

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

## ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDIA

### INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL

#### ESPECIALIDAD EN EXPLOTACIONES FORESTALES

---



**PLAN DE ORDENACIÓN PISCÍCOLA DEL TRAMO  
ALTO DEL RÍO CABRIEL, SITUADO EN LA  
LOCALIDAD DE EL VALLECILLO, TERUEL (ARAGÓN).**

*PROYECTO FINAL DE CARRERA*

Presentado por:

**ALEJANDRO ALONSO MUÑOZ**

Director:

**MIGUEL JOVER CERDA**

Gandia, septiembre de 2011

**PLAN DE ORDENACIÓN PISCÍCOLA DEL TRAMO  
ALTO DEL RÍO CABRIEL, SITUADO EN LA  
LOCALIDAD DE EL VALLECILLO, TERUEL (ARAGÓN).**

PRESENTADO POR:

**Alejandro Alonso Muñoz**

Firmado:

DIRECTOR:

**Miguel Jover Cerda**

Firmado:

# ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDIA

## ACTA DE CALIFICACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE CARRERA

ALUMNO: Alejandro Alonso Muñoz

TÍTULO: Plan de ordenación piscícola del tramo alto del río Cabriel,  
situado en la localidad de El Vallecillo, Teruel (Aragón).

DIRECTOR: Miguel Jover Cerda

El tutor tras la evaluación del Trabajo Final de Carrera ha decidido  
otorgar la calificación de:

.....

Gandia, a        de        de 2.011

Firmado

MIGUEL JOVER CERDA



## ***ÍNDICES***

---



## ÍNDICE GENERAL

---

### MEMORIA

1. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.
  - 1.1. Objetivos.
  - 1.2. Justificación.
2. INTRODUCCIÓN.
  - 2.1. Situación del río Cabriel en el marco de la cuenca.
3. ACTIVIDAD PESQUERA ACTUAL.
  - 3.1. Descripción general de los vedados.
  - 3.2. Descripción general de los tramos libres.
4. INVENTARIO Y ANÁLISIS
  - 4.1. Inventario del hábitat.
  - 4.2. Inventario piscícola.
5. PLAN DE ORDENACIÓN.
  - 5.1. Introducción.
  - 5.2. Plan de pesca.
6. PLAN DE CONSERVACIÓN Y MEJORA.
  - 6.1. Medidas de conservación.
  - 6.2. Medidas y actuaciones de mejora y recuperación.
7. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN.
  - 7.1. Vigilancia y guardería.
  - 7.2. Seguimiento técnico.
  - 7.3. Seguimiento de la pesca.
  - 7.4. Colaboración con entidades locales.
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.
9. CONCLUSIÓN.
10. BIBLIOGRAFÍA.



## **ANEJOS**

1. ÍNDICES CLIMÁTICOS.
2. HISTÓRICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO CABRIEL EN PAJARONCILLO (CUENCA).
3. PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE INTERÉS PARA LAS TRUCHAS.
4. ESTADO ECOLÓGICO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO ACA-01\_10 Y ACA-02\_10 DEL ALTO CABRIEL.
5. CAPTURAS E INVENTARIO PISCÍCOLA
6. MODELO DE PARTE DE CAPTURAS.
7. ANEJO FOTOGRAFICO.

## **PLANOS**

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.   | <b>Escala</b> Varias   |
| 2. USOS DEL SUELO.                       | <b>Escala</b> 1:12.000 |
| 3. CROQUIS GENERAL DEL TRAMO DE ESTUDIO. | <b>Escala</b> 1:12.000 |
| 4. PROPUESTA DE GESTIÓN                  | <b>Escala</b> 1:12.000 |



## **MEMORIA**

<b>1. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	13
1.1. <b>Objetivos</b> .....	13
1.1.1. Objetivo general.....	13
1.1.2. Objetivo específico.....	13
1.2. <b>Justificación</b> .....	13
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
2.1. <b>Situación del río Cabriel en el marco de la cuenca</b> .....	14
2.1.1. Introducción.....	14
2.1.2. Descripción general de la cuenca.....	16
2.1.3. Rasgos del medio físico.....	17
2.1.3.1. GEOMORFOLOGÍA.....	17
2.1.3.2. GEOLOGÍA.....	18
2.1.3.3. CLIMA.....	19
2.1.3.3.1. Régimen de temperaturas.....	19
2.1.3.3.2. Precipitaciones.....	19
2.1.3.3.3. Índices climáticos.....	20
2.1.3.3.4. Biogeografía.....	22
2.1.3.3.5. Bioclimatología.....	23
2.1.4. Aspectos socioeconómicos.....	27
2.1.4.1. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS. USOS Y APROVECHAMIENTOS.....	27
2.1.4.1.1. Usos que alteran los caudales.....	27
2.1.4.1.2. Usos que contaminan el agua.....	28
2.1.4.1.3. Usos que destruyen el hábitat acuático.....	30
2.1.4.1.4. Usos competitivos.....	31
2.1.4.2. LOS SECTORES ECONÓMICOS.....	32
2.1.4.2.1. La agricultura.....	33
2.1.4.2.2. La industria.....	33
2.1.4.2.3. Servicios.....	34
<b>3. ACTIVIDAD PESQUERA ACTUAL</b> .....	35
3.1. <b>Descripción general de los vedados</b> .....	35
3.1.1. Vedado de pesca.....	35
3.1.1.1. UBICACIÓN.....	35
3.1.1.2. ESTRUCTURA E INSTALACIONES.....	36
3.1.1.3. FUNCIONAMIENTO.....	36
3.1.2. Información general del vedado.....	36
3.1.2.1. DENOMINACIÓN.....	36
3.1.2.2. POSICION ADMINISTRATIVA.....	36
3.1.2.3. ACCESOS, COMUNICACIONES Y NÚCLEOS MAS CERCANOS.....	36
3.1.2.4. DIMENSIÓN, COMPOSICIÓN Y ENCLAVADOS.....	36
3.1.2.5. LIMITES.....	37
3.1.2.6. ESPECIES.....	37
3.1.2.7. REPOBLACIONES.....	37
3.2. <b>Descripción general de los tramos libres</b> .....	37



3.2.1.	Tramo libre de pesca.....	37
3.2.1.1.	UBICACIÓN.....	37
3.2.1.2.	ESTRUCTURA E INSTALACIONES.....	38
3.2.1.3.	FUNCIONAMIENTO.....	38
3.2.2.	Información general del tramo libre de pesca.....	38
3.2.2.1.	DENOMINACIÓN.....	38
3.2.2.2.	POSICION ADMINISTRATIVA.....	39
3.2.2.3.	ACCESOS, COMUNICACIONES Y NÚCLEOS MÁS CERCANOS.....	39
3.2.2.4.	DIMENSIÓN, COMPOSICIÓN Y ENCLAVADOS.....	39
3.2.2.5.	LIMITES.....	39
3.2.2.6.	CUOTAS Y CUPOS.....	39
3.2.2.7.	ESPECIES, MODALIDADES Y TEMPORADA.....	40
3.2.2.8.	REPOBLACIONES.....	40
3.2.2.9.	CESTA MEDIA.....	40
<b>4.</b>	<b>INVENTARIO Y ANÁLISIS.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.</b>	<b>Inventario del hábitat.....</b>	<b>41</b>
4.1.1.	Hábitat físico.....	41
4.1.1.1.	INTRODUCCIÓN.....	41
4.1.1.2.	SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES Y DE LA ÉPOCA DE MUESTREO.....	41
4.1.1.3.	ELECCIÓN DEL METODO GENERAL DE MUESTREO.....	42
4.1.1.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INUNDACIÓN Y ORILLAS.....	43
4.1.1.4.1.	Usos del suelo.....	43
4.1.1.4.2.	Anchura de ribera no alterada.....	45
4.1.1.4.3.	Erosionabilidad de las orillas.....	46
4.1.1.4.4.	Sombreado del cauce.....	48
4.1.1.4.5.	Pendiente de las orillas.....	48
4.1.1.5.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CAUCE.....	49
4.1.1.5.1.	Presencia y proporción de macrohábitats.....	49
4.1.1.6.	REFUGIOS.....	51
4.1.1.6.1.	Vegetación sumergida.....	51
4.1.1.6.2.	Refugio.....	52
4.1.1.7.	PRESENCIA DE AZUDES.....	53
4.1.1.8.	SUSTRATO DEL LECHO Y FREZADEROS.....	54
4.1.1.8.1.	Composición granulométrica del sustrato.....	54
4.1.1.8.2.	Recubrimiento por finos.....	55
4.1.1.9.	RÉGIMEN DE CAUDALES.....	56
4.1.1.10.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS.....	57
4.1.1.11.	ÍNDICES BIOLÓGICOS DEL AGUA.....	59
4.1.2.	Hábitat biológico.....	60
4.1.2.1.	LAS RIBERAS Y LA VEGETACIÓN ACUÁTICA.....	60
4.1.2.1.1.	Estado de las riberas y orillas.....	61
4.1.2.2.	CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEBIDA A MACROINVERTEBRADOS.....	64
4.1.2.3.	MACROFAUNA ACUÁTICA Y TERRESTRE.....	67
4.1.2.4.	CONCLUSIONES SOBRE LA CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS.....	68



<b>4.2. Inventario piscícola</b> .....	68
4.2.1. Técnica de captura.....	68
4.2.2. Composición de la comunidad.....	69
4.2.3. Cálculo de edades.....	69
4.2.4. Biomasa y densidad.....	72
4.2.5. Relación longitud-peso.....	72
4.2.6. Estimación de crecimientos.....	74
4.2.7. Estimación de la mortalidad.....	74
4.2.8. Productividad.....	75
4.2.9. Conclusiones.....	76
<b>5. PLAN DE ORDENACIÓN</b> .....	78
<b>5.1. Introducción</b> .....	78
<b>5.2. Plan de pesca</b> .....	81
5.2.1. Gestión actual de la pesca.....	83
5.2.2. Duración del plan.....	83
5.2.3. Presión pesquera.....	83
5.2.4. Temporada de pesca y días hábiles.....	84
5.2.5. Permisos diarios.....	85
5.2.6. Tallas de pesca y cupo máximo de capturas.....	85
5.2.7. Artes de pesca autorizados.....	86
5.2.8. Repoblaciones.....	87
5.2.9. Precios y cuotas.....	87
5.2.10. Gestión de los tramos de pesca.....	87
<b>6. PLAN DE CONSERVACIÓN Y MEJORA</b> .....	89
<b>6.1. Medidas de conservación</b> .....	89
<b>6.2. Medidas y actuaciones de mejora y recuperación</b> .....	90
6.2.1. Actuaciones de mejora.....	90
6.2.2. Adecuación de frezaderos.....	90
6.2.3. Actuaciones de mantenimiento.....	91
6.2.4. Repoblaciones.....	92
6.2.5. Obras complementarias.....	92
6.2.6. Colaboración con entidades de fines no lucrativos.....	93
<b>7. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN</b> .....	94
<b>7.1. Vigilancia y guardería</b> .....	94
7.1.1. Guardería del acotado.....	95
7.1.2. Organización de la vigilancia.....	95
<b>7.2. Seguimiento técnico</b> .....	96
7.2.1. Control del hábitat.....	96
7.2.2. Control sobre la población piscícola.....	97
<b>7.3. Seguimiento de la pesca</b> .....	99
7.3.1. Partes de captura.....	99
7.3.1.1. CUMPLIMENTACIÓN OBLIGATORIA/OPCIONAL.....	99
7.3.1.2. AMBITO DE APLICACIÓN.....	99



7.3.1.3.	DISEÑO DEL PARTE DE CAPTURA.....	100
<b>7.4.</b>	<b>Colaboración con entidades locales.....</b>	<b>100</b>
<b>8.</b>	<b>ESTUDIO DE VIABILIDAD.....</b>	<b>102</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>104</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>

## **ANEJOS**

<b>Anejo 1.</b>	Índices climáticos.....	110
<b>Anejo 2.</b>	Histórico de caudales medios mensuales del río Cabriel en Pajaroncillo (Cuenca)....	133
<b>Anejo 3.</b>	Principales parámetros físico-químicos de interés para las truchas.....	136
<b>Anejo 4.</b>	Estado ecológico de las estaciones de muestreo ACA-01_10 y ACA-02_10 del alto Cabriel.....	143
<b>Anejo 5.</b>	Inventario Piscícola.....	161
<b>Anejo 6.</b>	Modelo de parte de capturas.....	176
<b>Anejo 7.</b>	Anejo fotográfico.....	178

## **PLANOS**

<b>Plano 1.</b>	Localización de la zona de estudio.....	187
<b>Plano 2.</b>	Usos del suelo.....	188
<b>Plano 3.</b>	Croquis general del tramo de estudio.....	189
<b>Plano 4.</b>	Propuesta de gestión.....	190



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Situación del río Cabriel en la Península Ibérica.....	14
<b>Figura 2.</b> Cuenca del río Cabriel.....	15
<b>Figura 3.</b> Diagrama bioclimático de Tejadillos.....	20
<b>Figura 4.</b> Pisos bioclimáticos de la Península Ibérica.....	21
<b>Figura 5.</b> Ubicación del sector maestracense.....	23
<b>Figura 6.</b> Usos que alteran los caudales.....	28
<b>Figura 7.</b> Usos que contaminan el agua.....	29
<b>Figura 8.</b> Usos que destruyen el hábitat acuático.....	31
<b>Figura 9.</b> Usos competitivos.....	32
<b>Figura 10.</b> Anchura de ribera no alterada en la estación de muestreo ACA-01_10.....	45
<b>Figura 11.</b> Anchura de ribera no alterada en la estación de muestreo ACA-02_10.....	45
<b>Figura 12.</b> Empleo de varillas para evaluar la erosión de las orillas.....	47
<b>Figura 13.</b> Sombreado del cauce en la estación de muestreo ACA-01_10.....	48
<b>Figura 14.</b> Sombreado del cauce en la estación de muestreo ACA-02_10.....	48
<b>Figura 15.</b> Pendiente de las orillas. Estación de muestreo ACA-01_10.....	49
<b>Figura 16.</b> Pendiente de las orillas. Estación de muestreo ACA-02_10.....	49
<b>Figura 17.</b> Cálculo de la pendiente de las orillas y profundidad de los encueves.....	49
<b>Figura 18.</b> Presencia de macrohábitats. Estación de muestreo ACA-01_10.....	51
<b>Figura 19.</b> Presencia de macrohábitats. Estación de muestreo ACA-02_10.....	51
<b>Figura 20.</b> Presencia de azudes.....	53
<b>Figura 21.</b> Caudales medios mensuales del río Cabriel.....	57
<b>Figura 22.</b> Caudales medios anuales del río Cabriel.....	57
<b>Figura 23.</b> Frecuencia de tallas obtenidas en la pesca eléctrica.....	70
<b>Figura 24.</b> Distribución normal de los individuos de trucha en el gráfico de la frecuencia de tallas.....	71
<b>Figura 25.</b> Gráfico del % de individuos según la clase de edad.....	71
<b>Figura 26.</b> Recta Ford-Warford.....	73
<b>Figura 27.</b> Gráfico del modelo ajustado.....	74
<b>Figura 28.</b> Ejemplo de construcción de un frezadero.....	91
<b>Figura 29.</b> Vista general de la estación de muestreo ACA-01_10.....	145
<b>Figura 30.</b> Croquis general de la estación de muestreo ACA-01_10.....	146
<b>Figura 31.</b> Secciones del cauce tomadas en la estación de muestreo ACA-01_10.....	147



<b>Figura 32.</b> Índice IHF para la estación de muestreo ACA-01_10.....	148
<b>Figura 33.</b> Índice QBR para la estación de muestreo ACA-01_10.....	150
<b>Figura 34.</b> Vista general de la estación de muestreo ACA-02_10.....	153
<b>Figura 35.</b> Croquis general de la estación de muestreo ACA-02_10.....	154
<b>Figura 36.</b> Secciones del cauce tomadas en la estación de muestreo ACA-02_10.....	155
<b>Figura 37.</b> Índice IHF para la estación de muestreo ACA-02_10.....	156
<b>Figura 38.</b> Índice QBR para la estación de muestreo ACA-02_10.....	158



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Usos del suelo en la estación de muestreo ACA-01_10.....	32
<b>Tabla 2.</b> Usos del suelo en la estación de muestreo ACA-02_10.....	33
<b>Tabla 3.</b> Evaluación del grado de estabilidad de las orillas.....	34
<b>Tabla 4.</b> Evaluación del grado de alteración de las orillas.....	35
<b>Tabla 5.</b> Valores de los coeficientes para el cálculo del índice de refugio de García de Jalon et. Al. (1994).....	40
<b>Tabla 6.</b> Clasificación granulométrica del sustrato.....	42
<b>Tabla 7.</b> Evaluación de la calidad del sustrato en función del porcentaje de recubrimiento por finos.....	43
<b>Tabla 8.</b> Umbrales de calidad de agua en el cauce tolerados de los principales parámetros físico-químicos.....	46
<b>Tabla 9.</b> Parámetros físico-químicos del río Cabriel.....	47
<b>Tabla 10.</b> Rangos de calidad del bosque de ribera. Índice QBR.....	51
<b>Tabla 11.</b> Calificación del bosque de ribera. Índice QBR.....	51
<b>Tabla 12.</b> Características principales de los puntos de recogida de macroinvertebrados.....	55
<b>Tabla 13.</b> Resultado del índice IBMWP para las estaciones de muestreo del alto Cabriel.....	55
<b>Tabla 14.</b> Clases de edad.....	59
<b>Tabla 15.</b> Densidad de una población truchera en función de la biomasa.....	60
<b>Tabla 16.</b> Estructura de edades y densidad.....	60
<b>Tabla 17.</b> Productividad.....	64
<b>Tabla 18.</b> Gestión actual de la pesca.....	71
<b>Tabla 19.</b> Importe de los permisos para cotos sin muerte en la comunidad de Aragón.....	75
<b>Tabla 20.</b> Propuesta de Gestión.....	76
<b>Tabla 21.</b> Datos de ocupación de distintos cotos sociales de pesca situados en la sierra de Albarracín.....	90
<b>Tabla 22.</b> Tipos de índices de continentalidad.....	111
<b>Tabla 23.</b> Tipos, subtipos y niveles de continentalidad simple (IC) que se reconocen en la tierra.....	113
<b>Tabla 24.</b> Tipos de índices de humedad.....	114
<b>Tabla 25.</b> Tabla de compensación.....	117
<b>Tabla 26.</b> Cálculo de los valores de compensación para la obtención del índice de termicidad de la tierra.....	118



<b>Tabla 27.</b> Tipos y subtipos de termicidad de la tierra.....	119
<b>Tabla 28.</b> Relación entre los tipos térmicos de Gausson y los de termicidad.....	120
<b>Tabla 29.</b> Tipos de periodo o meses de helada.....	120
<b>Tabla 30.</b> Amplitud de las zonas y cinturas latitudinales que se reconocen en la tierra.....	121
<b>Tabla 31.</b> Latitudes extremas alcanzadas por los macrobioclimas en la geobiosfera.....	125
<b>Tabla 32.</b> Distribución latitudinal de los macrobioclimas en las zonas y cinturas latitudinales de la Tierra.....	126
<b>Tabla 33.</b> Distribución de las variantes bioclimáticas en los macrobioclimas de la tierra.....	128
<b>Tabla 34, 35, 36, 37 y 38.</b> Horizontes termotípicos de los macrobioclimas de la tierra.....	131
<b>Tabla 39.</b> Valores umbrales de los ombrotipos y horizontes ombrotípicos.....	132
<b>Tabla 40, 41, 42 y 43.</b> Histórico de caudales mensuales medios del río Cabriel en Pajaroncillo (Cuenca).....	135
<b>Tabla 44.</b> Nivel de calidad y color representativo para el índice QBR.....	150
<b>Tabla 45.</b> Inventario de macroinvertebrados para la estación de muestreo ACA-01_10.....	151
<b>Tabla 46.</b> Valoración según el índice ECOSTRIMED para la estación de muestreo ACA-01_10.....	152
<b>Tabla 47.</b> Nivel de calidad y color representativo para el índice QBR.....	158
<b>Tabla 48.</b> Inventario de macroinvertebrados para la estación de muestreo ACA-02_10.....	159
<b>Tabla 49.</b> Valoración según el índice ECOSTRIMED para la estación de muestreo ACA-02_10.....	160



# ***MEMORIA***

---



## **1. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.**

---

### **1.1. Objetivos.**

#### **1.1.1. Objetivo general.**

Son objetivos de este plan:

- Recoger, organizar, resumir y analizar los datos, tanto para sacar conclusiones como para tomar decisiones razonables basadas en tal análisis.
- Mejorar la situación de deterioro en la que se encuentran buena parte de los recursos piscícolas y de los ecosistemas del tramo en cuestión.
- Incrementar el valor recreativo de la pesca a través de la diversificación y aumento de la calidad de la oferta, consiguiendo que aumente su importancia como actividad dinamizadora del desarrollo económico de las zonas rurales.
- Adecuar el tramo alto del río Cabriel a las exigencias que se derivan de una mayor necesidad y disponibilidad de información, nuevas técnicas de gestión y de la obligación de atender las demandas sociales.

#### **1.1.2. Objetivo específico.**

- Analizar el estado medio ambiental de la zona, la presión que ejercen los pescadores sobre el tramo y conocer datos específicos de las especies como la abundancia, diversidad y tamaño.
  
- Realizar una gestión de la actividad de la pesca sostenible con la población truchera existente y el entorno.

### **1.2. Justificación.**

Como cualquier aprovechamiento del medio natural, se rige según los parámetros de la sostenibilidad, permitiendo, en todo caso, el uso compatible de la pesca deportiva con los demás recursos naturales existentes en la zona. Es imprescindible contar con esta información para gestionar bien este recurso.

## 2. INTRODUCCIÓN.

### 2.1. Situación del río Cabriel en el marco de la cuenca.

#### 2.1.1. Introducción.

El Cabriel es un importante río del este de la Península Ibérica, siendo el afluente más caudaloso del río Júcar. Posee una longitud de 218 km, una cuenca de 4.754,2 km<sup>2</sup> y un caudal anual medio de 220,82 hm<sup>3</sup>. Su caudal medio es de 20,92 m<sup>3</sup>/s.

Nace a 1620 msnm en la Sierra de Albarracín (Sistema Ibérico sur); más concretamente en el paraje conocido como Barranco del Agua, cercano a la villa turolense de Frías de Albarracín. En este tramo inicial, el río toma dirección NW-SE. Su pendiente es escasa para tratarse de un curso de montaña, oscilando entre un 1,3% en su primer sector, hasta algo menos del 1% en el segundo. En sus primeros 12km circula por un valle abierto con un trazado rectilíneo para, posteriormente, encajarse y ganar sinuosidad. Abandona tierras aragonesas tras 22km. de recorrido, pasando antes muy cerca del municipio de El Vallecillo. Una vez entrado en Castilla la Mancha, atraviesa los municipios de Salvacañete, Alcalá de la Vega, Boniches, Campillos-Paravientos, Pajaroncillo, Villar del Humo, Cardenete, Enguídanos y Mira, todos ellos situados en la provincia de Cuenca. A partir de aquí el cauce del río sirve de frontera natural entre la provincia de Cuenca y la provincia de Valencia, hasta llegar al paraje de Los Cárceles, donde pasa a hacer de frontera natural entre la provincia de Albacete y Valencia, entrando finalmente en Valencia por Casas del Río (Requena). Se une al Júcar en la localidad de Cofrentes.



Figura 1. Situación del río Cabriel en la Península Ibérica.

Sus afluentes por la derecha son el río Zafrilla, el Mayor del Molinillo y el Guadazaón. Por la izquierda afluyen a él el río Mesto, el Martín, el Henares, el Algarra y la rambla Albosa.





calidad de esta, como el mirlo acuático (*Cinclus cinclus*), la nutria (*Lutra lutra*) o la trucha común (*Salmo trutta fario*). De hecho, el recorrido fluvial del río está propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC) de la Red Natura 2000 de la Unión Europea.

La orografía del territorio que atraviesa el Cabriel es muy abrupta y espectacular. Destacan paisajes como los de la Laguna del Marquesado, en el municipio del mismo nombre, formada por el río Laguna, afluente del río Mayor del Molinillo. Su nacimiento en los montes universales, donde forma un amplísimo valle situado a más de 1400msnm. y el espectacular puente de la vía férrea Utiel-Cuenca, situado cerca de la estación de Enguñanos.

Debido a estos paisajes se han creado en las zonas cercanas a su cauce espacios protegidos de relativa importancia: el parque natural de las hoces del Cabriel, en la Comunidad Valenciana, y la reserva natural de las Hoces del Cabriel, en Castilla la Mancha.

### **2.1.2. Descripción general de la cuenca.**

La cuenca se muestra en toda su superficie marcadamente mediterránea, dato observable tanto en su clima como en sus series de vegetación (cosa que desarrollaremos mas adelante). Si bien existe un pequeño matiz: la parte alta, la cual tiene rasgos de clima templado, tratándose de una zona submediterránea. Las precipitaciones van disminuyendo conforme bajamos en altitud y nos movemos hacia el este, hecho debido al aumento de las precipitaciones orográficas en el Sistema Ibérico y a la exposición de los valles altos a la influencia atlántica.

Las mayores altitudes se encuentran en la zona oeste, correspondiéndose a las partes altas de la Serranía de Cuenca y los montes universales de Teruel. Destacamos altitudes como el Collado bajo (1.839msnm), Alto del Oso (1.827msnm) o Puntal del Corzo (1.747msnm). Aunque las zonas mas abruptas, con mayores desniveles, se corresponden con las Hoces del Cabriel, en su tramo medio.

En términos generales, la cuenca posee una densidad de población baja, enlazándose áreas agrícolas con extensas zonas forestales. De hecho, la parte alta se corresponde con una de las zonas Mas despobladas de la Península. Las poblaciones existentes se encuentran espaciadas y son de escasa entidad, entre ellas destacamos Minglanilla (2.581habitantes), Landete (1.366 hab.), Cañete (948 hab.) o Villagordo del Cabriel (685 hab.).



