

## VALORACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL DEL RÍO CHICO

---

1.	Objeto y Justificación.....	1
2.	Emplazamiento. ....	2
3.	Valoración ambiental.....	3
4.	Condiciones del tramo fluvial .....	3
4.1.	Sectorización ambiental, estaciones de muestreo e índices de valoración ambiental. ....	3
4.1.1.	Sectorización ambiental del río Chico .....	3
4.1.2.	Selección de estaciones de muestreo .....	5
4.1.3.	Índices de Valoración Ambiental .....	7
4.2.	Condiciones hidrológicas.....	8
4.2.1.	Régimen de caudales circulante.....	8
4.2.1.1.	Aportaciones en régimen natural. ....	8
4.2.1.2.	Caracterización del régimen natural.....	8
4.2.1.3.	Régimen alterado.....	14
4.2.2.	Infraestructuras existentes de regulación de caudales y gestión de las mismas.....	16
4.2.3.	Continuidad fluvial.....	17
4.2.4.	Niveles freáticos y régimen de humedad edáfica.....	17
4.2.5.	Calidad de las aguas.....	18
4.2.5.1.	Calidad de las aguas superficiales.....	18
4.2.5.2.	Calidad de las aguas subterráneas.....	21
4.3.	Condiciones geomorfológicas.....	21

---

4.3.1.	Morfología actual del cauce.....	21
4.3.1.1.	Trazado en planta.....	21
4.3.1.2.	Perfil longitudinal.....	25
4.3.1.3.	Secciones transversales.....	27
4.3.2.	Diversidad de hábitat.....	29
4.3.3.	Infraestructuras existentes de canalización o alteración morfológica.....	31
4.3.4.	Síntomas de inestabilidad del cauce: procesos de incisión y su evolución.....	32
4.3.5.	Avenidas extraordinarias. Registro de inundaciones. ....	33
4.3.5.1.	Caudales asociados a avenidas extraordinarias. ....	33
4.3.5.2.	Registro de inundaciones.....	35
4.4.	Estado de las Riberas y Márgenes.....	35
4.4.1.	Continuidad del corredor de vegetación riparia y dimensiones.....	37
4.4.2.	Composición y estructura de la vegetación riparia.....	37
4.4.3.	Conectividad lateral y frecuencia de inundación. ....	39
4.4.4.	Permeabilidad de los suelos riparios.....	39
4.4.5.	Usos y ocupaciones de las riberas. Actividades recreativas.....	39
4.4.6.	Aplicación del índice Calidad del Bosque de Ribera. ....	40
4.4.7.	Vegetación Potencial de la ribera. ....	43
4.5.	Valoración del estado hidromorfológico.....	45
4.6.	Comunidades biológicas.....	46

---

4.6.1.1.	Índices aplicados.....	46
4.6.1.2.	Resultados .....	47
4.7.	Valoración del Estado Ecológico .....	52
5.	Condiciones de la cuenca vertiente.....	53
5.1.	Usos del Suelo y actividades económicas .....	53
5.1.1.	Usos del suelo .....	53
5.1.2.	Cambios en los usos del suelo: evolución desde el año 1.956 hasta la actualidad.....	54
5.1.3.	Parcelario catastral.....	55
5.2.	Otros datos de interés .....	56
5.2.1.	Espacios Naturales Protegidos.....	56
5.2.2.	Patrimonio Cultural.....	57
5.2.2.1.	Patrimonio Histórico .....	57
5.2.2.2.	Vías Pecuarias.....	57
6.	Conclusiones de la valoración del estado ambiental. ....	59
7.	Imagen de referencia .....	61
8.	Bibliografía.....	63

Apéndice 1. Resultados del modelo SIMPA en la cuenca del río Chico

Apéndice 2. Reportaje Fotográfico

Apéndice 3. Planos.

Plano nº1. Situación

Plano nº2. Emplazamiento

---

Plano nº3. Impactos en el Tramo de Estudio

Plano nº4. Ubicación de las Estaciones de Muestreo

Plano nº5. Evolución del Trazado en Planta

Plano nº6. Perfil Longitudinal

Plano nº7. Secciones Transversales Tipo.

Plano nº8. Cuenca Vertiente

Plano nº9. Masas de Agua

Plano nº10. Red de Espacios Naturales Protegidos.

Plano nº11. Usos del Suelo de la Cuenca Vertiente

Plano nº12. Parcelario Catastral

---

## 1. Objeto y Justificación.

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, está impulsando una serie de actuaciones enmarcadas en lo que se conoce como la **Estrategia Nacional de Restauración de Ríos**, con las que se pretende conservar y recuperar el buen estado ecológico de nuestros ríos y cauces en general, potenciando su patrimonio cultural y poniendo en valor sus atributos y beneficios.

Esta Estrategia se desarrolla en consonancia con las exigencias establecidas por la Directiva Marco del Agua, aprobada en diciembre de 2000 y de obligado cumplimiento para el Estado español, cuyo objetivo final es lograr que los ríos y arroyos recuperen su “buen estado ecológico”.

Dentro estas líneas de actuación se enmarca el proyecto de restauración de río Chico que la Confederación Hidrográfica del Segura tiene previsto acometer.

Previamente a la redacción del proyecto de restauración, siguiendo el esquema que a continuación se presenta, se considera necesario para la determinación de los objetivos del mismo (imagen objetivo) realizar una valoración del estado ambiental en el que se encuentra actualmente el tramo objeto de restauración, así como la determinación de la imagen en la que se encontraría el río en condiciones naturales (imagen de referencia).



En este documento se realiza una valoración sobre el estado ambiental del tramo de río Chico objeto de restauración, incluyendo la identificación de las presiones e impactos que contribuyen a su estado actual.

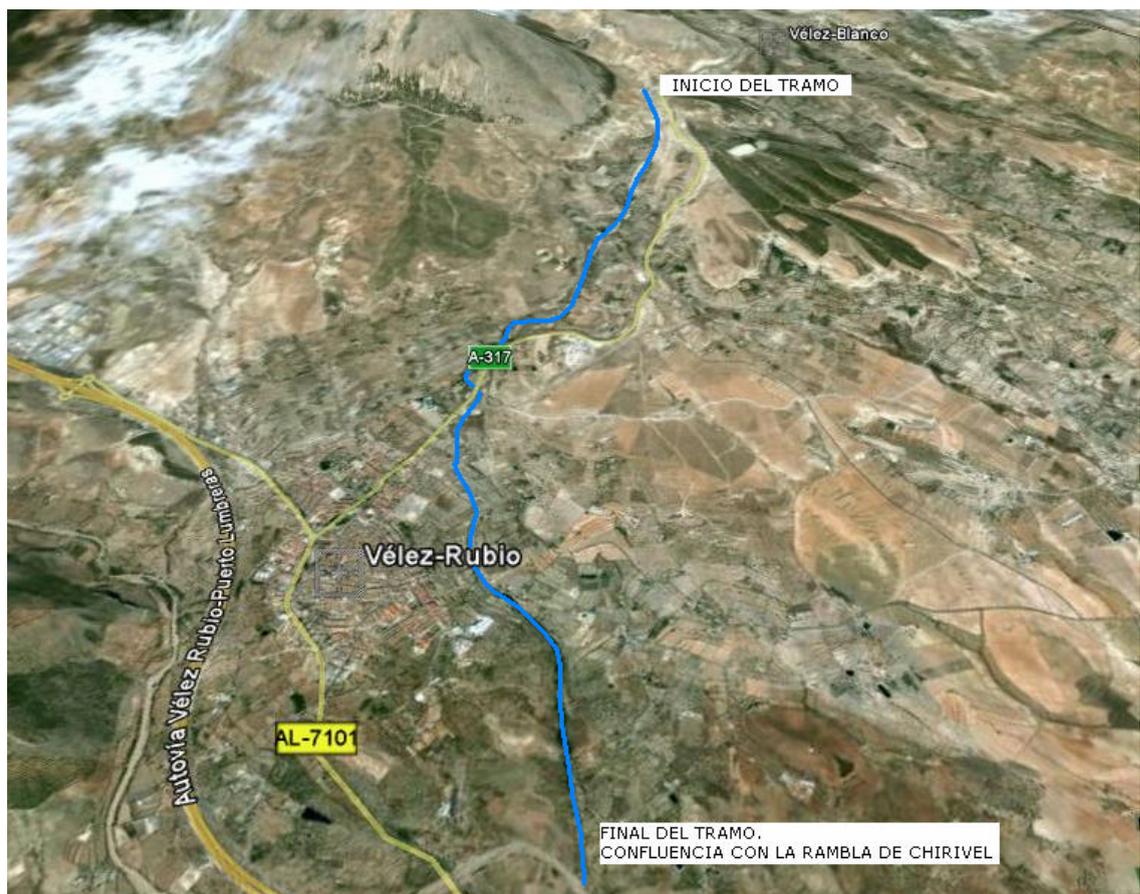
Para la valoración del estado ambiental se analizan tanto las condiciones del tramo fluvial como las correspondientes a la cuenca vertiente, permitiendo así establecer un diagnóstico de la problemática que presenta el río.

## 2. Emplazamiento.

El río Chico, afluente de la rambla de Chirivel por su margen izquierda, nace en la vertiente sureste de la sierra de María y discurre por los términos municipales de Vélez Blanco y Vélez Rubio. El tramo objeto de restauración comienza aguas abajo de los límites del Parque Natural de Sierra María – Los Vélez, al pie del pico del Maimón, y termina en su confluencia con la rambla de Chirivel, con una longitud aproximada de 6 kilómetros.

La zona se puede localizar en la siguiente cartografía oficial:

- Hoja 974-(1-1,1-2) a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional.
- Hoja 952-(3-3, 3-4) a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional.



**Figura 1:** Emplazamiento del tramo objeto de restauración.

### **3. Valoración ambiental**

Para llevar a cabo la valoración ambiental del tramo fluvial objeto de esta actuación se analizará el estado actual en que se encuentra y se comparará con el estado que tendría dicho tramo si no hubiera sido alterado por el hombre, es decir con su estado natural, deduciéndose así su grado de conservación o deterioro.

Esta valoración se completará con la identificación de las presiones e impactos de la cuenca vertiente que han determinado su estado actual; así como las circunstancias que pueden condicionar o limitar su recuperación.

### **4. Condiciones del tramo fluvial**

Se analizan a continuación las condiciones hidrológicas, la geomorfología del río, el estado de las riberas y márgenes y las comunidades biológicas del tramo de estudio, junto con la identificación de las presiones e impactos presentes en el mismo.

Para este análisis se ha contado con la colaboración del equipo científico de la Universidad de Murcia (Departamento de Ecología e Hidrología y Departamento de Biología Vegetal).

#### **4.1. Sectorización ambiental, estaciones de muestreo e índices de valoración ambiental.**

##### **4.1.1. Sectorización ambiental del río Chico**

Se ha procedido a la división del tramo de estudio en cinco sectores ambientales, según la siguiente distribución que se observa en la siguiente imagen:



**Figura 2:** Sectorización Ambiental del tramo del Río Chico para la evaluación del Estado Ecológico

A continuación se describe de forma resumida la caracterización de cada uno de los citados sectores:

El primer sector tiene una longitud de 1150 m desde el inicio del área de estudio. Este tramo se caracteriza por una fuerte pendiente, valles cerrados en forma de V, granulometría del sustrato del lecho gruesa y muy gruesa, escasa vegetación en sus riberas y agua en tramos muy cortos procedentes de pequeñas surgencias.

El segundo sector tiene una longitud de 550 m. En este tramo se suaviza la pendiente, con lo que predomina la granulometría del sustrato del lecho de tamaño medio. Aparecen tramos

con mayor cobertura de vegetación de ribera y prácticamente todo el sector mantiene un caudal permanente de agua.

El tercer sector tiene una longitud de 1150 m. En este tramo el valle se abre un poco en forma de U y la granulometría de sustrato del lecho es prácticamente similar a la del tramo anterior. La vegetación de ribera forma bosque de galería en buena parte del sector, presentando menos discontinuidad que en el tramo anterior. En parte del tramo (a la altura del cruce con la Gran Ruta GR-143) el lecho del cauce se emplea para el tránsito de vehículos. Todo el sector mantiene un caudal de agua.

El cuarto tramo tiene una longitud de 1300 m y discurre próximo al núcleo urbano de Vélez Rubio. En este tramo el río discurre encauzado en toda su longitud. El sustrato del lecho es blando con abundantes limos. El sector mantiene agua en todo su recorrido.

El quinto y último sector tiene una longitud de 1350 m. Se corresponde con el tramo final de estudio, antes de su desembocadura en la rambla de Chirivel. El valle se abre y permite el desarrollo de un bosque ribereño más extenso. En el sustrato predominan los materiales más blandos. El sector mantiene agua hasta su desembocadura.

#### **4.1.2. Selección de estaciones de muestreo**

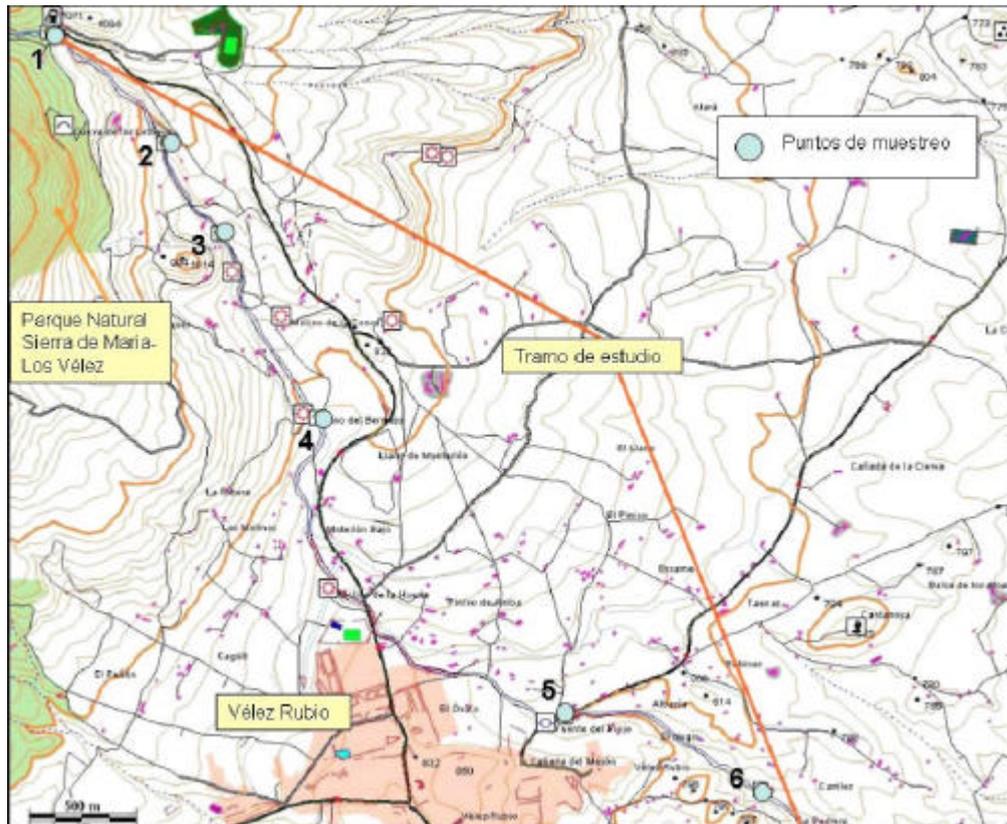
En cada uno de los sectores ambientales identificados, se ha seleccionado un punto de muestreo (salvo el sector 1 con dos puntos de muestreo) en los cuales se ha llevado a cabo la toma de muestras requerida para realizar los análisis necesarios para una correcta valoración del estado ambiental.

La distribución de los puntos de muestreo en cada uno de los tramos se refleja en la siguiente tabla e imagen, mostrándose a su vez las coordenadas, altitud, altura de la lámina de agua y caudal estimado en cada uno de ellos en el momento de muestreo.

Valoración del Estado Ambiental del Río Chico

	Puntos de muestreo
Sector ambiental 1	1 y 2
Sector ambiental 2	3
Sector ambiental 3	4
Sector ambiental 4	5
Sector ambiental 5	6

**Tabla 1:** Puntos de muestreo en cada sector ambiental



**Figura 3:** Localización de las estaciones de muestreo

	fecha	UTM X	UTM Y	Altitud (m)	Ancho cauce (m)	Profundidad (cm)	Caudal (l/s)
Punto 1	23/12/2008	579708	4170776	1115	40	5,0	inap
Punto 2	23/12/2008	580254	4170262	1032	0,25	0,2	inap
Punto 3	23/12/2008	580512	4169843	1006	0,5	8,0	10,0
Punto 4	23/12/2008	580979	4168991	945	0,5	10,0	15,0
Punto 5	23/12/2008	582151	4167607	850	13	20,0	26,0
Punto 6	23/12/2008	583058	4167274	819	0,3	50,0	37,5

**Tabla 2:** Principales parámetros de las estaciones de muestreo (profundidad y caudal en el momento de muestreo).

#### 4.1.3. Índices de Valoración Ambiental

Para la valoración de las condiciones hidromorfológicas, físico-químicas y biológicas que se exponen en el presente documento, se ha procedido a la aplicación de índices específicos que pretenden obtener un valor relativo que mida el grado de desviación de estas condiciones observadas en el río respecto de las mejores condiciones posibles; es decir, respecto a las *condiciones de referencia* que presentaría el río sin la presencia de impactos o presiones de naturaleza antrópica.

La desviación existente entre estas condiciones actualmente presentes en el río y las que corresponderían a su imagen de referencia, se mide a partir del denominado "cociente de calidad ecológica", EQR ("ecological quality ratio"), cuya expresión matemática atiende a la siguiente fórmula  $EQR = Vo / VR$

siendo:

Vo = valor observado del parámetro ambiental

VR = valor del mismo parámetro correspondiente con las condiciones de referencia específicas del tipo al que pertenece el río.

Los valores del cociente de calidad ecológica (EQR), presenta valores comprendidos entre 0 y 1, de modo que los valores cercanos a 1 indican un muy buen estado ecológico, mientras que los próximos a 0 corresponden a un mal estado ecológico. Las categorías definidas son las siguientes:

5	4	3	2	1
MB	B	Mo	D	Ma
Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

El ecotipo<sup>1</sup> al que pertenece el tramo de estudio, que nos permite establecer sus condiciones de referencia, es el correspondiente a “*Ríos de montaña mediterránea calcárea*” (ecotipo 12).

#### **4.2. Condiciones hidrológicas.**

##### **4.2.1. Régimen de caudales circulante.**

###### **4.2.1.1. Aportaciones en régimen natural.**

Para la obtención de las aportaciones de la cuenca de río Chico en régimen natural se ha utilizado el Sistema Integrado de Modelización Precipitación Aportación (SIMPA), modelo distribuido que simula el modelo de Témez a través del sistema de información geográfico GRASS.

