3.84	17.96

**PLAN DIRECTOR
DEL CICLO INTEGRAL
DEL AGUA DE USO URBANO
DE NAVARRA 2019-2030**

DOCUMENTO DEFINITIVO

RESUMEN

Marzo 2019

6.3.2.4 Mejora abastecimiento alta Comarca Tierra Estella/Estellerría

COMARCA TIERRA ESTELLA/ ESTELLERRIA, ORÍGENES DEL RECURSO O CAPTACIONES

En esta Comarca Tierra Estella/Estellerría se plantea un consumo cercano a 9,15 hm³/año en el horizonte del Plan Director, ligeramente superior al actual, incluyendo incrementos industriales y domésticos y una bajada del Agua no Registrada.

En esta Comarca se plantean actuaciones de bastante calado, puesto que varios municipios de la Ribera Estellesa se abastecen desde fuentes no del todo seguras: pozos de acuíferos aluviales vulnerables a la contaminación por fertilizantes y pesticidas procedentes de la actividad agrícola. No obstante, hoy en día varios de ellos ya reciben agua desde la solución del acuífero Lokiz siquiera de forma parcial.

En esta comarca se han analizado varias alternativas (véase el anexo II) con un intenso debate en la fase de participación pública. Además de la alternativa 0 (descartada ya que no soluciona los problemas de calidad del agua en la zona sur de la Comarca) se analizaron tres alternativas y también se tuvo en cuenta una cuarta alternativa presentada por la Asociación Ega Bizirik – Salvemos el Ega, que planteaba limitar notablemente la extracción de agua en el acuífero de Lokiz, abasteciendo a la mayor parte de la Comarca desde la solución Itoiz – Canal de Navarra.

Además, en el proceso de información pública se han recibido numerosas alegaciones, que se han aceptado parcialmente, cambiando de esta forma la solución que se expuso a información pública en la versión inicial.

Finalmente, la solución adoptada ha sido una combinación de las Alternativas 1 y 2 pero con algunas variaciones respecto de la versión inicial sometida a información pública, tal como se describe a continuación. El esquema adoptado es el siguiente, incluyendo en este apartado los volúmenes que se suministrarán a Azagra en la Comarca Ribera Alta/Erriberagoiena:

- Abastecimiento a la zona de Estella desde Ixako, 2,7 hm³/año. Transitoriamente, hasta que entre en servicio la conexión con Itoiz-Canal de Navarra, el volumen sería de 3,0 hm³/año.
- Abastecimiento valle superior del Ega y Ribera Estellesa (desde Viana hasta San Adrián e incluso Azagra en la Comarca Ribera Alta/Erriberagoiena) desde Mendaza, 5,72 hm³/año en el periodo de transición, es decir, hasta que entre en servicio la conexión al sistema Itoiz-Canal de Navarra. El abastecimiento se efectuaría desde el pozo P2, abandonando las captaciones de Ancín. Cuando entre en servicio la conexión al sistema Itoiz-Canal de Navarra, o sea, en el periodo final, este volumen descendería a 3,81 hm³/año y se pasaría de abastecer a Lerín, Carcar, Andosilla, San Adrián y Azagra (Ribera Alta/Erriberagoiena) desde Itoiz. El Gobierno de Navarra, conforme al compromiso adquirido, estudiará anualmente el

impacto de la extracción en el acuífero de Lokiz y su posible impacto en el caudal circulante del río Ega cuya información se añadirá a la del seguimiento del Plan Director.