### 2.1.3. Rasgos del medio físico.

La zona de estudio, como aparece en el plano nº1, se encuentra dentro de la Sierra de Albarracín y esta, a su vez, esta ubicada en zona sur del Sistema Ibérico. Cabe destacar la elevada altitud media de estos montes turolenses, que superan los 1500 msnm, y la de sus núcleos de población (1.400 msnm.), aspectos que le confieren el rasgo de zona montañosa.

#### 2.1.3.1. GEOMORFOLOGÍA.

La Cordillera Ibérica engloba una serie de macizos montañosos de España que se extienden, a lo largo de mas de 500km. en dirección noroeste-sureste, entre la depresión del Ebro y la Meseta, y que constituyen el núcleo fundamental de la constitución geológica de la Península Ibérica. Empieza este sistema montañoso en el corredor de La Bureba, en Burgos y, siguiendo una dirección generalmente NO a SE, va a terminar en las proximidades del Mediterráneo, en la provincia de Valencia. Por su situación geográfica actúa de divisoria de aguas entre la cuenca del río Ebro y las de los ríos Duero, Tajo, Guadiana, Júcar y Turia. En su conjunto está constituido por una serie de sierras, macizos y depresiones de composición litológica y estructura diversas, a menudo aisladas, que se enlazan unas con otras por medio de altiplanicies.

En el extremo noroccidental de la cordillera se levantan bruscamente grandes macizos como las sierras de la Demanda, que culmina en la sierra de San Lorenzo (2.262 msnm) y los Picos de Urbión (2.228 msnm), altas cumbres en las que actuó la glaciación cuaternaria para modelar crestas, circos y lagos, como la laguna Negra. Las sierras de Urbión, con las de Neila, Cebollera (2.159 msnm) y Alba, forman la cabecera del Duero. Continúan luego, en dirección sureste, las pequeñas sierras de Almuero y Madero, en Soria, que enlazan con la sierra del Moncayo, donde se encuentra la máxima cumbre de todo el Sistema Ibérico, con 2.316 msnm.

En la zona central se abre la denominada Depresión Ibérica, cuyo sector más definido corresponde a la fosa Calatayud-Teruel. Está irrigada longitudinalmente por los ríos Turia y Jiloca, y transversalmente por el Jalón.

Desde el Jalón, el Sistema se divide en dos alineaciones montañosas, una paralela a la Meseta y otra al Ebro. La alineación oriental, la paralela a la depresión del Ebro, comienza con las sierras zaragozanas de Vicort y Algairén, se continúa por las turolenses de San Just, Cucalón y Gúdar (con el pico Peñarroya como el punto mas elevado, 2.024 msnm), y el Maestrazgo, entre Teruel y Castellón. Las últimas estribaciones son Peñagolosa (1.813 msnm), Espadán y Sabinar.



La alineación occidental se inicia con la sierra de Solorio, siguiendo con la sierra Ministra, que enlaza con el Sistema Central, y continuando hacia el sur mediante las Parameras de Molina y las sierras Menera, de Albarracín y de Cuenca. Finalmente esta alineación concluye en la Sierra de Javalambre (2.020 msnm) y las sierras valencianas de Martés y de Aledua.

Por su parte, la sierra de Albarracín, a su vez, reúne un conjunto de formaciones montañosas pertenecientes a la rama occidental del Sistema Ibérico. En el norte se extiende el macizo del tremedal, unidad ortográfica con cima en el Caimodorro (1.936 msnm). Al este nos encontramos las sierras de Carbonera (1.540 msnm) y el Collado de la Plata, estas de menor altitud. Al sur la sierra de Jabalón, con la Cruz de Lázaro (1.724 msnm) como punto mas elevado. Y por último, en el extremo suroccidental de la zona y limitando con las sierras de Cuenca y Molina, se extienden los montes Universales, cadena montañosa con su mayor altura en la Mogorrita (1.866 msnm) y lugar de nacimiento del Cabriel.

#### 2.1.3.2. GEOLOGÍA.

La sierra de Albarracín encierra información sobre la mayor parte de los movimientos tectónicos del Sistema Ibérico y cuenta con materiales que pertenecen a muy diversas épocas. Para no describir toda la geología del macizo, nos centraremos en la zona que nos atañe de la serranía: la correspondiente al extremo sur de la misma, surcada por el valle del Cabriel, donde aparecen básicamente estratos del mesozoico (era secundaria).

Se encuentran, de modo disperso (al quedar ocultos por los sedimentos carbonatados mas jóvenes), depósitos de arcillas de tonos abigarrados mezcladas con sal gema, yesos y alguna dolomía, entre los que casi no hay restos fósiles. Estos sustratos pertenecen al *Keuper* (Triásico Superior).

Los afloramientos jurásicos son los mas habituales, formando amplios mantos que recubren los materiales triásicos y paleozoicos. Existen numerosos yacimientos jurásicos los cuales forman un conjunto de enorme importancia tanto por su riqueza fosilífera como por su desarrollo y exposición.

Por ultimo, decir que en la cabecera del Vallecabriel encontramos afloramientos discretos de calizas y dolomías del Cretácico Superior.



### 2.1.3.3. CLIMA.

En general, a la zona le corresponde un tipo climático mediterráneo frío, fuertemente influido por la intensa continentalidad.

#### 2.1.3.3.1. Régimen de temperaturas.

Las temperaturas están condicionadas por las variaciones de altitud y por su situación de aislamiento de la influencia marítima. Los valores de temperatura media anual rondan los 10° C.

El régimen térmico anual muestra una marcada variación estacional. Enero es el mes más frío, con temperaturas medias mensuales de 2,8° C. El incremento térmico es lento y sostenido durante el final invernal para acelerarse desde abril hasta julio, mes en que se consiguen los valores máximos (20,0° C). El enfriamiento es también muy rápido desde septiembre hasta noviembre, suavizándose después hasta enero.

Conviene resaltar la intensidad del frío y la duración del invierno, siendo numerosos los días con temperaturas mínimas inferiores a los -10° C mientras que las máximas no superan los 8-10° C.

La duración del verano es más breve y suave, aunque se alcanzan temperaturas medias mensuales que rondan los 30° C. Estas dos etapas de clima extremado contrastan con la primavera y el otoño, estaciones cortas y transitorias, consecuencia de la acusada continentalidad. Otro hecho derivado de este rasgo es la notable oscilación térmica diaria, que oscila entre los 16 y 18° C de media.

#### 2.1.3.3.2. Precipitaciones.

En cuanto a las precipitaciones, estas son muy inferiores a la elevada situación del territorio, debido a la intensa continentalidad del Sistema Ibérico. La media anual ronda los 900mm, destacando la variabilidad interanual que existe, rasgo climático básico y que señala el marcado carácter mediterráneo.

Como se observa en la figura 3, el régimen mensual de precipitaciones, debido a su altitud y exposición a los frentes atlánticos, se caracteriza por tener en el otoño-invierno la época con mayores precipitaciones, siendo el mes de noviembre el más húmedo. Cabe destacar la importancia de las precipitaciones en forma de nieve, lo que acentúa el carácter de montaña de la zona, nevando una media de 12 días en el periodo comprendido entre noviembre y abril,

conservándose esta hasta un total de seis semanas. Este factor climático va a tener gran trascendencia en sus ecosistemas, ya que va a incrementar la recarga hídrica del suelo (atenúa el periodo de aridez) y de los acuíferos (regulariza los caudales fluviales).

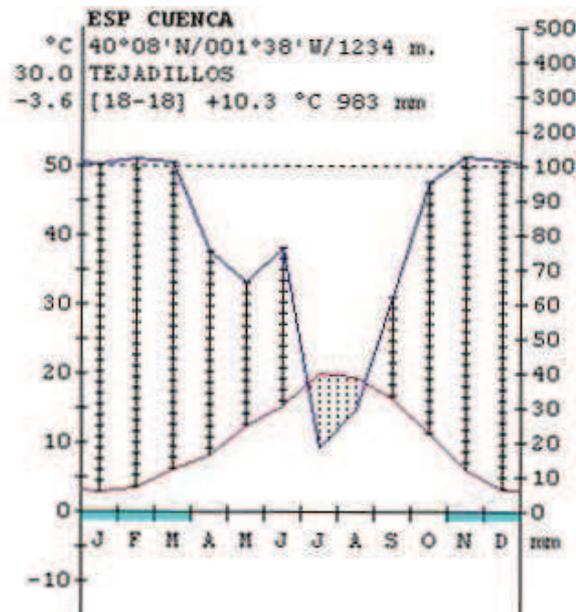


Figura 3. Diagrama bioclimático de Tejadillos (Cuenca). Localidad muy próxima a nuestro tramo de estudio.

El verano es la estación mas seca en la zona, aun así en este periodo son habituales las tormentas asociadas a procesos conectivos. Aunque en ocasiones pueden tener un carácter torrencial ocasionando procesos erosivos, influyen favorablemente en la vegetación al mitigar temporalmente la sequedad estival, ya que incrementan la humedad relativa, reducen las temperaturas máximas y aportan agua al suelo.

#### 2.1.3.3.3. Índices climáticos.

Para obtener los siguientes resultados, hemos utilizado índices climáticos y bioclimáticos propuestos en la nueva clasificación bioclimática de la Tierra (Global bioclimatics). El desarrollo de estos, así como tablas utilizadas y distintos resultados obtenidos aparecen en el Anejo 1 "Índices climáticos".

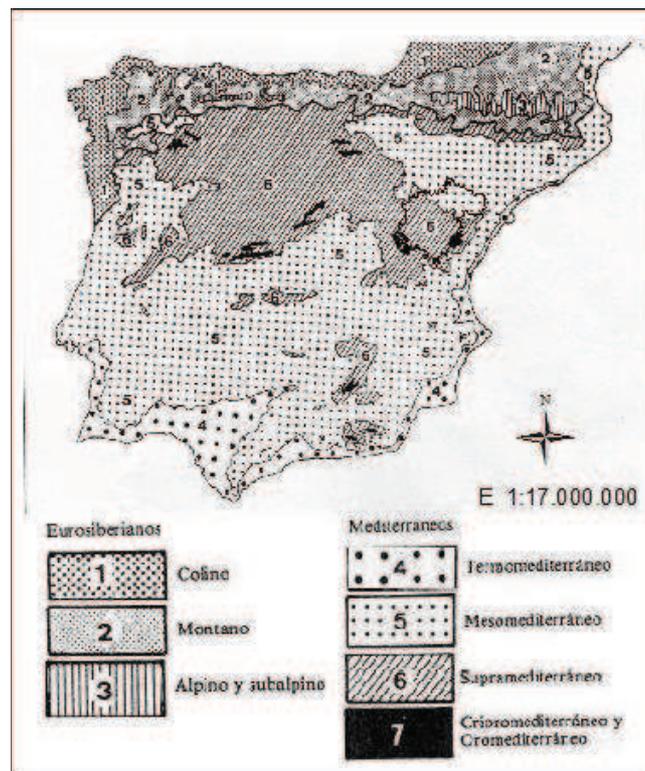
Nuestra zona de estudio pertenece a una zona latitudinal de tipo templado, mas concretamente a la eutemplada; ya que nos encontramos a una latitud N de 40°.

Nos encontramos dentro del macrobioclima mediterráneo, como bien reflejan los índices de mediterraneidad y los índices ombrotérmicos estivales, en los que se demuestra una aridez en al

menos 2 meses consecutivos, coincidentes con el periodo estival. Siendo además la temperatura media anual inferior a 25°C y la temperatura media de las mínimas del mes más frío inferior a 10°C.

Entre los horizontes térmicos del mediterráneo, este se corresponde con un supramediterráneo inferior, como indica su índice de termicidad y corrobora su altitud sobre el nivel del mar. Pertenece a un ombrotipo húmedo ya que su índice ombrotérmico anual se encuentra entre 4,6 y 10 y su índice de humedad de Thornthwaite entre 20 y 100.

Por último, decir que su continentalidad corresponde con una zona de clima subcontinental acusado. Aunque en un principio su índice de continentalidad sencillo simple nos indica un clima oceánico, esto es debido a que en este índice se produce un error por efecto del aumento de la continentalidad, la cual comienza fuera del macrobioclima tropical. Por ello ha sido necesario realizar los índices de continentalidad compensado por altitud y el de Currey para llegar a una conclusión segura.



**Figura 4.** Pisos bioclimáticos de la Península Ibérica junto con el contorno de la provincia de Teruel



#### 2.1.3.3.4. Biogeografía.

La zona de estudio pertenece a:

- **Reino Holoártico:** Amplio territorio que ocupa Europa, África de Norte extratropical, todos los territorios extratropicales de Asia y gran parte de Norteamérica. Cerca de 60 familias endémicas o casi endémicas de plantas vasculares están restringidas a la flora holártica: Cephalotáceas, Ginkgoáceas, Platanáceas, Liliáceas, etc. Otras, como Salicáceas, fagáceas, Ranunculáceas o Crucíferas, tienen en el su centro de distribución.

- **Región Mediterránea:** se caracteriza por presentar un tipo de clima particular, denominado mediterráneo, por ser el que reina en el entorno del mar del que toma nombre. Este clima, aunque muy diverso, tiene de peculiar el que las precipitaciones, mas o menos abundantes o escasas, presentan una marcada distribución estacional y originan una aridez estival mas o menos acusada y amplia. Esto último es consecuencia de que la evapotranspiración (conjunto de pérdidas de aguas debidas a la transpiración de las plantas y a la evaporación del suelo), condicionada por las elevadas temperaturas de verano, no se ve compensada por lluvias suficientes y, por tanto, se produce un agotamiento de las reservas hídricas del suelo; ello es así siempre que no haya aportes hídricos extraordinarios, no dependientes directamente de las precipitaciones, como es el caso de los suelos ribereños.

Esta característica sequía estival es general desde las zonas bajas, y consecuentemente más cálidas, hasta las altas montañas, allí donde existan en los territorios mediterráneos. Por tanto, en las áreas con este tipo de clima hay una abundante participación de plantas provistas de adaptaciones adecuadas para superar ese factor limitante, aunque sean diferentes por sus exigencias térmicas, edáficas, etc. Este tipo de clima no es exclusivo de la cuenca del mediterráneo sino que también existe en California, Chile central, Región del Cabo (Sudáfrica) y Australia meridional.

- **Provincia Mediterránea Ibérica Central:** Incluye los territorios ibéricos centro-orientales cuyos sustratos son predominantemente básicos y en los que las máximas precipitaciones suelen ser estivales o otoñales. Incluye territorios de las cuencas del Ebro, Duero y Tajo, así como las sierras y mesetas altas del Sistema Ibérico.

- **Subprovincia Oroibérica:** incluye los territorios montañosos del Sistema Ibérico, Así como la cuenca alta del Ebro. Este territorio es climáticamente diverso desde áreas con influencia

oceánica acusada a otras continentales, y comprende tanto zonas de sustratos ricos en bases como otras silíceas. La flora de esta subprovincia incluye una serie de endemismos, entre los que se puede mencionar *Adenocarpus hispanicus* subsp. *neilens*, *Campanula urbionensis*, *Erodium castellanum*, *Festuca aragonensis*, *Knautia linearifolia*, *Knautia numantina*, *Pilosella pseudovahlilii*, *Saxifraga moncayensis*, *sedum rivasgodayi* y *Viola montcaunica*. La vegetación es variada, incluyendo carrascales, quejigares y melojares. Sus montañas presentan desde hayedos y robledales albares en las zonas mas septentrionales, hasta sabinares albares con enebros comunes (*Juniperus communis*) y pinares con sabinas rastreras (*Juniperus sabina*) en las zonas cumbreñas más continentales.

- **Región maestracense.**

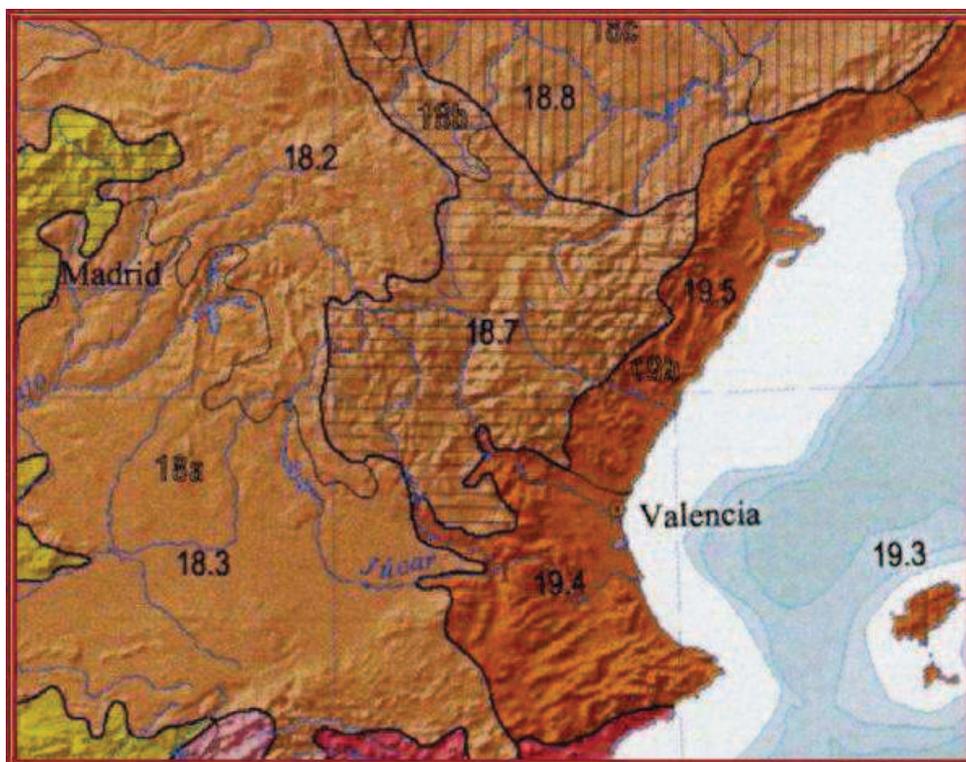


Figura 5. Ubicación del sector maestracense, representado mediante el número 18.7

2.1.3.3.5. Bioclimatología.

En nuestra zona de estudio podemos encontrar las siguientes unidades de vegetación:

- **Sabinares albares:** Se trata de uno de los tipos de vegetación más valiosos y originales de la zona. La sabina albar (*Juniperus thurifera*) es un árbol que alcanza gran longevidad, una estatura de 10-20 metros y un espesor del tronco de 1-2m. Especie antigua, que se extendía por el sur de



Europa hace millones de años (periodo Terciario), pero que ha quedado acantonada en la actualidad en los paramos y sierras medias de la cordillera Ibérica más unas poblaciones menores dispersas por el resto de España y países vecinos. Se insinúa ya desde altitudes inferiores a 1000m, pero la vemos en su óptimo entre los 1100 y 1400 metros, desdibujándose de modo progresivo al seguir ascendiendo. De todos modos, su principal condicionante no es la altitud o la temperatura sino la continentalidad. Su presencia es indicador de este factor climático y su dominancia incide de que este factor llega al máximo.

Suele presentarse en formaciones mixtas, pero muchas veces observamos masas puras, especialmente en las áreas más continentales o en situaciones topográficas donde las temperaturas se hacen más extremas y se hace mas presente el fenómeno de inversión térmica, como son las hoyas y los grandes fondos de valle

Su aspecto típico es el de parque o masa arbolada laxa, muy luminosa, en la que no hay distinción clara entre bosque y matorral de sus claros, ya que las plantas de matorral seco y soleado (tomillos, salvias, espliegos, erizones) están presentes por todos sus recovecos, al igual que en las extensiones periféricas sin arbolado. Entre ellas destacan algunas de las plantas de apetencias más esteparias, como las artemisas (*Artemisa ossoana* o *A. alba*) o la efedra (*Ephedra nebrodensis*).

- **Pinares negrales:** Los encontramos en las partes de altitud media (entre 1000-1500m), sobre sustrato calizo. Es la raza endémica de las montañas ibérico-orientales (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) la que observamos en esta zona, cual requiere un ambiente fresco y algo lluvioso, con tormentas estivales frecuentes. Tiene su óptimo en zonas abruptas, cañones y laderas de cierta pendiente. Pino elevado y esbelto, de corteza plateada, con hojas y piñas no muy grandes, cuya representación autóctona parece estar bastante independizada de las poblaciones típicas de la especie, situadas en Europa centro-oriental.

- **Pinares albares:** Al alcanzar las elevaciones mayores (por encima de los 1400-1500m) los bosques de cualquier tipo tienden en esta zona a verse sustituidos por los de pino albar (*Pinus sylvestris*), inconfundible por su corteza anaranjada y por sus diminutas piñas y hojas (de pocos centímetros). Se trata de un pino muy resistente al frío, que se extiende por Europa central y septentrional hasta el Círculo polar. Resulta indiferente al tipo de sustrato, pero necesita una cierta humedad ambiental, por lo que requiere que el verano sea una estación suficientemente



lluviosa, lo que consigue en las mencionadas partes altas de las sierras. Como en el resto de pinares, su estratificación es pobre, y se concreta en afloramientos calizos a un laxo matorral con enebro común (*Juniperus communis*) y sabina rastrera (*Juniperus sabina*), que también ocupa sus claros o áreas deforestadas, con algunas pequeñas hierbas perennes poco jugosas y matas rastreras o enanas.

- **Bosques caducifolios de óptimo centroeuropeo:** En las riberas del río la vegetación mayoritaria influida por el clima (climatófila) se ve sustituida por estos tipos de bosque edafófilo, condicionados por la alta y permanente retención de agua en sus suelos.

Son muchas las especies de árboles y altos arbustos que se pueden encontrar de forma natural, aunque muchas veces estas especies han sido eliminadas sistemáticamente para la introducción de otras, autóctonas o exóticas, cuya producción de maderera de crecimiento rápido se ha deseado potenciar. Entre las primeras resaltar los olmos (*Ulmus minor*), avellanos (*Corylus avellana*), chopos (*Populus nigra*), álamo temblón (*Populus tremula*), sauces (*Salix fragilis*, *S. purpurea*), sargas (*Salix atrocinerea*), cornejo (*Cornus sanguinea*), etc. Mientras que en las segundas predomina el chopo híbrido entre el autóctono y el americano (*Populus x canadiensis*).

- **Vegetación dulceacuícola sumergida:** Los remansos del río y algunos arroyos secundarios son colonizados por una vegetación herbácea, donde además de algas, y eventualmente musgos acuáticos, encontramos plantas superiores con flores vistosas, cuando estas salen al exterior, como es el caso de los berros (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), berrazas (*Apium nodiflorum*), férulas (*Veronica anagallis-aquática*), menta de agua (*Mentha acuatica*), etc.

El caso contrario sucede cuando las flores se muestran muy atrofiadas e inapreciables, ya que no salen del agua (se quedan sumergidas), esto ocurre en especies de aspecto algal, poco llamativas, pero de interés ecológico y sensibles frente a la calidad de las aguas, como *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton densus*, *Myriophyllum verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, etc.

- **Pastizales vivaces mesoxerófilos de alta y media montaña:** En las áreas más elevadas, con unas precipitaciones de cierta entidad, existen pastizales vivaces ricos en especies centroeuropeas o mediterráneo-septentrionales, propias de ambientes frescos y sin una sequía estival muy acusada. Puede destacarse la presencia del quitameriendas (*Merendera montana*),



serpol (*Thymus pulegioides*), *Campanula glomerata*, *Ophrys sphegodes*, *Phyteuma orbiculare*, *Helianthemum nummularium*, *Salvia pratensis*, etc.

En las áreas continentales frías de paramera, asociadas al ambiente del sabinar albar, se presentan pastizales secos, con mezcla de anuales y perennes, con participación de especies endémicas o esteparias de gran área, pero de distribución ibérica limitada, como *Phlomis herba-venti*, *Lappula barbata*, *Rochelia disperma*, *Campanula decumbens* o *Astragalus turolensis*.

- **Herbazales nitrófilos:** La fuerte incidencia de la actividad humana en el territorio, como en toda la región mediterránea, trae consigo la implantación de abundantes formaciones herbáceas dominadas por plantas oportunistas de crecimiento rápido y ciclo anual, adaptadas a suelos ricos en sales minerales (o abonos) y materia orgánica (o basuras), frecuentemente roturados, transitados, alterados y receptores de residuos.

Unas necesitan mas humedad y suelen verse en los campos de regadío, como pueden ser *Echichlora crus-galli* o *Digitaria sanguinalis*. Otras, mas resistentes a la sequía, se presentan en campos de secano, sobre todo de ciclo anual (cerealistas), siendo muchas de ellas vistosas hierbas que tradicionalmente salpicaban tales campos hasta que la actual generalización de los herbicidas las ha hecho tan raras que en muchos lugares se tenga que pensar ya en su protección. Entre ellas destacaríamos la buglosa (*Anchusa italica*), viborera (*Echium vulgare*), neguilla (*Nigella gallica*), aciano (*Centaurea cyanus*), etc.

Por el contrario, otras resultan bastante resistentes a las modernas prácticas agrícolas y son las que van quedando en los campos de cultivo como mayoritarias, precisamente las mas cosmopolitas y de menos valor ecológico, como la bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*), amapola (*Papaver rhoeas*), cenizo (*Chenopodium album*), rabaniza blanca (*Diploaxis erucoides*), etc.

En terrenos baldíos, yermos, barbechos, márgenes de caminos y ambientes similares pueden verse igualmente herbazales heterótrofos, con mezcla de anuales y perennes, donde pueden presentarse gran parte de las especies indicadas para los cultivos, además de muchas otras, como el cardo borriquero (*Onopordum acanthium*), corregüela menor (*Convolvulus arvensis*), manzanilla amarga (*Santolina chamaecypaissus*), cardillo (*Scolymus hispanicus*), alfalfa (*Medicago sativa*), malva (*Malva sylvestris*),...



## 2.1.4. Aspectos socioeconómicos.

### 2.1.4.1. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS. USOS Y APROVECHAMIENTOS.

Cualquier tramo de río estará con frecuencia sometido a otros usos y aprovechamientos que afectarán, en mayor o menor medida, al recurso pesquero. Estos usos se pueden referir, bien directamente al aprovechamiento o consumo del recurso agua, bien a la explotación del cauce, bien a la transformación de su ribera, o bien a la alteración de la cuenca vertiente que drena a dicho tramo.