Este modelo simula los procesos de las diferentes fases del ciclo hidrológico en régimen natural, con resolución temporal de un mes, y para cada una de las celdas en que se discretiza el modelo. La precipitación se descompone en una parte que alimenta la zona no saturada, donde coexisten aire y agua (humedad del suelo) y desde donde tiene lugar el proceso de evapotranspiración. El resto o bien escurre superficialmente o bien recarga los acuíferos, los cuales drenan a la red superficial o al mar. Mediante la introducción en el modelo de las precipitaciones, evapotranspiraciones y resto de características físicas de las cuencas (usos del suelo, pendiente, geología, etc...) a través de diferentes capas y por integración de las mismas se obtienen los valores mensuales diferenciados en aportaciones superficiales y subterráneas.

El periodo de simulación ha sido el comprendido entre octubre de 1940 y septiembre de 2006. El conjunto del territorio español se ha discretizado en celdas de 1 km x 1 km, por lo que la discretización utilizada en la cuenca de Chico tiene el mismo tamaño de celda.

El total de los resultados de las aportaciones obtenidas se incluye en el Apéndice nº 1

###### **4.2.1.2. Caracterización del régimen natural.**

El procedimiento utilizado para caracterizar el régimen natural de caudales se ha basado en el análisis de las aportaciones mensuales obtenidas mediante el SIMPA, cuya metodología se ha expuesto anteriormente.

---

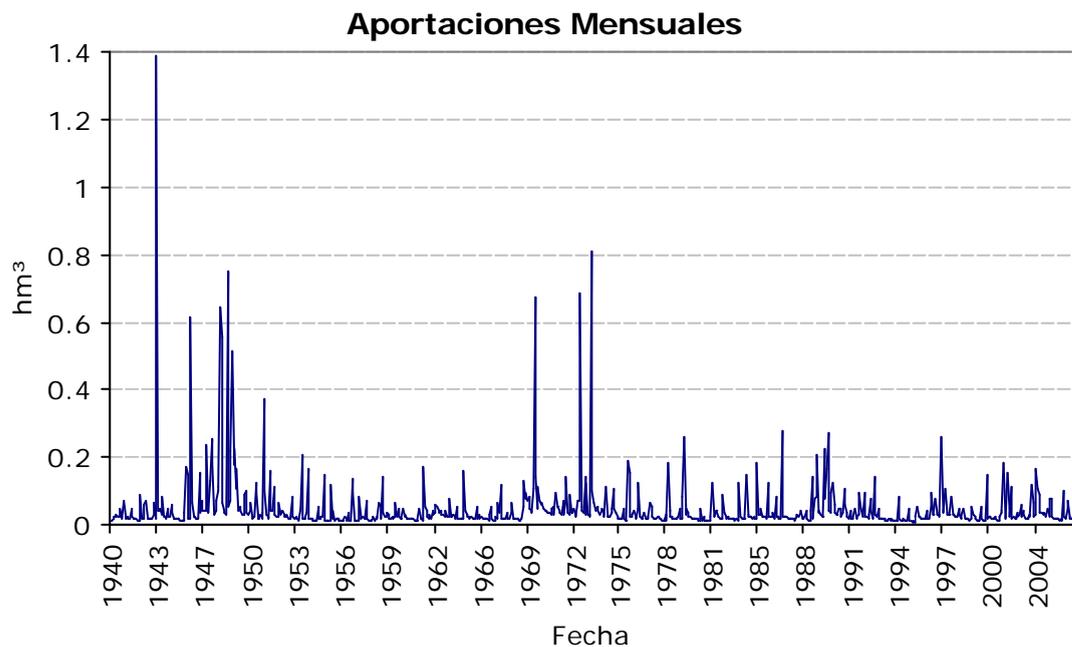
<sup>1</sup> Tramos de ríos con características hidrológicas, hidromorfológicas y ecológicas homogéneas. En la cuenca del Segura se identifican un total de seis ecotipos.

Una vez disponemos de las aportaciones mensuales en régimen natural, se procede al análisis de los registros mediante el software IAHRIS (Índices de Alteración Hidrológica en Ríos), desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid en colaboración con el CEDEX.

En este caso no se obtiene un análisis muy profuso a partir de los registros de aportaciones, puesto que únicamente disponemos de valores mensuales y esto restringe mucho las conclusiones que podemos obtener, reduciéndose al análisis de la estacionalidad, magnitud y variabilidad de los valores habituales de las aportaciones, intra e interanualmente.

A continuación mostramos los resultados obtenidos por IAHRIS y la interpretación o implicación de los mismos sobre la dinámica y los procesos fluviales de río Chico.

La serie de aportaciones mensuales de la que se dispone incluye registros desde 1940 hasta 2006, representados en la siguiente gráfica.



#### - Variabilidad interanual

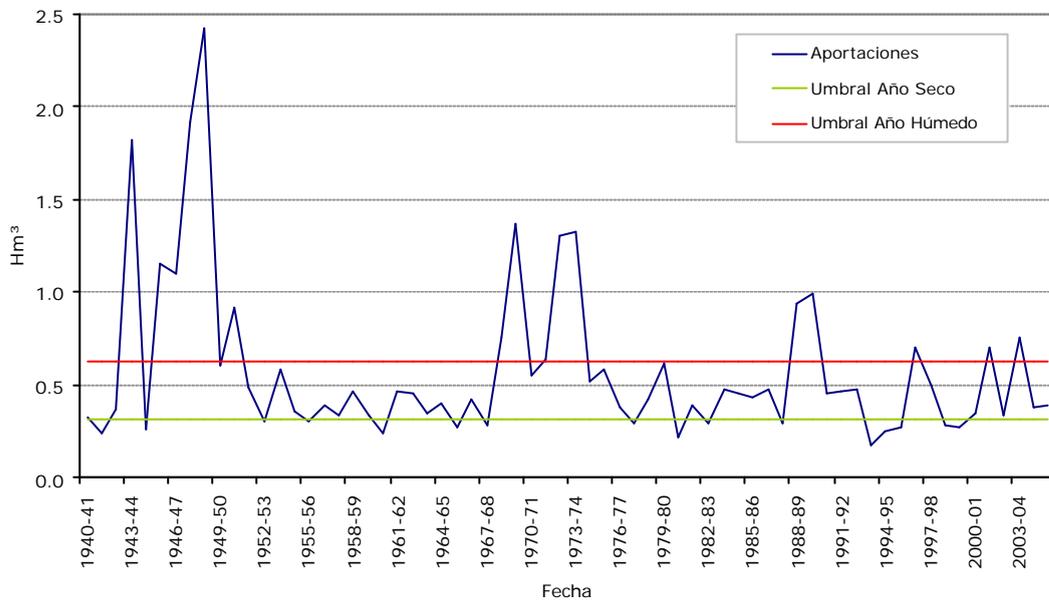
El primer informe que se obtiene con IAHRIS se corresponde con la caracterización de la variabilidad interanual de las aportaciones, para lo que se realiza una clasificación que diferencia entre años húmedos, secos y medios, con un porcentaje de presencia del 25% para los años húmedos y secos, y del 50% para los años medios. Según esta metodología se clasifican estos tres tipos de años mediante los límites establecidos en la siguiente tabla:

**CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL**

<b>Año húmedo si aportación anual (hm<sup>3</sup>) =</b>	<b>0.622</b>
<b>Año medio si aportación anual (hm<sup>3</sup>) &lt;</b>	<b>0.622</b> y <b>&gt; 0.318</b>
<b>Año seco si aportación anual (hm<sup>3</sup>) =</b>	<b>0.318</b>

La siguiente gráfica refleja las aportaciones anuales y los límites comentados anteriormente para cada tipo de año, mostrando así la magnitud y variabilidad interanual de la serie de aportaciones anuales.

**Aportaciones Anuales en Régimen Natural**



Si observamos la magnitud de las aportaciones anuales apreciamos las reducidas magnitudes a lo largo de toda la serie, comprendidas entre un rango aproximado de 0,2 y 2,5 hm<sup>3</sup>, con alternancia de periodos con años húmedos frente a periodos más secos.

La **caracterización intranual** de las aportaciones se completa con la media de los registros mensuales por tipo de año, esto se expone en la siguiente tabla, tanto para aportaciones mensuales (hm<sup>3</sup>) como caudales diarios mensuales (m<sup>3</sup>/s).

TIPO DE AÑO MES	APORTACIONES MENSUALES (hm <sup>3</sup> )			CAUDALES DIARIOS MENSUALES (m <sup>3</sup> /s)		
	HÚMEDO	MEDIO	SECO	HÚMEDO	MEDIO	SECO
Octubre	0.093	0.027	0.013	0.035	0.010	0.005
Noviembre	0.064	0.029	0.016	0.025	0.011	0.006
Diciembre	0.059	0.028	0.016	0.022	0.010	0.006
Enero	0.056	0.024	0.019	0.021	0.009	0.007
Febrero	0.076	0.024	0.019	0.031	0.010	0.008
Marzo	0.090	0.032	0.016	0.034	0.012	0.006
Abril	0.067	0.027	0.019	0.026	0.010	0.007
Mayo	0.060	0.037	0.017	0.022	0.014	0.006
Junio	0.041	0.024	0.016	0.016	0.009	0.006
Julio	0.029	0.020	0.015	0.011	0.007	0.006
Agosto	0.027	0.019	0.014	0.010	0.007	0.005
Septiembre	0.043	0.020	0.014	0.016	0.008	0.005

Tabla 3: Tabla de aportaciones mensuales y caudales diarios mensuales.

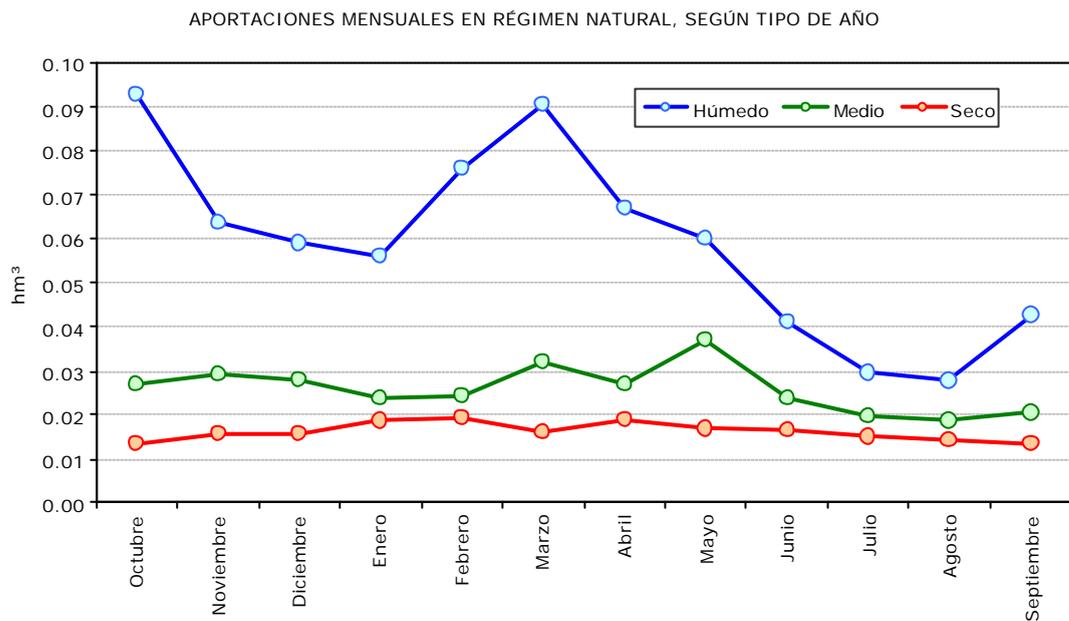


Figura 4: Gráfica de aportaciones mensuales según tipo de año.

La tabla siguiente incluye el conjunto de los resultados que se obtienen, en relación a cada uno de los atributos estudiados y para cada uno de los tipos de años definidos.

COMPONENTE DEL RÉGIMEN NATURAL		ASPECTO	PARÁMETRO	
			DESCRIPCIÓN	VALOR (hm <sup>3</sup> )
VALORES HABITUALES	Aportaciones anuales y mensuales	Magnitud	Media de las aportaciones anuales	Año húmedo: 1.18
				Año medio: 0.44
				Año seco: 0.27
				Año ponderado: 0.58
		Variabilidad	Diferencia entre aportación mensual máxima y mínima en el año	Año húmedo: 0.45
				Año medio: 0.11
				Año seco: 0.05
				Año ponderado: 0.18
		Estacionalidad	Mes de máxima y mínima aportación	Año húmedo: OCT-AGO
Año medio: MAY-AGO				
Año seco: FEB-OCT				

**Tabla 4:** Tabla de resultados para la variabilidad, estacionalidad y magnitud de las aportaciones.

Al observar la magnitud de las aportaciones apreciamos unos bajos valores debidos en buena medida a la reducida superficie de la cuenca vertiente que nos ocupa. Sin embargo, destacan unas aportaciones en años húmedos ligeramente superiores frente a las diferencias existentes entre años medios y secos. Esto sucede como consecuencia de episodios más o menos puntuales de mayores magnitudes que elevan las aportaciones en determinados años, y por tanto, la media de esos años húmedos.

Las diferencias entre las aportaciones de los años secos y medios no resultan tan patentes, lo que se podría traducir en una menor variabilidad del conjunto de esos años.

Las implicaciones ambientales de la magnitud de los caudales son determinantes en la disponibilidad general de agua del ecosistema, y por tanto en el conjunto de interrelaciones y desarrollo de los seres vivos asociados al mismo.

El clima del entorno de río Chico se caracteriza por poseer un rasgo mediterráneo, de importantes oscilaciones en las precipitaciones tanto dentro de un año como a lo largo de una serie de años. Estas características se reflejan en los registros de aportaciones y más concretamente en su variabilidad, más destacable para los años húmedos, con una diferencia entre la aportación mensual máxima y mínima de 0,45 hm<sup>3</sup>. Para los años medios y secos este rango de variabilidad se reduce a 0,11 y 0,05 respectivamente. Estos registros podríamos trasladarlos a un régimen de caudales relativamente homogéneo para el conjunto de los años considerados, a excepción de los periodos húmedos, donde las magnitudes de las aportaciones son mas dispares. Si observamos la variabilidad media (0,18 hm<sup>3</sup>), obtenida como resultado de la ponderación por cada tipo de año (25% húmedo y seco, y 50% medio) podríamos concluir en la escasa variabilidad, sin embargo al hacerse la clasificación por tipos de años queda patente esta mayor variabilidad diferenciada para los

años húmedos. Esto último se representa de manera clara en la gráfica anterior referida a las aportaciones mensuales.

El atributo **variabilidad** es trascendental como eje conductor de la dinámica geomorfológica y ecológica, favoreciendo la intromisión o expansión de especies exóticas. Un régimen variable también condiciona la heterogeneidad del hábitat hiporreico y su calidad.

El último atributo del régimen de caudales que se puede analizar con los datos de los que se dispone es la **estacionalidad de los caudales**, ésta se refiere a los meses en que se produce la mayor y menor aportación. En este caso los meses de mayor aportación se establecen de forma dispersa según si el tipo de año es húmedo (octubre), medio (mayo) y seco (febrero), sin embargo las menores aportaciones se refieren con más frecuencia en los meses de agosto y octubre.

Aunque corresponde una mayor significación ambiental para la estacionalidad de los valores extremos, que para los correspondientes a los valores habituales, destaca de igual manera los referentes al mantenimiento de la diversidad temporal de los hábitats y definición del ritmo de los procesos vitales de la biota acuática y riparia.

Los mayores caudales presentan un ligero desfase con respecto a los meses de mayores precipitaciones, lo que supone un comportamiento determinado por la importancia de la fase subterránea, con aportaciones en periodos secos menos dependientes del régimen pluviométrico.

Como resumen de la caracterización de los caudales de río Chico en régimen natural se concluye que los rasgos principales del régimen de caudales son:

- Aportaciones de magnitudes reducidas.
- Alta variabilidad intranual para los años húmedos y muy baja para los años medios y secos.
- Estacionalidad muy marcada en los meses de mínimas aportaciones y más dispersa en los máximos.
- Importancia destacable de la fase subterránea.

#### 4.2.1.3. Régimen alterado.

El régimen de caudales anteriormente expuesto se encuentra alterado en todos sus parámetros (magnitud, frecuencia, duración y estacionalidad). El principal motivo de dicha alteración es la demanda de agua para riego, siendo muy elevada la superficie de la cuenca destinada a cultivo. En este sentido, en la zona se identifica la Comunidad de Regantes del Maimón, perteneciente al término municipal de Vélez Blanco, y dos Grandes Comunidades de Propietarios en el término de Vélez Rubio (Comunidad de Regantes de Cagüit y Comunidad de Regantes Aguas del Maimón), así como los regantes que se identifican en el esquema que a continuación se adjunta. En la primera de ellas, Comunidad de Regantes del Maimón, el agua se reparte proporcionalmente a la superficie de cultivo de cada parcela y, en la Gran Comunidad de Propietarios el agua se vende diariamente en el "Alporchón".