- Conexión Itoiz-Canal de Navarra para suministro a las localidades de Lerín, Carcar, Andosilla y San Adrián (y tal como se indica posteriormente, también a Azagra en Comarca Ribera Alta/Erriberagoiena). Esta conexión se comenzaría a ejecutar en 2024 y se finalizaría para 2027, con un volumen asignado de 2,20 hm³/año, de los que 1,61 hm³/año corresponden a las localidades de la Comarca Tierra Estella/Estellerría y 0,59 hm³/año a Azagra en la Comarca Ribera Alta/Erriberagoiena. En el mapa adjunto se incluye un trazado orientativo que deberá ser analizado más exhaustivamente en la fase de proyecto.
- Mantenimiento de los manantiales de Arbioz (45.000 m³), de Larraona-Aranarache-Eulate (86.000 m³), de Améscoa Baja (136.000 m³), del entorno de Aguilar de Codés (68.000 m³), valle de Lana (48.000 m³), Riezu (84.000 m³) y otros manantiales de menor entidad hasta totalizar 54.000 m³. La suma de todos estos manantiales asciende a 0,52 hm³/año.
- Mantenimiento operativo de los pozos aluviales de la zona sur con dos objetivos:
 - Que sirvan como apoyo para garantía de suministro en situaciones de sequía prolongada o cortes del suministro por razones técnicas (averías, etc.).
 - Que se empleen para usos menos exigentes, como puedan ser usos industriales, riego de jardines y parques, limpieza viaria...
 - En función del estudio previsto en esta Comarca se deberá establecer el volumen futuro que se empleará desde estos pozos, lo que permitirá reducir la demanda desde las soluciones de Mendaza-Lokiz y de Itoiz-Canal de Navarra. Preliminarmente se estima un volumen aproximado de 0,5 hm³/año, que permitiría disminuir la presión sobre la captación de Mendaza.

Como resumen aclaratorio, se aporta este cuadro en el que se incluyen los datos de la situación actual, los de la versión inicial sometida a información pública y los de este documento definitivo, así como los datos de 2016-2018, donde se ha producido un aumento transitorio del consumo global, sobre todo por incrementos industriales y de ANR. El cuadro contiene conjuntamente los volúmenes para la Comarca Tierra Estella/Estellerría y los que se suministrarán a Azagra (Comarca Ribera Alta/Erriberagoiena). El texto del cuadro "PERIODO INICIAL TRANSITORIO" significa hasta que entre en servicio la conexión a la solución Itoiz-Canal de Navarra y la observación "PERIODO FINAL" significa desde que se ponga en explotación la citada conexión a la solución Itoiz-Canal de Navarra.

RECURSOS PARA LA COMARCA TIERRA ESTELLA/ESTELLERÍA Y AZAGRA (RIBERA ALTA/ERRIBERAGOIENA)

RECURSO	PROMEDIO 2014-2015	PROMEDIO 2016-2018	ESTIMADO FUTURO VERSIÓN INICIAL		ESTIMADO FUTURO VERSIÓN DEFINITIVA	
			PERIODO INICIAL	PERIODO FINAL	PERIODO INICIAL	PERIODO FINAL
			TRANSITORIO	2027	TRANSITORIO	2027
Itxako	2,67 hm ³	2,99 hm ³	2,70 hm ³	2,42 hm ³	3,00 hm ³	2,70 hm ³
Pozos Mendaza	4,51 hm ³	5,29 hm ³	6,13 hm ³	4,31 hm ³	5,72 hm ³	3,81 hm ³
Pozos aluviales Ribera Estellesa.	1,16 hm ³	1,08 hm ³	0,00 hm ³	0,00 hm ³	0,50 hm ³ *	0,50 hm ³ *
Manantial de Arbizoz (Montejurra).	0,05 hm ³	0,05 hm ³	0,05 hm ³	0,05 hm ³	0,05 hm ³	0,05 hm ³
Pozos Sartaguda	0,20 hm ³	0,20 hm ³ *	0,00 hm ³	0,00 hm ³	0,00 hm ³	0,00 hm ³
Resto de Manantiales Tierra Estella	0,57 hm ³	0,58 hm ³ *	0,48 hm ³	0,48 hm ³	0,48 hm ³	0,48 hm ³
Canal de Navarra.				2,10 hm ³		2,20 hm ³
TOTAL	9,16 hm³	10,18 hm³	9,35 hm³	9,35 hm³	9,74 hm³	9,74 hm³

* Valores estimados. En especial en los pozos el caudal a descontar dependerá del estudio a realizar, por lo que el volumen estimado de 0,5 hm³ puede variar.