#### 2.1.4.1.1. Usos que alteran los caudales.

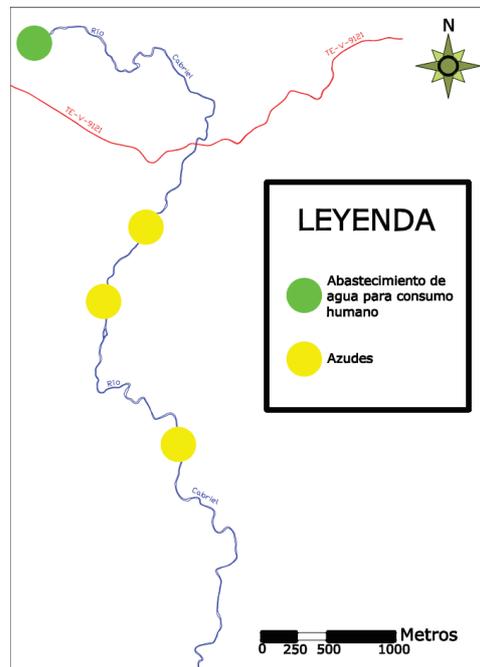
Son aquellos usos que provocan la alteración de los caudales mediante la extracción de agua o la variación de los caudales. El destino del agua puede ser el consumo humano o el regadío, como consumidores del agua, pero también hay que mencionar aquellos tramos que cuentan con una desviación del agua para su posterior aprovechamiento hidroeléctrico. Esta desviación de agua procedente de la cuenca receptora puede establecer un factor limitante para el mantenimiento de una población íctica y su aprovechamiento, tanto en ríos grandes como en arroyos y ríos de cabecera que en verano sufren un estiaje marcado por el riego de zonas agrícolas.

Otro factor de alteración es la variación de los caudales procedentes de las presas y de la suelta irregular de las aguas. Esta afecta tanto al ecosistema en general (las crecidas provocan una mayor turbidez del agua, un arrastre de vegetación, peces pequeños y macroinvertebrados y problemas para la búsqueda de lugares adecuados para la freza y el refugio, entre otros), como la pescabilidad y el placer de pesca del tramo afectado.

En nuestro caso, existen en la zona dos usos principales que alteran los caudales a lo largo del año en el río, los cuales aparecen representados en la figura 6:

- **Abastecimiento de agua para consumo humano.** Existe una pequeña red para el consumo del cercano pueblo de El Vallecillo, esta extracción se sitúa en los manantiales conocidos como "Ojos del Cabriel". Este uso es muy leve y no ocasiona daños en el ecosistema acuático, por lo que no habrá que darle mayor interés.
- **Utilización de parte de caudal para usos agrícolas.** Mediante una serie de azudes se abastece una pequeña red de acequias, las cuales son utilizadas para regar las zonas agrícolas adyacentes al cauce. Este uso altera en mayor medida el caudal del río, pudiendo ser importante en años de sequía, en los que el caudal del río se ve muy mermado en zonas puntuales. Este uso puede ocasionar daños de importancia en el ecosistema, debido a la falta de oxígeno

disuelto en el agua y al aumento de la temperatura. Se estima que el caudal utilizado para este fin oscila entre los 0,0125 y los 0,014 metros cúbicos por segundo, que supondría un 4-8% del caudal en las épocas de mayor estiaje.



**Figura 6.** Usos que alteran los caudales de agua.

#### 2.1.4.1.2. Usos que contaminan el agua.

Si nos atenemos a su origen, se distinguen tres tipos principales de vertidos: los urbanos, los agrícolas y los industriales. La problemática que generan es muy variable dependiendo de la época en que se realizan, el volumen del vertido, su composición y el tipo de cauce receptor.

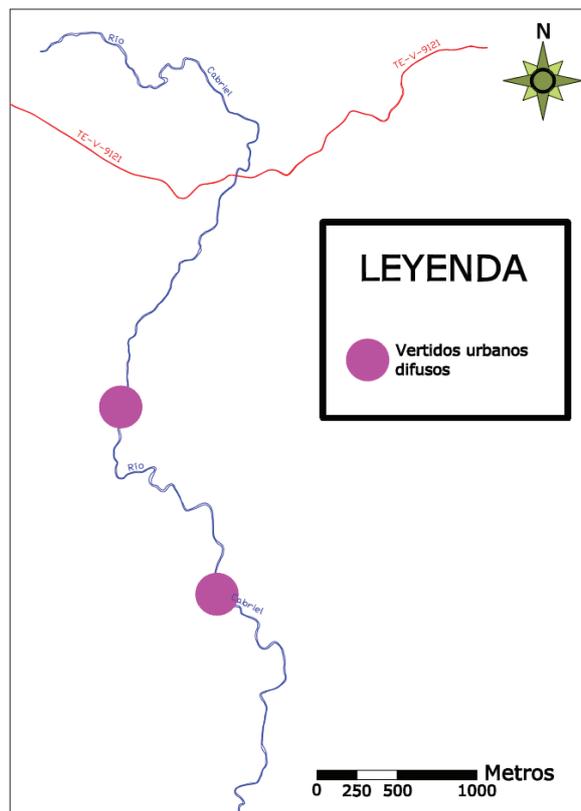
De modo general se puede atribuir a los vertidos urbanos una serie de características: son locales si existe una red de alcantarillado que los recoja y concentre, y difusos si se vierten al cauce o sus cercanías por los particulares. En nuestro país no es frecuente la separación entre las aguas de lluvia recogidas por la red de alcantarillado, las de industrias situadas en el casco urbano y las procedentes de vertidos domésticos, por lo que el volumen y composición de los vertidos es muy variable a lo largo del año dificultando grandemente su tratamiento en estaciones depuradoras.

Los vertidos agrícolas suelen tener un origen difuso proveniente de los cultivos inmediatamente anejos y, a veces, se concentran en puntos concretos como los desagües de las redes de drenaje de los cultivos. Se puede distinguir entre dos componentes principales: fertilizantes y biocidas; es más conocido el efecto de los primeros en cuanto a procesos de eutrofización de las

aguas, por ese motivo son bastante biodegradables; mientras que herbicidas e insecticidas son menos conocidos pero han demostrado tener un efecto de acumulación en los seres vivos, funcionando como bombas de relojería, y produciendo gravísimas alteraciones en las comunidades vivas sobre las que actúan.

La composición de los vertidos industriales depende del proceso productivo empleado y las técnicas de depuración: los vertidos procedentes de graveras y extracciones de áridos tienen como principal efecto el incremento de los sólidos en suspensión; las papeleras, azucareras y lácteas aportan gran cantidad de nutrientes a las aguas, favoreciendo la desaparición del oxígeno y la deposición de lodos; las industrias químicas y farmacéuticas suelen presentar compuestos o elementos de elevada toxicidad y difícil degradación.

En cuanto a los vertidos difusos, aquellos que se producen a lo largo de franjas de terreno aledañas al cauce, se puede disminuir su incidencia al respetar la banda de vegetación de ribera que rodea al cauce y que actúa como un filtro para los nutrientes y las sustancias nocivas.



**Figura 7.** Usos que contaminan el agua.

En las dos poblaciones asentadas próximas al cauce se producen vertidos difusos de aguas urbanas residuales al río. Esta contaminación es mínima ya que la población asentada es muy



baja, no apreciándose ningún cambio importante en la composición de las poblaciones de macroinvertebrados existentes aguas arriba y aguas abajo de dichos vertidos.

#### 2.1.4.1.3. Usos que destruyen el hábitat acuático.

Los usos que pueden destruir el hábitat acuático son, en su mayoría, construcciones: puentes de carreteras con necesidad de construir taludes, presas que cambian los hábitats aguas arriba y aguas abajo, etc. En este apartado se incluyen también las graveras que extraen material del fondo o de las orillas del río, y el sobrepastoreo que acaba con la vegetación de ribera.

Otros usos que alteran notablemente el hábitat son los encauzamientos, dragados de los ríos y cortas de vegetación. Sus efectos en los ecosistemas fluviales han sido analizados por Brookes (1988) y descritos por Sáinz de los Terreros *et al.* (1991). Los principales factores que alteran son:

- El sustrato del fondo.
- La capacidad para ofrecer refugio y cobertura a las especies animales.
- El régimen de velocidades del agua.
- La vegetación de ribera (por su eliminación).
- Causan inundaciones y procesos de sedimentación en los tramos aguas abajo de los dragados.

Otra alteración frecuente es el sobrepastoreo en las zonas de ribera, en especial de los ríos trucheros ya que estas zonas suelen ofrecer pastos, agua y zonas de sombra durante toda la época estival. Si a esto añadimos que tanto el ganadero como el agricultor intensivo tienden a aprovechar al máximo estas zonas de dominio público, podemos encontrarnos con tramos en los que el río se ve transformado en un pequeño canal, estrecho y profundo, sin mas vegetación que alguna zarza, junco o carrizo en el caso de cultivos intensivos de vega. El síntoma más claro de sobrepastoreo es que el cauce se abre en exceso reduciendo su profundidad media y rellenando las zonas mas profundas; esto es debido a la pérdida y desmoronamiento de los suelos de sus orillas por pisoteo y falta de vegetación que lo retenga. Y, lo que es aún más grave, se incrementa la temperatura de las aguas en el estío ya que la destrucción del bosque de ribera da lugar a una mayor insolación y calentamiento de las aguas, pudiéndose alcanzar temperaturas críticas para las especies de fauna más sensibles.

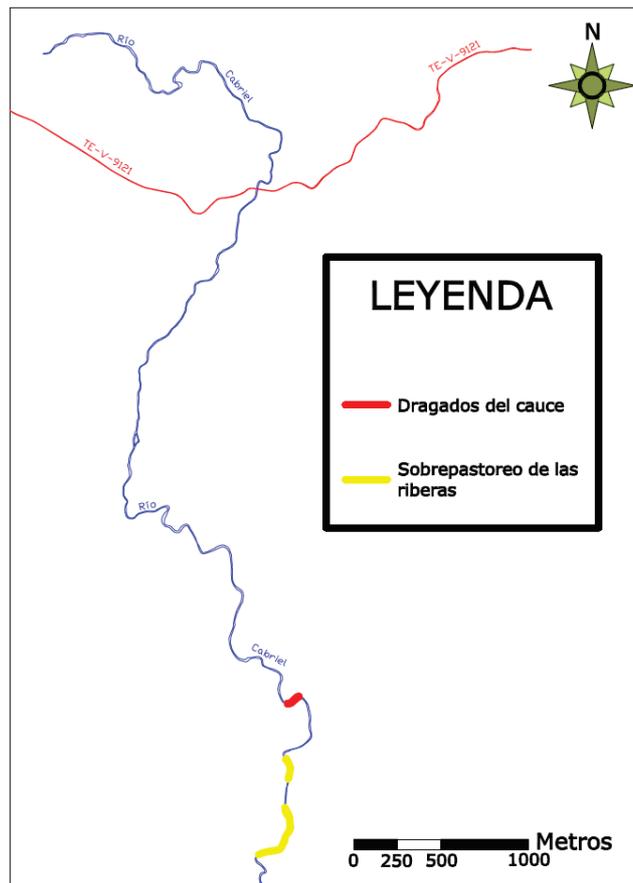


Figura 8. Usos que destruyen el hábitat acuático.

En nuestro tramo existen algunos dragados en el cauce, los cuales han sido realizados de manera muy puntual, que alteran el hábitat acuático. Hay además una clara alteración de la vegetación de ribera, debido a desbroces y rozas realizadas para la implantación de suelos agrícolas o pastos de uso ganadero, en la parte baja del tramo es escasa la vegetación de ribera debido a este hecho.

#### 2.1.4.1.4. Usos competitivos.

Un capítulo muy importante al plantear un aprovechamiento en un territorio es su compatibilidad con los demás usos. En lo que se refiere a los ríos y a la pesca, no suelen producirse, generalmente incompatibilidades con otros usos. Una excepción de esta norma constituyen los usos recreativos del agua, ya que tanto a los pescadores como a los demás usuarios del río no les suele gustar ver coincidir sus usos en tiempo y tramo de río. Esta problemática está cobrando especial atención debido al auge que están viviendo todos los deportes recreativos naturalistas y de aventura, incluyendo en ellos la pesca.

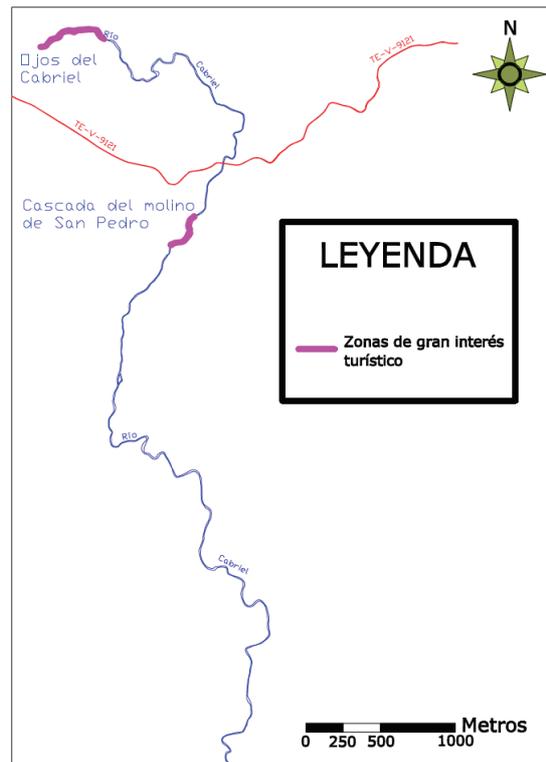


Figura 9. Usos competitivos.

La zona en la que se enclava nuestro tramo es una zona en gran auge turístico, incrementando año a año el número de visitantes. Aun así, el turismo se localiza en zonas concretas, encontrándose los lugares mas visitados en la parte alta de nuestro tramo. Este uso competitivo adquiere especial importancia en la zona de la “Cascada del Molino de San Pedro”, donde afluyen gran cantidad de turistas. Además en esta zona se acumula un importante número de bañistas durante lo meses estivales.

#### 2.1.4.2. LOS SECTORES ECONÓMICOS.

Esta zona ofrece un claro ejemplo de la adaptación del hombre al medio geográfico, desarrollando su población una economía de bases tradicionales. Se considera como un territorio especializado en las actividades agrarias, y dentro de ellas, en mayor medida en las ganaderas y forestales que en las estrictamente agrícolas. Sin embargo, éste ya no es el principal sector en empleo generado desde hace unos años y su relevancia es la menor de las tres grandes ramas, muy pareja a la de los subsectores de la construcción y de la industria (y por tanto, inferior a la suma de ambos, que configuran el sector secundario junto con la rama de energía). Además, su tendencia es declinante. Sin embargo, se sigue percibiendo a la Sierra como un espacio agrario ya que esta sierra tiene una dedicación de su población activa y obtiene rentas del sector agrario en mayor medida que los territorios con los que se relaciona, aunque en términos absolutos, hace ya tiempo que la agricultura, la ganadería y sus aprovechamientos



forestales pasaron a desempeñar un papel secundario, cediendo el protagonismo a las actividades dedicadas a los servicios.

#### 2.1.4.2.1. La agricultura.

Las características naturales de la zona, como consecuencia de una climatología con tempranas y tardías heladas que acortan el ciclo vital de los cultivos, y ante las dificultades de extender el regadío en unas vegas estrechas con escasos caudales e irregular pluviometría, propiciaron desde hace siglos una agricultura débil, basada en el sistema cereal. Por ello, conforme se generalizaba la mecanización de este tipo de cultivos durante el segundo tercio del siglo pasado se redujo la necesidad del factor trabajo empleado y se dio un redimensionamiento de las explotaciones.

En cambio, la ganadería, especialmente la ovina, sí ha aprovechado durante más tiempo y en mayor medida las ventajas naturales de su medio físico, dado que el tipo de ganado existente en la zona (Ovino y vacuno) no se adapta fácilmente a los regímenes de explotación intensiva, predominantes desde los años sesenta. No obstante, el abaratamiento relativo y la localización próxima a las áreas urbanas, de las otras producciones complementarias sí industrializadas, como el porcino y el aviar, han dado lugar a que disminuya el consumo de su carne y que las ventajas relativas de lugares como la Sierra se redujeran. Por último, por causas menos mercantiles pero no menos decisivas, el menoscabo social hacia la figura del pastor y la dificultad en aliviar sus duras condiciones laborales, especialmente en cuanto a disponibilidad de tiempo, también han ayudado a la profunda crisis del sector.

Nos encontramos, por tanto, con un sector que, aunque mantiene todavía bastante importancia, pues son entre 70.000 y 80.000 las cabezas de corderos y ovejas censadas en la Sierra, han disminuido en los últimos años, y pueden hacerlo de forma todavía más significativa en los próximos ante el envejecimiento de gran parte de los pastores.

#### 2.1.4.2.2. La industria.

Es el sector menos desarrollado de la zona debido a que, como en la mayoría de las áreas montañosas de la península, sus limitaciones físicas, su fragilidad demográfica y el alejamiento de los principales centros de consumo han impedido un mayor desarrollo.



Uno de los sectores más importantes ha sido el del aprovechamiento forestal de sus montes. Este sector, como la ganadería, ha sufrido una fuerte recesión, aunque todavía son relevantes estas industrias de la madera en zonas puntuales. A finales del siglo XIX e inicios del X, se racionalizó el cultivo del pinar para la obtención de maderas y resinas que, durante varias décadas, generaron un importante volumen de empleo de forma directa con las tareas de guardería, conservación y tala, y de manera indirecta en el sector industrial transformador, con aserraderos, carpinterías e, incluso, alguna pequeña actividad química. De nuevo, la evolución tecnológica, la llegada de importaciones, junto con una tardía respuesta modernizadora en las empresas locales originó la decadencia del sector.

La actividad constructora ha acentuado su importancia en los últimos años, hasta convertirse en el segundo sector de la economía del lugar, si bien en unos términos muy similares a los de la agricultura y de la industria. Su dinamismo ha tenido que ver con una demanda creciente de viviendas, habituales y de segunda residencia.

La agroindustria esta apareciendo en los últimos años como una nueva actividad con base en producciones de calidad. Sin embargo, su número es reducido y se encuentra en una fase inicial de su ciclo de negocio, por ello su capacidad de arrastre respecto de la ganadería y agricultura locales todavía es leve, y, a diferencia de los cambios que este sector ha generado en otras áreas montañosas turolenses, no termina de consolidarse como una industria local fuerte.

#### 2.1.4.2.3. Servicios.

El sector servicios se ha convertido en la actividad principal en empleo y en valor añadido generado en toda la zona. Las ramas que se aglutinan en torno al turismo presentan las cifras más elevadas en puestos de trabajo y número de empresas, como es el caso de la hostelería y del comercio. Estas actividades dependen de la demanda externa, los visitantes, pero, a diferencia de una exportación convencional, sus producciones se consumen en el interior de la comarca, por lo que sus impactos son de mayor calado, tanto en otros servicios como en la industria alimenticia local y, especialmente, en la construcción. En los últimos años el número de plazas en todas sus modalidades, hoteleras, viviendas de turismo rural y acampada, han crecido exponencialmente. Otras ramas del sector servicios, en cambio, apenas se encuentran desarrolladas, especialmente las intensivas en conocimiento.



### 3. ACTIVIDAD PESQUERA ACTUAL.

---

#### 3.1. Descripción general de los vedados.

##### 3.1.1. Vedado de pesca.

Cuando se prohíbe el ejercicio de la pesca en una determinada masa de agua, se declarará vedado de pesca. La declaración de vedado de pesca expresa las razones específicas que la motiven y conllevará la prohibición de pescar en las masas de aguas comprendidas en el espacio vedado durante el plazo que especifique la declaración.

##### 3.1.1.1. UBICACIÓN.

Por normal general, un vedado de pesca se ubica en las siguientes zonas:

- **Cabeceras de cuencas.** En la mayoría de cabeceras de ríos y arroyos se instalan tramos vedados, donde cabe esperar que se mantengan poblaciones piscícolas abundantes debido al buen estado de los hábitats y la calidad del agua. Es necesario mantener, al menos, estos vedados como un “refugio” para conservar las poblaciones piscícolas de un río en concreto. Existen políticas de gestión en algunas comunidades autónomas en los que también se utilizan estos tramos para repoblar otros aguas abajo con mayor presión pesquera, evitándose así problemas de contaminación genética provenientes de repoblaciones con individuos foráneos.
  
- **Tramos de alto valor medioambiental.** Corresponden a masas de agua enclavadas en parques nacionales, en las que encontramos poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción o, en general, todas aquellas que se consideran singulares y/o valiosas por cualquier otra razón y deben de ser protegidas para conservarlas adecuadamente.
  
- **Tramos con excesiva presión de pesca.** En estos tramos la densidad de la población piscícola o de una especie en concreto, evoluciona negativamente, pudiendo llegar a una desaparición de esta. Es conveniente pues vedarlo parcial o totalmente.
  
- **Vedados parciales.** Son tramos que se ubican entre zonas pescables con el fin de reforzar las poblaciones de estas, ya que aportan ejemplares debido a la dispersión de su población creciente.



### 3.1.1.2. ESTRUCTURA E INSTALACIONES.

Lo único necesario es su correcto señalamiento y delimitación, normalmente esto se realiza mediante tablillas colocadas de forma que sean visibles desde cualquier punto de entrada al vedado.

### 3.1.1.3. FUNCIONAMIENTO.

Simplemente se basa en mantener y conservar las poblaciones piscícolas no permitiendo la pesca durante un periodo determinado. La vigilancia y el control de la población deben ser regulares para evitar pérdidas importantes en las poblaciones.

## **3.1.2. Información general del vedado.**

### 3.1.2.1. DENOMINACIÓN.

Cabriel.

### 3.1.2.2. POSICION ADMINISTRATIVA.

El tramo vedado corresponde a los términos municipales de Ciudad y Comunidad de Albarracín y El Vallecillo, aunque la localidad de referencia es El Vallecillo (Teruel), estando el tramo situado a escasos kilómetros de esta localidad.

### 3.1.2.3. ACCESOS, COMUNICACIONES Y NÚCLEOS MAS CERCANOS

La principal vía de comunicación de la zona es la carretera TE-V-9121 que enlaza la localidad de El Vallecillo con Teruel capital (Mediante la A-1513). A partir de esta vía, nos encontramos dos accesos principales al tramo vedado. A la parte superior nos conduce una pista forestal en buenas condiciones que parte desde la localidad del Vallecillo. Esta pista nos conduce al paraje denominado "Ojos del Cabriel". El segundo acceso lo encontramos en el puente de la carretera sobre el río, de donde parte un sendero que, siguiendo el río aguas arriba, recorre todo el tramo vedado y finaliza en los Ojos, ya mencionados anteriormente.

El Vallecillo es el único núcleo de importancia que nos encontramos cerca al tramo, situándose a unos 2km de distancia del río.

### 3.1.2.4. DIMENSIÓN, COMPOSICIÓN Y ENCLAVADOS.

El tramo vedado posee una longitud total de 2,3km, siendo un vedado único. La propiedad de los montes es pública, perteneciendo estos a la comunidad de Albarracín y al ayuntamiento de El



Vallecillo. Existen enclavados de titularidad privada de pequeña extensión, correspondientes con zonas de cultivos de regadío en la vega del río y cultivo de secano, mas concretamente de cereal, fuera de esta.

#### 3.1.2.5. LIMITES.

**Limite superior:** Nacimiento del río.

**Limite inferior:** Confluencia con la rambla del Villarejo.

Ver plano número 3, “croquis general del tramo de estudio”.

#### 3.1.2.6. ESPECIES.

Entre las especies piscícolas existentes encontramos únicamente a la trucha común (*Salmo trutta fario*). La población autóctona sufre una pequeña modificación genética debido al cruce con ejemplares centroeuropeos, procedentes de viejas repoblaciones.

#### 3.1.2.7. REPOBLACIONES.

Desde su establecimiento como vedado de cabecera no se han realizado apenas ningún tipo de repoblación. Anteriormente fue frecuente la introducción periódica de ejemplares de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y, posteriormente, trucha común (*Salmo trutta fario*) de origen centroeuropeo para reforzar las poblaciones existentes, muy mermadas debido a la alta presión pesquera que siempre a sufrido el tramo.

### **3.2. Descripción general de los tramos libres.**

#### **3.2.1. Tramo libre de pesca.**

Se denomina tramo libre de pesca a aquellas aguas en las que no es necesario la obtención de un permiso diario para la práctica del ejercicio de la pesca, siendo solamente necesario la posesión de la licencia de pesca de la comunidad autónoma.

##### 3.2.1.1. UBICACIÓN.

Los tramos libres de pesca se ubican en diferentes tramos en función del estado de conservación, tanto piscícola como de hábitat, de la masa de agua. Por lo general, estos se establecen para reducir presión pesquera a cotos adyacentes, siendo aconsejable establecer regularmente tramos libres de pesca a lo largo de un curso fluvial. Son también tramos libres de pesca las zonas que se consideran de escaso interés para la pesca.



### 3.2.1.2. ESTRUCTURA E INSTALACIONES.

En la mayoría de los casos, estos tramos soportan una excesiva presión pesquera, siendo común la existencia de una escasa población piscícola en ellos. Actualmente se tiende a una estructuración en la que las poblaciones piscícolas aumenten en las zonas libres inmediatamente colindantes a acotados de pesca, para no ver reducidas las poblaciones dentro del coto. Para ello se establecen pequeños tramos, de alrededor de 500 metros, en los que únicamente se puede llevar a cabo la pesca sin muerte, solo pudiendo utilizar las técnicas de pesca adecuadas para ello.

Es necesario una buena delimitación de los tramos libres y un correcto señalamiento de estos, para evitar posibles confusiones entre los pescadores. Una buena divulgación, por parte de los organismos gestores, de las especies pescables, tallas, cupos, temporada y días hábiles de pesca, modalidades de pesca permitidas,... es importante para que los pescadores estén informados y sepan las normas a seguir dentro del tramo.