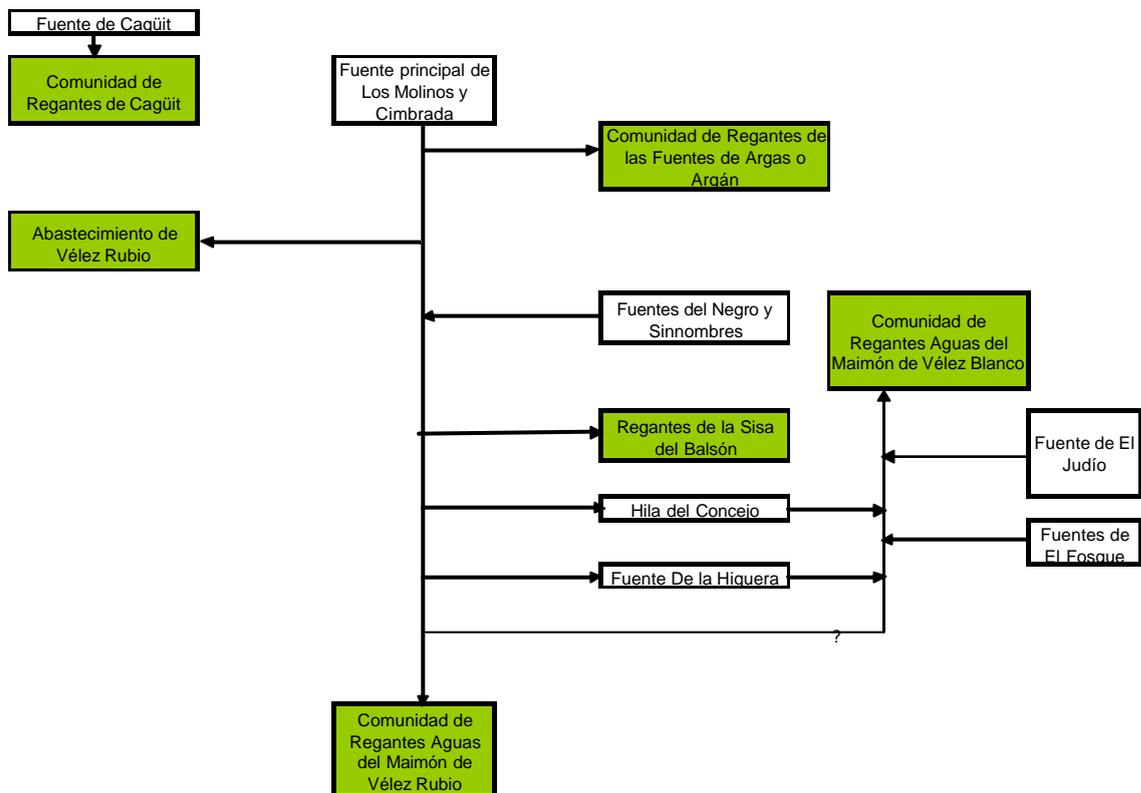
Igualmente, una proporción del agua captada se destina a consumo por parte del núcleo urbano de Vélez Rubio previo proceso de depuración.

En el siguiente esquema, se refleja el reparto de aguas entre los distintos usuarios<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Fuente: "Proyecto para la constitución de la Junta Central de Usuarios del Acuífero Sierra de María y Maimón". No publicado. Autor: Diego Gea Pérez

**GRUPO DE FUENTES DE LOS MOLINOS. REPARTO DE AGUAS ENTRE LOS DISTINTOS USUARIOS HISTÓRICOS.**

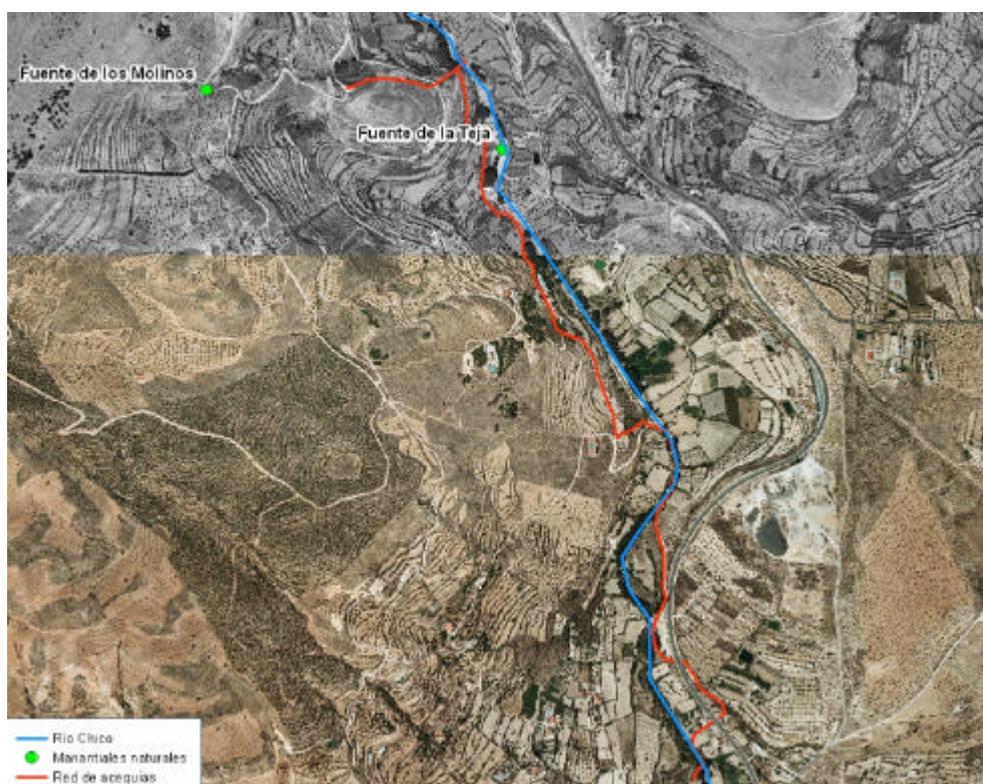


**Figura 5:** Esquema del Grupo de Fuente de los Molinos. Reparto de aguas entre los distintos usuarios históricos.

Tal y como se observa en el esquema y según la información recabada, la totalidad del agua utilizada bien para el regadío o para consumo citado, se capta de los manantiales próximos al tramo de río objeto de estudio, entre los cuales destaca el conocido como "Fuente de los Molinos". A partir de este manantial se lleva a cabo la distribución y reparto del agua, la cual se realiza según una franja horaria pre-establecida. Un segundo manantial a destacar es el conocido como "Fuente de la Teja", desde donde también se realiza el abastecimiento a la población de Vélez Rubio.

Esta explotación no se realiza de forma regulada sino que viene marcada por la demanda de riego existente en cada época del año, impidiendo de esta forma una caracterización típica del régimen hidrológico y su comparativa con el régimen natural previamente estudiado.

Se muestra a continuación un gráfico con el emplazamiento de los manantiales de la “Fuente de los Molinos” y “Fuente de la Teja”, así como de la red de acequias inventariada en campo.



**Figura 6:** Localización de la “Fuente de los Molinos”, “Fuente de la Teja” y red de acequias próximas al río.

#### 4.2.2. Infraestructuras existentes de regulación de caudales y gestión de las mismas.

No existe infraestructura alguna de regulación de caudales. El aprovechamiento de las aguas para regadío tiene lugar directamente de los manantiales, antes de su incorporación al río. Los caudales que fluyen por éste, en ausencia de lluvias, proceden de las aguas sobrantes o retornos.

#### 4.2.3. Continuidad fluvial.

La continuidad fluvial no se considera relevante en nuestro tramo de estudio, pues no existen especies piscícolas que puedan verse afectadas por las estructuras transversales.

En cuanto al flujo de sedimentos, actualmente tampoco existe discontinuidad, pues los diques existentes se encuentran colmatados.

#### 4.2.4. Niveles freáticos y régimen de humedad edáfica.

Ciertas actividades antrópicas tales como la extracción de agua subterránea o la construcción de encauzamientos para la defensa de núcleos urbanos, pueden repercutir directamente sobre el nivel freático y el régimen de humedad edáfica.

La cuenca del río Chico se encuentra entre dos masas de agua subterráneas (MAS), a saber, la MAS 070.044 "Vélez Blanco-María" y la MAS 070.045 "Detrítico de Chirivel-Málaga".

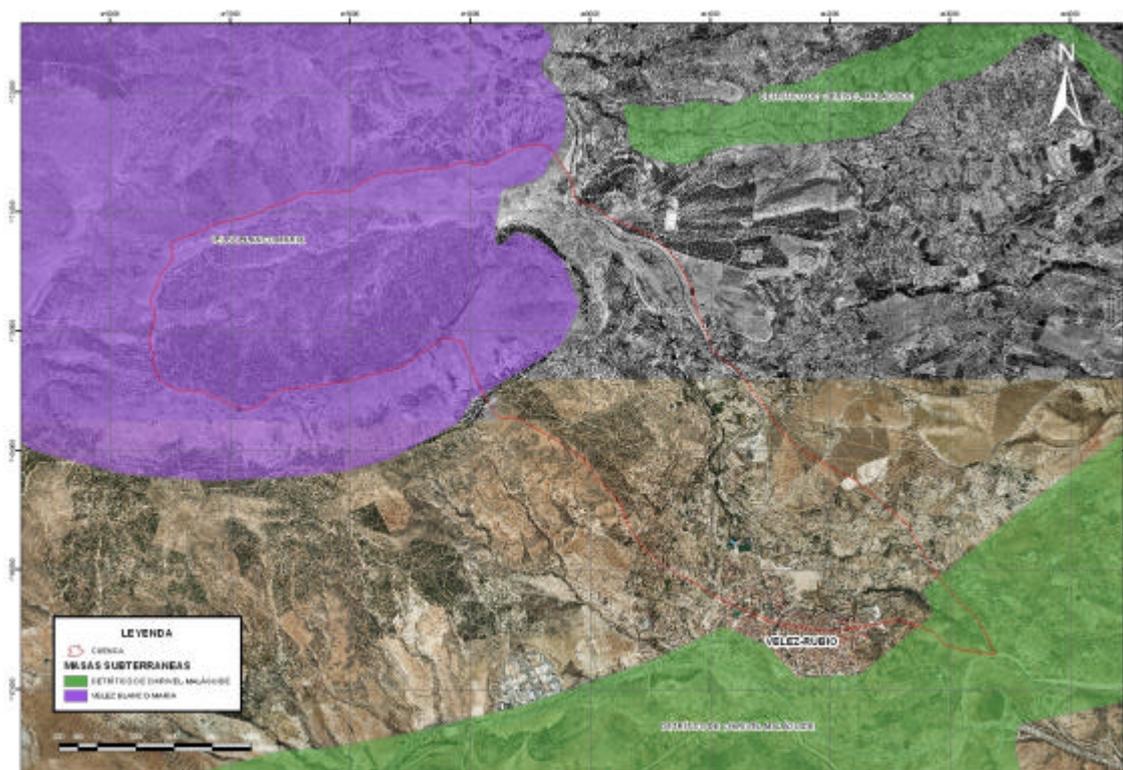


Figura 7: Masas de Agua Subterráneas de la cuenca del río Chico.

Según el análisis de presiones e impactos que afectan a las MAS desde un punto de vista cuantitativo, incluido en el documento de “Esquema de Temas Importantes” elaborado por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación del Segura, en ninguna de las mismas se detectan presiones ni descensos en los niveles piezométricos significativos, quedando catalogadas ambas masas de agua con “Riesgo Nulo”.

Por el contrario, sí es destacable la afección que el encauzamiento realizado para la protección del núcleo de Vélez Rubio, y construido mediante muros de hormigón, ejerce sobre el nivel freático y la humedad de los terrenos adyacentes al mismo, con la consecuente repercusión en la instalación de una vegetación de ribera, aspecto que se tratará en apartados sucesivos.

#### **4.2.5. Calidad de las aguas.**

##### **4.2.5.1. Calidad de las aguas superficiales.**

La valoración de la calidad físico-química de las aguas se ha llevado a cabo a través de los análisis realizados por el equipo científico de la Universidad de Murcia.

A través de estos análisis se han medido in situ los siguientes parámetros físico-químicos: Temperatura del agua (°C), pH, salinidad (g/l), conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y oxígeno disuelto (mg/l). Por su parte, y ya en el laboratorio, se han medido las concentraciones de nitratos (mg/l), nitritos (mg/l), amonio (mg/l) y ortofosfatos (mg/l) existentes en las muestras de agua tomadas.

- Resultados

En lo que respecta a los valores de referencia adoptados, el equipo científico de la Universidad de Murcia ha identificado el tramo de Río Chico objeto de estudio con el ecotipo 12 “*Ríos de montaña mediterránea calcárea*” contemplado en el documento de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH). En aquellos casos en los que los citados valores no queden recogidos en este documento, el Grupo de Investigación de la Universidad de Murcia ha optado por emplear sus propias referencias.

- *Temperatura*: el valor de referencia es 9.4°C lo que nos proporciona los siguientes resultados:

Valoración del Estado Ambiental del Río Chico

	Tª agua(°C)	EQR	EFQ
Punto 1	11,80	1.3	5
Punto 2	14,70	1.6	5
Punto 3	18,90	2	5
Punto 4	13,00	1.4	5
Punto 5	17,10	1.8	5
Punto 6	12,20	1.3	5

- *Oxígeno disuelto*: el valor de referencia es de 9.7 mg/l que nos proporciona los siguientes resultados:

	Oxígeno disuelto (mg/l)	EQR	EFQ
Punto 1	7,90	0.8	4
Punto 2	8,10	0.8	4
Punto 3	7,44	0.8	4
Punto 4	8,50	0.9	5
Punto 5	6,88	0.7	3
Punto 6	8,22	0.8	5

- *Conductividad*: el valor de referencia para este parámetro es de 510 µS/cm y los resultados obtenidos son los siguientes:

	Conductividad (µS/cm)	EQR	EFQ
Punto 1	698,00	1.4	5
Punto 2	369,00	0.7	5
Punto 3	446,00	0.9	5
Punto 4	423,00	0.8	5
Punto 5	472,00	0.9	5
Punto 6	549,00	1.1	5

- *pH*: el valor de referencia es 8.2 y los resultados se muestran a continuación:

	pH	EQR	EFQ
Punto 1	8,32	1.0	5
Punto 2	8,40	1.0	5
Punto 3	7,51	0.9	5
Punto 4	7,96	1.1	5
Punto 5	8,37	1.0	5
Punto 6	8,40	1.0	5

- *Nutrientes*: Los umbrales de calidad considerados para el caso de los nutrientes son los propuestos por la Confederación Hidrográfica del Ebro. Estos se presentan en la siguiente tabla:

Valoración del Estado Ambiental del Río Chico

$PO_4 < 0,30 \text{ mg/l}$   
 $NH_4 < 0,40 \text{ mg/l}$   
 $NO_3 < 20 \text{ mg/l}$   
 $NO_2 < 0,15 \text{ mg/l}$

En base a los umbrales establecidos y a los valores obtenidos en los análisis químicos se desprenden los siguientes resultados:

	N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)
Punto 1	0,906	0,041	<0.015	0,074
Punto 2	0,979	0,026	<0.015	1,01
Punto 3	0,770	0,021	<0.015	0,169
Punto 4	0,429	0,017	<0.015	0,437
Punto 5	0,581	0,026	<0.015	1,87
Punto 6	0,924	0,023	<0.015	1,82

Se observa como únicamente las concentraciones de ortofosfatos se encuentran por encima de los umbrales máximos admisibles, siendo una tendencia generalizada en la mayor parte de los puntos de muestreo.

Unificando en una única tabla la clasificación de la calidad química en cada punto de muestreo y para cada uno de los parámetros analizados estaríamos ante la siguiente situación:

	Tª agua	Oxígeno	Conductividad	pH	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>2</sub>	P-PO <sub>4</sub>
Punto 1	B	NB	B	B	B	B	B	B
Punto 2	B	NB	B	B	B	B	B	NB
Punto 3	B	NB	B	B	B	B	B	B
Punto 4	B	B	B	B	B	B	B	NB
Punto 5	B	NB	B	B	B	B	B	NB
Punto 6	B	B	B	B	B	B	B	NB

Para determinar el Estado Ecológico final (EFQ) en base al grupo de parámetros físico-químicos, se adopta el siguiente criterio: se clasifica en Muy Bueno (MB) cuando se cumplan, al menos, 7 de los 8 parámetros utilizados, Bueno (B) cuando solo se cumplan 6 y malo (M) en el resto de casos.

	Tª agua	Oxígeno	Conductividad	pH	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>2</sub>	P-PO <sub>4</sub>	EFQ
Punto 1	B	NB	B	B	B	B	B	B	MB
Punto 2	B	NB	B	B	B	B	B	NB	B
Punto 3	B	NB	B	B	B	B	B	B	MB
Punto 4	B	B	B	B	B	B	B	NB	MB
Punto 5	B	NB	B	B	B	B	B	NB	B
Punto 6	B	B	B	B	B	B	B	NB	MB

Los resultados obtenidos arrojan como conclusión final que **la calidad físico-química** es buena o muy buena en la totalidad de los casos, de modo que este aspecto **no afectará al Estado Ecológico de Río Chico**.

A pesar de lo expuesto, se insiste en los altos niveles de concentración de ortofosfatos, situados por encima de los niveles máximos admisibles. Esta circunstancia podría deberse al lavado de fertilizantes y productos fitosanitarios procedentes de las parcelas en cultivo, a través del agua de escorrentía.

#### 4.2.5.2. Calidad de las aguas subterráneas.

En el documento de "Esquema de Temas Importantes", elaborado por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación del Segura, se indica expresamente que tras evaluar las principales presiones difusas y puntuales que pueden condicionar el estado de las MAS desde un punto de vista cualitativo, se concluye que ambas quedan catalogadas con "Riesgo Nulo".

No obstante, se alerta de las concentraciones algo elevadas de nitratos que se registraban en algunas zonas de regadío en la MAS "Detrítico de Chirivel-Maláguide", siendo fundamental la vigilancia en esta masa.

### 4.3. Condiciones geomorfológicas.

#### 4.3.1. **Morfología actual del cauce.**

##### 4.3.1.1. Trazado en planta.

Para el análisis de la evolución del trazado en planta, se ha llevado a cabo la comparativa entre las ortofotos del río Chico del vuelo americano de 1956 y las ortofotos actuales.

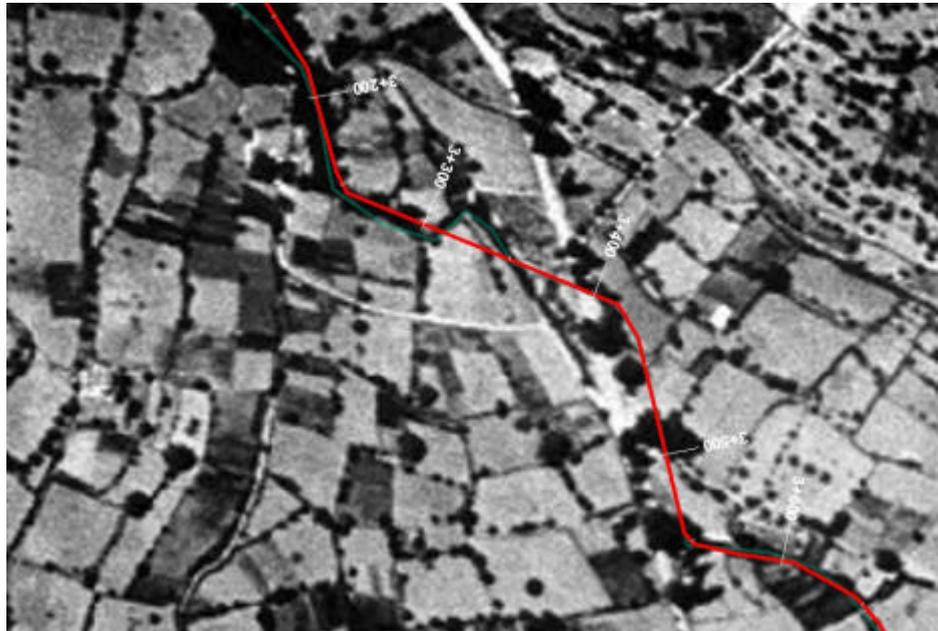
## Valoración del Estado Ambiental del Río Chico

---

Tras el trabajo de fotointerpretación realizado, no se han observado modificaciones significativas en el trazado del río, a excepción del tramo correspondiente al encauzamiento en el cual se observa la pérdida de sinuosidad por eliminación o suavización de algunos meandros.