En todo caso, es importante que se acabe con éxito la tramitación de la concesión de aguas del acuífero Lokiz, actualmente sin resolver todavía, y que se modifique la concesión de Itoiz-Canal de Navarra.

Además de los volúmenes indicados, se prevé un ligero incremento de las captaciones industriales propias no conectadas a red, que alcanzarán en el horizonte del Plan aproximadamente 3,1 hm³/año. Es la segunda comarca con mayor volumen de tomas industriales propias, si bien a gran distancia de la de Sangüesa.

COMARCA TIERRA ESTELLA/ ESTELLERÍA, INFRAESTRUCTURAS PENDIENTES DE EJECUCIÓN

En esta zona es necesario un notable desarrollo de infraestructuras de conducción para garantizar la conexión del acuífero Lokiz (pozos de Mendaza) con el ámbito sur de la Comarca. Parte de esta red de transporte de agua se encuentra ejecutada o va a ser ejecutada en el actual PII. 2017-2019. El objetivo del presente documento de Plan Director es que en el primer sexenio (quinquenio) 2020-2024, se realice la totalidad de actuaciones que permita conectar las localidades de la Ribera Estellesa a la solución de Mendaza, por lo que esta subcomarca, al finalizar el primer horizonte de este Plan Director, se abastecería desde recursos hídricos de excelente calidad. Asimismo, en este primer quinquenio se comenzarían las obras de conexión con Itoiz-Canal de Navarra. Estas actuaciones, todas planteadas en este primer quinquenio, suman unos 26 M € y constituyen cerca del 37 % de las inversiones totales de este Plan Director en este quinquenio. Se trata de:

- Conducciones conexión Mues – Derivación Viana: 7,9 M €.
- Ramal de conexión a Viana: 4,3 M €.
- Derivación Viana – Lodosa: 9,8 M €.

- Ramales de Lazagurria I y II: 0,23 M €.
- Ramal de Sartaguda: 0,7 M €.
- Comienzo de las obras para conexión de la zona sureste al sistema Itoiz-Canal de Navarra: 3,0 M €, atendiendo a varias alegaciones presentadas.
- Otras obras de mejora en la Comarca por importe de 1 M €.

En el segundo sexenio, para 2027, se finalizaría la conexión al sistema Itoiz – Canal de Navarra en la zona sureste de la Ribera Estellesa. Esto incluiría tanto las conducciones como la potabilizadora, lo que suman unos 9 M € que se suman a la partida de 3 M € del primer quinquenio. Se adjunta un trazado de tubería y localización de ETAP orientativos en el mapa adjunto, que requerirá mayor definición en fase de proyecto. Además, se realizaría una serie de actuaciones generales pendientes de definición (2,5 M €), como puedan ser mejoras de depósitos, conexiones, etc.

Entre los dos sexenios, en esta Comarca se plantea una inversión cercana a 38 M €, el 27 % de lo previsto en el Plan Director.

COMARCA TIERRA ESTELLA/ESTELLERRIA. MEDIDAS INFRAESTRUCTURAS ALTA

MEDIDA	PRESUPUESTO €	FECHA
Conducción conexión Mués a derivación de Viana	7.868.875	2020-2021
Ramal de conexión a Viana	3.750.000	2021-2022
Derivación de Viana a Lodosa	9.825.625	2022-2024
Ramales de Lazagurria I y II	227.375	2022-2023
Ramal de Sartaguda	694.375	2024
Conexión Itoiz-Canal de Navarra y ETAP	12.000.000	2024-2027
Otras mejoras en la Comarca I	1.000.000	2020-2024
Otras mejoras en la Comarca II	2.500.000	2025-2030

ESQUEMA DE INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO

4. TIERRA ESTELLA/ESTELLERIA



- ▲ Recurso principal
- ◆ ETAP existente
- ◆ ETAP Plan Director 2º sexenio (inicio 1er sexenio)
- Conducciones principales existentes
- - - Principales conducciones PIL (17-19)
- - - Plan Director 1er sexenio
- - - Plan Director 2º sexenio
- - - Inicio conexión Canal de Navarra 1er sexenio
- Canales y acequias principales
- Ríos principales
- ⋯ Límite Comarcas