### 3.2.1.3. FUNCIONAMIENTO.

Es común en la mayoría de tramos libres las repoblaciones periódicas para aumentar la densidad poblacional de peces. Por otra parte, son estos tramos, junto con los distintos acotados, los que precisan una mayor vigilancia, ya que el número de pescadores furtivos suele ser elevado. Por ello es necesaria una correcta y permanente vigilancia durante todo el año.

Su funcionamiento además se basa en la elección de la temporada hábil, dejando un periodo en el que queda prohibida la pesca. Esto se lleva a cabo en función de la época reproductora de la especie, en nuestro caso la trucha común (*Salmo trutta fario*), dejando los meses otoñales e invernales vedados para evitar la pérdida de la freza anual. Los días hábiles se establecen en cinco por semana para eliminar presión pesquera.

## **3.2.2. Información general del tramo libre de pesca.**

### 3.2.2.1. DENOMINACIÓN.

Cabriel.



#### 3.2.2.2. POSICION ADMINISTRATIVA.

Este tramo libre corresponde en su totalidad al término municipal de Ciudad y comunidad de Albarracín, aunque la localidad de referencia, igual que para el tramo vedado, es El Vallecillo (Teruel).

#### 3.2.2.3. ACCESOS, COMUNICACIONES Y NÚCLEOS MÁS CERCANOS.

El mejor y más rápido acceso corresponde a la carretera TE-V-9121, que cruza el tramo en su parte alta, a partir de aquí una pista forestal asfaltada recorre todo el tramo por su parte izquierda.

Los núcleos poblacionales más cercanos son el Membrillo y San Pedro, aldeas pertenecientes a la ciudad de Albarracín y situadas en la margen izquierda del río, y El Vallecillo, núcleo poblacional situado unos kilómetros mas alejado del cauce.

#### 3.2.2.4. DIMENSIÓN, COMPOSICIÓN Y ENCLAVADOS.

Posee una longitud total de 5,9km, no existiendo ningún tipo de enclavado en todo el tramo. La propiedad de los montes es pública, perteneciendo exclusivamente a ciudad y comunidad de Albarracín. Existen enclavados de titularidad privada de pequeña extensión, correspondientes la mayoría con zonas de cultivos de regadío en la vega del río.

#### 3.2.2.5. LIMITES.

**Limite superior:** confluencia con la rambla del Villarejo.

**Limite inferior:** límite provincial con Cuenca (Castilla la Mancha).

Ver plano número 3, "Croquis general del tramo de estudio".

#### 3.2.2.6. CUOTAS Y CUPOS.

No existe ninguna cuota ya que se corresponde con un tramo libre, siendo el único requisito para practicar la pesca la tenencia de la licencia de pesca de la comunidad autónoma de Aragón en vigor.

El cupo se corresponde con el general establecido por la comunidad autónoma para la trucha común, que es de 4 truchas por pescador y día, de unas dimensiones mínimas de 22cms.



### 3.2.2.7. ESPECIES, MODALIDADES Y TEMPORADA.

La especie objeto de pesca es la trucha común (*Salmo trutta fario*), la cual se puede pescar mediante las siguientes modalidades:

- La pesca con mosca, en la que se autorizan todos los señuelos artificiales propios del sistema, quedando prohibido el lastrado exterior del aparejo.
  
- El mosquito con o sin boya flotante con un máximo de cuatro por aparejo (en estas modalidades queda prohibido el lastrado exterior del aparejo)
  
- La cucharilla y el pez artificial.

Al ser aguas declaradas trucheras y de alta montaña, encontramos un periodo hábil desde el 1 de junio hasta el 31 de agosto, pudiéndose pescar todos los días salvo los miércoles y jueves que no sean festivos nacionales o autonómicos.

### 3.2.2.8. REPOBLACIONES.

Al igual que en el tramo vedado, las repoblaciones han sido frecuentes, siendo antes de establecerse el vedado las mismas en los dos tramos. En la zona libre estas repoblaciones han sido más comunes en los últimos años, aunque desde hace tres temporadas no se ha realizado ninguna.

En general, la especie objeto de suelta se ha correspondido con individuos de trucha común centroeuropea (*Salmo trutta fario*), aunque en un principio se repobló con trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) de la que ya no quedan indicios de su presencia en el tramo. En los últimos años se ha realizado alguna repoblación con trucha común de origen mediterráneo (*Salmo trutta fario*).

### 3.2.2.9. CESTA MEDIA.

En los últimos años la cesta media ha dependido en gran medida de las repoblaciones efectuadas, el caudal del río y el éxito de la freza en años anteriores. En el Anejo 5 "Capturas e inventario piscícola" aparecen algunos datos sobre la cesta media de la zona.



## 4. INVENTARIO Y ANÁLISIS

---

### 4.1. Inventario del hábitat.

#### 4.1.1. Hábitat físico.

##### 4.1.1.1. INTRODUCCIÓN.

##### **Objetivos.**

Los datos que se obtienen en la caracterización del hábitat físico son importantes en el estudio de las poblaciones piscícolas porque de ellos se pueden deducir en gran medida su composición específica, abundancia y estructura, tanto actuales como potenciales. Los factores físicos del medio son en general más predecibles, más constantes y más fácilmente mensurables que los biológicos, por lo que es preferible su empleo para una descripción consistente del medio (Gordon *et al.*, 1992)

Los objetivos de la caracterización del hábitat podrían agruparse como siguen (Simmonson *et al.*, 1992)

- Evaluación de las condiciones actuales del hábitat, para determinar si existe algún problema que limite a las poblaciones. Esta evaluación puede ser cuantitativa o cualitativa, siendo el enfoque más frecuente en los estudios del hábitat físico.
- Determinación de la importancia relativa de cada uno de los problemas detectados.
- Estudio de la evolución del hábitat al estar sometido a estos problemas y predicción de su respuesta si los problemas se acentúan o decrecen.
- Investigación del origen de los problemas y diseño de actuaciones para su corrección.
- Evaluación de la eficacia de las medidas adoptadas para la corrección de los problemas.

##### 4.1.1.2. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES Y DE LA ÉPOCA DE MUESTREO.

El inventario debe realizarse a lo largo de todo el tramo a gestionar, por ello se determinarán unas estaciones de muestreo según el criterio del “tramo representativo”. Para ello debemos seguir una serie de pasos:

- a) Realizar una estratificación morfológica según criterios geomorfológicos, hidrológicos y biológicos.



En nuestro caso los criterios hidrológicos y biológicos no son relevantes ya que mantienen las mismas características durante todo el tramo, sin embargo los geomorfológicos si cumplen un papel importante, dividiendo nuestra zona de estudio en dos bien diferenciadas:

- La primera zona, de mayor anchura y profundidad del cauce, con mayor número pozas y remansos, mucha mas vegetación de ribera y, por lo tanto, mayor proporción de sombras.
- En la segunda la cobertura de vegetación desaparece en gran medida, por lo tanto por ciento de refugio desaparece, así como la proporción de sombras. Además el cauce presenta una menor anchura y profundidad.

b) A partir del primer paso se seleccionan aleatoriamente los tramos dentro de cada zona, teniendo en cuenta que la longitud del tramo no debe ser inferior a 35 veces la anchura del cauce ni menor de 100 metros, que se debe incluir 3 secuencias de rápidos/lentos o dos secuencias de meandros y no se deben incluir afluentes o singularidades. Lo normal es elegir de 2 a 4 estaciones en zonas de 4-10km.

En nuestro caso la longitud del tramo es aproximadamente de 8km, por lo que se ha creído conveniente seleccionar aleatoriamente un tramo en cada una de las zonas que se diferenciaban en el apartado anterior, en total 2 tramos.

#### 4.1.1.3. ELECCIÓN DEL MÉTODO GENERAL DE MUESTREO.

Elegimos como sistema de valoración una evaluación de transectos por puntos, realizando un total de 3-5 por estación. El valor de la variable en la estación se determina por la media en los diferentes transectos, o como porcentaje.

Hemos tenido en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Realizar los muestreos con caudal mínimo, pero considerando situaciones especiales como deshielos, avenidas, etc.
2. Cada medida debe ser realizada por la misma persona o equipo y algunos parámetros deben tomarse a la misma hora, como por ejemplo la temperatura del agua.

Es importante comenzar siempre aguas abajo del punto de muestreo para no alterarlo.



#### 4.1.1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INUNDACIÓN Y ORILLAS.

##### 4.1.1.4.1. Usos del suelo.

El cauce y la zona de inundación se relacionan de forma íntima en los procesos de transferencia de nutrientes, de agua y de energía (Amoros & Petts, 1993), por lo que las modificaciones del uso del suelo en dichas zonas pueden originar desequilibrios importantes en el curso de agua.

Para el estudio de los usos del suelo se propone la siguiente clasificación (adaptada de Simmonson *et al.*, 1994), que puede ser modificada en cada caso para recoger los usos más característicos de la zona de estudio:

##### A) USOS MODIFICADOS:

**Agropecuario.** Incluye los usos del suelo asociados a la producción agrícola y ganadera. Podemos diferenciar cultivos (secano, regadío, huertos, barbecho), pastos, prados y granjas.

**Selvícola.** Incluye los usos asociados con la producción maderera, pudiendo clasificarse en repoblaciones y zonas de corta (donde se han realizado recientemente operaciones de apeo y/o saca de madera). Se cree conveniente resaltar las zonas afectadas por incendios forestales.

**Urbanizado.** Incluye los usos de suelo propios de una actividad urbana o suburbana, tales como comercial (incluyendo terrenos industriales), residencial, recreativo (parques) y red de comunicaciones (caminos asfaltados, vías de ferrocarril, pistas transitadas).

Como aparece en el plano 2 "Usos del suelo", principalmente existen en la zona usos agropecuarios en forma de pequeñas extensiones de cultivos de regadío en las zonas más accesibles y cercanas a los núcleos de población, y cultivos de secano (cereal) en zonas más alejadas de la ribera. También podemos encontrar usos selvícolas: pequeñas plantaciones puntuales de chopo (*Populus x canadensis*) y de nogal (*Juglans nigra*) dedicados al aprovechamiento de la madera. Además existen dos pequeñas poblaciones cercanas al río.

##### B) USOS NO MODIFICADOS:

**Pastizales.** Terrenos dominados por herbáceas, con escasas plantas leñosas, no sujetos de forma regular a pastoreo o siega.



**Matorrales.** Terrenos dominados por pequeñas plantas leñosas (sauces, alisos) menores de 3m de altura.

**Bosque.** Terrenos dominados por vegetación leñosa arbórea, considerando como tal la que supera los tres metros de altura (álamos, chopos, alisos, fresnos, etc.)

**Humedales.** Terrenos con drenaje defectuoso, generalmente asociados a los ríos en sus tramos medios y bajos.

**Otros.** Incluye el resto de usos no alterados, entre ellos las orillas y riberas formadas por roca expuesta.

A lo largo de todo el tramo de estudio existen una gran extensión de pastizales húmedos y subhúmedos utilizados para sustento de ganado ovino en su mayoría. En gran parte del tramo existe una densa vegetación de ribera compuesta principalmente por *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Salix* sp., *Corylus avellana*,... En muchas zonas esta vegetación contacta con bosque de coníferas (*Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*) que tienen un uso principalmente maderero o con dehesas de sabinas albar (*Juniperus thurifera*) de uso ganadero.

La evaluación de cada uno de los usos la realizamos estimando la proporción de cada uno de ellos en el conjunto de la estación. Las categorías empleadas son menos de diez, ya que este hecho aumenta notablemente la precisión entre observadores. La estructura y edad de la vegetación nos indica, en el caso de los usos modificados, el tiempo y la intensidad con la que se manifiesta dicho uso.

<b>Usos del suelo. Estación de muestreo ACA-01_10. Tramo alto del río Cabriel (Teruel).</b>	
<b>Usos modificados</b>	<b>Proporción en el conjunto de la estación</b>
Agropecuario	42%
Silvícola	-
Urbanizado	-
<b>Usos no modificados</b>	
Pastizales	21%
Matorrales	30%
Bosque	7%
Humedales	-
Otros	-

Tabla 1. Usos del suelo en la estación de muestreo ACA-01\_10.

Usos del suelo. Estación de muestreo ACA-02_10. Tramo alto del río Cabriel (Teruel).	
Usos modificados	Proporción en el conjunto de la estación
Agropecuario	12%
Silvícola	7%
Urbanizado	-
Usos no modificados	
Pastizales	5%
Matorrales	32%
Bosque	44%
Humedales	-
Otros	-

Tabla 2. Usos del suelo en la estación de muestreo ACA-02\_10.

#### 4.1.1.4.2. Anchura de ribera no alterada.

Una ribera no alterada en una franja mayor de diez metros mejora considerablemente la condición de las poblaciones piscícolas (Barton *et al.*, 1985; Rankin, 1989).

Se evaluará midiendo la longitud (en metros), a lo largo de la prolongación a ambos lados de los transectos en las orillas y zonas de inundación, que corresponde a usos de suelo naturales. En el caso de ser mayor de diez metros, se clasifica superior a 10m. En el caso de no existir usos no modificados adyacentes al río, se le asigna un valor cero (Simmonson *et al.*, 1994).

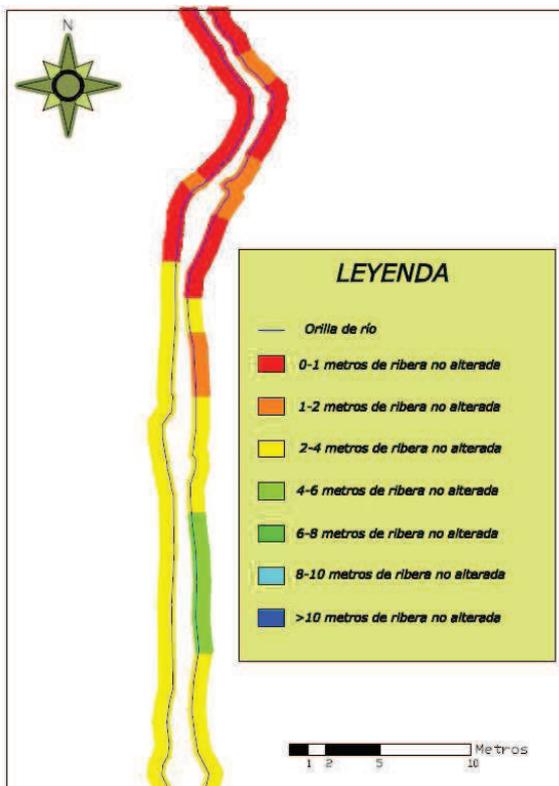


Figura 10. Anchura de ribera no alterada. Estación de

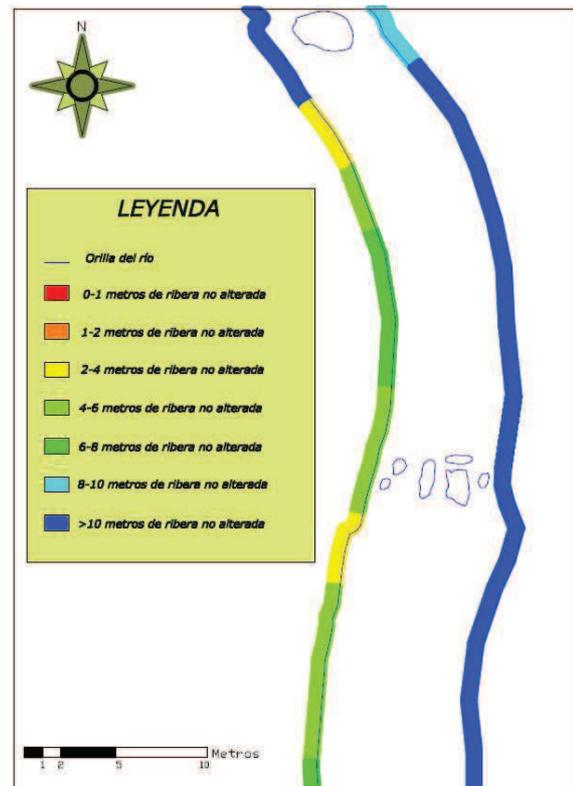


Figura 11. Anchura de ribera no modificada. Estación de



muestreo ACA-01\_10.

muestreo ACA-02\_10.

En la estación de muestreo ACA-01\_10, la alteración del cauce en su margen izquierdo se corresponde con la existencia de una pista forestal paralela al cauce. En general, en todo el tramo, las alteraciones producidas se corresponden con antiguas rozas realizadas para obtener suelos agrícolas, las cuales han desprovisto de vegetación arbórea y arbustiva la zona.

En la estación de muestreo ACA-02\_10, la zona de ribera modificada se debe a la existencia de suelos agrícolas destinados al cultivo de secano, los cuales se concentran exclusivamente en su margen izquierda.

#### 4.1.1.4.3. Erosionabilidad de las orillas.

Se define como el grado en el cual las orillas son susceptibles de perder material, especialmente suelo, al estar sometidas a avenidas, precipitaciones y/o vientos fuertes.

Unas orillas inestables implican un aporte de sedimentos finos al cauce y una disminución de refugio disponible para los peces, al limitar la existencia de cuevas y vegetación colgante sobre el cauce.

Para este apartado, se ha valorado tanto el grado de alteración actual de la orilla como la estabilidad de las mismas, que generalmente esta relacionada con el grado en que están cubiertas por la vegetación o la presencia de materiales difícilmente erosionables. La medición de ambas variables la realizamos de forma semicualitativa, tal y como se recoge en las tablas número 3 y 4 (Platts *et al.*, 1983; García de Jalón *et al.*, 1994).

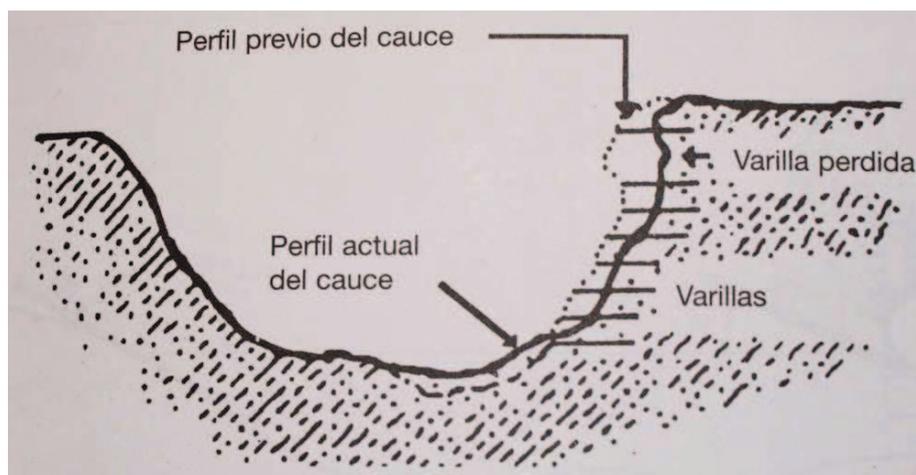
Más del 80% de la superficie de la orilla está cubierta por vegetación en buenas condiciones. En caso de no estarlo, esta protegida por materiales que impiden la erosión de la orilla, como roca madre o bloques.	<b>Excelente</b>
Del 50-79% de la superficie de la orilla está cubierta por vegetación. Las zonas no cubiertas por vegetación están protegidas por materiales que solo permiten erosión limitada de la orilla, como gravas o cantos.	<b>Buena</b>
Del 25-49% de la superficie de la orilla está cubierta por vegetación. Las zonas no cubiertas por vegetación están protegidas por materiales que solo permiten erosión limitada de la orilla, como gravas o cantos.	<b>Pobre</b>
Menos del 25% de la superficie de la orilla está cubierta por vegetación. Las zonas no cubiertas por la vegetación tienen escasa protección contra la erosión y las orillas presentan muestras de la actuación de procesos erosivos en avenidas.	<b>Mínima</b>

Tabla 3. Evaluación del grado de estabilidad de las orillas

Las orillas son estables. No se observa alteración originada por el agua o los animales.	<b>No alteradas</b>
Menos del 25% de la longitud de orilla a lo largo del transecto es falsa, esta desplomada o erosionada.	<b>Poco alteradas</b>
Del 25 al 50% de la longitud de orilla a lo largo del transecto es falsa, esta desplomada o erosionada.	<b>Moderadamente alteradas</b>
Del 50 al 75% de la longitud de orilla a lo largo del transecto es falsa, está desplomada o erosionada.	<b>Muy alteradas</b>
Más del 75% de la longitud de orilla a lo largo del transecto es falsa, esta desplomada o erosionada.	<b>Fuertemente alteradas</b>

**Tabla 4.** Evaluación del grado de alteración de las orillas

Para estimar cuantitativamente los procesos de erosión en las orillas se ha recurrido a la utilización de una serie de varillas; las cuales se clavan, en la orilla del transecto de estudio, de manera paralela a la horizontal de la superficie del agua, tal y como se indica en la figura 12. Posteriormente se fueron midiendo a lo largo del tiempo la parte de varilla expuesta a consecuencia de los fenómenos erosivos (Gordon *et al.*, 1992).



**Figura 12.** Empleo de varillas para evaluar la erosión de las orillas.

Para la estación de muestreo ACA-01\_10 el grado de estabilidad de las orillas es pobre, apareciendo aproximadamente un 40% de la orilla cubierta por vegetación en buenas condiciones. En su mayoría, las zonas no cubiertas por vegetación están protegidas por gravas y cantos, los cuales solo permiten una erosión limitada de la orilla. En cuanto al grado de alteración de las orillas, nos encontramos una zona poco alterada, existiendo un 10-15% de la longitud de la orilla falsa o erosionada.

Para la estación de muestreo ACA-02\_10 el grado de estabilidad de las orillas es excelente ya que casi la totalidad de la orilla está cubierta de vegetación en buenas condiciones. Nos

encontramos orillas no alteradas, siendo estables y no observándose a lo largo del transecto alteraciones originadas por el agua o los animales.

#### 4.1.1.4.4. Sombreado del cauce.

El sombreado del cauce se define como la superficie de la lámina de agua sombreada, tanto por vegetación como por el terreno u objetos artificiales a mediodía en verano.

Influye en la cantidad de radiación solar que alcanza el cauce (y por lo tanto en la productividad, en la temperatura del agua, etc.), permite estimar el estado de conservación de la vegetación de ribera. Constituye además un factor de refugio para los peces.

La medida del sombreado del cauce la realizamos por apreciación visual.

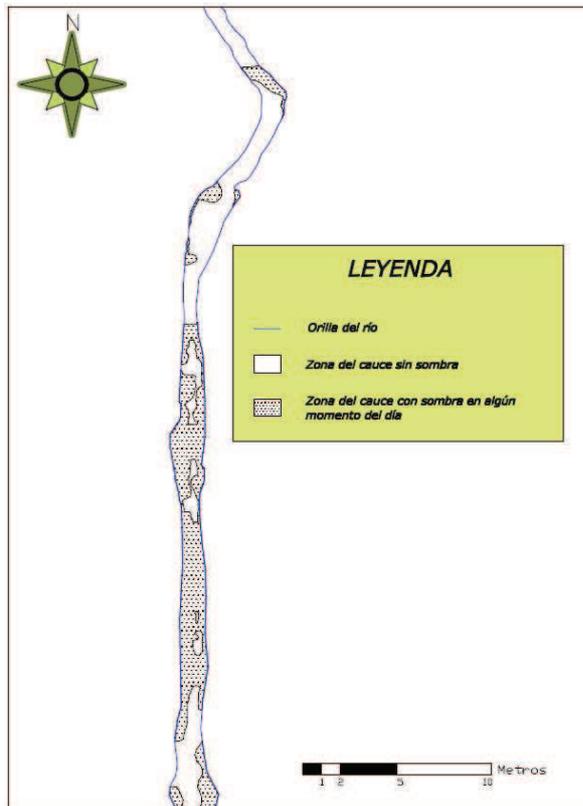


Figura 13. Sombreado del cauce. Estación de muestreo ACA-01\_10.

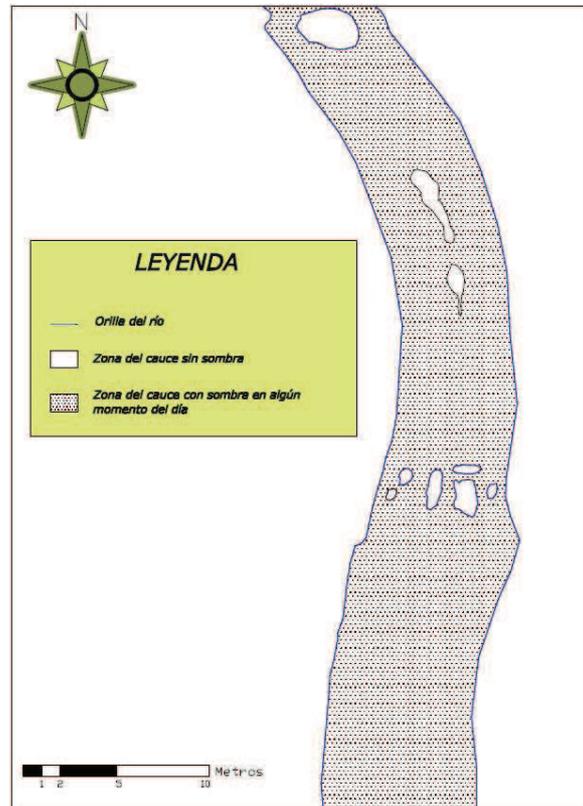


Figura 14. Sombreado del cauce. Estación de muestreo ACA-02\_10.

#### 4.1.1.4.5. Pendiente de las orillas.

La pendiente de las orillas nos permite evaluar el empleo de los taludes y cuevas de orilla (cornisas sumergidas) como refugio para los peces.

La medimos empleando un jalón sobre el que se coloca un clinómetro que mide el ángulo formado con la horizontal, como se muestra en la figura 17. Si existen cuevas en las orillas, el ángulo será inferior a  $90^\circ$ . El ángulo se mide colocando el extremo del jalón en el punto medio de la cueva, y ajustándolo al punto más prominente de esta. Si no existen cuevas el ángulo será superior a  $90^\circ$ , y se mide colocando el jalón a lo largo de la orilla. Se sustrae a  $180^\circ$  la lectura del clinómetro para obtener el valor del ángulo (Platts *et al.*, 1983).