En las siguientes figuras y en los planos del Apéndice 3 se pueden observar las únicas variaciones significativas del trazado en planta a lo largo de todo el tramo de estudio.

Valoración del Estado Ambiental del Río Chico

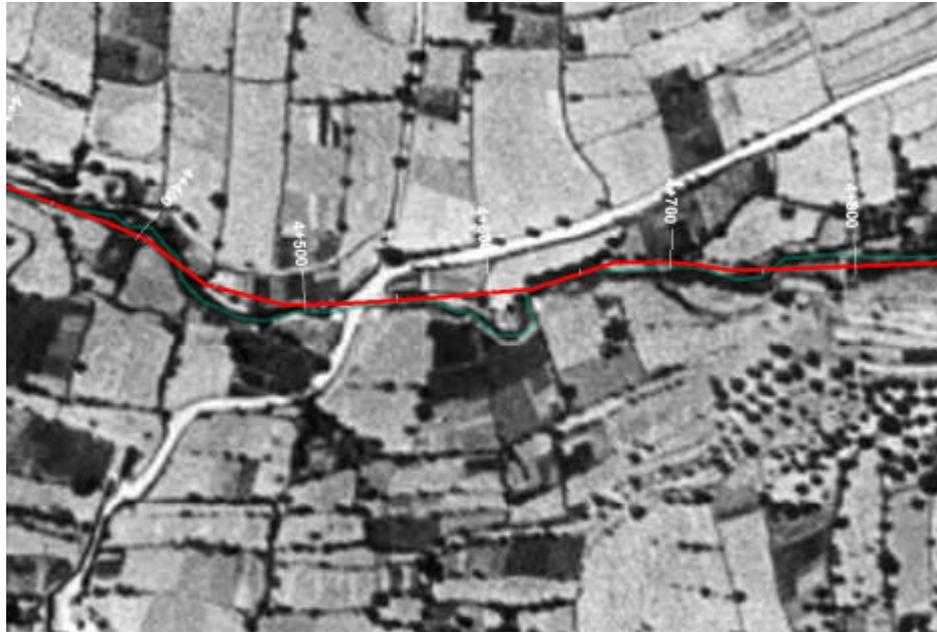


**Figura 8:** Trazado del río en la actualidad sobre ortofoto de 1956 en el comienzo del encauzamiento.



**Figura 9:** Trazado del río en 1956 sobre ortofoto actual en el comienzo del encauzamiento.

Valoración del Estado Ambiental del Río Chico



**Figura 10:** Trazado del río en la actualidad sobre ortofoto de 1956 al final del encauzamiento.



**Figura 11:** Trazado del río en 1956 sobre ortofoto actual al final del encauzamiento

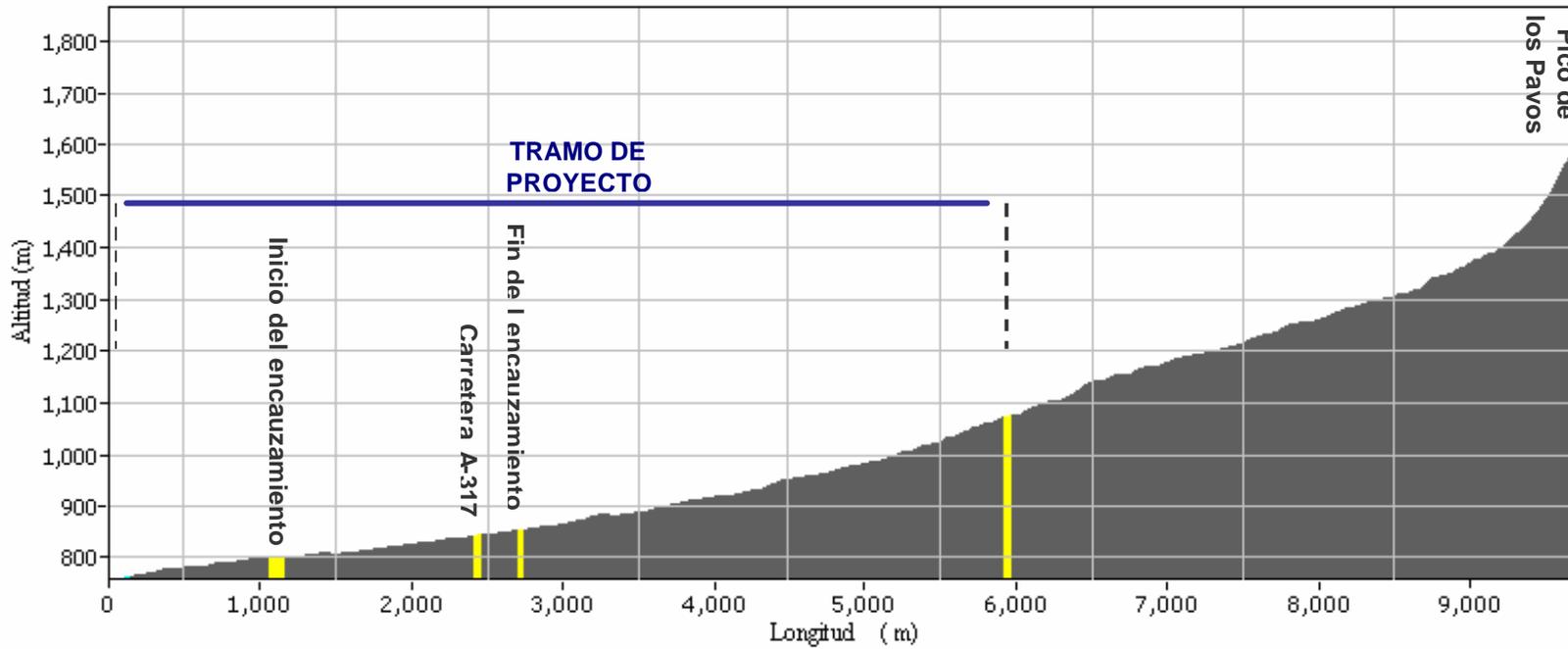
#### 4.3.1.2. Perfil longitudinal.

La pendiente media del tramo fluvial, es del 3,5%. En la Guía Metodológica de Restauración de Ríos de la Cuenca del Segura se establece una clasificación para los ríos en función de su pendiente y el consecuente régimen hidráulico. Si consideramos el valor de la pendiente expuesta, podemos incluirlo como un tramo de régimen torrencial (pte. 1,5-6 %).

En los dos primeros sectores ambientales la pendiente del cauce se haya modificada mediante los diques de gaviones existentes. Aguas abajo de este tramo corregido se aprecia un proceso de incisión en el lecho del cauce que provoca la desconexión del mismo con las márgenes del río, además de afectar al transporte de sedimentos. En el tramo encauzado la pendiente es ligeramente superior a la media de todo el tramo, siendo del 3,7%.

Valoración del Estado Ambiental del río Chico

Perfil longitudinal de Río Chico.



Río Chico

#### 4.3.1.3. Secciones transversales.

En el presente apartado se analizan las secciones transversales de tramo de río considerado al efecto de valorar sus características y grado de alteración.

Las secciones transversales del río muestran un cauce bien definido, distinguiéndose considerablemente entre las secciones iniciales del tramo con cauce más confinado y taludes de las márgenes de mayor pendiente, frente a las secciones del tramo final con mayores dimensiones de cauce y márgenes más tendidas. En base a lo expuesto, y en referencia al primer tipo de sección definida, cabe señalar que existen en las laderas del río, principalmente al inicio del tramo de proyecto, problemas de acarcavamiento consecuencia de la total ausencia de cobertura vegetal, unido a las elevadas pendientes del terreno, que actúan aumentando la velocidad del flujo, y por consiguiente su capacidad erosiva.

Se muestra a continuación las secciones tipo anteriormente expuestas:

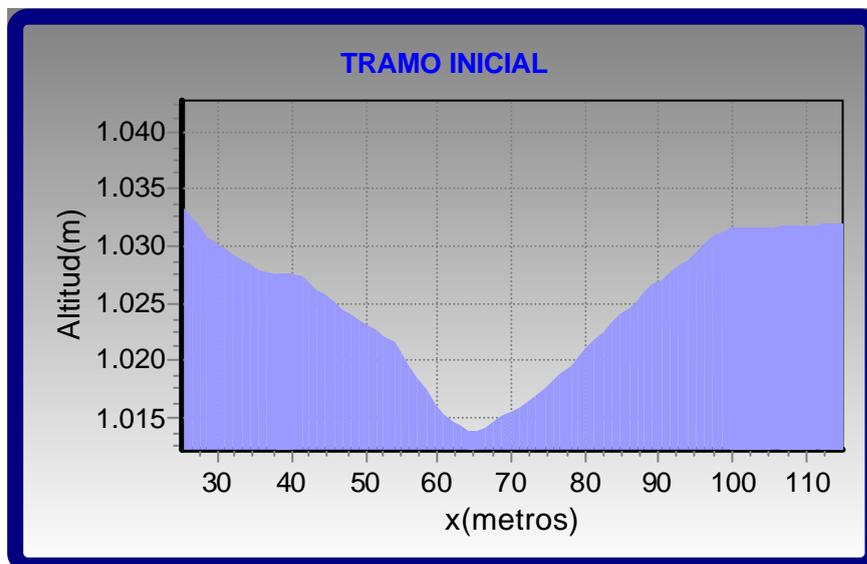
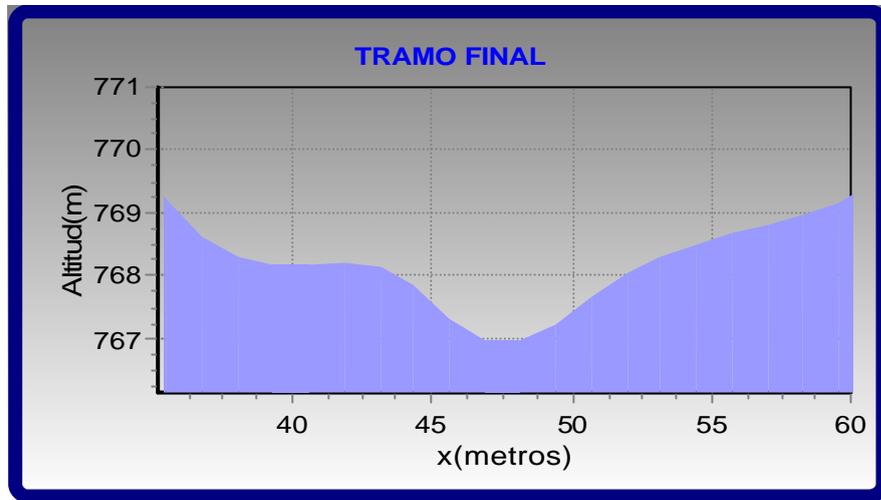
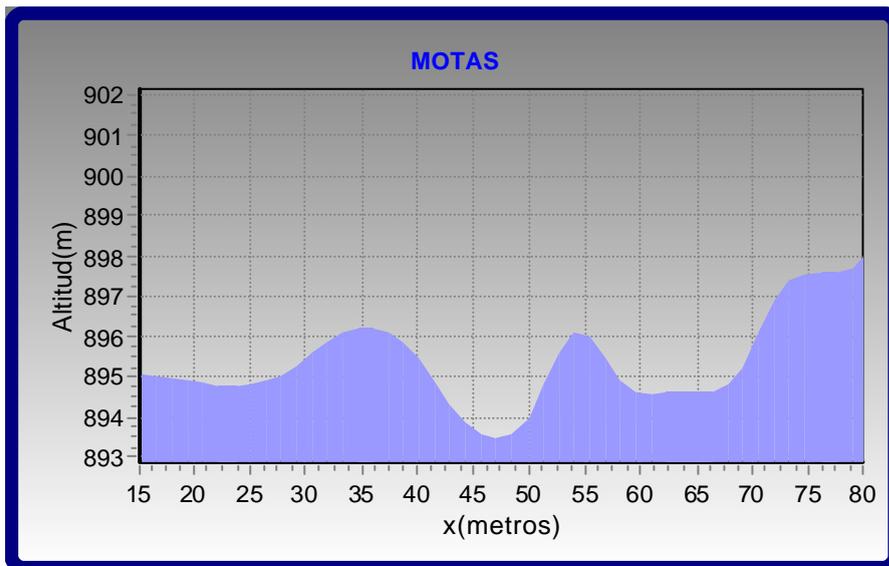


Figura 12: Sección transversal tipo en el sector ambiental 1.



**Figura 13:** Sección transversal tipo en el sector ambiental 5.

Por su parte, algunos tramos de río han visto modificada su sección transversal por el levantamiento de motas en sus márgenes, con el objeto de reducir las inundaciones laterales. Así, en el sector ambiental 3, aguas abajo de la “Fuente de la Teja”, estas motas han provocado la desconexión de las márgenes del río con su cauce, afectando a la humedad edáfica de las riberas y la vegetación ripícola existente en dichas márgenes. En la siguiente figura se muestra una sección tipo de este tramo.



**Figura 14:** Sección transversal tipo en el tramo correspondiente al Sector ambiental 3.

Finalmente, la sección tipo del encauzamiento, con dimensiones de 8 metros de ancho de solera y 2,6 metros de altura de muros, supone una rigidización que impide la inundación de los terrenos adyacentes, así como la implantación de una vegetación de ribera, que de hecho es inexistente en todo este tramo. Al igual que el tramo de motas citado anteriormente, en este caso también se produce una afección sobre los niveles freáticos y régimen de humedad edáfica de las márgenes.

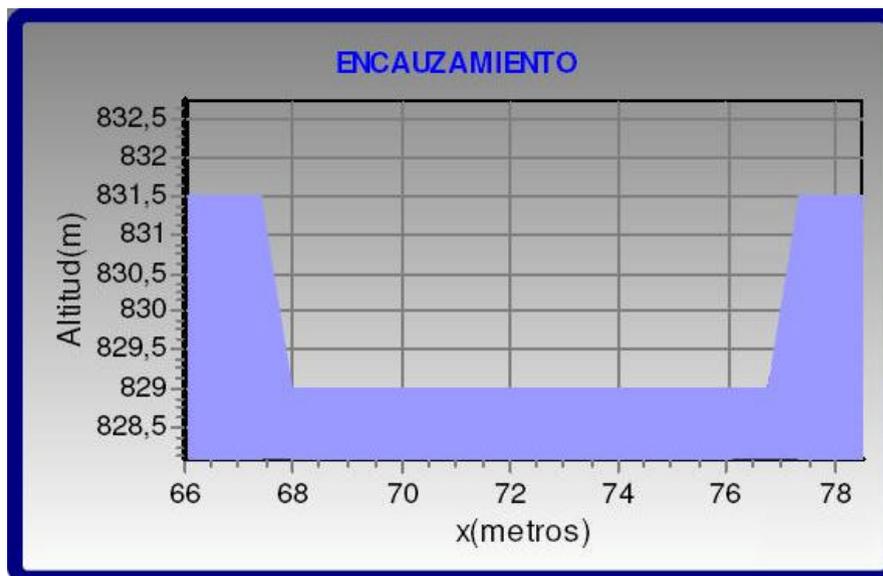


Figura 15: Sección transversal tipo en el tramo correspondiente al Sector ambiental 4.

#### 4.3.2. Diversidad de hábitat.

El conocido como Índice de Hábitat Fluvial, en adelante **IHF**, presenta como objetivo la valoración de la **diversificación de hábitats útiles para los organismos acuáticos**. Para llevar a cabo dicha valoración, analiza los siguientes parámetros distribuidos según siete grandes bloques:

- inclusión de rápidos-sedimentación de pozas,
- frecuencia de rápidos
- composición del sustrato
- regímenes de velocidad de la corriente en relación a la profundidad de la lámina de agua
- porcentaje de sombra sobre el cauce

Valoración del Estado Ambiental del río Chico

- elementos de heterogeneidad tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río
- cobertura vegetal acuática

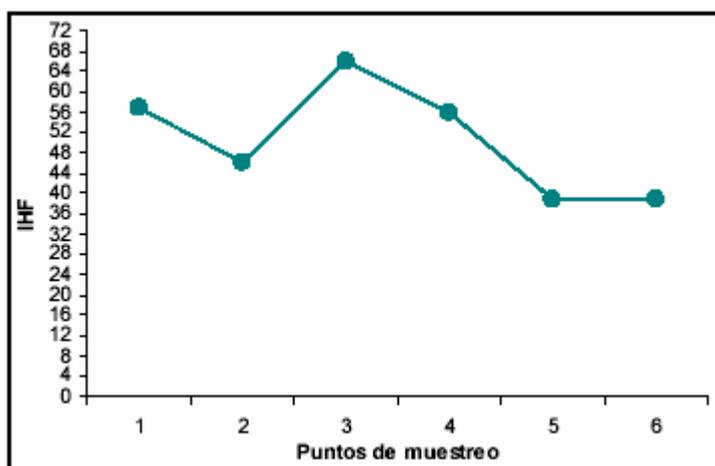
El equipo de científicos de la Universidad de Murcia ha procedido al cálculo de este índice, detallándose los resultados obtenidos a continuación.

- Resultados.

Para la interpretación de resultados cabe indicar que la puntuación final es el resultado de la suma de los siete bloques expuestos, siendo la máxima puntuación posible de 100. Con lo dicho, se muestra en la siguiente tabla los valores obtenidos en cada punto de muestreo:

	fecha	Inclusión	Frecuencia rápidos	Sustrato	Regimenes vel/prof	Sombra	Heterogeneidad	Vegetación acuática	Valor IHF
Punto 1	23/12/2008	10	10	17	6	3	6	5	57
Punto 2	23/12/2008	10	10	14	4	3	0	5	46
Punto 3	23/12/2008	10	10	17	4	5	10	10	66
Punto 4	23/12/2008	10	10	14	4	10	8	0	56
Punto 5	23/12/2008	0	4	12	4	3	6	10	39
Punto 6	23/12/2008	5	4	10	4	7	4	5	39

Representando el valor total del índice IHF en cada uno de los puntos de muestreo se obtiene la siguiente gráfica:



Tomando como valores de referencia y límites entre estados de calidad los contemplados en la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Segura, para el ecotipo 12 Ríos de montaña mediterránea calcárea, se obtienen los siguientes resultados:

	IHF	EQR	E-IHF
Punto 1	57	0.7	3
Punto 2	46	0.5	3
Punto 3	66	0.8	4
Punto 4	56	0.7	3
Punto 5	39	0.5	2
Punto 6	39	0.5	2

El valor más alto para el IHF se obtiene en el punto 3 donde el hábitat fluvial se conserva en mejor estado, mientras que los valores mas bajos se obtienen en los puntos 5 y 6 debido al encauzamiento, en el primer caso, y a la cantidad de sedimentos que limitan la potencialidad de hábitats diversos para el establecimiento de las comunidades biológicas.

#### 4.3.3. Infraestructuras existentes de canalización o alteración morfológica.

En base a la información aportada por la Comunidad de Regantes de Vélez Rubio , existen dos puntos de cruce subterráneos de la red de acequias con el cauce, así como un tramo de escasa longitud que discurre bajo el lecho del mismo .

Igualmente, se observan algunas estructuras tales como una acequia en altura en el primer sector ambiental o la construcción de un acueducto en el segundo sector ambiental, a la altura del conocido como Molino del Fosque , si bien ninguna de las mismas altera de manera importante la morfología del cauce.

Por su parte, y en referencia a otras estructuras existentes en el río Chico que provoquen alteraciones a nivel morfológico, se observan varias de diversa índole que se exponen a continuación.

En cuanto a **elementos transversales** presentes a lo largo del tramo de estudio, destaca principalmente la presencia de diques y badenes, quedando estas presiones localizadas fundamentalmente en los tres primeros sectores ambientales. En general, nos encontramos con diques de baja altura construidos a base de gaviones en el segundo sector ambiental, mientras que en el primer sector, nos encontramos con un dique de mayores dimensiones. La totalidad de los diques expuestos se encuentran actualmente colmatados.

Dentro de las **alteraciones morfológicas longitudinales**, destacan los revestimientos de taludes del cauce mediante escollera, la presencia de motas en las márgenes así como el encauzamiento del tramo de río Chico que discurre por la localidad de Vélez Rubio. Igualmente es destacable la presencia de algunos muretes de hormigón así como la presencia de caminos que afectan al cauce del río Chico.

- Los tramos de escollera se encuentran presentes en los tres primeros sectores ambientales, si bien los de mayor longitud se localizan en los dos primeros. En este sentido es importante señalar que algunos de los tramos de escollera, especialmente los localizados en el primer sector ambiental, ejercen una labor de protección de taludes frente a la erosión. Por su parte, y en referencia a tramos de escollera identificados aguas abajo de los diques de baja altura (albarradas) construidos en el segundo sector ambiental, estos actúan a modo de refuerzo de las citadas estructuras, quedando en términos generales bastante integrados con el entorno. Por el contrario, se observan otros tramos de escollera sin una clara funcionalidad. Con lo expuesto, y teniendo en cuenta que los mayores impactos asociados a las escolleras son el impedimento que suponen a los procesos de erosión lateral así como una cierta alteración de la humedad edáfica de terrenos adyacentes, se concluye que en el río Chico, las escolleras distribuidas según tramos de escasa longitud en su mayor parte, no suponen una importante alteración.
  
- En el tercer sector ambiental la presencia de motas han modificado sustancialmente la morfología de las secciones transversales, provocando problemas de desconexión de las márgenes con el cauce.
  
- El tramo encauzado, desde un punto de vista morfológico, provoca una importante alteración en las secciones transversales, de manera que desaparecen las orillas y la diversidad de hábitat asociados.
  
- En referencia a los muros de hormigón, en el segundo sector ambiental se localiza un muro de protección en la margen derecha, el cual alcanza una altura próxima a los 3m y una longitud de 90m aproximadamente.
  
- Por otro lado, la existencia de caminos que o bien cruzan el lecho del río o bien su trazado discurre parcialmente por el mismo, se observa como otra alteración morfológica. En el Sector ambiental 3 se han inventariado dos caminos cuyos trazados discurren por el mismo lecho del cauce, uno a la altura de la "Fuente de la Teja" y el "Molino de Diego de María" y otro localizado aguas abajo del tramo de las motas en el tercer sector ambiental.

#### **4.3.4. Síntomas de inestabilidad del cauce: procesos de incisión y su evolución.**

Los procesos de erosión en el lecho del río se han identificado en el tercer sector ambiental, aguas abajo del tramo de diques.

Con el paso del tiempo, la cota del lecho de Río Chico ha ido descendiendo, de manera que en la actualidad es factible hablar de problemas de incisión en el citado sector. No obstante,

el desnivel existente entre el lecho del cauce y las márgenes aún no ha alcanzado grandes dimensiones, de modo que se podría afirmar que el proceso de incisión identificado es incipiente.

Igualmente, se han observado procesos de acarcavamiento en los taludes de las márgenes del cauce en los dos primeros sectores ambientales. Estos problemas de erosión se deben fundamentalmente a la modificación de los usos del suelo a la baja cobertura vegetal existente en las márgenes y laderas y a la propia topografía del terreno. Estos problemas de erosión son más acusados en el primer tramo de río Chico, donde se detecta incluso el deslizamiento de parte de la ladera de la margen izquierda.

#### 4.3.5. Avenidas extraordinarias. Registro de inundaciones.

##### 4.3.5.1. Caudales asociados a avenidas extraordinarias.

Se analizan a continuación los caudales asociados a avenidas extraordinarias de nuestro tramo de estudio. Los resultados de caudal punta resultante de la simulación del modelo hidrometeorológico son los siguientes:

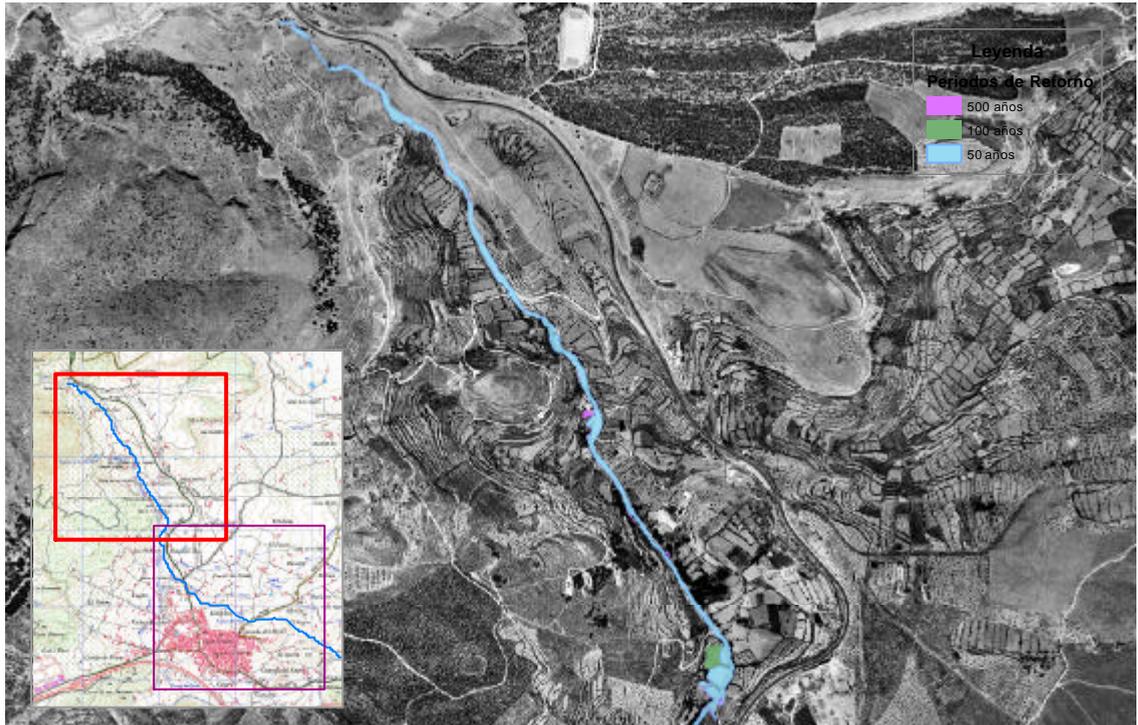
PERIODO DE RETORNO	T50	T100	T500
CAUDAL (M <sup>3</sup> /S)	61.9	75.8	111.5

**Tabla 5:** Caudales (m<sup>3</sup>/s) en la cuenca de estudio

Una vez conocidos los caudales correspondientes a los periodos de retorno considerados en los cálculos hidrológicos, se procede al análisis hidráulico del tramo de río Chico objeto de estudio. Esta simulación se ha realizado mediante el programa HEC-RAS que permite la simulación de los caudales de diseño a partir de la geometría del río previamente introducida.

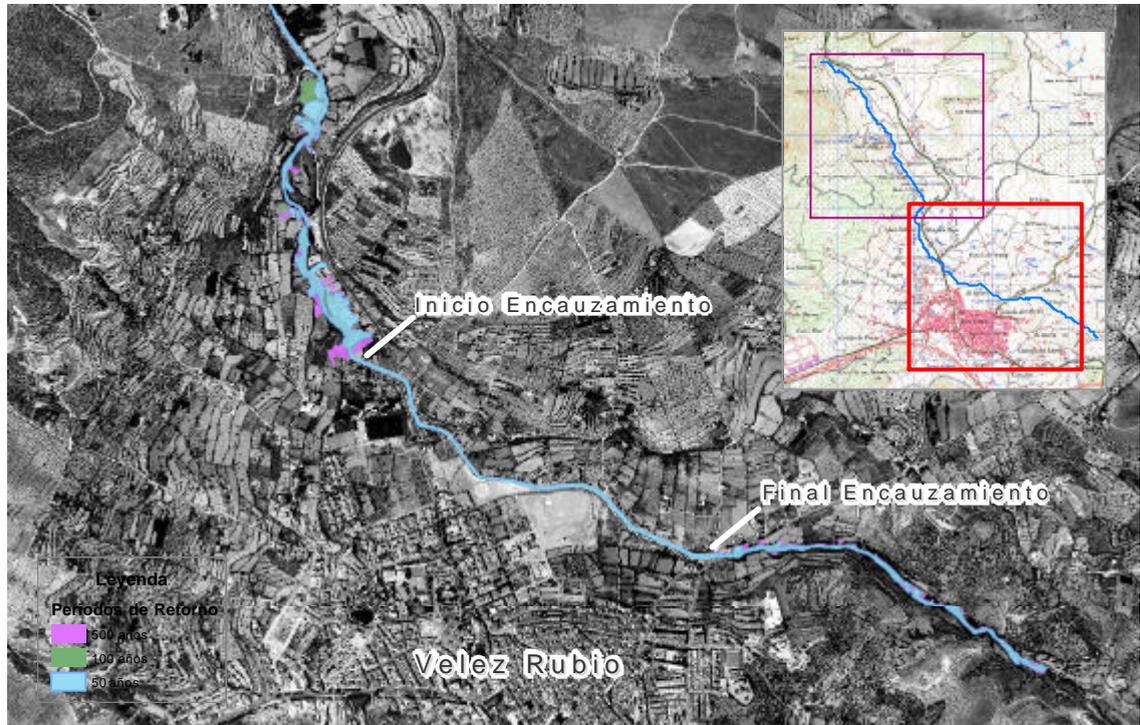
En las figuras que se muestran a continuación, se representa la lámina de inundación correspondiente a los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años para el tramo de

estudio, donde sólo se observan desbordamientos en caso de avenidas extraordinarias en las márgenes del sector ambiental 3<sup>3</sup>.



**Figura 16:** Planta de inundación del tramo inicial para caudales de avenidas de 50, 100 y 500 años de periodo de retorno.

<sup>3</sup> Estos resultados son provisionales a falta de una mayor calibración del modelo hidráulico, así como de una depuración de la cartografía empleada en ciertos tramos



**Figura 17:** Planta de inundación del tramo final para caudales de avenidas de 50, 100 y 500 años de periodo de retorno.

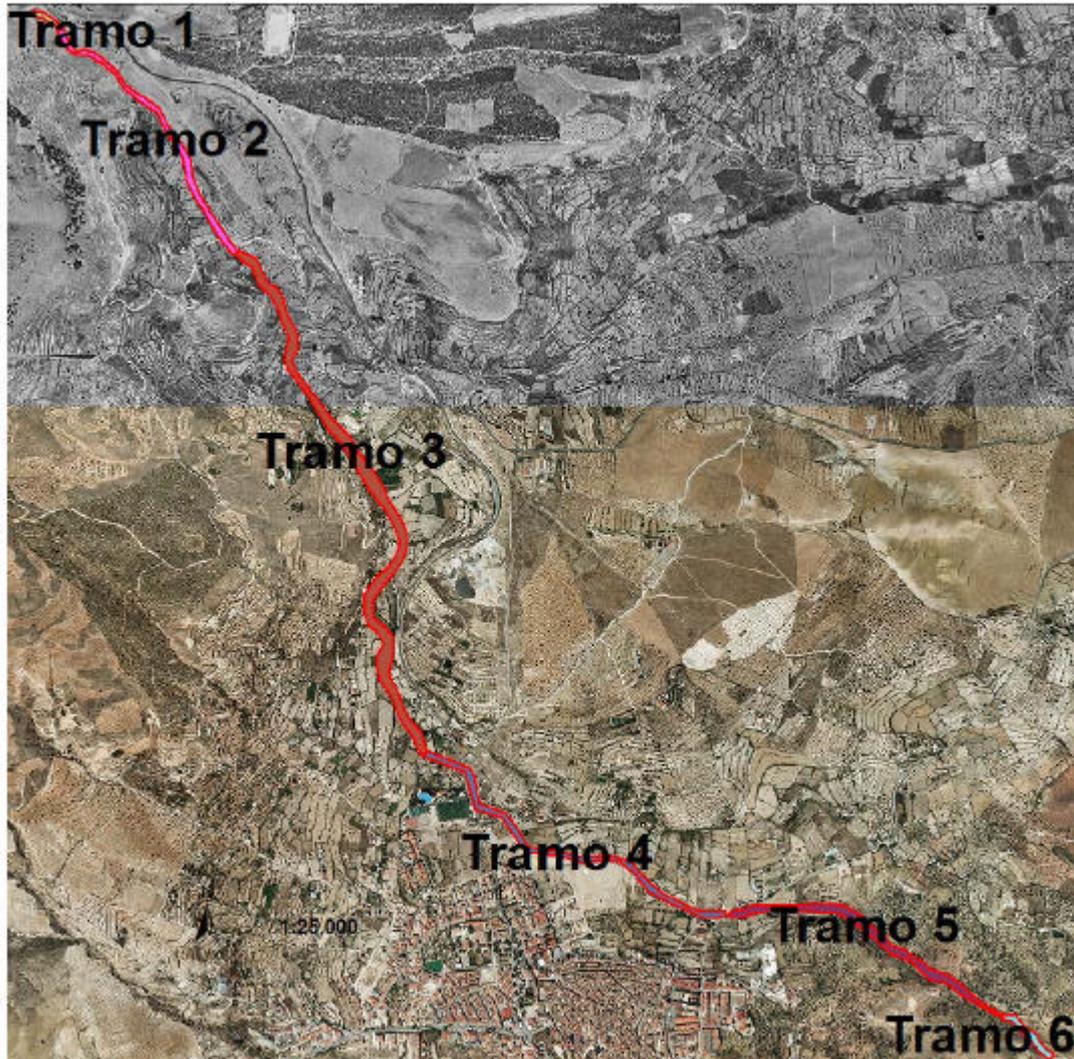
#### 4.3.5.2. Registro de inundaciones.

No se tiene constancia de episodios de inundación en el tramo de estudio, salvo la crecida producida en Octubre del 1973 donde el gran volumen precipitado originó una avenida extraordinaria que produjo el desbordamiento en algunos tramos del río. No en vano, y según información recabada de los propios ciudadanos de Vélez Rubio, fue precisamente esta riada la que motivó la construcción, años más tarde, del actual encauzamiento.

#### 4.4. Estado de las Riberas y Márgenes.

Para evaluar los datos que permiten evaluar el estado actual de las riberas y márgenes del río, el equipo científico de la Universidad de Murcia ha realizado el reconocimiento a pie de toda la ribera. En este reconocimiento de campo se ha seguido la misma sectorización ambiental propuesta en el apartado 4.1.1. "Sectorización ambiental del río Chico", si bien se

ha dividido el último sector en dos tramos en base a la peculiaridad detectada al final del quinto sector.



**Figura 18:** Sectorización ambiental del tramo del río Chico. Estudio de comunidades vegetales.

Las salidas de campo para la localización de especies y comunidades se han realizado durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Previamente a las salidas se realizó en gabinete un trabajo de fotointerpretación del estudio de las riberas, intentando discriminar los tipos de vegetación.

En el caso de la localización de especies o comunidades de especial interés estas se georeferenciaron mediante gps.

#### **4.4.1. Continuidad del corredor de vegetación riparia y dimensiones.**

La continuidad longitudinal de la vegetación de ribera a lo largo del tramo de estudio, así como sus dimensiones en anchura, son dos parámetros básicos para determinar el grado de conservación en el que se encuentra el corredor fluvial.

En términos generales se podría afirmar que en el río Chico el grado de conservación de la vegetación de ribera se encuentra deteriorado y fraccionado. Los motivos de dicho deterioro se deben a múltiples factores, destacando la ocupación del espacio fluvial por cultivos agrícolas en el tramo emplazado aguas arriba del encauzamiento así como la desaparición de dicho espacio fluvial en el tramo encauzado.

Analizando con más detalle cada uno de los sectores ambientales definidos, se observa una vegetación de ribera muy empobrecida y prácticamente inexistente en el primer sector ambiental definido. Frente a este sector, encontramos una vegetación de ribera con mayor continuidad, dimensiones e incluso con mayor diversidad en especies, en el segundo y en el quinto sector.

#### **4.4.2. Composición y estructura de la vegetación riparia.**

Otros aspectos que deben ser analizados para evaluar la calidad de la ribera son la composición y la estructura que presenta la misma, los cuales nos aportan una imagen de la diversidad en especies y la complejidad de la banda de vegetación respectivamente.

El equipo de investigadores de la Universidad de Murcia ha identificado en el río Chico un total de once hábitats incluidos en el Apéndice I de la "Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres" y catorce asociaciones vegetales. En lo que sigue, se llevará a cabo una revisión de las principales especies botánicas observadas en campo.