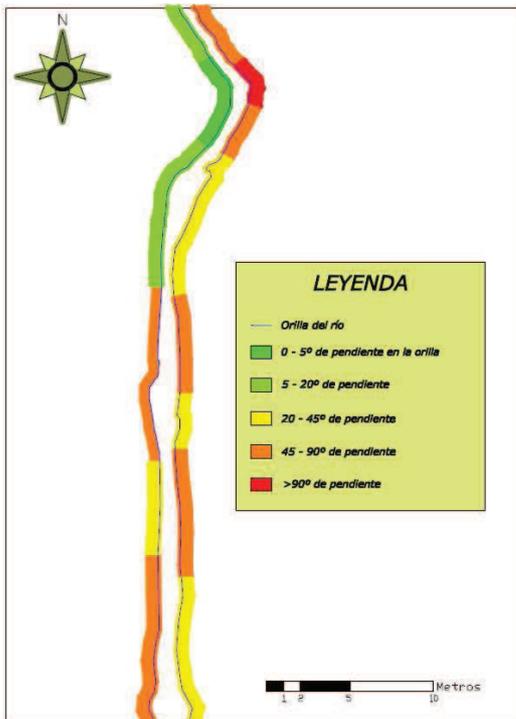


Figura 15. Pendiente de las orillas. Estación de muestreo ACA-01\_10.

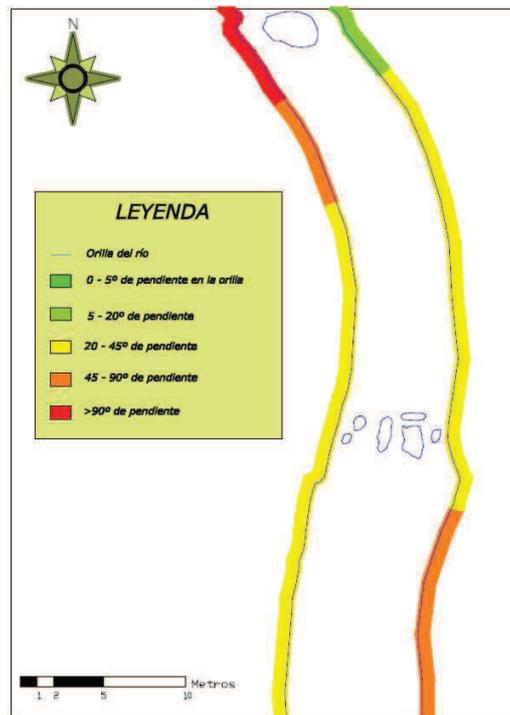


Figura 16. Pendiente de las orillas. Estación de muestreo ACA-02\_10.

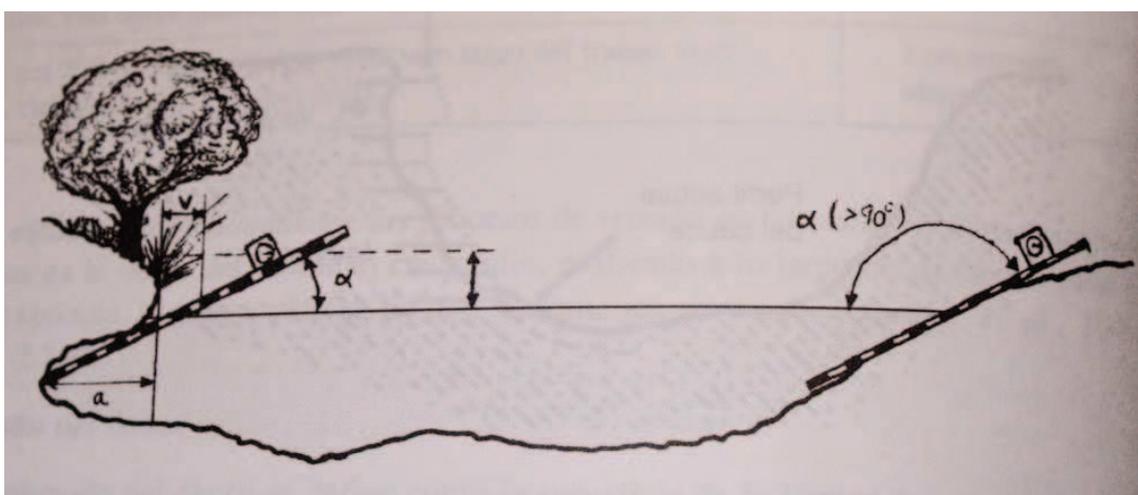


Figura 17. Cálculo de la pendiente de las orillas y profundidad de los encueves

#### 4.1.1.5. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CAUCE.

##### 4.1.1.5.1. Presencia y proporción de macrohábitats.



Un macrohábitat está constituido por aquellas zonas del cauce que presentan una fisonomía homogénea para los principales factores de hábitat. Su estudio es de interés por cuanto su presencia y extensión relativa influencia notablemente la composición y estructura de las poblaciones piscícolas fluviales. Podemos diferenciar los siguientes tipos de macrohábitats principales (Haury *et al.*, 1991):

**Rápidos.** Son zonas con pendiente superior al 4%, generalmente de poca profundidad, con velocidades de agua elevadas y régimen turbulento, sustrato de granulometría gruesa, con presencia de cantos y bloques.

**Corrientes.** Zonas con pendiente moderada, poco profundas, turbulencia y velocidad del agua media ( $>0,4\text{m/s}$ ), sustrato de granulometría media, con predominio de gravas y gravillas, y generalmente situadas en ensanchamientos del cauce.

**Tablas, lentos o remansos.** Zonas de pendiente moderada o baja, generalmente poco profundas, con una velocidad del agua que varía entre media y baja (de 0,2 a 0,4m/s) y flujo laminar. El sustrato está compuesto por gravas, gravillas y arenas.

**Pozas.** Zonas de escasa pendiente, generalmente profundas ( $>0,6\text{m.}$ ), con una velocidad de agua baja y un flujo laminar. El sustrato puede ser muy variable, existiendo con frecuencia acumulaciones de sedimentos finos.

La delimitación en el terreno de los distintos macrohábitats presentes no es siempre fácil, existiendo además numerosos tipos especiales a parte de los principales, ya descritos (Platts *et al.*, 1983; Haury *et al.*, 1991). En nuestro caso realizaremos el levantamiento planimétrico de las superficies ocupadas por cada uno de los macrohábitats en cada una de las estaciones de muestreo, tal y como se observa en las figuras 18 y 19.

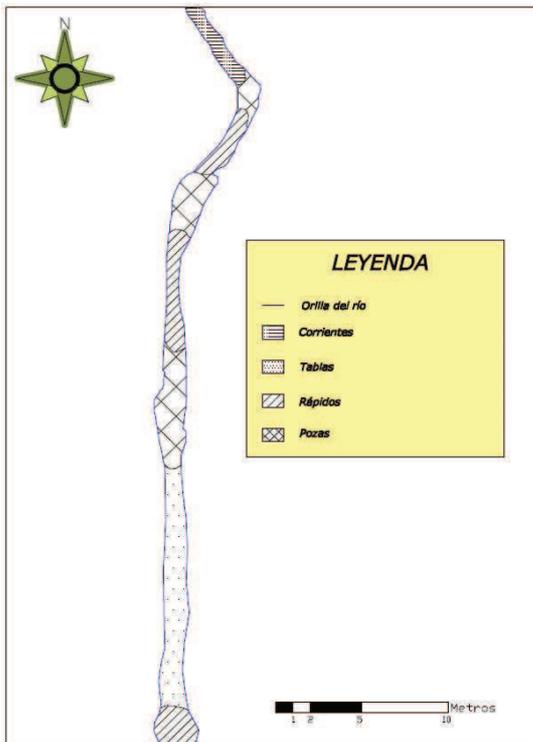


Figura 18. Presencia de macrohábitats. Estación de muestreo ACA-01\_10.

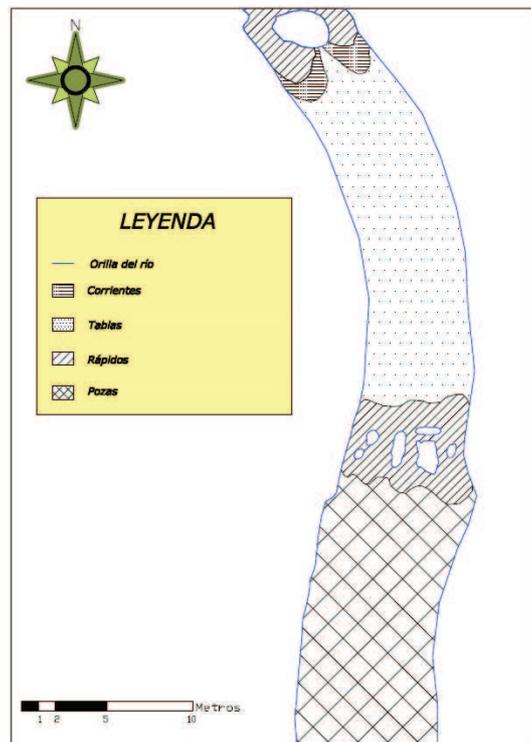


Figura 19. Presencia de macrohábitats. Estación de muestreo ACA-02\_10.

Existen tres relaciones numéricas relacionadas con el trazado del río que tienen especial interés como descriptoras de la calidad y diversidad del hábitat, aunque en nuestro caso la que mas nos interesa es la **relación rápidos/lentos**. Esta se calcula dividiendo la longitud de rápidos y corrientes entre tablas y pozas. En los ríos habitados por salmónidos, el cual es nuestro caso, se suele considerar como óptima una relación de 1:1.

#### Relación rápidos/lentos:

Estación de muestreo ACA-01\_10:  $10/14,3 \rightarrow 1:1,43$

Estación de muestreo ACA-02\_10:  $5,5/18,5 \rightarrow 1:3,67$

#### 4.1.1.6. REFUGIOS.

##### 4.1.1.6.1. Vegetación sumergida.

La vegetación sumergida influye directamente sobre las comunidades piscícolas de *Salmo trutta fario* facilitando refugio a esta especie. Está relacionada con la composición y abundancia de la fauna de macroinvertebrados (de las que se alimentan las comunidades piscícolas) y actúa asimismo como trampa de sedimentos y como elemento de diversificación del régimen de velocidades del agua.



La determinación cuantitativa de la cubierta de vegetación sumergida la hemos realizado mediante la evaluación visual del porcentaje ocupado en el conjunto de la estación, estimando la superficie ocupada por la vegetación en toda la estación de muestreo.

**Vegetación sumergida:**

**Estación de muestreo ACA-01 10: 12% de superficie ocupada**

**Estación de muestreo ACA-02 10: 16% de superficie ocupada**

4.1.1.6.2. Refugio.

Según Arnette (1976), refugio se define como las particularidades del cauce y las orillas que ofrecen a los seres acuáticos protección frente a los predadores y/o lugares para descansar y conservar energía debido a una reducción en la velocidad del agua. Entre los elementos que pueden suministrar refugio en un río pueden destacarse la profundidad del agua, la turbulencia superficial, la turbidez del agua, las cuevas en las orillas, las grandes rocas y otros obstáculos sumergidos, la vegetación sumergida, la vegetación que cuelga sobre el cauce y las raíces y tocones (Armour & Platts, 1983).

La importancia del conjunto de factores que determinan el refugio disponible por los peces la resumiremos en el índice de refugio propuesto por García de Jalón (1994) para la trucha común (*Salmo trutta fario*) en España, el cual se calcula mediante la expresión:

$$I_R = (C_e + C_{sb} + C_{st} + C_{vs} + C_p) / 4$$

Donde los coeficientes  $C_e$  (refugio debido a cornisas, cuevas y bancos),  $C_{sb}$  (refugio debido al sombreado),  $C_{st}$  (refugio debido al tipo de sustrato),  $C_{vs}$  (refugio debido a la vegetación sumergida) y  $C_p$  (refugio debido a la profundidad de la columna de agua) se obtiene de la tabla 5.

VALOR	0	1	2	3	4	5
$C_e$	Ausencia	Cornisas aéreas	Cornisas aéreas y sumergidas	Cornisas y bancos o cuevas	Cornisas, bancos y cuevas (prof. <50cm.) y/o tocones	Cornisas, bancos y cuevas (prof. >50cm.) y/o tocones
$C_{sb}$	0%	<10%	10-25%	25-50%	50-75%	>75%
$C_{st}$	Roca madre lisa	Limos y arenas	Gravas y gravillas	Gravas y bloques	Bloques grandes	Roca madre fisurada y bloques
$C_{vs}$	Ninguna	Cualquiera poco desarrollada	<5%	5-15%	15-30%	>30%
$C_p$ Aguas claras Aguas turbias	<15cm.	15-50cm.	50-80cm.	80-100cm. 15-50cm.	100-150cm. 50-80 cm.	150cm. >80cm.

Tabla 5. Valores de los coeficientes para el cálculo del índice de refugio de García de Jalón *et al.* (1994).

La disponibilidad de refugio se evalúa de la siguiente forma:

Nula.....	$I_R < 0,6$
Muy baja.....	$0,6 < I_R < 2,5$
Baja.....	$2,6 < I_R < 4,5$
Media.....	$4,6 < I_R < 6,5$
Alta.....	$6,6 < I_R < 8,5$
Muy alta.....	$8,6 < I_R < 10$

**Índice de refugio:**

Estación de muestreo ACA-01 10:  $I_r = 2+(2+2+3+5)/4 = 6$  **Media**

Estación de muestreo ACA-02 10:  $I_r = 5+(5+2+3+5)/4 = 8,75$  **Muy alta**

4.1.1.7. PRESENCIA DE AZUDES.

Azud es una palabra de origen árabe que significa 'barrera'. Un azud es una pequeña presa utilizada para elevar el nivel de un río, en un cierto punto de este, con el fin de derivar parte de su caudal a acequias.

Por lo tanto, un azud afecta directamente al caudal del tramo situado inmediatamente aguas debajo de este, reduciéndolo. Además se trata de una barrera difícil o, en muchos casos, imposible de atravesar por la fauna ictícola, por lo que es recomendable tener en cuenta su existencia y características.

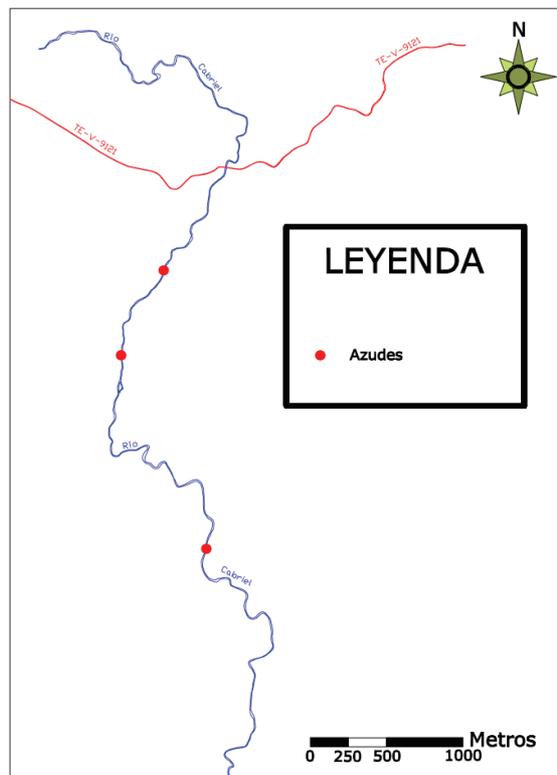


Figura 20. Presencia de Azudes en el tramo.

#### 4.1.1.8. SUSTRATO DEL LECHO Y FREZADEROS.

##### 4.1.1.8.1. Composición granulométrica del sustrato.

Por sustrato se entiende los materiales que conforman el lecho del río. El sustrato juega un importante papel puesto que proporciona cubierta y zonas de freza a muchos invertebrados y peces (Simmonson *et al.* 1994).

La composición granulométrica del sustrato puede estimarse de forma visual, en porcentajes o clases de abundancia de cada uno de los tamaños de partículas, o bien de forma cuantitativa.

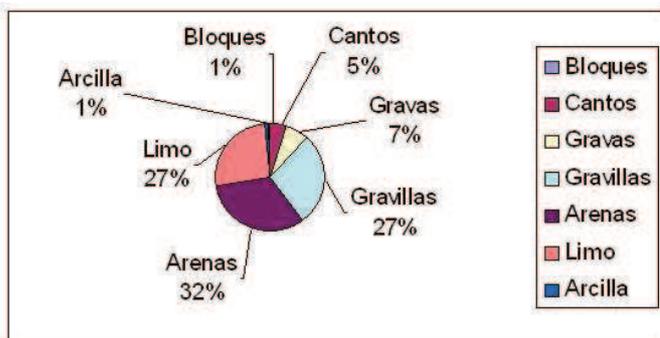
Existen numerosas clasificaciones de los materiales que conforman el sustrato atendiendo a su diámetro. La que hemos utilizado es una clasificación simplificada, basada en la terminología de la American Geophysical Union, y recomendada para estudios de sustrato en ríos (Platts *et al.*, 1983). Agruparemos limos y arcillas dentro de una misma clase ("finos") por la dificultad existente en separarlos.

Roca madre	Lecho formado por roca continua
Grandes bloques	> 1024mm
Bloques	256mm – 1024mm
Cantos	64mm – 256mm
Gravas	8mm – 64mm
Gravillas	2mm – 8mm
Arenas	62µm – 2mm
Limo	4µm – 62µm
Arcilla	< 4µm

Tabla 6. Clasificación granulométrica del sustrato

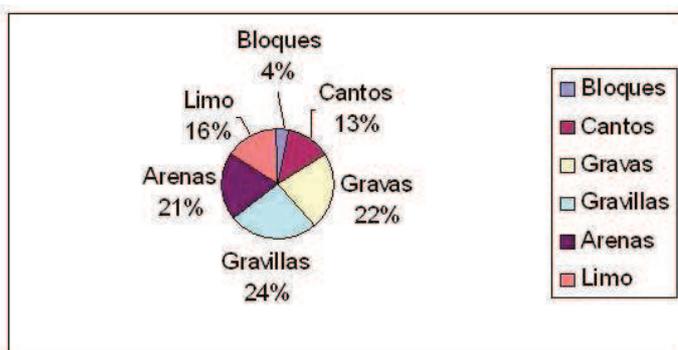
#### Composición granulométrica del sustrato:

Estación de muestreo nº1:



Roca madre	0%
Grandes bloques	0%
Bloques	0,5%
Cantos	5%
Gravas	7%
Gravillas	27%
Arenas	32,5%
Limo	27%
Arcilla	1%

Estación de muestreo nº2:



Roca madre	0%
Grandes bloques	0%
Bloques	3,5%
Cantos	13,2%
Gravas	21,8%
Gravillas	25%
Arenas	20,5%
Limo	16%
Arcilla	0%

4.1.1.8.2. Recubrimiento por finos.

El recubrimiento por finos es el grado en el cual los cantos, gravas y gravillas están recubiertas por partículas de tamaño igual o inferior al de los últimos limos (Hamilton & Bergensen, 1984).

Cuanto mayor sea el recubrimiento por finos, menores serán tanto la disponibilidad de hábitat para los macroinvertebrados y alevines como la calidad de los frezaderos de especies reófilas cuya puesta se realice en gravas o gravillas (salmónidos, algunos ciprínidos, etc.), al perderse capacidad de renovación de oxígeno disuelto.

Los valores de recubrimiento los estimaremos visualmente en porcentaje. La medida del recubrimiento es relativamente consistente empleando clases de abundancia como las descritas por Platts *et al.* (1983), que se recogen en la tabla que se expone a continuación.

Porcentaje de recubrimiento	Calidad
Menos del 5% de recubrimiento	Excelente
Del 5 al 25% de recubrimiento	Buena
Del 25 al 50% de recubrimiento	Media
Del 50 al 75% de recubrimiento	Pobre
Más del 75% de recubrimiento	Mínima

Tabla 7. Evaluación de la calidad del sustrato en función del porcentaje de recubrimiento por finos.

**Recubrimiento por finos:**

Estación de muestreo ACA-01 10: 34% Media

Estación de muestreo ACA-02 10: 26% Media



#### 4.1.1.9. RÉGIMEN DE CAUDALES.

Se entiende por caudal de un río, en un determinado tramo del mismo, a la cantidad de agua que circula por ese tramo por una unidad de tiempo y se expresa generalmente en metros cúbicos por segundo. El régimen de caudales de un tramo de un río se refiere a la pauta de variación del caudal a lo largo del tiempo. El periodo de tiempo considerado puede ser varios años si se quiere analizar las oscilaciones interanuales, o un año si deseamos conocer las fluctuaciones estacionales, o bien semanas para mayor detalle. Lo más frecuente es referirse a una escala temporal anual, y representar los caudales medios mensuales.

Existen diversos tipos de régimen de caudales, de los cuales los más frecuentes son los de tipo nival y pluvial. El régimen nival se caracteriza generalmente por la presencia de dos máximos anuales (correspondientes a las crecidas otoñales y a las del deshielo) y dos mínimos (sequía estival y congelación invernal). El régimen pluvial tiene un solo máximo anual (por lo general en invierno) y un mínimo en el estío.

Otra característica importante del régimen de caudales es su torrencialidad, cuya estimación podemos realizarla comparando los valores extremos del caudal y analizando la varianza.

En los ríos sometidos a regulación artificial de sus caudales (azudes, embalses, trasvases, etc.) nos interesa analizar su régimen a escalas temporales menores. Así, debajo de las centrales hidroeléctricas los caudales son por lo general máximos durante el día y mínimos por la noche y durante los fines de semana (cuando no se turbinan).

El régimen de caudales naturales del río está en consonancia con la forma del cauce fluvial y su capacidad como hábitat piscícola. Por ello, cuando se disminuyen los caudales circulantes por un tramo (por regulación artificial) puede ir en detrimento de su capacidad como hábitat piscícola. Como consecuencia, en estos casos, es necesario mantener siempre un régimen de caudales mínimos que permita conservar el funcionamiento del ecosistema fluvial.

La fijación de unos caudales ecológicos es una tarea compleja, en la cual no encontraremos ya que nuestro río en cuestión no se ve sometido a ningún tipo de regulación, pero sí conviene exponer su orden de magnitud. En este sentido podemos decir que los caudales ecológicos están generalmente comprendidos entre el 10 y el 50% del caudal medio natural, dependiendo principalmente de su torrencialidad, de su zonación longitudinal y de la geomorfología del cauce.

En el anejo 2 “Histórico de caudales medios mensuales de río Cabriel en Pajaroncillo (Cuenca)” encontramos la serie de caudales medios mensuales desde el año 1990 para el río Cabriel, de la cual hemos recogido los datos necesarios para llevar a cabo los siguientes gráficos:

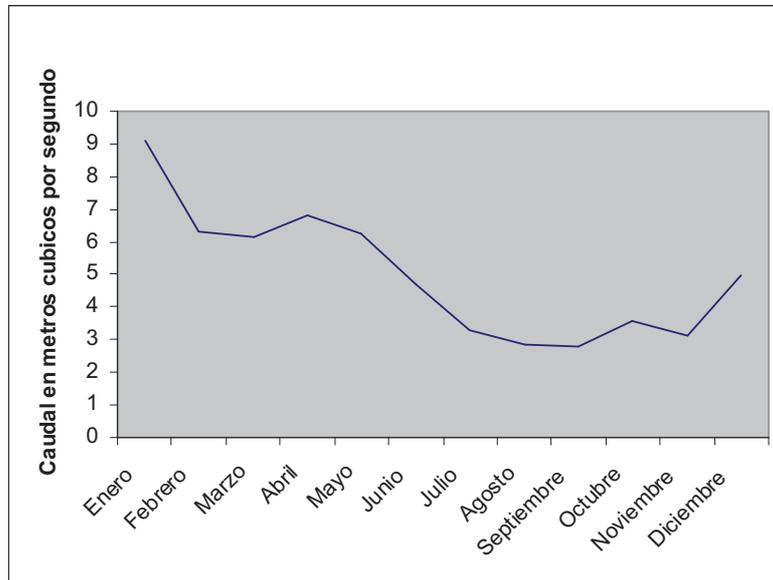


Figura 21. Caudales medios mensuales del río Cabriel a su paso por Pajaroncillo, Cuenca (1990-2010). Datos obtenidos de la Confederación Hidrográfica del Júcar

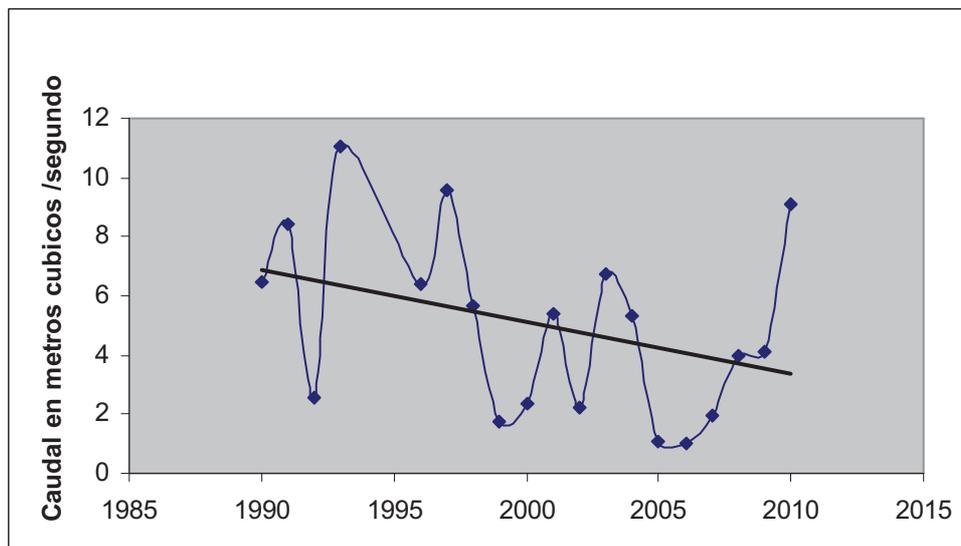


Figura 22. Caudal medio anual del río Cabriel (1990-2010) a su paso por la localidad de Pajaroncillo, Cuenca. Datos obtenidos de la Confederación Hidrológica del Júcar.