En el primer sector ambiental, la vegetación arbórea es escasa, debido a la pendiente del terreno, el tipo de suelo, el alto grado de erosión y la existencia de pastoreo. La vegetación en las laderas es predominantemente arbustiva y herbácea. Aparecen especies de bajo porte, como el tomillo (*Thymus sp*), romero (*Rosmarinus officinalis*), boja (*Artemisia sp*),

etc. Únicamente aparece un grupo de álamos blancos (*Populus alba*) en la margen izquierda, de forma muy localizada. En el cauce la vegetación es escasa, apareciendo de forma muy dispersa. En los puntos donde hay cierta humedad aparece el junco churrero (*Scirpus holoschoenus*). En las riberas aparecen especies procedentes de las laderas, y vegetación típicamente nitrófila, como la olivarda (*Dittrichia viscosa*) o los cardos, entre los que se puede citar el cardillo espinoso o tagarnina (*Scolymus hispanicus*). Algunos ejemplares de chopo lombardo (*Populus nigra* var. *italica*) aparecen de forma muy dispersa.

Aguas abajo, comienzan a aparecer arbustos como la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), los rosales (*Rosa sp*) y la retama (*Retama sphaerocarpa*). En la margen izquierda, muy cerca de una casa se localiza un pequeño rodal de almez (*Celtis australis*).

A la altura del molino del Fosque, donde comienza el segundo sector, se aprecia la continuidad del estrato arbóreo, con una mayor riqueza de especies. Entre las especies arbóreas aparece el álamo blanco (*Populus alba*), álamo cano (*Populus canescens*), chopo del Canadá (*Populus x canadensis*) y algunos ejemplares de sauce llorón (*Salix babylonica*). Como arbustos que aparecen puede citarse la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), rosales (*Rosa sp*), clemátide (*Clematis vitalba*), y sauces como la sarga o (*Salix atrocinerea*). Entre las especies herbáceas se encuentran la menta (*Mentha sp*), retama loca o guardalobo (*Osyris alba*), junco churrero (*Scirpus holoschoenus*), caña (*Arundo donax*), y la hiedra (*Hedera helix*) sobre ejemplares de *Populus sp* y en algunos muretes.

A partir del Molino del Fosque, y comenzando por tanto el tercer sector, el agua circula con escaso caudal pero de forma permanente, lo que permite que aumente la diversidad y cobertura de especies en el cauce y riberas. Aparece una banda arbolada más o menos continua, donde aparecen diversos chopos (*Populus x canadensis*, *Populus aff. tremula*), apareciendo también el chopo lombardo (*Populus nigra* var. *italica*) y pequeños grupos de álamo blanco (*Populus alba*). La vegetación arbustiva es más densa, predominando la zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

En el tramo encauzado, el cual se corresponde con el cuarto sector, la vegetación arbórea está ausente, apareciendo únicamente especies herbáceas en el lecho.

Aguas abajo del tramo encauzado, y en referencia al quinto sector, continúa la alineación de chopos (*Populus x canadensis* y *Populus nigra* var. *nigra*), desarrollándose un estrato arbustivo muy denso, formado fundamentalmente por zarzamora (*Rubus ulmifolius*), apareciendo también rodales de caña (*Arundo donax*), junco churrero (*Scirpus holoschoenus*) y lianas como la clemátide (*Clematis vitalba*). El carrizo (*Phragmites australis*) aparece en forma discontinua, pero ocupando la totalidad del cauce cuando está presente.

Los últimos 150 metros del tramo de estudio, correspondientes al sexto sector ambiental, no presentan vegetación arbórea. Se trata de un tramo muy alterado, debido a la existencia de una pista de tierra y una obra de paso que han alterado significativamente el cauce y la vegetación natural. En este último tramo predomina la zarzamora (*Rubus ulmifolius*) como especie arbustiva, apareciendo también ejemplares de taray (*Tamarix africana*) en forma de un pequeño rodal parcialmente aterrado. Entre las especies herbáceas más significativas se puede citar al junco churrero (*Scirpus holoschoenus*), apareciendo también la caña (*Arundo donax*), en forma de rodales de pequeña extensión.

#### **4.4.3. Conectividad lateral y frecuencia de inundación.**

En lo que respecta a la conectividad lateral, tal y como se ha comentado anteriormente, en el sector ambiental 3 las motas laterales dan lugar a una desconexión entre las márgenes y el lecho, disminuyendo la humedad edáfica de la ribera y provocando la falta de conexión de la vegetación de las márgenes con el cauce.

En el tramo encauzado, diseñado para evacuar sin problemas de desbordamiento el caudal asociado a una avenida de periodo de retorno de 500 años, ni siquiera procede hablar de conectividad lateral o frecuencia de inundación, por no existir espacio fluvial asociado al curso de agua.

En base a lo expuesto, únicamente los sectores ambientales 2 y 5 presentarían una mayor conectividad entre el cauce y la ribera, siendo las inundaciones de los terrenos adyacentes al cauce bastante más frecuentes.

#### **4.4.4. Permeabilidad de los suelos riparios.**

Como presiones que puedan alterar la permeabilidad de los suelos riparios, en base a la compactación y pérdida de la capacidad de infiltración del agua, se ha identificado un camino en el quinto sector ambiental que discurre por la margen derecha del río Chico, así como la presencia generalizada de ganado que conlleva, con el paso del tiempo, a un cierto grado de compactación del terreno.

#### **4.4.5. Usos y ocupaciones de las riberas. Actividades recreativas.**

El análisis de los usos y ocupaciones de las riberas resulta fundamental para evaluar el grado de conservación en el que se encuentra la misma. Esta relación directa se debe a que

tales ocupaciones, no sólo desplazan a la vegetación propia de ribera sino que además, suele conllevar una desconexión lateral importante debido a la construcción de motas y otras estructuras laterales para la defensa de los cultivos frente a inundaciones.

En los tres primeros sectores ambientales definidos en el río Chico, destaca claramente la ocupación del espacio de ribera por cultivos agrícolas.

Por su parte, en el segundo y tercer sector ambiental se identifican de manera puntual la construcción de casas y naves para uso agrícola y ganadero.

En el cuarto sector, correspondiente al tramo encauzado, los terrenos potencialmente pertenecientes a la ribera y llanura de inundación, se encuentran urbanizados por completo en la margen derecha mientras que en la margen izquierda, aún persisten parcelas cultivadas y edificaciones más aisladas.

En el quinto y último sector, se observa la presencia de terrazas bajas y banales destinados a la agricultura, aunque la presión que ejercen sobre el cauce es menor que en los tres primeros sectores, de manera que el citado cauce no queda tan confinado.

Finalmente, no se han observado áreas recreativas en el espacio fluvial.

#### 4.4.6. Aplicación del índice Calidad del Bosque de Ribera.

Todos los aspectos contemplados en los apartados anteriores, son analizados a través del denominado Índice de Calidad del Bosque de Ribera, en adelante, QBR. Dicho índice se estructura en los siguientes cuatro bloques:

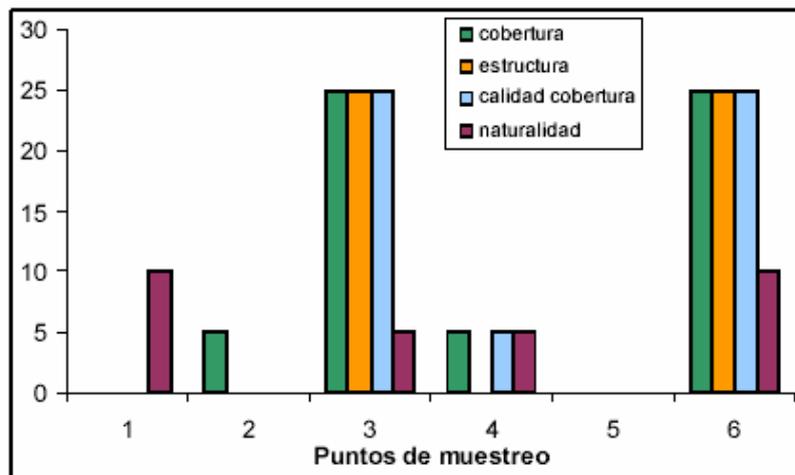
- El primer bloque se refiere al **grado de cobertura riparia**. Evalúa el grado de fracción de cabida cubierta, sin tener en cuenta la diferenciación por estratos, aspecto que se analiza de manera independiente en un segundo bloque. En la definición de la fracción de cabida cubierta, no se incluye el recubrimiento derivado de la presencia de plantas de crecimiento anual. Finalmente, y para obtener la valoración final de este bloque, es imprescindible evaluar la conectividad existente entre la franja de ribera y el ecosistema forestal adyacente.
- A través del análisis de la **estructura de la vegetación de ribera**, se pretende evaluar la complejidad vertical del ecosistema fluvial, que puede ser causa de una mayor diversidad animal y vegetal en el mismo. La puntuación se realiza según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la

## Valoración del Estado Ambiental del río Chico

totalidad de la zona a estudiar. Elementos como la linealidad en los pies de los árboles y la falta de una continuidad longitudinal, se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.

- En lo que respecta a la **calidad de la cubierta**, ésta será tanto mayor cuanto mayor sea el número de especies arbóreas y arbustivas autóctonas presentes en la zona de actuación. Además, dicha calidad se verá incrementada en aquellos casos en lo que la banda de vegetación presente continuidad longitudinal e igualmente se valorará positivamente la distribución transversal de la vegetación, entendiéndose como tal la distribución de especies según bandas paralelas al cauce, todo ello en base al gradiente en humedad y a los cambios en la granulometría del sustrato conforme nos alejamos del cauce. Por el contrario, la presencia de especies alóctonas, estructuras construidas por el hombre e incluso la presencia de residuos serán causa de degradación y mermarán la calidad de la cubierta.
- Finalmente, y para completar el estudio de la calidad de la ribera, se lleva a cabo el análisis de la **naturalidad del canal fluvial**. Los aspectos que se analizan son la modificación de las terrazas adyacentes al río, lo cual supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Igualmente se identifican posibles estructuras sólidas, como paredes, muros, etc.,

El equipo científico de la Universidad de Murcia ha calculado este índice en el río Chico, obteniendo los siguientes resultados en cada uno de los puntos de muestreo considerados:



Valoración del Estado Ambiental del río Chico

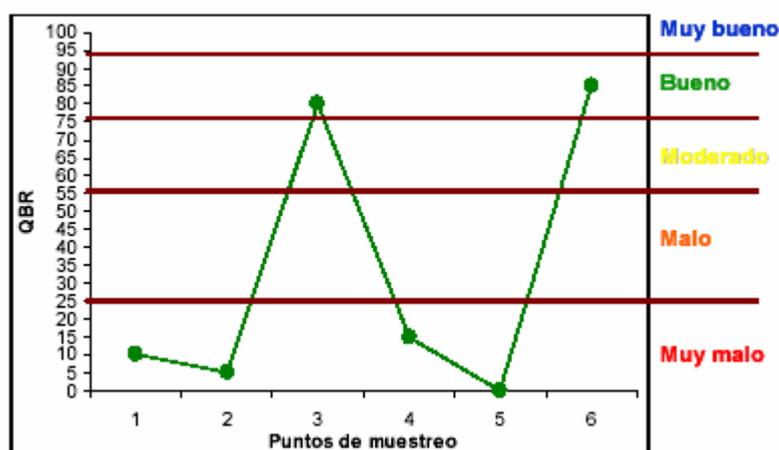
En primer lugar, destaca el valor nulo para la totalidad de los aspectos analizados a través del índice QBR en el punto 5. El motivo no es otro que la total ausencia de bosque de ribera en el tramo encauzado identificado como el Sector ambiental 4.

En una circunstancia similar se encuentran los dos primeros puntos de muestreo, representativos del Sector ambiental 1, donde la vegetación es prácticamente inexistente. En base a lo expuesto, la cobertura es bastante deficitaria, no teniendo cabida hablar de una estructura vertical de la vegetación.

Los puntos 3 y 6, correspondientes a los Sectores Ambientales 2 y 5 respectivamente, mantienen un nivel aceptable en lo referente a la cobertura, estructura y composición del bosque ribereño. No obstante, en ambos casos el valor de naturalidad del sistema es muy bajo debido a las distintas infraestructuras del cauce (azudes, rectificaciones, escolleras, etc). De hecho, y analizando los valores obtenidos para cada bloque, son estas infraestructuras las que condicionan claramente el nivel de calidad global de estos Sectores Ambientales e impiden que se pueda alcanzar un nivel de calidad "Muy Bueno".

Finalmente, y en referencia al punto 4 incluido en el Sector ambiental 3, los resultados obtenidos arrojan un valor muy bajo para el índice QBR, debido tanto a la importante alteración de las márgenes del cauce así como a la presencia del camino cuyo trazado discurre por el propio lecho del río.

Una vez analizados los cuatro bloques en los que se basa el índice QBR en cada punto de muestreo, se muestra el valor final asociado a cada uno de los mismos, indicándose además el nivel de calidad que corresponda:



Se observa como ninguno de los puntos de muestreo alcanza el valor de "Muy Bueno". De hecho el valor mas elevado para el QBR se obtiene en el punto 6 (85) y el siguiente en el

punto 3 (80), ambos dentro del rango de calidad de "Bueno". El resto de puntos se encuentran incluidos en el nivel más bajo de calidad identificado como "Malo".

#### 4.4.7. Vegetación Potencial de la ribera.

Para determinar la vegetación potencial de la franja de ribera, imprescindible para poder comparar el estado actual con el que correspondería en ausencia de alteraciones de carácter antrópico, se ha consultado el manual "*Restauración de Riberas. Manual para la restauración de riberas en la cuenca del río Segura*", elaborado por la Confederación Hidrográfica del Segura (Ministerio de Medio Ambiente) en el año 2.008.

De los 3 sectores en que los autores dividen la cuenca del Segura, la cuenca del río Chico se corresponde con el Sector 2, en su mitad superior.

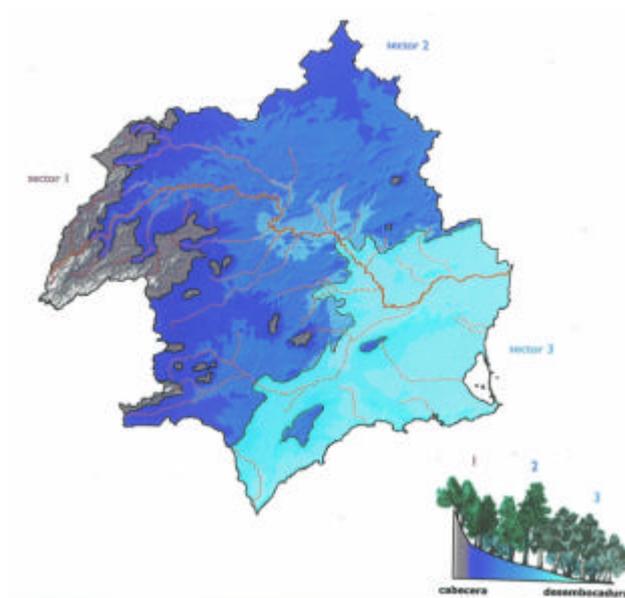


Figura 19: Sectorización de la cuenca del Segura

A continuación se detallan las características de este sector, y las series riparias de vegetación correspondientes.

El Sector 2 abarca aquellas áreas comprendidas entre los 1000 y 300 m de altitud. Presenta una mezcla de taxones de los sectores 1 y 2 (flora europea y magrebí), siendo el número de taxones exclusivos menor. La formación de bosque de ribera característica es la chopera-

alameda dominada por *Populus nigra* en su mitad superior y por *P. alba* en la mitad inferior del sector.

En el caso del sector 2, la geoserie riparia principal detectada (Ríos, 1994) es la

**Geoserie riparia mesomediterránea subhúmeda-seca mediterráneo-iberolevantina del álamo blanco (*Geosinrubio tinctorum-Populeto albae*).**

- La primera banda de vegetación corresponde a la serie riparia de la saucedada arbustiva de sarga roja (*Sinsaliceto neotrichae*).

Se trata de una saucedada dominada por sauces arbustivos, que constituyen la vegetación potencial en la primera banda de las riberas del sector medio del Segura. La especie dominante de la saucedada es *Salix purpurea subsp. lambertiana*, quedando relegado *Salix eleagnos subsp. angustifolia* a enclaves en los que se acumulan depósitos de grava.

Las especies características de esta banda aparecen en la siguiente tabla:

DOMINANTE	ABUNDANTE	ACOMPÑANTE
<i>Salix purpurea lambertiana</i>	<i>Salix eleagnos angustifolia</i> <i>Salix neotricha</i> <i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Salix x pseudoeleagnos</i> <i>Saccharum ravennae</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix atrocinerea</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Tamarix canariensis</i> <i>Populus nigra</i> <i>Populus x canadensis</i>

**Tabla 6:** Etapas de regresión y bioindicadores de la serie de vegetación potencial de la ribera (I)

- La segunda banda de vegetación corresponde a la serie riparia de la chopera (*Sinrubio-Populeto albae populeto*).

Corresponde a los bosques de ribera de mayor desarrollo en altura., dominados por chopos (*Populus nigra*) y en menor medida por álamos (*Populus alba*), olmos (*Ulmus minor*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces y tarays (*Tamarix gallica*). También pueden aparecer especies introducidas como el chopo lombardo (*Populus nigra var. italica*) y el híbrido *Populus x canadensis*. Puede presentar un gran desarrollo de lianas y sotobosque arbustivo, aunque en su estado más maduro, aparece como un bosque hueco, puesto que la sombra del interior impide el desarrollo de las plantas herbáceas y arbustivas más heliófilas.

En la siguiente tabla se muestran las especies más características de esta banda:

DOMINANTE	ABUNDANTE	ACOMPAÑANTE
<i>Populus nigra</i> <i>Tamarix gallica</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Populus italica</i> <i>Coriaria myrtifolia</i> <i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Celtis australis</i> <i>Populus alba</i> <i>Populus x canadensis</i> <i>Salix angustifolia</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Lonicera hispanica</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Juglans regia</i>

**Tabla 7:** Etapas de regresión y bioindicadores de la serie de vegetación potencial de la ribera (II)

#### 4.5. Valoración del estado hidromorfológico.

En el análisis de la “*Diversidad de hábitat*” así como en la valoración del “*Estado de las Riberas y Márgenes*”, se han expuesto los índices relativos al Índice del Hábitat Fluvial (IHF) e Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) respectivamente.

A través de ambos índices, y siguiendo la metodología propuesta por el **Grupo de Trabajo 2A de la Comisión Europea en el documento guía nº 13 Sobre la Clasificación del Estado Ecológico y el Potencial Ecológico** (European Comisión, 2.003), se puede determinar el estado hidromorfológico final del río Chico (E-HM).

Dicho estado hidromorfológico se obtiene del valor medio del Estado identificado para cada uno de los índices expuestos, clasificándose según los siguientes niveles: Muy Bueno (MB), Bueno (B) y menor de Bueno (<B).