#### 4.1.1.10. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS.

La caracterización físico-química de las aguas es un paso previo de suma importancia a la hora de gestionar los tramos fluviales desde el punto de vista de la pesca deportiva. La cantidad y calidad de las aguas corrientes y el estado del cauce que las alberga son competencia de los



organismos de cuenca denominados Confederaciones Hidrográficas, en nuestro caso de la Confederación Hidrográfica del Júcar. A ellos nos hemos dirigido para conseguir la información referente a parámetros físico-químicos del río Cabriel.

### Parámetros de calidad físico-química de las aguas

La composición físico-química natural de las aguas es un compendio de la interacción de las rocas y suelos de la cuenca y de la propia dinámica fluvial y se ve modificada por los aportes originados por la actividad del hombre. La normativa existente para la vida de los peces no es tan estricta como la existente para las aguas de consumo, si bien se contempla la distinción entre aguas “salmonícolas” y “ciprinícolas”. Los valores máximos permitidos para vertidos se recogen en la orden del 16 de diciembre de 1988 relativa al mantenimiento de la vida piscícola, que a su vez es reflejo de la directiva 78/659/CEE. En el anejo 3 “Principales parámetros físico-químicos de interés para la trucha” se describen y desarrollan los principales parámetros físico-químicos.

Parámetros	Umbrales tolerables	
	Ríos salmonícolas	Ríos ciprinícolas
Temperatura aumento máximo temp. máxima temperatura max. temp. reproducción	1,5°C 21,5°C 10°C	3°C 28°C -
Oxígeno disuelto	>6 mg/l	>4 mg/l
pH	6 – 9	6 – 9
Sólidos en suspensión	< 25 mg/l	< 25 mg/l
Demanda biológica de oxígeno	< 3 mg/l	< 6 mg/l
Fósforo total	< 0,2 mg/l	< 0,4 mg/l
Nitritos	< 0,01 mg/l	< 0,03 mg/l
Compuestos fenólicos	No alterarán el sabor del pescado	
Hidrocarburos de petróleo	No se formarán películas en la superficie	
Amoníaco	< 0,025 mg/l	< 0,025 mg/l
Amonio total	< 1 mg/l	< 1 mg/l
Cloro residual total	0,005 mg/l	0,005 mg/l
Cinc total	< 0,3 mg/l	< 1 mg/l
Cobre soluble	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l

**Tabla 8.** Umbrales de calidad del agua en el cauce tolerados de los principales parámetros físico-químicos según se recogen en la orden del 16 de diciembre de 1988 relativa al mantenimiento de la vida piscícola.



### Parámetros físico-químicos río Cabriel:

Parámetros	Río Cabriel ( El valleçillo, Teruel)
Temperatura	9,8
Oxígeno disuelto (mg/l)	8,42
Oxígeno disuelto (%)	80,45
Conductividad (µs/cm)	231
pH	7,95
Turbidez	1
Sólidos en suspensión	-
Demanda biológica de oxígeno	-
Fósforo total	-
Nitritos	-
Compuestos fenólicos	-
Hidrocarburos de petróleo	-
Amoníaco	-
Amonio total	-
Cloro residual total	-
Cinc total	-
Cobre soluble	-

#### 4.1.1.11. ÍNDICES BIOLÓGICOS DEL AGUA.

En el contexto del estudio físico-químico de las aguas cabe hacer una reseña a los estudios biológicos que se basan en la flora o la fauna de los ríos. Especial importancia tienen aquéllos que analizan el macrobentos, es decir las larvas subacuáticas de los insectos, moluscos o lombrices que habitan el fondo del río y la masa de agua.

Los métodos de análisis de aguas exclusivamente basados en las condiciones químicas, que si bien en principio son de gran precisión, presentan el problema de ser testigos, tan sólo, de las condiciones instantáneas de las aguas. Por el contrario, los llamados índices biológicos informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de la muestra.

Un método rápido y sencillo para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes es la aplicación del índice de Hellawell (llamado B.M.W.P.) a la Península Ibérica, realizada por Alba-Tercedor y Sánchez Ortega, que es el que vamos a realizar para nuestro estudio biológico de la calidad del agua. Consiste en la determinación del macrobentos mediante una lupa de 10 a 40 aumentos y una clave de determinación.

Después de la determinación se suman las puntuaciones de calidad de cada familia y se define si la comunidad de macrobentos es de aguas limpias o contaminadas. La ventaja y los objetivos



de este índice biológico son la fácil aplicación a bajo coste y la detección de vertidos aunque no hayan sido instantáneos. El análisis biológico no sustituye el análisis químico si queremos determinar la toxicidad o la composición del vertido. Son, por lo tanto, análisis complementarios: el estudio biológico nos indica donde y cuando sería recomendable realizar análisis físico-químicos más detallados.

#### **4.1.2. Hábitat biológico.**

Todos los microorganismos, tanto vegetales, animales, como microorganismos, que conviven en el río con los peces, constituyen su hábitat biológico. La vegetación de ribera (saucedas, alisedas, choperas, etc.), los macrófitos (junqueras, espadañas, etc.) y las algas del perifiton (ovas) son importantes, pues como productores primarios aportan recursos energéticos y conforman el hábitat físico (en especial por su capacidad de refugio). Las comunidades de otros animales fluviales afectan directamente a las poblaciones de peces pues constituyen sus presas (y, por lo tanto, su alimento) sus competidores y sus depredadores (y por tanto, limitan sus poblaciones).

##### **4.1.2.1. LAS RIBERAS Y LA VEGETACIÓN ACUÁTICA.**

Las riberas son espacios abiertos que rodean los ríos estableciendo su límite y constituyen a la vez una zona de transición entre los sistemas terrestres de la ladera y los acuáticos del cauce. Se extienden desde las orillas (nivel de aguas bajas) comprendiendo las fajas terrestres caracterizadas por tener un nivel freático muy alto y sustentar una vegetación típica, llamada rupícola, ligada a la constancia de humedad en el suelo. Esta vegetación en condiciones naturales aparece siguiendo el trazado del río, formando el bosque de galería donde existe una gran diversidad de especies y una elevada productividad.

La presencia de vegetación en las riberas da mayor cohesión al suelo, a través de su sistema radical, y aumenta considerablemente la resistencia a la erosión debida a la fuerza de la corriente. Los cauces bordeados con abundante vegetación arbórea y arbustiva presentan en general una relación anchura/profundidad más pequeña que los desprovistos de esta vegetación. Cuando las orillas están bien protegidas por la vegetación, la corriente en momentos de avenida tiende a erosionar mas el lecho del río que los taludes laterales, creando así tramos poco sinuosos, de cauces encajados y estables. La presencia de vegetación arbórea en las riberas determina un sombreado del cauce de gran importancia para la fauna acuática, puesto que controla el grado de insolación y régimen de temperaturas de las aguas.



En definitiva, la presencia de una buena vegetación de ribera favorece un hábitat piscícola de gran valor. Por el contrario, la falta de esta vegetación de orillas permite que la corriente erosione, además del lecho, las partes laterales del cauce, ampliando progresivamente su anchura con la consiguiente disminución del calado, creando tramos más divagantes e inestables, donde los refugios son escasos, los frezaderos tienden a colmatarse más fácilmente y la insolación se intensifica.

Podemos diferenciar una zonación transversal o sucesión de esta vegetación según nos alejamos del centro de la corriente o eje de humedad. Así se observa dentro del agua la presencia de una vegetación macrofítica sumergida, cuyo crecimiento y desarrollo depende de los nutrientes de las aguas (grado de eutrofia). Próximas a las orillas pero con parte de su estructura aérea fuera del agua se desarrollan los helófitos, o macrófitas emergentes, donde se incluyen el carrizo, las espadañas o eneadas, caña, etc. En las orillas del río, ya con sistema radical fuera del agua, aparecen las saucedas arbustivas, que colonizan rápidamente las orillas e islas del cauce. Las saucedas presentan unas características muy claras de adaptación al paso de las aguas, como la flexibilidad de sus tallos para resistir el empuje de la corriente, y la facilidad de reproducción y colonización de nuevos sustratos depositados por las avenidas. Entremezcladas con las saucedas arbustivas aparecen las alisedas, muy cerca del agua, las choperas, los sauces arbóreos, alamedas, etc. Más hacia el interior, donde el nivel freático oscila más y el suelo es menos pesado se desarrollan las fresnedas y las olmedas.

#### 4.1.2.1.1. Estado de las riberas y orillas.

En el ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del Parlamento Europeo, y del consejo de 23 de octubre de 2000, por los que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, la evaluación del estado ecológico de los ríos debe ser realizada teniendo en cuenta, dentro de los indicadores de calidad hidromorfológicos, el estado de conservación de las riberas y orillas. La zona de ribera y su vegetación funcionan como amortiguadoras de sedimentos y fuentes de nutrientes para las cuencas vecinas al facilitar la captura de los sólidos suspendidos (filtro verde), mejorando la calidad del agua saliente y regulando la temperatura del río.

El bosque de ribera estabiliza los márgenes de los ríos debido a dos efectos: el mecánico o reforzamiento por su sistema radicular, debido a la fuerza de tracción que ejerce sobre el suelo, y el hidrológico que se da por la reducción de la presión positiva de agua en los poros del suelo y



del incremento de la succión matricial, debido a que las plantas interceptan la lluvia, transpiran e incrementan el drenaje del suelo.

Por todo ello se propone determinar el estado de conservación de las riberas, mediante la aplicación del **índice de calidad del bosque de ribera, QBR** (Munné A.; Solá C. & Prat N., 1998). Se trata de un método rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera de los ríos mediterráneos. De forma resumida se expone a continuación el protocolo y las consideraciones previas a tener en cuenta:

- El área de observación seleccionada deberá ser un tramo de unos 100 m aguas arriba del punto de muestreo (estaciones de muestreo piscícola y del macrobentos), en el cual se considerará la anchura potencial del bosque de ribera, delimitándose visualmente la orilla y la ribera.
- Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son independientes, y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni exceder de 25.
- Cada bloque escoge una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 ó 0. La puntuación final de cada bloque será modificada por las condiciones expuestas en la parte inferior de cada bloque, tantas veces como se cumpla la condición. La puntuación máxima por bloque será 25 y tendrá un mínimo de 0. Se considerarán ambos márgenes del río como una única unidad.
- La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques (entre 0y 100).

El índice de calidad del bosque de ribera, QBR, se encuentra dividido en cuatro bloques:

**Grado de cobertura riparia:** se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación (ambos márgenes). Hay que tener en cuenta la conectividad con el ecosistema forestal adyacente.

**Estructura de la cobertura:** se contabiliza el porcentaje de cobertura de árboles y arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se penaliza la linealidad, distribuciones en manchas, mientras que se potencia la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos.



**Calidad de la cobertura:** para cubrir este apartado, primero hay que determinar el tipo geomorfológico de la zona de ribera, donde se puntuará el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma (se sumaran ambos resultados). La presencia de islas en el río decrecen la puntuación, mientras que la presencia de suelo rocoso y duro la aumentan. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas y arbustivas nativas riparias. La disposición de las especies, la presencia de especies alóctonas y estructuras construidas por el hombre, aumentarán o disminuirán el valor del índice.

**Grado de naturalidad del canal fluvial:** se contabiliza la modificación de las terrazas, la existencia de estructuras sólidas como muros de contención, presas, etc. Los puentes y pasos para cruzar el río que nos permiten acceder a la estación de muestreo no serán considerados.

Los rangos de calidad según el índice QBR son:

Nivel de calidad	QBR	Color representativo
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural.	$\geq 95$	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	Amarillo
Alteración fuerte mala calidad	30-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	$\leq 25$	rojo

Tabla 10. Rangos de calidad del bosque de ribera. Índice QBR.

En el anejo 4 “Estado ecológico de las estaciones de muestreo ACA-01\_10 y ACA-02\_10 del alto Cabriel” se muestra el estadillo de campo utilizado para determinar el índice de calidad biológica del bosque de ribera (QBR). En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para cada una de las estaciones de muestreo.

Río	Estación de muestreo	Grado de cobertura	Estructura de la cobertura	Tipo geomorfológico	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal	Calificación total
Cabriel	ACA-01_10	10	5	8	25	25	65
	ACA-02_10	25	25	8	25	25	100

Tabla 11. Calificación del bosque de ribera. Índice QBR

Los valores de calidad del bosque de ribera según el índice QBR tienen dos tramos bien diferenciados en nuestra zona de estudio:

El primer tramo, que se corresponde con la parte baja de la zona de estudio, se corresponde con la estación de muestreo ACA-01\_10. En ella nos encontramos un bosque de calidad intermedia, con un claro inicio de alteración importante. Básicamente ello se debe al grado de cobertura de la ribera y la estructura de la cobertura, que se ven alteradas en gran manera debido al sobrepastoreo de la zona que no permite la regeneración del bosque de ribera.



En la estación ACA-02\_10 nos encontramos con un bosque de ribera sin apenas alteraciones, con una calidad y estado natural muy buenos. Si bien, en zonas puntuales, existe cierta reducción del ancho de faja del bosque de ribera, descendiendo la diversidad de las especies que lo componen (apareciendo especies frutales, chopo, etc.), debido a la expansión de las explotaciones agrarias.

#### 4.1.2.2. CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA DEBIDA A MACROINVERTEBRADOS.

Los macroinvertebrados que habitan el fondo de los ríos tienen una gran importancia, ya que su biomasa es, con frecuencia, la principal componente animal del ecosistema acuático y, sobre todo, su actividad biológica resulta imprescindible para comprender el funcionamiento de los ríos. Distinguimos los invertebrados de tamaño microscópico, tales como los hidrozooos, rotíferos, nemátodos, hidracnelas, microcrustáceos; de los llamados “macroinvertebrados”, cuyo tamaño permite su observación a simple vista.

Los macroinvertebrados son los que tienen un mayor interés ya que desarrollan todo su ciclo vital o parte de él en el medio acuático; su importancia ecológica en relación a otros animales en ríos es máxima y han despertado siempre el interés de los naturalistas y pescadores por constituir la base alimenticia de numerosas especies piscícolas. El término macroinvertebrados es un concepto práctico en función del tamaño, siendo considerados como macroinvertebrados los organismos que superan en fase adulto o último estadio larvario los 2 milímetros de longitud total.

#### **Ámbito de aplicación.**

En el ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del Parlamento Europeo, y del consejo de 23 de octubre de 2000, por los que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, la evaluación del estado ecológico de los ríos debe ser realizada teniendo en cuenta, dentro de los elementos biológicos, a los macroinvertebrados del bentos. La elevada diversidad y el amplio abanico de requerimientos ecológicos que presentan estos organismos proporcionan una visión muy acertada y fiable de las características y condiciones del medio, siendo muy útiles para la detección y seguimiento de alteraciones a medio y largo plazo.

#### **Análisis biológico del agua.**

Los índices biológicos basados en la caracterización del macrobentos, nos sirven para estimar la calidad o estado del medio acuático, informando de la situación tanto momentánea como de lo



acontecido algún tiempo antes de la toma de la muestra, integrándola en relación con los numerosos parámetros que afectan a la presencia y abundancia de los distintos organismos acuáticos. Por el contrario, los métodos de análisis de agua exclusivamente basados en las condiciones químicas, que si bien "en principio" son de gran precisión, presentan el problema de ser testigos, tan sólo, de las condiciones instantáneas de las aguas. Pueden no detectar posibles contaminaciones puntuales en el tiempo o ciertas alteraciones del medio acuático debidas a compuestos no analizados en un estudio rutinario de las muestras.

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos bentónicos que realizan su actividad biológica en el lecho del río. Estas comunidades son muy diversas, siendo los insectos y en mayor medida sus larvas, los organismos más abundantes. Entre los órdenes mejor representados se encuentran las efémeras, plecópteros, tricópteros, dípteros y coleópteros. También están incluidos dentro de los macroinvertebrados los siguientes grupos taxonómicos: Moluscos, Crustáceos, Turbelarios, Oligoquetos e Hirudíneos.

En general, una alteración de las condiciones naturales del ecosistema fluvial, por ejemplo en su forma más extendida de contaminación orgánica, ocasiona la reducción de su complejidad, simplificándolo. Se reduce el número total de especies, al desaparecer las más sensibles, y sólo sobreviven las tolerantes a las nuevas condiciones adversas, incrementando su número al desaparecer la competición por el alimento y el espacio disponible.

Los organismos acuáticos reaccionan de modo diverso a la contaminación, como resultado de procesos adaptativos a determinados ambientes naturales. Así especies más tolerantes a la contaminación, como las larvas de algunas efémeras, tricópteros, dípteros, etc., son en general ubiquestas de amplio espectro ecológico, y están adaptadas fisiológicamente a las condiciones naturales extremas, similares a las que se dan bajo condiciones de eutrofia y alta carga orgánica en el sistema. En general, los índices biológicos de calidad de aguas se basan en la distinta tolerancia de las especies a la variación ambiental ocasionada por la contaminación orgánica.

### **Metodología aplicada.**

Para el estudio de la calidad biológica de las aguas del tramo alto del Cabriel, se han seguido en la medida de lo posible las disposiciones citadas en las siguientes normas:

- Norma UNE-EN ISO 27828 (1995). *Calidad del agua. Métodos de muestreo biológico. Guía para el muestreo manual con red de macroinvertebrados bénticos.*



- Norma UNE-EN ISO 8689-1 (2001). *Calidad del agua. Clasificación biológica de los ríos. Parte 1: Guía para la interpretación de los datos de calidad biológica obtenidos de estudios de macroinvertebrados bénticos en cursos de agua.*
- Norma UNE-EN ISO 8689-2 (2001). *Calidad del agua. Clasificación biológica de los ríos. Parte 2: Guía para la presentación de los datos de calidad biológica obtenidos de estudios de macroinvertebrados bénticos en cursos de agua.*

En cuanto al diseño de la estrategia de muestreo se ha convenido en hacer coincidentes las estaciones de muestreo de los macroinvertebrados acuáticos con las estaciones elegidas para el inventario piscícola, ya que tanto su número, como su distribución en el tramo, permiten una correcta caracterización biológica de la misma.

En la recogida de las muestras se ha utilizado una red Surber de muestreo cualitativo (con superf. muestreo: 0.25 m<sup>2</sup>), donde se ha intentado cubrir los microhábitats que caracterizan a cada estación. En este punto se difiere ligeramente a la metodología propuesta por la norma, en lo que respecta al tipo de red de muestreo empleado (red de mano tipo Kicker) y a la unidad de esfuerzo (mayor número de muestras por estación).

Todos los organismos recolectados en cada estación fueron guardados en recipientes, fijándose la muestra con una mezcla de formol-agua (al 70%), y etiquetados ordenadamente, indicando en cada recipiente el lugar de recolección, la fecha y la facies del río a que correspondían. También se anotó el tipo de sustrato, presencia de vegetación acuática y la profundidad a la que se ha tomado la muestra.

Las características principales de los puntos donde se tomaron las muestras de macroinvertebrados son las siguientes:

Estación	Río	Profundidad media (cm)	Sustrato	Mesohábitat	Vegetación acuática
ACA-01_10	Cabriel	30	Gravillas-arenas	Tabla- corriente	Si, escasa
ACA-02_10	Cabriel	50	Gravillas-arenas	Tabla	Si, abundancia media

Tabla 12. Características principales de los puntos de recogida de macroinvertebrados.



Posteriormente en laboratorio, con la ayuda de distintas claves de determinación y bibliografía específica, se identificaron los organismos presentes en las muestras, llegando como mínimo a nivel de familia.

#### **Macroinvertebrados presentes en cada estación de muestreo.**

En el anejo 4 “Estado ecológico de las estaciones de muestreo ACA-01\_10 Y ACA-02\_10 del alto Cabriel” se describen los principales grupos de macroinvertebrados encontrados, las tablas utilizadas en la valoración de los índices biológicos, así como un informe para cada una de las estaciones de muestreo indicando las familias presentes, orden y grupo trófico al que pertenecen y los índices biológicos obtenidos.

**IBMWP (Biological Monitoring Working Party: version española)** (Alba Tecedor, J. & A. Sanchez Ortega 1988).

El índice se computa sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones (identificación hasta el nivel familia) presentes en la muestras, de acuerdo con la tabla del anejo 4. La mayor o menor puntuación asignada a un taxón está en función de su mayor o menor sensibilidad a la contaminación orgánica y al déficit de oxígeno que este tipo de contaminación suele provocar. Su significación según criterios de la D.M.A. se dirige a explicar el ratio entre taxones sensitivos/taxones resistentes. Principalmente es indicador de contaminación orgánica.

Estación de muestreo	Nivel de calidad	IBMWP	Color representativo
ACA-01_10	Aguas muy limpias	115	Azul
ACA-02_10	Aguas muy limpias	122	Azul

**Tabla 13.** Resultado del índice IBMWP para las estaciones de muestreo del alto Cabriel.

#### 4.1.2.3. MACROFAUNA ACUATICA Y TERRESTRE.

La macrofauna acuática y terrestre engloba el resto de especies de fauna que habitan el río o sus proximidades, pero siempre utilizando este como una parte de su hábitat natural. Estas especies pueden ser autóctonas o alóctonas, provocando estas últimas, en muchas ocasiones, graves daños al ecosistema como pueden ser cambios en su estructura o la desaparición de especies autóctonas. Muchas de las especies autóctonas que nos encontramos en el río son indicadoras del estado de conservación de este.



#### 4.1.2.4. CONCLUSIONES SOBRE LA CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS.

Los valores obtenidos para el índice biológico IBMWP nos revelan que en la totalidad de las estaciones de muestreo se han obtenido valores de calidad de aguas que nos indican que las aguas pertenecen a la categoría de aguas muy limpias (ACA-01\_10 = 122 y ACA-02\_10 = 115), y que además cuentan con una alta riqueza faunística y densidad de macroinvertebrados. El pequeño descenso en el índice, sobre todo en el número de individuos, producido en la estación de muestreo 2 (ACA-02\_10) con respecto a la estación 1 (ACA-01\_10) se debe a la diferente fecha de realización del muestreo entre las dos y al caudal circulante en esos momentos, aunque como se puede observar este hecho no tiene ninguna incidencia sobre el resultado final.

Es importante comentar la gran diversidad de especies muestreadas, siendo los órdenes trichóptera, ephemeroptera y plecópetera los más representados.

## 4.2. Inventario piscícola.

La inventariación piscícola entraña un conjunto de actividades encaminadas a evaluar la cantidad, calidad y distribución geográfica del recurso pesquero así como de su hábitat. Es obvio que lo primero que tiene que realizar el gestor de la pesca es conocer el tamaño y las características del recurso piscícola.

### 4.2.1. Técnica de captura.

Necesitamos, con objeto de inventariar y caracterizar las poblaciones piscícolas que habitan un río, capturar peces para su análisis. Las capturas con caña que los pescadores realizan a lo largo de la temporada las utilizaremos como un primer suministro de los datos de poblaciones.

Sin embargo, por lo general se necesita capturar muestras representativas de toda la población, por lo que es necesario acudir a técnicas de muestreo científico, más eficaces y menos selectivas. Existen muchas posibilidades (redes, bulones, trasmallos, capturaderos, etc.) pero se aconseja, por ser la técnica más eficaz y menos dañina, el muestreo con “pesca eléctrica”, que en nuestro caso ha sido la técnica utilizada.

La pesca eléctrica consiste en someter a las aguas a un campo eléctrico creado por un generador de corriente continua, en el cual el cátodo (-) está fijo en una orilla mientras que el ánodo (+) es móvil y consiste en una pértiga terminada, por lo general, en un aro metálico de 30 a 50cm de diámetro. Los peces cuando están a menos de tres metros se ven sometidos a



calambres que les obligan a ondular el cuerpo y a mover la aleta caudal, por lo que se desplazan generalmente en dirección al ánodo ya que tienden a situarse en la línea de máximo gradiente de potencial eléctrico. En la mayoría de nuestros ríos el campo creado con 220V es mas que suficiente para obtener una buena eficacia de pesca, sin embargo en ríos de aguas blandas (conductividades inferiores a 25 microSiemens/cm) es necesario utilizar 400 e incluso 600V (voltajes mayores son peligrosos).

La pesca eléctrica se realiza siempre pescando aguas arriba, para evitar verse afectado por la turbiedad producida por las pisadas y para coger mejor los peces afectados por electronarcosis.

#### **4.2.2. Composición de la comunidad.**

Las distintas especies de peces que habitan un tramo de río tienen unas poblaciones cuyas características dependen generalmente de sus interacciones, bien porque compitan por el mismo alimento, bien porque alguna sea ictiófaga y se alimente de otras, o bien, simplemente, porque sus pautas de comportamiento se vean alteradas por la presencia de la otra.

Estas interacciones determinan una estructura en la composición de la comunidad que es estable con las condiciones del hábitat. Por otra parte, entre las diferentes especies de la comunidad hay algunas de mayor interés para la pesca y que, por tanto, interesará favorecer el tamaño y la calidad de sus poblaciones, lo que da lugar a una estructura de la comunidad óptima para la pesca. La evaluación de la composición de la comunidad piscícola se realizará en base al grado de similitud que exista entre su composición y las estructuras estable y óptima.

#### **4.2.3. Cálculo de edades.**

Los peces de agua dulce de la Península Ibérica tienen una sola época del año durante la cual se reproducen, por lo que los individuos de sus poblaciones se clasifican por clases de edad netamente diferenciadas. La distribución de frecuencias de cada una de estas clases de edad nos informa sobre la estructura de la población.

##### Estructura de edades de la población

Nuestro objetivo en este apartado es establecer la proporción de individuos de cada edad ("clase de edad"). Para ello, vamos a realizar un análisis de frecuencia de tallas (método de Petersen, 1896) mediante curvas de longitud-edad.



El método se basa en el hecho de que las tallas de los peces para una determinada clase de edad, presenta una distribución normal en torno a una longitud media y con una desviación estándar. Dichas diferencias se deben a:

- Diferencias en la época de desove.
- Diferencias en el crecimiento (causas genéticas, alimentación, etc.)

Al representarse gráficamente las frecuencias relativas de las longitudes de una muestra de peces, las tallas tienden a agruparse alrededor de unas modas, que corresponden a la “longitud media” de cada clase de edad.

A continuación se muestran representadas, tanto en tabla como en gráfico, la frecuencia de tallas obtenidas en la pesca eléctrica realizada para nuestro tramo en la estación de muestreo ACA-02\_10 el día 10 de noviembre de 2009. El resumen de los ejemplares capturados en cada pasada aparece en el anejo 5:

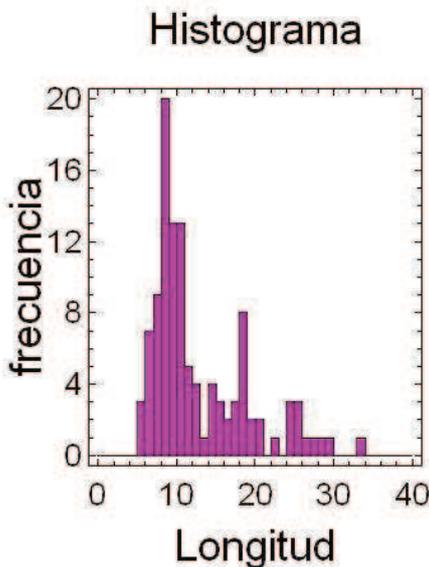


Tabla de Frecuencias para Longitud

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Marca	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulativa
menor o igual	0,0	0,0		0	0,0000	0
1	0,0	1,0	0,5	0	0,0000	0
2	1,0	2,0	1,5	0	0,0000	0
3	2,0	3,0	2,5	0	0,0000	0
4	3,0	4,0	3,5	0	0,0000	0
5	4,0	5,0	4,5	0	0,0000	0
6	5,0	6,0	5,5	3	0,0270	3
7	6,0	7,0	6,5	7	0,0631	10
8	7,0	8,0	7,5	9	0,0811	19
9	8,0	9,0	8,5	20	0,1802	39
10	9,0	10,0	9,5	13	0,1171	52
11	10,0	11,0	10,5	13	0,1171	65
12	11,0	12,0	11,5	5	0,0450	70
13	12,0	13,0	12,5	4	0,0360	74
14	13,0	14,0	13,5	1	0,0090	75
15	14,0	15,0	14,5	4	0,0360	79
16	15,0	16,0	15,5	3	0,0270	82
17	16,0	17,0	16,5	2	0,0180	84
18	17,0	18,0	17,5	3	0,0270	87
19	18,0	19,0	18,5	8	0,0721	95
20	19,0	20,0	19,5	2	0,0180	97
21	20,0	21,0	20,5	2	0,0180	99
22	21,0	22,0	21,5	0	0,0000	99
23	22,0	23,0	22,5	1	0,0090	100
24	23,0	24,0	23,5	0	0,0000	100
25	24,0	25,0	24,5	3	0,0270	103
26	25,0	26,0	25,5	3	0,0270	106
27	26,0	27,0	26,5	1	0,0090	107
28	27,0	28,0	27,5	1	0,0090	108
29	28,0	29,0	28,5	1	0,0090	109
30	29,0	30,0	29,5	1	0,0090	110
31	30,0	31,0	30,5	0	0,0000	110
32	31,0	32,0	31,5	0	0,0000	110
33	32,0	33,0	32,5	0	0,0000	110
34	33,0	34,0	33,5	1	0,0090	111
35	34,0	35,0	34,5	0	0,0000	111
36	35,0	36,0	35,5	0	0,0000	111
37	36,0	37,0	36,5	0	0,0000	111
38	37,0	38,0	37,5	0	0,0000	111
39	38,0	39,0	38,5	0	0,0000	111
40	39,0	40,0	39,5	0	0,0000	111
mayor	40,0			0	0,0000	111

Media = 12,9622 Desviación típica = 6,20498

A simple vista ya podemos diferenciar aproximadamente las distintas edades de los individuos, ahora ajustaremos “a mano” dichos valores para obtener una distribución normal. El resultado es el siguiente:

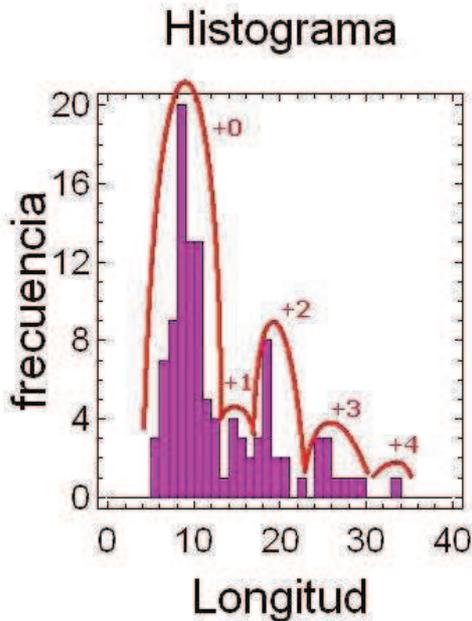


Tabla de Frecuencias para Longitud

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Marca	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
menor o igual	0,0	0,0	0,5	0	0,0000	0
1	0,0	1,0	0,5	0	0,0000	0
2	1,0	2,0	1,5	0	0,0000	0
3	2,0	3,0	2,5	0	0,0000	0
4	3,0	4,0	3,5	0	0,0000	0
5	4,0	5,0	4,5	0	0,0000	0
6	5,0	6,0	5,5	3	0,0270	3
7	6,0	7,0	6,5	7	0,0631	10
8	7,0	8,0	7,5	9	0,0811	19
9	8,0	9,0	8,5	20	0,1802	39
10	9,0	10,0	9,5	13	0,1171	52
11	10,0	11,0	10,5	13	0,1171	65
12	11,0	12,0	11,5	5	0,0450	70
13	12,0	13,0	12,5	4	0,0360	74
14	13,0	14,0	13,5	1	0,0090	75
15	14,0	15,0	14,5	4	0,0360	79
16	15,0	16,0	15,5	3	0,0270	82
17	16,0	17,0	16,5	2	0,0180	84
18	17,0	18,0	17,5	3	0,0270	87
19	18,0	19,0	18,5	8	0,0721	95
20	19,0	20,0	19,5	2	0,0180	97
21	20,0	21,0	20,5	2	0,0180	99
22	21,0	22,0	21,5	0	0,0000	99
23	22,0	23,0	22,5	1	0,0090	100
24	23,0	24,0	23,5	0	0,0000	100
25	24,0	25,0	24,5	3	0,0270	103
26	25,0	26,0	25,5	3	0,0270	106
27	26,0	27,0	26,5	1	0,0090	107
28	27,0	28,0	27,5	1	0,0090	108
29	28,0	29,0	28,5	1	0,0090	109
30	29,0	30,0	29,5	1	0,0090	110
31	30,0	31,0	30,5	0	0,0000	110
32	31,0	32,0	31,5	0	0,0000	110
33	32,0	33,0	32,5	0	0,0000	110
34	33,0	34,0	33,5	1	0,0090	111
35	34,0	35,0	34,5	0	0,0000	111
36	35,0	36,0	35,5	0	0,0000	111
37	36,0	37,0	36,5	0	0,0000	111
38	37,0	38,0	37,5	0	0,0000	111
39	38,0	39,0	38,5	0	0,0000	111
40	39,0	40,0	39,5	0	0,0000	111
maior	40,0			0	0,0000	111

Media = 12,9622    Desviación típica = 6,20498

En conclusión, la población total, que consta de 111 individuos, la hemos dividido en cinco clases de edad:

Clase de edad	Nº de individuos	Longitud (cm)	% de la población
0+	75	0 - 13	66,67
1+	10	13 - 17	9
2+	15	17 - 23	14,42
3+	10	23 - 30	9
4+	1	+30	0,91

Tabla 14. Clases de edad.

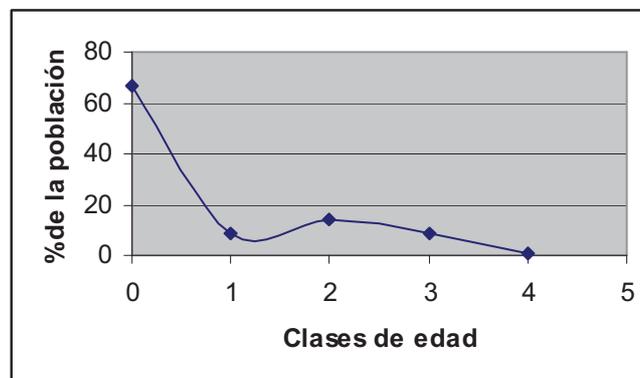


Figura 25. Tanto por ciento de individuos en cada clase de edad.



#### 4.2.4. Biomasa y densidad.

Estos dos valores nos van a indicar el tamaño de la población. La densidad es igual al nº de peces / m<sup>2</sup>. En nuestro caso es:

$$\text{Densidad} = 111 \text{ ind.} / 573,05 \text{ m}^2 = 0,1937 \text{ individuos por m}^2$$

Este dato puede variar a lo largo del año debido a migraciones y procesos de natalidad y/o mortalidad. La biomasa refleja mejor la capacidad de sostenimiento biológico del ecosistema, por lo que permanece más estable a lo largo del año.

Para hallar la biomasa debemos, en primer lugar, sumar los pesos de todas las truchas capturadas en la pesca eléctrica, dándonos este resultado un total de 4963 gramos. A continuación, dividiremos este número por los metros cuadrados de la zona de muestreo.

$$\text{Biomasa} = 4963 \text{ g} / 573,05 \text{ m}^2 = 8,66 \text{ g} / \text{m}^2$$

Biomasa < 5g/m <sup>2</sup>	Población escasa
Biomasa 5-15 g/ m <sup>2</sup>	Población media
Biomasa 15-75 g/m <sup>2</sup>	Población abundante
Biomasa >75 g/m <sup>2</sup>	Población muy abundante

Tabla 15. Densidad de una población truchera en función de la biomasa.

Como se observa en la tabla anterior, nuestra población es media ya que se encuentra entre 5 y 15g /m<sup>2</sup>.

A continuación se muestra la estructura de edades y la densidad:

Edad	Longitud media (cm)	Peso medio (g)	Nº individuos	Biomasa (g)	Densidad biomasa (g/m <sup>2</sup> )
0+	9,25	10,53	75	790	1,3786
1+	15,73	46,40	10	464	0,8097
2+	19,12	85,07	15	1276	2,2267
3+	26,41	203,30	10	2033	3,5477
4+	34,00	400,00	1	400	0,6980
<b>Total</b>	<b>12,92</b>	<b>44,71</b>	<b>111</b>	<b>4963</b>	<b>8,66</b>

#### 4.2.5. Relación longitud-peso.

En las poblaciones de peces la relación entre la longitud del “pez medio” y su edad se ajusta bien a una expresión de tipo exponencial:

$$W = a(L^b)$$



Donde W es el peso, L la longitud y a y b son parámetros característicos de cada población. En casi todas las poblaciones de peces el parámetro exponente “b” adopta valores muy próximos a 3, pues sus crecimientos son de tipo isométrico (crecen manteniendo sus proporciones morfológicas). Por lo que se puede ajustar directamente una expresión del tipo:

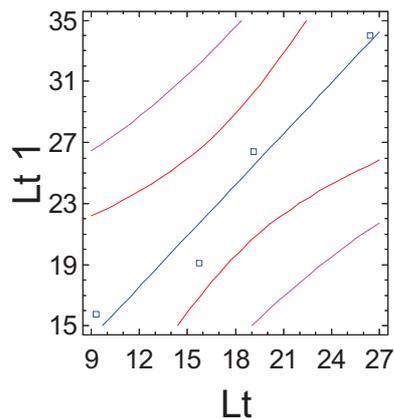
$$W = a(L^3)$$

En la que el parámetro “a” es un coeficiente mórfico que caracteriza a cada población. Dicho parámetro, también denominado coeficiente de condición, toma valores pequeños cuando los individuos de la población son alargados y valores mayores cuando son gruesos.

En nuestro caso en concreto, para establecer una relación longitud-peso se identificará una curva de crecimiento: la recta Ford Warford. Esta recta se calcula a partir de las longitudes medias.

Lt	Lt + 1
9,25	15,73
15,73	19,12
19,12	26,41
26,41	34,00

**Gráfico del Modelo Ajustado**



Con esta recta obtenemos a (ordenada) = 4,25135 y b (pendiente) = 1,10984. A partir de estos dos datos hallamos:

- Longitud a la edad adulta

$$Lt+1 = 4,25135 + 1,10984 \cdot Lt$$

$$L^\infty = a / (1-b) = 4,25135 / 1 - 1,10984 \quad ; \quad L^\infty = 38,7049$$

- Coefficiente de productividad

$$K \rightarrow -\ln b = -\ln 1,10984 = 0,18099$$

- Calculo de t0

$$t_0 \rightarrow t + \ln((L^\infty - Lt)/L^\infty)/k$$



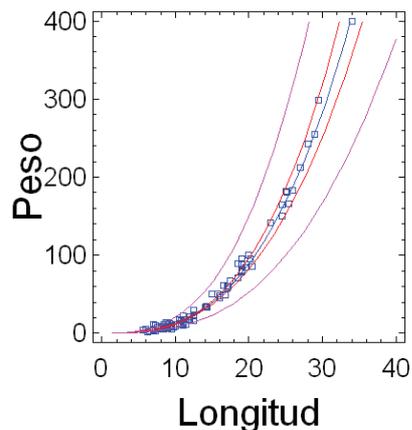
#### 4.2.6. Estimación de crecimientos.

Existen muchas formas de evaluar el crecimiento de una población de peces, tanto en longitud como en peso. El modelo de crecimiento de Von Bertalanffy es, quizás, el más frecuentemente empleado por los ictiólogos y relaciona la longitud del “pez medio” de la población con su edad. Dicho modelo se rige por la ecuación:

$$L=L_i[1-e^{-k(t-t_0)}]$$

Donde “L” y “t” son las variables, la primera representa la longitud del pez y la segunda su edad. Los parámetros son: “L<sub>i</sub>”, que representa la longitud máxima que teóricamente podría alcanzar la población; “k” es un crecimiento y “t<sub>0</sub>” es un tiempo corrector para que la curva no pase por el origen, pues todos los peces tienen una longitud al nacer. Para caracterizar el crecimiento de la población de peces hay que determinar los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy mediante el ajuste de la curva a la serie de puntos representativos de los peces a los que se hayan medido sus longitudes y calculado sus respectivas edades. Para obtener un buen ajuste es necesario tener datos de peces de todas las clases de edad.

#### Gráfico del Modelo Ajustado



#### Relación longitud-peso

$$W = \text{peso} = a \cdot L^b ; \text{Peso} = 0,0170699 \cdot \text{Longitud}^{2,85681}$$

#### 4.2.7. Estimación de la mortalidad.

La tasa de mortalidad indica sobre el número de individuos de la población que mueren en un periodo de tiempo. Normalmente se expresa en relación al tamaño de la población. La tasa instantánea de mortalidad puede ser estimada por la expresión:

$$Z = -\ln (N_t/N_0)$$



Donde  $N_0$  y  $N_t$  son los números de individuos correspondientes al instante inicial y al instante  $t$  respectivamente. Esta expresión tiene en cuenta no solo las bajas presentes en el medio fluvial debidas a la mortalidad propiamente dicha, sino también las diferencias entre inmigración y emigración en el área de estudio. Cuanto mayor sea el área de muestreo utilizada para calcular  $N_t$  y  $N_0$ , menores errores se cometerán en los valores de inmigración y emigración, y por tanto, el valor de la mortalidad estimada se ajustará más a la mortalidad real.

Los valores de mortalidad son generalmente mayores en los primeros años de vida y tienden a descender en los últimos años. Esto puede ser debido a que los peces son menos susceptibles a la depredación cuando aumentan de tamaño. En general, los peces con periodos reproductivos cortos suelen presentar valores de mortalidad mayores que los que tienen periodos reproductivos largos.

Chapman y Robson (1960) elaboraron un método para estimar las tasas instantáneas de supervivencia ( $S$ ) y la mortalidad ( $z$ ) en poblaciones con varias clases de edad. En nuestro caso, realizamos los cálculos descritos a continuación:

$$T = \sum t n_t = (0 \cdot 75) + (1 \cdot 10) + (2 \cdot 15) + (3 \cdot 10) + (4 \cdot 1) = 74$$

$$\text{Tasa de supervivencia} = S = T / (N + T - 1) = 74 / (111 + 73) = 0,4022$$

$$\text{Tasa de mortalidad} = -\ln S = -\ln 0,4022 = 0,9108$$

#### 4.2.8. Productividad.

La productividad se define como la biomasa de peces que se pueden extraer anualmente, y de forma sostenible, de un tramo de río. Para ello se requiere:

- Estabilidad de los parámetros morfodinámicos.
- Calidad del agua.
- Mantenimiento de la población piscícola.

Esta directamente relacionada con el tamaño de la población (ictiomasa), que es la que se esta reproduciendo y creciendo. La productividad de cada clase de edad se estimará como:

$$P_t = 3 \cdot k \cdot N_t \cdot W^\infty \cdot [a(1 - (L_t/L^\infty)) - 2b(1 - (L_t/L^\infty))^2 + c(1 - (L_t/L^\infty))^3]$$



Siendo:

- $k$  = Coeficiente de productividad = 0,18099
- $N_t$  = Nº de individuos para cada clase de edad
- $W^\infty$  = Peso adulto = 586,3766 g.
- $a = (1 - e^{-(z+k)}) / (z+k) = (1 - e^{-(0,9108+0,18099)}) / (0,9108+0,18099) = 0,6085$
- $b = (1 - e^{-(z+2k)}) / (z+2k) = 0,5656$
- $c = (1 - e^{-(z+3k)}) / (z+3k) = 0,5271$
- $L_t$  = Longitud para cada clase
- $L^\infty$  = Longitud adulta = 38,7049

Edad	Productividad (g)
0+	961,44
1+	231,99
2+	413,39
3+	305,79
4+	18,53
Total	1931,15

#### 4.2.9. Conclusiones

En primer lugar interpretaremos la gráfica de edades para sacar las conclusiones generales sobre la población de trucha existente en el tramo.

Nos encontramos con una población que mantiene individuos en todas las edades. Si evaluamos la población por diferentes edades vemos lo siguiente:

- Edad 0+: Nos encontramos con una población muy abundante. El número de individuos es muy elevado, constituyendo un alto porcentaje de la población total. Esto se puede deber, teniendo en cuenta los datos de caudales (ver anejo 3), al éxito y alto porcentaje de supervivencia de la freza ese año debido al buen estado de los frezaderos debido al caudal circulante.
- Edad 1+: Población muy escasa y mal representada. Con los datos de caudales (anejo 3), observamos un alto caudal en los meses de abril y mayo de 2008, consecuencia directa del fracaso reproductor y, por tanto, la baja población que nos encontramos de esta edad.



Por otro lado, si comparamos los resultados con otras zonas o ríos, podemos observar que las truchas tienen un crecimiento lento, esto es lógico ya que nos encontramos en un río pequeño y de alta montaña. Esto es importante y habrá que tenerlo en cuenta a la hora de realizar el plan técnico de pesca del tramo.

Por último, observamos una productividad muy baja debida fundamentalmente a la gran presión pesquera que sufre el tramo.



## 5. PLAN DE ORDENACIÓN.

---

### 5.1. Introducción.

Este plan es la parte fundamental de la Ordenación piscícola del tramo y se concretará a partir del análisis de los datos relevantes del inventario realizado confrontado con los principales elementos de demanda externa.

El inventario aporta unos datos referentes a la situación de las poblaciones piscícolas. Estos datos habrán identificado las especies presentes, su estructura de edades y datos sobre pesos, longitudes y crecimiento.

En este momento de la planificación es cuando deben ponerse encima de la mesa los elementos conocidos sobre la demanda externa. El conocimiento de la misma puede venir del propio inventario, que en su contenido habrá recogido la información sobre la tradición de pesca en esas aguas. Si no existe información concreta sobre lo que desean los pescadores puede ser válida la información que se tenga sobre tramos próximos. En cualquier caso, y a falta de cualquier tipo de información, el equipo técnico tendrá que programar las acciones únicamente sobre la base de la potencialidad del tramo. Otra posibilidad es que ese tramo se encuentre ante una situación legal y/o técnica de hecho; por ejemplo, una normativa que lo haya calificado como agua truchera o no truchera, o un Plan Técnico de cuenca o río que ya haya programado ese tramo como coto de pesca intensivo, natural, etc.

La situación más habitual es que haya cierta información sobre alguno de estos aspectos:

1. Las especies más apreciadas.
2. Las artes o métodos de pesca que se vienen utilizando en la zona.
3. Si existe algún tipo de animadversión en la zona a determinados métodos que pueden hacer inviable la coexistencia de pesca de varias especies acuáticas o el uso de varias artes.
4. El número y tipo de capturas con las que el pescador se muestra satisfecho.

No obstante, aunque todas las cuestiones “externas” son importantes, no deben hipotecar las decisiones técnicas.



El conjunto de obligaciones legales, premisas técnico-administrativas (plan de cuenca o río) y las demandas externas permitirán al equipo gestor acotar el conjunto de objetivos iniciales.

A continuación se deberá estimar si la situación actual de las poblaciones piscícolas responde a esos objetivos. Si la respuesta es negativa, la siguiente cuestión será si a través de unas medidas técnico-administrativas es posible alcanzar los objetivos en un plazo razonable a través de un plan de regularización. Decidir cuando un plazo de “regularización” es razonable es un tema muy subjetivo, seguramente el colectivo de pescadores estime que un plazo de cuatro años es muy largo, pero un gestor no opinará lo mismo.

El equipo técnico que estudie la información sobre las especies presentes deberá analizar los aspectos sobre los problemas y condicionantes externos. Esta información procederá también de los inventarios. En su revisión puede estimarse que hay problemas críticos que pueden comprometer la puesta en práctica de cualquier Plan de Pesca sobre una especie o especies deseadas. En tal caso la viabilidad de dicho Plan puede ser “nula” y habrá de reconsiderarse la especie pescable e incluso la posibilidad de explotar cualquier especie.

Además será necesario confrontar los objetivos prefijados con la estimación de posibilidad potencial del tramo. Este es un aspecto muy comprometido; la experiencia viene demostrando que en la estimación de la posibilidad de un tramo, tanto la actual y con mayor razón la potencial, intervienen muchos factores poco controlables. Algunos se habrán originado durante el propio inventario al introducir errores que produzcan un sesgo no estimable. Las estimaciones de mortalidad natural y furtivismo añaden nuevos coeficientes de inseguridad a las estimaciones. Por tanto, al alargar el ciclo de previsión van a introducirse nuevos factores desconocidos o no cuantificables.

Por otra parte, cualquier catástrofe o incidencia natural podrá trastocar las previsiones (riadas, sequías, aportes de vertidos, etc.). En suma, la estimación de la posibilidad es difícil, pero es mejor que no hacer ninguna.

Con todo, si dicha estimación revela que los objetivos planteados no son alcanzables con la capacidad que el tramo posee (aún con lo que pueda mejorar a través de un Plan de Mejoras), sólo cabe reconsiderar los objetivos (presión pesquera, modalidades, tallas,...) o ayudar al tramo con aportaciones externas.



La aportación externa puede hacerse con las especies deseadas, pero si el tramo no tiene capacidad de albergar esa especie habrá que hacerlo con otras especies. Este último aspecto viene haciéndose en determinados tramos de peor calidad de aguas, pero en ciertos tramos altos de los ríos este tipo de gestión no es bien recibida y cabe decir que con razón.

Una vez conocidas las posibilidades que tiene el tramo, hay que decidir que tipo de aprovechamiento va a hacerse. La variedad de situaciones que pueden plantearse haría muy largo analizar cómo acometer todos los casos.

Plantearemos el caso de un aprovechamiento en el que el tramo puede suministrar su propia repoblación natural, pero en el que exista un desequilibrio actual tanto en cantidad como en distribución de las clases de edad. Este desequilibrio puede haber venido por una sobrepresión de pesca general, por una presión sobre las clases reproductoras y por un uso excesivo de artes que originan mortalidad grande en clases menores. En tal caso, el período de regularización deberá incorporar una reducción de la presión de pesca, una reconsideración de las tallas pescables y una ordenación de las artes de captura.

Si el desequilibrio es muy acusado y la capacidad de regeneración de las poblaciones reproductoras que quedan es baja, podrá ser necesario incluso una veda total del tramo o en el mejor de los casos una reducción acusada de la presión de pesca.

El equipo gestor deberá hacer una serie de tanteos simulando diversas tasas de pesca sobre la base de una mortalidad natural y por furtivismo determinadas. Este tanteo mostrará en cuanto tiempo se puede alcanzar esa población ideal que se mantendrá (con las oscilaciones naturales inevitables) soportando una presión pesquera deseada.

La costumbre y el interés por los salmónidos hacen que cuando se plantean aspectos de gestión de poblaciones piscícolas haya una tendencia a olvidar otras especies acuáticas de interés para el pescador, incluso alguna que no es pez. Esto puede deberse a varias razones:

- a) Que las poblaciones de salmónidos son naturalmente más escasas.
- b) Que son las poblaciones mas explotadas.
- c) Que los tramos salmonícolas han sufrido un declive acusado en los últimos años.



No obstante, es posible que en un futuro no lejano en nuestro país empiecen a desarrollarse planes de gestión racionales sobre otras especies.

La explotación de los tramos salmonícolas no suele hacerse en términos de biomasa extraíble, pues el pescador obtiene su satisfacción a través de un número de piezas que captura y suelta o que captura y puede llevarse. Además, su grado de satisfacción suele centrarse en una talla mínima de la pieza, aunque deba devolverla al agua. Esto simplifica los tanteos.