Aplicando este criterio de clasificación se obtienen los siguientes estados para los seis puntos de muestreo analizados:

	E-IHF	E-QBR	E-HM
Punto 1	Moderado	Malo	<Bueno
Punto 2	Moderado	Malo	<Bueno
Punto 3	Bueno	Bueno	Bueno
Punto 4	Moderado	Malo	<Bueno
Punto 5	Deficiente	Malo	<Bueno
Punto 6	Deficiente	Bueno	<Bueno

Analizando la valoración de los dos índices aplicados para la valoración de la calidad hidromorfológica, se observa lo siguiente:

El índice IHF utilizado para la valoración de la diversificación de hábitats útiles para los organismos acuáticos, se clasifica como deficiente en los sectores ambientales 4 y 5, como moderado en los sectores 1 y 3, así como bueno en el sector 2.

Por su parte, y analizando los resultados obtenidos para el índice QBR, con el cual se pretende evaluar la calidad de las riberas, se desprende que únicamente los sectores ambientales 2 y 5 alcanzarían una buena calidad, mientras que los restantes quedarían clasificados como de calidad mala.

Combinando ambos índices, únicamente presenta una buena calidad hidromorfológica el Sector ambiental 2. En base a lo expuesto, la calidad hidromorfológica de río Chico se alzaría como un importante condicionante para alcanzar una buena calidad ecológica.

#### **4.6. Comunidades biológicas.**

Las condiciones hidrológicas, geomorfológicas, la calidad del agua desde un punto de vista físico-químico así como las características del propio corredor ribereño, determinan la presencia y riqueza de comunidades acuáticas en cada río. Así, cuanto mayor sea la calidad y la diversidad de cada uno de las variables expuestas, mayor será la calidad y la diversidad de tales comunidades acuáticas.

Con lo expuesto, se pasa a describir en lo que sigue, los resultados arrojados al respecto por los análisis realizados por el equipo de investigadores de la Universidad de Murcia.

##### **4.6.1.1. Índices aplicados.**

Para la valoración de la calidad de las comunidades biológicas, se han utilizado el **IM** (Índice de Macrófitos) y el **IBMWP** (Iberian Biological Monitoring Working Party), así como el **IASPT**, derivado del anterior (IBMWP / nº de familias de macroinvertebrados), dos métricas **EPT** (nº de familias de Ephemeropteros, Plecopteros y Tricópteros) y **OCH** (nº de familias de Odonatos, Coleópteros y Heterópteros), así como índice multimétrico ICM-11a (modificación del ICM-11) propuesto por el Grupo Mediterranean Geographical Inter-calibration; European Commission, 2007).

El IM contabiliza el número de especies o grupos de macrófitos y su abundancia en el punto de muestreo. Los rangos de calidad según el índice IM son:

Valoración del Estado Ambiental del río Chico

Clases de Calidad	Nivel de calidad	Valor del IM
I	Muy buena	>30
II	Buena	21-30
III	Aceptable	13-20
IV	Mala	5-12
V	Muy mala	<5

El IBMWP contabiliza el número de familias de macroinvertebrados recogidos en el punto de muestreo, siendo imprescindible muestrear la totalidad de hábitats presentes en el tramo. Los rangos de calidad según el índice IBMWP son:

Clase de calidad	CALIDAD	IBMWP
Muy Bueno	Buena. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	≥ 101
Bueno	Aceptable. Son evidentes algunos efectos de contaminación.	61-100
Moderado	Dudosa. Aguas contaminadas.	36-60
Deficiente	Crítica. Aguas muy contaminadas.	16-35
Malo	Muy crítica. Aguas fuertemente contaminadas	<15

Las dos métricas anteriormente expuestas, a saber, la EPT y la OCH, hacen referencia al grupo de macroinvertebrados dominantes según las características ambientales en el punto de muestreo.

Finalmente, se incluye el cálculo del índice multimétrico ICM-11a, por ser muy apto para su aplicación a ríos mediterráneos. Este índice utiliza la combinación de varias métricas según la ponderación que se muestra en la tabla que sigue:

Índice	Combinación de métricas	Peso de la métrica	Definición
ICM-11a	NFAM	0.15	Nº familias macroinvertebrados
	EPT	0.25	Nº de familias de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros
	IASPT	0.35	IBMWP / Nº de familias
	% Sel EPTCD	0.25	Porcentaje de familias de Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Chloroperlidae, Nemouridae, Leuctridae, Philopotamidae, Limnephilidae, Psychomyiidae, Sericostomidae, Elmidae, Dryopidae y Athericidae

#### 4.6.1.2. Resultados

Como se ha establecido, para el cálculo del estado biológico deberían utilizarse las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, de macrófitos y la fauna piscícola.

## Valoración del Estado Ambiental del río Chico

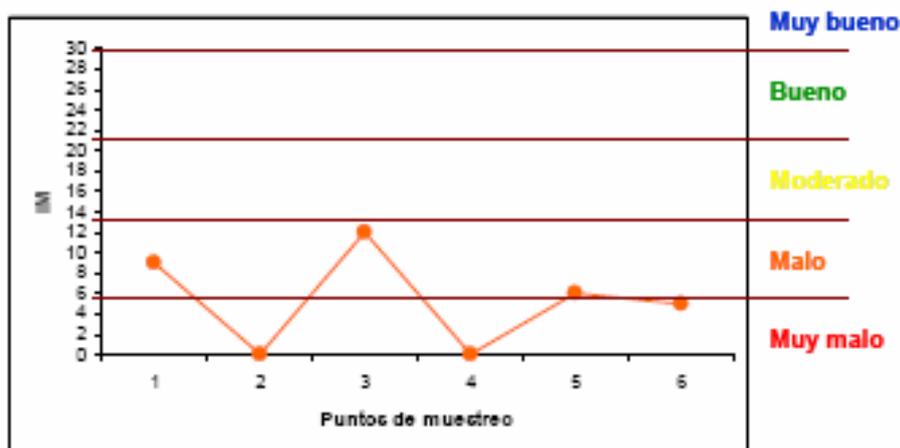
Teniendo en cuenta que no se dispone del valor de referencia para el IM y que no existe fauna piscícola en el río Chico, el equipo científico de la Universidad de Murcia ha basado la determinación del estado biológico únicamente en la fauna de macroinvertebrados.

En base a lo expuesto, se mostrará en lo que sigue los resultados obtenidos para cada uno de los índices basados en dichas comunidades de macroinvertebrados acuáticos así como para el índice de macrófitos.

Finalmente, y en lo que respecta a los valores de referencia y a los límites de clase establecidos para la fauna de macroinvertebrados, se ha utilizado la clasificación de ríos mediterráneos propuesta por Sánchez-Montoya et al. (2007), correspondiente a "Ríos temporales o intermitentes".

### - Aplicación del índice IM.

En general, el Río Chico se caracteriza por la escasa diversidad de macrófitos acuáticos. Así, los valores obtenidos del IM son muy bajos en todos los tramos analizados, e incluso en algunos puntos destaca la ausencia total de esta comunidad acuática.



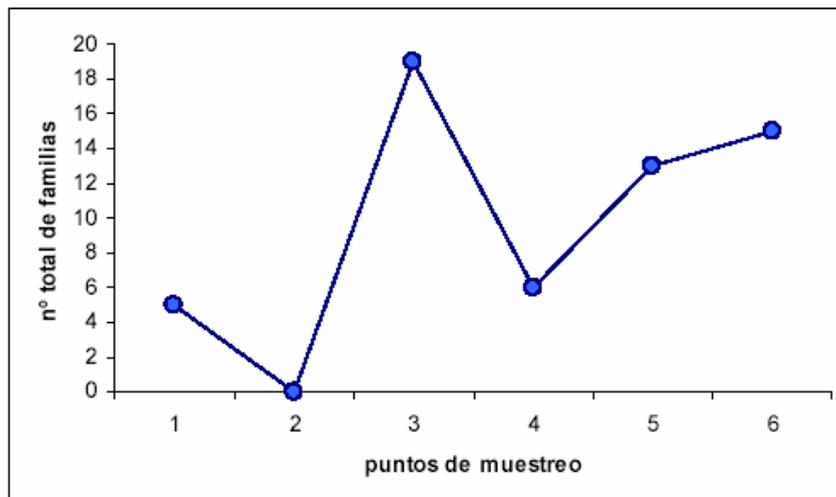
### - Aplicación de los índices IBMWP, IASPT, EPT.

Tras el cálculo del índice IBMWP, se arrojan los siguientes resultados para cada punto de muestreo:

Valoración del Estado Ambiental del río Chico



Centrándonos en el número de familias inventariadas en cada punto de muestreo nos encontramos con la siguiente situación:



En base a los resultados obtenidos tras la aplicación del índice IBMWP, se concluye que el Sector ambiental 2, identificado por el punto de muestreo 3, es el que presenta un mayor número de familias de macroinvertebrados. No en vano, se encuentra muy próximo al nivel "Muy Bueno".

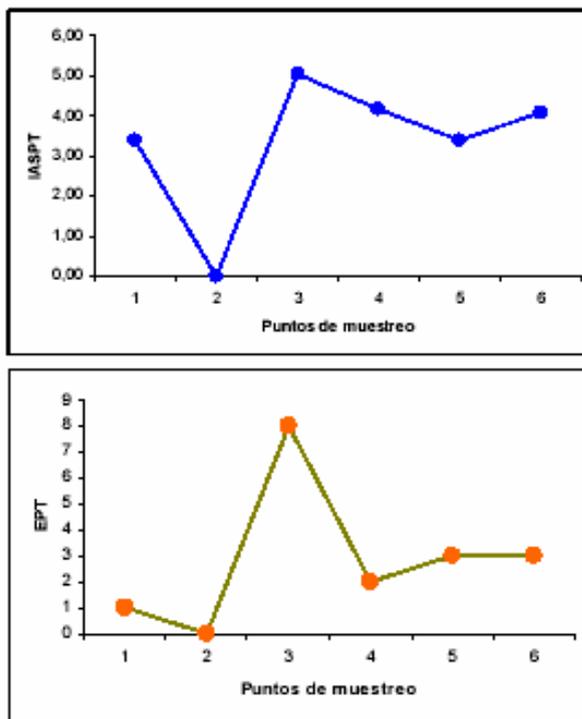
En el extremo opuesto se encuentra el punto de muestreo 2, en el cual no se ha llegado a identificar ninguna familia de macroinvertebrados. En una circunstancia similar, aunque menos drástica, se encuentran los puntos de muestreo 1 y 4, en los cuales se han

Valoración del Estado Ambiental del río Chico

inventariado entre 5 y 6 familias respectivamente. En base a lo expuesto, los Sectores Ambientales 1 y 3 presentarían para este índice un nivel de calidad "Malo" o "Muy Malo".

Finalmente, los puntos de muestreo 5 y 6, incluidos en los Sectores Ambientales 4 y 5, quedarían en un término intermedio de calidad, esto es, en el nivel de "Moderado". No obstante, el punto de muestreo 6 con un total de 15 familias aproximadamente, se sitúa muy próximo al nivel de calidad "Bueno".

Los valores obtenidos para los otros dos índices calculados se muestran en las gráficas que siguen:



Analizando los valores arrojados por el índice IASPT, destaca fundamentalmente el mayor valor asociado al punto de muestreo 4, que alcanzaría un valor muy similar al calculado en el punto de muestreo 6.

- **Aplicación del Índice multimétrico ICM-11a**

Valoración del Estado Ambiental del río Chico



Los resultados obtenidos en cada punto de muestreo, y para cada uno de los índices calculados, el siguiente:

	NFAM		IBMWP		IASPT		EPT		ICM-11a	
	EQR	EB	EQR	EB	EQR	EB	EQR	EB	EQR	EB
Punto 1	0,23	1	0,16	2	0,68	3	0,13	2	0,19	1
Punto 2	0,00	1	0,00	1	0,00	1	0,00	1	0,00	1
Punto 3	0,86	4	0,91	5	1,01	5	1,00	5	0,80	5
Punto 4	0,27	2	0,24	2	0,83	4	0,25	3	0,61	4
Punto 5	0,59	3	0,42	3	0,68	3	0,38	3	0,50	4
Punto 6	0,68	4	0,58	4	0,81	4	0,38	3	0,67	4

La media aritmética resultante en cada punto de muestreo quedaría de la manera que sigue:

	Clasificación del estado (EB)
Punto 1	Estado deficiente
Punto 2	Mal estado
Punto 3	Muy buen estado
Punto 4	Estado moderado
Punto 5	Estado moderado
Punto 6	Buen estado

En base a los resultados obtenidos, se observa cómo el Sector ambiental que presenta una peor calidad en lo que a comunidades biológicas se refiere es claramente el primero definido, en el cual, y en los dos puntos de muestreo analizados, la calidad biológica es muy pobre. En este sentido destaca la total ausencia de familia de macroinvertebrados en el punto 2. En un término intermedio se encontrarían el tercer y cuarto sector,

correspondiéndose éste último con el tramo encauzado. Por último, y alcanzando una “Muy Buena” calidad y “Buena” calidad, tendríamos los sectores ambientales 2 y 5 respectivamente.

#### 4.7. Valoración del Estado Ecológico

Siguiendo la misma metodología propuesta por el **Grupo de Trabajo 2A de la Comisión Europea en el documento guía nº 13 Sobre la Clasificación del Estado Ecológico y el Potencial Ecológico** (European Comisión, 2.003), podremos determinar el estado ecológico final del río Chico (EE), integrando en esta valoración final todas las condiciones evaluadas, a saber, condiciones hidromorfológicas (E-HM), calidad físico-química del agua (EFQ) y estado ecológico en función de las comunidades biológicas ligadas al medio acuático (EB).

Se muestra a continuación un cuadro resumen con las calidades anteriormente analizadas para cada punto de muestreo:

	EB	EFQ	E-HM	EE
Punto 1	Deficiente	Muy bueno	<Bueno	Deficiente
Punto 2	Malo	Bueno	<Bueno	Malo
Punto 3	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
Punto 4	Moderado	Muy bueno	<Bueno	Moderado
Punto 5	Moderado	Bueno	<Bueno	Moderado
Punto 6	Bueno	Muy bueno	<Bueno	Moderado

En la metodología seguida, cuando los indicadores biológicos ofrecen un estado por debajo de bueno, la clasificación del Estado Ecológico final viene dada por la calidad de estos mismos indicadores biológicos. Sin embargo, y cuando el Estado Ecológico se estima (mediante indicadores biológicos) como bueno o muy bueno, las condiciones físico-químicas e hidromorfológicas son las que determinan en última instancia si la clasificación del Estado Ecológico baja a los niveles inferiores de bueno o moderado.

Bajo este criterio se pueden explicar perfectamente los valores de Estado Ecológico obtenidos en cada punto de muestreo.

Así, el EE del Sector Ambiental 1 queda catalogado como de calidad mala y deficiente (según punto de muestreo analizado), viéndose condicionada dicha valoración por los niveles de calidad obtenidos para las comunidades biológicas.

El Sector Ambiental 2, presenta calidades muy buenas en lo que respecta a sus indicadores biológicos y parámetros físico-químicos. No obstante, el EE se asocia finalmente a un nivel de calidad bueno, debido a la menor calidad hidromorfológica, si bien esta quedaba clasificada como “Buena”

Por su parte, los sectores 3 y 4 parten de una calidad moderada en lo que a sus indicadores biológicos se refiere. Al presentar una calidad muy buena y buena para los parámetros físico-químicos respectivamente, el nivel final para el EE no se ve disminuido a categorías más bajas.

En el último sector, la buena calidad de las comunidades biológicas así como de los parámetros físico-químicos, que llega a alcanzar el nivel de "Muy buen calidad", se ve mermado por la baja calidad hidromorfológica, motivo por el cual el EE queda finalmente valorado en calidad "moderada".

## **5. Condiciones de la cuenca vertiente**

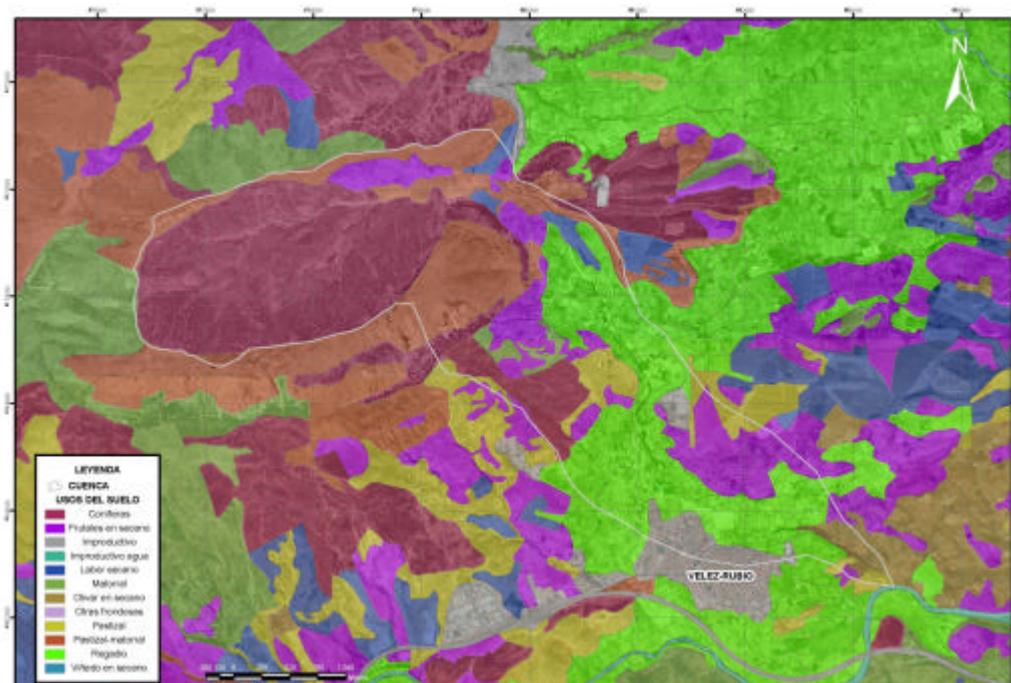
### **5.1. Usos del Suelo y actividades económicas**

#### **5.1.1. Usos del suelo**

Para la identificación de los usos del suelo, a escala de la cuenca vertiente, se ha utilizado el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 edición actualizada (1999-2008). Esta cartografía fue editada por el anterior Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En base a la información aportada por el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, se observa como la cuenca podría dividirse en dos sectores; Mientras que en las zonas montañosas localizadas en la Sierra de María predominan las masas forestales dominadas por coníferas, conforme descendemos hacia el valle vamos viendo un progresivo cambio hacia ecosistemas en el que el estrato arbóreo va desapareciendo para dar lugar a zonas de matorral y pastizal. Igualmente, y conforme la topografía del terreno va siendo menos acusada, se observa la presencia de frutales en secano y regadíos, apareciendo en su tramo final olivares en secano.

De los diferentes usos del suelo identificados en la cuenca vertiente de río Chico, el que repercute en mayor medida en el régimen hidrológico del río Chico es el correspondiente a los cultivos en regadío por la demanda de agua que éste conlleva, tal y como se ha descrito en el apartado 4.2.1.3. "Régimen alterado"



**Figura 20:** Usos del suelo de la cuenca del río Chico.

### 5.1.2. Cambios en los usos del suelo: evolución desde el año 1.956 hasta la actualidad.

Tras la comparativa realizada entre las ortofotos actuales y las correspondientes al vuelo americano del 56 se observan lo siguiente :

- Desde el año 1.956, ha tenido lugar una intensificación de terrenos destinados a cultivos en regadío, observándose un mayor número de balsas de regulación. No obstante, y en lo que respecta a la presencia de parcelas cultivadas en terrenos próximos al cauce, esta ocupación ya es patente en el año 1.956
- Se observan repoblaciones en las cumbres y zonas más escarpadas de las sierras localizadas en la margen derecha de río Chico, esto es, en la Sierra del Maimón y la Sierra de Cagüit. Igualmente, se fotointerpreta una labor de reforestación en la sierra emplazada en la cabecera de la cuenca.
- El núcleo urbano de Vélez Rubio ha experimentado un crecimiento desde el año 1.956, pasando de una superficie total de 0.2 km<sup>2</sup>. a 1km<sup>2</sup>.

- En las ortofotos actuales, se observa una superficie de escasa entidad que se identifica con zona de escombrera en la sierra de Motallon, así como la construcción de vías de comunicación y pistas a las diferentes zonas.

Las conclusiones que se derivan de dicho análisis son las siguientes:

- El incremento de la superficie destinada a cultivos agrícolas, llegando a roturarse hasta el límite del cauce en una parte importante del tramo estudiado, representa una de las presiones detectada en el río Chico, no sólo por la pérdida de espacio fluvial y de la vegetación de ribera asociada, sino también por el incremento en la demanda de agua.

- Dicho incremento, aumenta a su vez el riesgo de contaminación difusa debido al posible lavado de fertilizantes y productos fitosanitarios a través del agua de escorrentía. En este sentido, los análisis realizados por el equipo de investigadores de la Universidad de Murcia reflejan que la calidad físico-química del río Chico es buena, si bien se observa que los niveles de concentración de ortofosfatos se encuentran por encima de los niveles máximos admisibles, pudiendo deberse dichas concentraciones al desarrollo de la agricultura (ver apartado 3.2.5.1. "Calidad de las aguas").

- Esta misma circunstancia podría extrapolarse a las masas de agua subterráneas. Así, en la MAS 070.045 Detrítico de Chirivel-Málaga se detectan altos niveles de concentración de nitratos que podrían deberse igualmente a las prácticas agrícolas.

- Las repoblaciones realizadas ayudan a reducir la erosión procedente de la cuenca alta.

- El crecimiento experimentado por el núcleo de Vélez Rubio no se considera significativo respecto al tamaño total de la cuenca del río Chico, si bien es un impacto irreversible que dificulta la eliminación del encauzamiento.

### **5.1.3. Parcelario catastral.**

Para la adecuación del parcelario catastral con los límites morfológicos del cauce (delimitación provisional del dominio público hidráulico) se ha realizado un exhaustivo trabajo de campo con la medición topográfica (gps de alta precisión) de dichos límites.

En el plano nº 12 del Apéndice 3, se puede apreciar esta comparativa donde, al igual que en el estudio de trazado en planta. Se observa, en general, una discrepancia entre los límites de la parcela catastral identificada como cauce y la delimitación provisional obtenida, figurando como terrenos de propiedad privada, terrenos que pertenecen al cauce.

La mayor parte de las parcelas de las márgenes son de titularidad privada diferenciándose de la titularidad pública del espacio ocupado por el río.

## 5.2. Otros datos de interés

### 5.2.1. Espacios Naturales Protegidos

El tramo objeto de restauración no se encuentra dentro de ningún Espacio Natural Protegido de la Comunidad Autónoma Andaluza o Área de la Red Natura 2000.

No obstante, destaca por su cercanía la presencia del Parque Natural "Sierra María -Los Vélez". Esta zona ha sido declarada Zona de Especial Protección para Aves (ZEPA) en base a la Directiva del Consejo 79/409/CEE, de 2 de abril de 1979 relativa a la conservación de las aves silvestres. Igualmente, se encuentra declarada bajo la figura de Lugar de Interés Comunitario (LIC), en base a la directiva 92/43/CEE de 21 de mayo de 1992 de 21 de mayo de 1992 y de la fauna y flora silvestre.

En el Apéndice nº 3 se incluye un plano de ubicación del tramo respecto a los espacios protegidos más próximos expuestos.

Finalmente, y tras consulta a la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, es importante indicar que existe una formación de galería de valor singular al no existir en la comarca de los Vélez ninguna otra formación comparable en diversidad y extensión. Según dicho informe, la longitud total aproximada asciende a un total de 950m. Entre las especies silvestres autóctonas encontradas destacan: *Populus alba* (chopo blanco), *Populus nigra* (chopo), *Salix pedicellata* (sarga), *Sambucus nigra* (saúco), *Sambucus ebulus* (yezgo), *Lonicera periclymenum hispánica* (madreselva). Por su parte, y en los ecosistemas forestales adyacentes, se identifican ejemplares de *Celtis australis* (almez), *Quercus ilex* (encina), *Quercus coccifera* (coscoja), *Crataegus monogyna* (majoleto), *Rhamnus alaternus* (aladierno) así como *Osyris alba* (bayón). Finalmente, y en los banales más próximos al cauce, existen otras especies forestales procedentes de cultivo, a saber, *Sorbus domestica* (serbal), *Juglans regia* (nogal), *Picus carica* (higuera), *Prunus avium* (cerezo) y otras especies de frutales.

En este mismo Informe se indica que, al llevar el río agua durante todo el año, el río junto con el bosque de galería constituiría uno de los habitats protegidos por el Real Decreto 1192/1998, de 12 de Junio. En este sentido indica que dicho habitat afectado se correspondería con el de "Ríos mediterráneos de caudal permanente con cortinas vegetales ribereñas de *Salix* y *Populus alba*".

## 5.2.2. Patrimonio Cultural.

### 5.2.2.1. Patrimonio Histórico

Tras consulta a Delegación Provincial de Almería de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, se indica la presencia en el área de estudio de una importante red de Bienes contemplados en el Expediente de Protección del Patrimonio para la inscripción en el Catálogo General de Patrimonio Histórico Andaluz.

Todos ellos presentan como elemento común el agua, de manera que prácticamente en su totalidad se corresponden con antiguos molinos, algunos de los cuales se encuentran actualmente en uso, así como elementos de distribución tales como acueductos. A modo de ejemplo se citan los conocidos como “Molino del Fosque” y el “Molino de Zacarías”.

En lo que respecta a su distribución, ésta es mayor en el ámbito territorial perteneciente al Término de Vélez Blanco, concentrándose en los parajes conocidos como “Cerro del Judío” o la ladera oriental de la “Sierra del Maimón”. No en vano, y en este tramo alto, río Chico es identificado en muchas bibliografías consultadas como “La Ribera de los Molinos”. Existe alguna representación de los citados Bienes en el entorno de Vélez Rubio, si bien estos se localizan en otras ramblas entre las que destaca la Rambla del Chirivel o la Rambla de los Pardos, o en el propio casco urbano de Vélez Rubio.

En base a lo expuesto, ninguno de los citados bienes se verá afectado por las actuaciones de restauración del río, quedando incluso contemplada la posibilidad de restauración y puesta en valor de alguno de los molinos

### 5.2.2.2. Vías Pecuarias

Según informe emitido por la Delegación Provincial de Almería de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, el proyecto de restauración de río Chico puede afectar potencialmente a dos vías pecuarias, especificando expresamente que cada vía presenta un punto de cruce con el río en cuestión.

Las citadas vías pecuarias, que se encuentran incluidas en la Clasificación de las Vías Pecuarias del T.M. de Vélez Rubio, aprobada por Resolución de 17 de Noviembre de 1993 del Instituto Andaluz de Reforma Agraria, son las siguientes:

- Vereda de Vélez-Blanco (VP 04099014); Le corresponde una anchura legal de 15 metros.

## Valoración del Estado Ambiental del río Chico

- Vereda de Vélez-Rubio a El Jardín (VP 04009012). Le corresponde una anchura legal de 15 metros.

Analizando el trazado de cada vía pecuaria, y en referencia a los puntos de cruce con río Chico, se observa que los mismos coinciden prácticamente con el inicio y fin del tramo encauzado, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 21:** Localización de puntos de cruce de las vías pecuarias con el río Chico.

En base a lo expuesto, y para dar cumplimiento al Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma Andaluza, aprobada por Decreto 155/98, de 21 de Julio, se garantizará que si derivado de las posibles actuaciones propuestas para alcanzar el objetivo de restauración, no se pudiera mantener el trazado y configuración actual de alguna de las citadas vías, se diseñará un trazado alternativo que asegure su correcto funcionamiento. En esta misma línea se estudiará, si se estima necesario, la habilitación de pasos a igual o distinto nivel que garanticen, tal como se especifica en el citado Reglamento, "...el tránsito en condiciones de rapidez y comodidad para el ganado y los usuarios de la vía pecuaria".

## 6. Conclusiones de la valoración del estado ambiental.

Tras el análisis realizado de las condiciones del tramo fluvial y de las condiciones de la cuenca vertiente, se llega a las siguientes conclusiones:

El régimen natural de caudales se encuentra alterado debido fundamentalmente a la captación de agua, tanto para riego como para el abastecimiento a la población de Vélez Rubio, que tiene lugar en diversos manantiales entre los cuales destaca el conocido como "Fuente de los Molinos" (localizada en el primer sector ambiental).

El flujo de agua y sedimentos no se encuentra interrumpido por la presencia de estructuras transversales en el cauce.

En lo que respecta a posibles afecciones a los niveles freáticos y al régimen de humedad edáfica, no se identifican presiones ni descensos significativos en los niveles piezométricos de las dos masas de agua subterráneas localizadas en la cuenca del río Chico. Por el contrario, sí es destacable la afección que en este sentido se deriva de la presencia del encauzamiento realizado para la protección del núcleo de Vélez Rubio en ese tramo.

Según los análisis realizados por el equipo de investigadores de la Universidad de Murcia, la calidad físico-química del río Chico es "Buena" e incluso "Muy Buena" en ciertos sectores, si bien se observa que los niveles de concentración de ortofosfatos se encuentran por encima de los niveles máximos admisibles. Igualmente, se observa una concentración de nitratos algo elevada en la MAS 070.045 "Detrítico de Chirivel-Maláguide". Ambas niveles podrían deberse a la intensificación de la agricultura en prácticamente la totalidad de la cuenca vertiente.

Analizando la evolución del trazado en planta, en general no se aprecian diferencias significativas y tan sólo se observan pequeñas variaciones en el tramo encauzado, con la suavización de algunos meandros.

La pendiente media del tramo de estudio es aproximadamente del 3,5%. En algunos tramos, dicha pendiente se ha modificado mediante diques de gaviones. Aguas abajo del tramo corregido con estos diques se aprecia un proceso de incisión que ha profundizado hasta un sustrato más cohesivo, afectando por tanto al transporte de sedimentos además de a las condiciones de humedad edáfica de las riberas.

Las secciones transversales del río van variando a lo largo de todo el tramo, con la presencia de taludes muy verticales y de gran altura al comienzo y secciones mucho más abiertas y suaves al final del mismo, previa desembocadura con la rambla de Chirivel. Estas secciones se encuentran muy alteradas en el sector ambiental 3, con la presencia de motas laterales en ambas márgenes, y en el tramo encauzado, con la presencia de muros verticales de más de 2,5m.

Se observa una la erosión por escorrentía superficial en los taludes de los dos primeros sectores ambientales, llegando incluso a observarse problemas de deslizamiento de una ladera en la margen izquierda así como inicios de acarcavamiento.

La presencia tanto de parcelas agrícolas como de ciertas construcciones en las márgenes del río, supone una presión sobre el cauce y su ribera. Esta antropización y la limitada extensión de la ribera del río hace difícil reconocer un bosque de ribera en buen estado de conservación, tanto en estructura como en lo que a composición florística se refiere. En base a lo expuesto, únicamente los sectores ambientales 2 y 5 alcanzarían una buena calidad en la ribera.

Por su parte, y en referencia a la pérdida de la calidad de la ribera, destaca la existencia de especies vegetales alóctonas e invasoras (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Arundo donax* L. *Agave americana* L *Juglans regia* L y *Opuntia maxima* Mill)

El análisis de los índices de valoración hidromorfológica (IHF, QBR) a lo largo de todo el tramo de estudio muestran la alteración existente en términos generales, con valores bajos en todos los sectores ambientales inventariados, salvo el segundo sector, aguas abajo del "Molino del Fosque", con valor obtenido de "Bueno".

Por su parte, y en lo que respecta a la calidad de las comunidades biológicas, el tramo que presenta una peor calidad es claramente el primer tramo inventariado, si bien, la escasez de flujo de agua en este tramo, por la temporalidad y carácter torrencial del mismo, reducen la importancia de esta baja calidad obtenida en las charcas sobre las que se ha muestreado. Por el contrario, en los sectores 2 (aguas arriba del "Molino del Fosque") y 5 (tramo final previa desembocadura en la Rambla del Chirivel) se ha alcanzando una "Muy Buena" calidad y "Buena" calidad respectivamente.

El análisis conjunto de la calidad biológica, hidromorfológica y físico-química en todo el tramo de estudio, ha permitido clasificar su estado ecológico según los criterios establecidos por la Instrucción de Planificación Hidrológica, donde el estado ecológico final se establece como el peor de los tres estados calculados. De esta forma, **sólo se alcanza el "buen estado ecológico" en el sector ambiental 2**, siendo la alteración hidromorfológica que sufre el río la principal causa del estado de degradación en los restantes sectores.

## 7. Imagen de referencia

Tal y como se ha expuesto anteriormente, las principales presiones e impactos identificados tienen su origen en intervenciones antrópicas. Éstas han degradado progresivamente el estado ambiental del río, distanciándolo de su óptimo o lo que podría entenderse como la imagen de referencia, es decir, el estado en ausencia de actuaciones antrópicas degradadoras.

A continuación se expone la imagen que cabría esperar del río en su estado natural (imagen de referencia).

El régimen hidrológico óptimo sería aquel correspondiente al régimen natural de caudales, sin las extracciones existentes de los manantiales, de forma tal que permita la conservación o recuperación parcial de alguna de las características relevantes de dicho régimen natural (magnitud, frecuencia, duración, momento de ocurrencia, tasa de cambio y estacionalidad) y se consigan los componentes biofísicos y los procesos ecológicos propios del río Chico.

En ausencia de ciertas presiones tanto transversales como longitudinales (diques, azudes, escollera, motas y encauzamiento) el río Chico dispondría de una mayor espacio fluvial, pudiendo desarrollar sus funciones y procesos de erosión y sedimentación, desbordándose y creando en sus riberas un ecosistema continuo, complejo y diverso.

Igualmente, y para alcanzar este grado de naturalidad, sería necesario mantener el lecho y las márgenes libres de caminos y badenes en los puntos de cruce, así como la recuperación del espacio propio del río en aquellos tramos invadidos por las parcelas agrícolas y construcciones próximas.

La recuperación del régimen natural de caudales y del espacio fluvial, facilitaría el desarrollo de una banda de vegetación de ribera con capacidad para cumplir con las funciones de protección del cauce frente al arrastre de sedimentos y nutrientes procedentes de las laderas de la cuenca vertiente así como albergar, con el paso del tiempo, una mayor diversidad de habitats.

La diversidad de especies botánicas sería muy amplia, y estaría muy ligada a los diferentes sectores identificados. A nivel global, encontraríamos una primera banda dominada por sauces arbustivos, siendo la especie dominante de la sauceda el *Salix purpurea subsp. lambertiana*, quedando relegado *Salix eleagnos subsp. angustifolia* a enclaves en los que se acumulan depósitos de grava. En una segunda banda, se desarrollaría un bosques de ribera de mayor desarrollo en altura, dominados por chopos (*Populus nigra*) y en menor medida

## Valoración del Estado Ambiental del río Chico

---

por álamos (*Populus alba*), olmos (*Ulmus minor*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces y tarays (*Tamarix gallica*).

Finalmente, el río en su estado óptimo no estaría afectado por la presencia de acumulaciones de tierras y escombros que actualmente existen, aunque de forma puntual, en algunos tramos.

## 8. Bibliografía

Universidad de Murcia. Departamento Ecología e Hidrología y Departamento Biología Vegetal (Botánica), 2008. " *Restauración de ríos en la Cuenca del Segura. Valoración del Estado Ambiental del Río Chico*".

CSIC/Ministerio de Medio Ambiente, 2002. Atlas de los Mamíferos de España

CSIC/Ministerio de Medio Ambiente, 2002. Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España

Esquema Provisional de Temas Importantes de la Confederación Hidrográfica del Segura de Julio de 2008.

González del Tánago, Marta y García, Diego, 2007. *Restauración de ríos. Guía Metodológica para la elaboración de Proyectos*. Centro de publicaciones. Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente .

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008. Restauración de Riberas. Manual para la restauración de riberas en la cuenca del río Segura. Confederación Hidrográfica del Segura.

Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente, 2006. Índices de Alteración Hidrológica en Ecosistemas Fluviales. CEDEX.

González del Tánago, Marta y García, Diego, 1998. Restauración de Ríos y Riberas. Fundación Conde del Valle Salazar-Ediciones Mundi-Prensa.

IGME, 1978. *Mapa Geológico de España. E.1:50.000. Hoja 978. Llano del Beal* . Segunda serie-Primera edición.

Instituto Tecnológico Geominero de España, 1999. Atlas del Medio Natural de la Comunidad Autónoma Andaluza

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2008. *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 edición actualizada (1999-2008)*.

Ministerio de Medio Ambiente, 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España

Rivas Martínez, S., 1987. *Mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA

Páginas Web:

Instituto Nacional de Estadística: [www.ine.es](http://www.ine.es)

Caja España. Datos estadísticos municipales:

<http://www.cajaespana.es/corporativo/infocajaespana/estudioscajaespana/datoseconomicosmunicipales/index.jsp>

<http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/8/comarca-de-cartagena-mar-menor/3/>

Proyecto para la constitución de la Junta Central de Usuarios del Acuífero Sierra de María y Maimón. No publicado. Autor: Diego Gea Pérez