Los aspectos clave que se fijan en un Plan de Pesca son:

- a) Duración del Plan (siendo conscientes si éste es un Plan de Regularización de una población desequilibrada o un Plan de aprovechamiento normal)
- b) Talla de pesca
- c) Presión pesquera
- d) Artes de pesca autorizados
- e) Calendarios de pesca

Existen publicaciones que abordan estos aspectos incluso apuntalándolos con proliferos desarrollos matemáticos para concretar su cuantificación o decisión.

Por tanto, aquí tan solo haremos unas reflexiones sobre los mismos, pues en cada caso será la situación real que ofrezca el inventario y la demanda o costumbre local la que orientará la decisión o estrategia general de pesca.

## **5.2. Plan de pesca.**

El presente Plan de Ordenación Piscícola del tramo alto del río Cabriel se ciñe a las directrices y objetivos que marca la ley 2/1999, de 24 de febrero, de Pesca en Aragón. En ella se marcan las bases que deben regir los Planes de Ordenación, y su correspondiente Plan de Gestión de los recursos piscícolas, donde se fijarán las pertinentes medidas de protección, conservación, mantenimiento y mejora de las poblaciones ictícolas y de su medio. Para cumplir sus fines, estos planes tendrán el siguiente contenido mínimo: actuaciones de fomento y protección de los recursos piscícolas, seguimiento de la evolución de las poblaciones, vigilancia del grado de ajuste al plan de ordenación de los recursos piscícolas vigente y sistemas de corrección de posibles desviaciones, plan de financiación, plan de vigilancia y periodo de vigencia.



El presente Plan Técnico tendrá los siguientes objetivos particulares:

- Investigación y recogida de información sobre las especies, hábitats y ecosistemas presentes en la zona de estudio.
- Conocimiento, mejora y recuperación del hábitat fluvial, como medio para mantener las poblaciones piscícolas y en especial a la trucha común.
- Caracterización de las poblaciones (distribución, densidad y estructura) y de los factores ambientales que controlan la distribución de las especies piscícolas.
- Elaborar programas de recuperación, conservación y seguimiento de las poblaciones piscícolas autóctonas, gestionando los recursos piscícolas de forma sostenible, y mejorando la situación actual.

A efectos de la regulación de la explotación del recurso piscícola en el tramo, se fijarán en el presente Plan los siguientes aspectos clave:

- Duración del Plan (diferenciando si se trata de un Plan de Regulación de una población desequilibrada o un Plan de Aprovechamiento normal).
- Especies pescables.
- Talla de pesca.
- Presión pesquera.
- Tramos de pesca.
- Artes de pesca autorizados.
- Calendarios de pesca.

Para los tramos vedados no será necesario este apartado ya que se entiende que en ellos queda totalmente prohibida la pesca en cualquier modalidad y durante todo el año.

Por medio de la Orden anual de pesca continental la consejería de medio ambiente del Gobierno de Aragón establecerá para cada temporada, las normas generales de pesca de las distintas especies ictícolas y de los demás seres vivos, adoptará las regímenes especiales que se consideren pertinentes, y aprobará las modificaciones y revisiones de los Planes de gestión de los recursos piscícolas.



### 5.2.1. Gestión actual de la pesca.

En la tabla siguiente se muestra la gestión actual a la que está sometido el tramo estudiado.

Tramos administrativos y gestión de la pesca actual. Tramo alto del río Cabriel												
Situación actual del tramo							Gestión actual					
N	tramo	Masa de agua	Reg. Pesca actual	Límites		Long. (km)	Afluentes	Talla mínima	Cupo	Periodo hábil		
				Superior	inferior					Inhabil	Comienzo	final
1	Cabriel 1	Río Cabriel	Vedado	Nacimiento del río	Confluencia con la Rambla del Villarejo	1.7	Incluidos	-	-	Todos los días del año	-	-
2	Cabriel 2	Río Cabriel	Libre Alta Montaña	Confluencia con la Rambla del Villarejo	Límite de provincia	5.8	-	22 cm	4	Miércoles y jueves	1 de junio	31 de agosto

### 5.2.2. Duración del plan.

Partiendo de que nos encontramos con poblaciones de trucha común claramente desequilibradas, tendremos un ciclo de regularización y una vez corregida la situación, entraremos en lo que serían (irregularidades de origen natural aparte) los ciclos normales de aprovechamiento.

Se tendrá en cuenta que la vigencia del Plan de pesca debe ser flexible ante los cambios en las características del aprovechamiento piscícola y a la vez debe tener una operatividad suficientemente práctica. Por lo tanto, ante estos condicionantes se propone una duración del Plan de Pesca de tres años.

### 5.2.3. Presión pesquera.

Creemos que debido a la excesiva presión pesquera que sufre el tramo; las existencias, tanto en número como en biomasa, experimentarán una evolución ascendente de las mismas al aplicarse presiones de pesca mínimas. Así la creación de un tramo con régimen de pesca sin muerte (captura y suelta), puede resultar la mejor medida a aplicar para la conservación y fomento de las poblaciones de salmónidos presentes. Por otro lado, es necesario e imprescindible el mantenimiento del vedado existente en la cabecera del tramo ya que representa un excelente refugio de pesca para las poblaciones de *Salmo trutta fario* de toda la cuenca del río Cabriel.

El tramo libre permite proponer varias opciones de gestión, aunque todas ellas manteniéndose dentro de unas mínimas presiones de pesca, debido a las bajas existencias y producciones del tramo. Se intentará así llevar las poblaciones piscícolas a un buen estado de equilibrio y densidad, y mantenerlas a lo largo del tiempo.



A nuestro entender, la opción mas aconsejable es la implantación en el tramo de un coto de pesca sin muerte, ya que minimiza, regula y controla mucho mejor la presión pesquera que cualquier otra opción. Ante todo, se cree necesario aprovechar el potencial reproductor que puede llegar a tener el tramo, mediante el acondicionamiento y mejora de las zonas de freza.

También es importante contemplar la posible exclusión de la zona existente entre la cascada del Molino de San Pedro y la zona inaccesible existente aguas abajo de esta, vedando el tramo por motivos lúdico-turísticos. Esta posible zona vedada supondrá además un excelente refugio de pesca aguas abajo de la cascada.

Como ya hemos dicho unas líneas antes, la mejora de frezaderos es una medida complementaria igualmente necesaria. También se cree recomendable realizar una mayor vigilancia de estos tramos, ya que se ha constatado grandes problemas de furtivismo.

#### **5.2.4. Temporada de pesca y días hábiles.**

Así se propone mantener los periodos hábiles que se establecen en el Plan general de pesca de Aragón para las aguas de alta montaña, comenzando la temporada el día 1 de junio y concluyendo el día 31 de agosto.

En el caso de los tramos de pesca sin muerte, se está permitiendo alargar el periodo hábil de pesca, con el fin de promocionar la práctica de modalidades de pesca sin muerte cada vez más demandadas, permitiendo compatibilizar la práctica de la pesca en aquellas zonas en el que el estado de las poblaciones no lo permiten. Por lo tanto, en nuestro caso, la temporada hábil se alargaría hasta el 15 de septiembre, lo que supone un total de 107 días hábiles, si tenemos en cuenta que en Aragón se permite la pesca todos los días de la semana en los tramos de captura y suelta.

En referencia a los horarios hábiles para la pesca, serán los indicados en el vigente Plan General de Pesca de Aragón.

En cualquier caso los periodos hábiles podrán variarse en función de la evolución de las poblaciones piscícolas, adaptando la oferta al estado actual del recurso.



#### **5.2.5. Permisos diarios.**

Con el fin de someter a la población piscícola a mínimas presiones de pesca, se ofertarán un total de 10 permisos diarios, tanto en días laborales como festivos. Esto nos supone en todo el coto un total 550 metros pescables por pescador aproximadamente. Aunque el número de permisos puede resultar escaso, es recomendable un número bajo de ellos debido al estado inicial de las poblaciones y a la intención de ofertar una pesca de calidad en la zona.

Este número de permisos ofertados, podrá ampliarse en fechas concretas con fines educativos, por aquellas entidades interesadas en la mejora del medio fluvial.

#### **5.2.6. Tallas de pesca y cupo máximo de capturas.**

Según el Plan general de pesca de Aragón para el año 2011 en los tramos sin muerte todas las capturas deberán ser devueltas al agua inmediatamente después de su extracción. Además se especifica que dentro de los tramos de pesca sin muerte no se puede portar ninguna captura, aunque haya sido pescada en otro tramo.

Para el caso de nuestro tramo hemos creído conveniente la posibilidad de poderse realizar la extracción de una trucha trofeo (mayor de 35cm.) por pescador y día. Las razones fundamentales que nos llevan a proponer este cupo son las siguientes:

- La ecología trófica de la especie nos indica que nos encontramos ante una especie que practica canibalismo, la cual a partir de los 150 mm de longitud, empieza a consumir peces -variando los datos en España entre los 120 mm (Sánchez, 2009) y los 200 mm (Suárez *et al.*, 1988)-, y son predominantemente ictiófagos a partir de los 310 mm. Por lo tanto, la extracción de los individuos de tallas grandes eliminaría la depredación sobre los individuos juveniles, facilitando la supervivencia de estos.
- Ejemplos de cotos con una política de trucha trofeo en otros puntos de nuestra geografía, en los que se ha mejorado sustancialmente la población de estos salmónidos en el tramo en cuestión.

Por otro lado, debido a que la mayoría de individuos de trucha tienen que ser devueltos a su medio, se cree importante tratar de liberarlas de una forma adecuada, con el objetivo de



disminuir la mortalidad post-suelta o en devolución (alto nivel de estrés creado por la pelea). A continuación se exponen ciertas pautas a seguir para una devolución correcta de la captura:

- No prolongar la pelea con el pez más tiempo del que sea necesario. Se debe evitar retirar al pez del agua.
- Se recomienda la utilización de anzuelos sin muerte (sin arponcillo), con el fin de realizar un desanzuelado más rápido, y un menor daño al pez.
- La manipulación del pez, con las manos húmedas, evitará producir daños en su lino o dermis protector. No apretar en exceso, ya que podemos dañar las agallas o los órganos internos del pez. Si se dispone de sacadera es preferible que tenga una malla fina y sin nudos.
- En el caso de un clavado profundo, es recomendable el uso de forceps.
- Si el pez se encuentra agotado después de la pelea, mantenerlo en una zona de escasa corriente, mirando aguas arriba y sosteniéndolo muy suavemente con las manos, moviéndolo hacia delante y atrás para que el agua pase por las agallas.

#### **5.2.7. Artes de pesca autorizados.**

En este apartado es preciso comentar la importancia que tiene la mortalidad que se origina entre los ejemplares devueltos a las aguas y capturados con distintas artes de pesca. Así existen numerosos estudios para la trucha común (Wydosky; 1977, Mongillo; 1984 y Taylor & White; 1992), que determinan la mortalidad en devolución originada del empleo de los distintos cebos empleados, y del uso de anzuelos con o sin muerte. Pudiendo concluir que:

- La mortalidad originada mediante el empleo de cebos naturales es del orden de 10 veces mayor que la originada con señuelos artificiales.
- La mortalidad originada mediante el empleo de anzuelos con muerte resulta de 2 a 4 veces mayor que la originada empleando anzuelos sin muerte.

Así la adopción conjunta de la prohibición del empleo de cebos naturales y el empleo de anzuelos con muerte, pueden rebajar a valores mínimos la mortalidad de las truchas capturadas y devueltas al agua (del orden al 1%). En estos valores también influye, el cuidado que se ponga en la liberación de las piezas, la temperatura de las aguas, etc.

También es recomendable el uso de materiales más inofensivos con el medio ambiente (tugsteno) para el lastrado de las moscas (ninfas plomadas).



Con lo expuesto anteriormente, en el presente Plan, se proponen las artes y cebos de pesca que se encuentran actualmente en vigencia en el Plan General de Pesca de Aragón de 2011 para los cotos de pesca sin muerte; es decir, la pesca a mosca con cola de rata o a mosquito con boya flotante con un máximo de cuatro por aparejo (en estas modalidades queda prohibido, en la línea de pesca, el lastrado exterior del aparejo), pero añadiendo la necesidad del uso exclusivo del anzuelo sin muerte (sin arponcillo).

Además, debido a las características físicas del río y a la demanda por parte de los pescadores que lo frecuentan, se cree necesario la autorización de la pesca con cucharilla y pez artificial, con un solo anzuelo de una sola punta y sin muerte. Medida ya establecida en algunos cotos sin muerte de la provincia de Huesca y que en principio no supone ningún riesgo extra, en cuanto a mortandad se refiere, sobre la población piscícola.

#### **5.2.8. Repoblaciones.**

En este trabajo se pretende recuperar el equilibrio de las poblaciones piscícolas mediante el empleo de medidas de conservación y de mejora del hábitat (más efectivo a largo plazo), sin recurrir a las repoblaciones.

#### **5.2.9. Precios y cuotas.**

Los precios para el acotado se corresponden a los dispuestos en el Plan General de Pesca de Aragón y son los siguientes:

<b>Importe de los permisos</b>	
Tipo de cuota	Importe por jornada de pesca
Coto social de pesca de captura y suelta. Ribereños y federados	2,16 €
Coto social de pesca de captura y suelta. Otros pescadores	4,33 €

#### **5.2.10. Gestión de los tramos de pesca.**

A continuación se muestra un resumen con las propuestas de gestión adoptadas en el Plan de Ordenación piscícola del tramo alto del río Cabriel (Teruel).



**Tramos administrativos y gestión de la pesca actual. Tramo alto del río Cabriel**

Propuesta de Gestión

N	tramo	Masa de agua	Reg. Pesca actual	Límites		Long. (km)	Afluentes	Talla mínima	Cupo	Periodo hábil		
				Superior	inferior					Inhabil	Comienzo	final
1	Cabriel 1	Río Cabriel	Vedado	Nacimiento del río	Confluencia con la Rambla del Villarejo	1.7	Incluidos	-	-	Todos los días del año	-	-
2	Cabriel 2	Río Cabriel	Vedado	Cascada del molino de San Pedro	Azud situado 350m. aguas debajo de la Cascada.	0.35	-	-	-	Todos los días del año	-	-
3	Cabriel 3	Río Cabriel	Sin muerte	Confluencia con la Rambla del Villarejo	Cascada del molino de San Pedro	5.55	-	35	1	-	1 de Junio	15 de Septiem.
				Azud situado 350m. aguas debajo de la Cascada del Molino de San Pedro	Limite de provincia							

Coto sin muerte del Cabriel.

Con el fin de mantener una máxima protección y conservación de las poblaciones, se propone:

- Un coto de pesca sin muerte, con la posibilidad de extracción de una trucha trofeo superior a los 35cm. de longitud por pescador y día. Los días hábiles se corresponden con todos los días de la semana.
- Someter a las poblaciones a mínimas presiones de pesca, al ofertar un número de permisos (10 laborables y festivos) acordes al estado de las poblaciones y características del tramo y a los días habilitados para la pesca.
- En cuanto a los cebos, sólo se autorizará la pesca con mosca con cola de rata o a mosquito con boya flotante, con un máximo de cuatro por aparejo; la cucharilla y el pez artificial con un solo anzuelo. Todos los anzuelos deberán ser sin muerte (sin arponcillo).



## 6. PLAN DE CONSERVACIÓN Y MEJORA.

---

El principal objetivo del presente estudio es la conservación de los recursos piscícolas y de su ecosistema, manteniendo los procesos biológicos y ecológicos esenciales, preservando la diversidad y asegurando un aprovechamiento sostenible

### 6.1. Medidas de conservación.

Dentro de las medidas de conservación, se han contemplado en el Plan de Pesca diversas medidas de gestión que atañen a las poblaciones piscícolas, entre las que se han barajado la opción del mantenimiento del tramo superior como vedado de pesca y el inferior como coto sin muerte.

Teniendo en cuenta que el tramo de estudio esta catalogado como hábitat de interés comunitario, las medidas conservación del hábitat que se proponen son las siguientes:

- Llevar a cabo un control de vertidos, implantando un sistema de vigilancia en el que se impliquen y coordinen diversos organismos (guardería de medio ambiente, Seprona, confederación hidrográfica, ciudadanía, voluntariado, etc).
- Incentivar la realización de buenas prácticas agrícolas (a través de ayuntamientos y cooperativas, Código de Buenas Prácticas Agrarias, Orden del 7 de Septiembre de 1999), para disminuir los vertidos por contaminación difusa (purines, biocidas).
- Control de la pesca furtiva, que constituye un factor importante del declive actual de las poblaciones trucheras.
- Control de las captaciones de agua realizadas con fines agrícolas y para el abastecimiento de zonas urbanas.
- Para una correcta conservación de las márgenes de los ríos, se requiere un cumplimiento estricto de la normativa vigente en lo relativo al dominio público hidráulico (Ley de Aguas y Reglamento del Dominio Público Hidráulico).
- Control del baño a lo largo del tramo, implantando zonas específicas para ello.



Llevar a cabo la ejecución de estas medidas, hace necesario el acuerdo de las distintas Administraciones implicadas (Diputación, Medio Ambiente y Confederación Hidrográfica).

## **6.2. Medidas y actuaciones de mejora y recuperación.**

### **6.2.1. Actuaciones de Mejora.**

El propósito de las actuaciones de mejora que se recomiendan en los siguientes apartados, es la de proporcionar a las poblaciones piscícolas unas condiciones de vida más favorables. Esta mejora supone que el hábitat puede soportar un mayor número de peces, una mayor posibilidad de supervivencia para ellos, mejor crecimiento y reproducción. La supervivencia, el crecimiento y la reproducción requieren de disponibilidad de refugio, temperaturas adecuadas en las aguas y frezaderos de buena calidad y accesibles.

La principal medida de mejora a desarrollar es la mejora de los frezaderos existentes, y creación de nuevas zonas de freza en aquellos tramos donde los existentes sean escasos o insuficientes.

### **6.2.2. Adecuación de Frezaderos.**

Básicamente trataremos de potenciar las zonas de freza, mediante la restauración de las existentes o creando frezaderos artificiales. En los tramos a estudio, las zonas de freza se reducen a pequeñas extensiones de gravas (tamaños poco adecuados), que normalmente se encuentran colmatadas por finos o cementadas por la precipitación de carbonatos. Por ello se cree que el acondicionamiento y mejora de las zonas de freza puede ser una de las medidas de mejora del hábitat, con mayor incidencia en el desarrollo de las poblaciones.

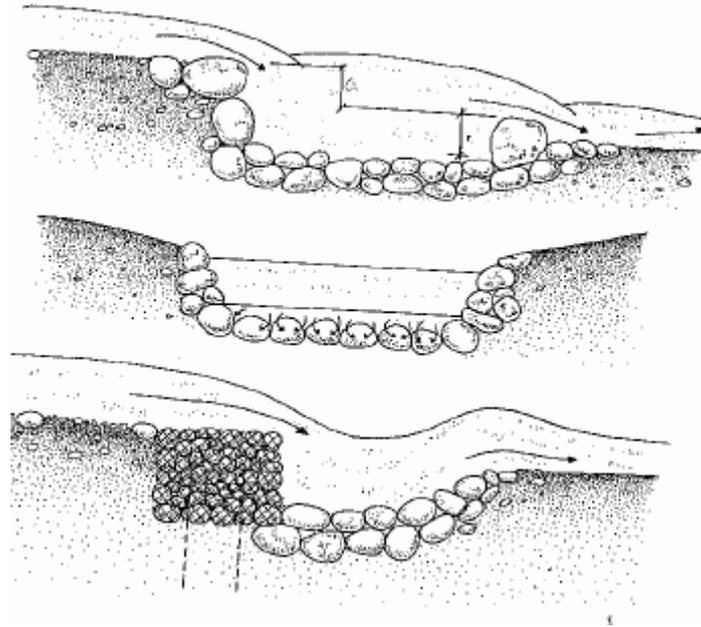
La adecuación de frezaderos mejora notablemente la reproducción de la trucha, pero debido a la dinámica del río (crecidas y sequías), requiere continuas medidas de mantenimiento y mejora. Por ello, es recomendable la localización de las graveras existentes para trabajar posteriormente en su acondicionamiento (remoción del lecho descompactando el sustrato).

Los frezaderos se sitúan en zonas poco profundas (30-60 cm), con velocidad de corriente media (40-60 cm/s, que se reduce dentro de la grava a 5-10 cm/s), y granulometría entre 0.5 y 8 cm. Estas características suelen darse al final de los pozos o en recodos del río.

Así se pueden llevar a cabo las siguientes actuaciones:

### Construcción de frezaderos.

Un frezadero debe tener una superficie de al menos 4m<sup>2</sup> y una profundidad de 50cm de grava. Primero se tiene que seleccionar la localización más favorable, donde se excavará el lecho a una profundidad de 60 cm (quitando piedras y bloques), que posteriormente se rellenará con grava adecuada. Se puede afianzar con un dique transversal de bloques de piedra (> 60 cm de diámetro). Ambas orillas, se revestirán con rocas para evitar la erosión en épocas de crecidas.



**Figura 28.** Ejemplo de construcción de un frezadero. Fuente: Técnicas de Gestión de la Pesca en aguas continentales.

### Limpieza de frezaderos.

En los trabajos de campo se inventariaron pequeñas zonas aptas para la freza, que debido a su estado (colmatación por finos, pequeña extensión o gravas de tamaño no adecuado), requieren diversas actuaciones de mejora. La más común consiste en la remoción de los lechos mediante azadas, picos y rastrillos, descompactando el sustrato y eliminando los sedimentos finos. Las tareas suelen realizarse a finales de Agosto, mes de Septiembre o primeros de Octubre, dependiendo de los caudales circulantes.

Comentar que estos puntos (provisionales) de mejora y acondicionamiento de frezaderos, se tienen que complementar con la estabilización de orillas degradadas.

### **6.2.3. Actuaciones de Mantenimiento.**

Como medidas de mantenimiento se incluyen aquellas actuaciones encaminadas a la limpieza de orillas, mediante desbroces y podas moderadas de vegetación. La realización de estas



prácticas, debe realizarse de manera moderada (desbroce sotobosque y poda). Se ha estimado que el ancho de faja en el que se ejecuta la actuación tiene unos 2,5 a 5m de ancho y se desempeñará en los meses de Febrero a Abril.

#### **6.2.4. Repoblaciones.**

En este estudio se pretende recuperar el equilibrio de las poblaciones piscícolas mediante el empleo de medidas de conservación y medidas de mejora del hábitat (más efectivo a largo plazo), sin recurrir a las repoblaciones.

#### **6.2.5. Obras Complementarias.**

La explotación de un tramo de río desde el punto de vista de la pesca deportiva supone la necesidad de dotar a las zonas adyacentes al cauce de unas infraestructuras y dotaciones de servicio. Estas obras complementarias y dotaciones de servicio deben incluir varias características:

- Facilitar el acceso y la correcta utilización por parte de los visitantes.
- Facilitar las tareas de guardería y gestión del coto.
- Alterar mínimamente el medio receptor.
- Usar en la medida de lo posible personal, maquinaria y materiales de la zona, para que los recursos generados recurran en ella.

No se debe olvidar que el motivo por el cual los pescadores y visitantes acceden al cauce es para disfrutar de un entorno natural y poco modificado, siendo la masificación un efecto contraproducente a tener en cuenta.

En general, todo el tramo se encuentra muy bien comunicado, accediéndose a través de la carretera Te-v-9121 y partiendo desde esta un camino forestal en su margen derecha el cual recorre de manera paralela casi todo el tramo. Por ello en lo relativo a la mejora de los accesos no son necesarias actuaciones inmediatas.

Entre las medidas complementarias, previo inventario de la señalización existente, se contempla la reposición de la señalización en mal estado del tramo vedado y la colocación de tablillas en el resto del tramo sin muerte.



Siendo interesante colocar en las zonas de mayor concentración de pescadores, paneles explicativos de la normativa vigente de pesca, así como de los valores ambientales del entorno. En el caso de llevar a cabo las actuaciones de creación y mejora de zonas de freza, cabe la posibilidad de una correcta señalización de las infraestructuras realizadas.

#### **6.2.6. Colaboración con entidades de fines no lucrativos.**

Para la realización de estas medidas y actuaciones de mejora y recuperación se ha considerado la opción de, mediante una serie de voluntariados, colaborar con entidades como sociedades de pescadores, asociaciones o entidades de índole similar.

Esta medida se viene realizando en zonas cercanas como el parque natural del Alto Tajo (Guadalajara) con muy buenos resultados.



## **7. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN.**

---

### **7.1. Vigilancia y guardería.**

Por la gran importancia de las aguas continentales, por la riqueza de las especies que la pueblan y por tener la pesca una función social, de carácter no privado, son gestionadas por las administraciones competentes (Administración Estatal por medio del organismo de cuenca y por las administraciones autonómicas por medio de las consejerías respectivas).

Las funciones de ambas administraciones están estrechamente relacionadas, disponiendo ambas de guardería propia. El organismo de cuenca, conocido como Confederación Hidrográfica, ejerce la administración y control del dominio hidráulico dentro del cauce (corriente continua o discontinua cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias), riberas (fajas laterales de las cuencas situadas por encima del nivel de aguas bajas) y márgenes (terrenos que lindan con los cauces en toda su extensión longitudinal, con una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público y ampliada en una zona policía de noventa y cinco metros en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen).

Dentro de cada autonomía existe una Consejería con competencia exclusiva en materia de pesca fluvial y lacustre, así como en la protección del ecosistema fluvial con el fin de conservarlo y restaurarlo.

Por tanto cualquier actuación dentro del dominio público hidráulico necesita autorización por parte del organismo de cuenca y de la Consejería de Medio Ambiente en materia de su competencia. Por ejemplo una propuesta de mejora de hábitat fluvial o restauración de los márgenes por parte de la consejería necesita la preceptiva autorización del organismo de cuenca y a la inversa cuando este tramite una autorización o concesión la Consejería podrá imponer las condiciones en materia de su competencia. Por todo esto las citadas administraciones deberán coordinarse, dejando a un lado los intereses políticos, con el fin de lograr una gestión conveniente del medio acuático.

Además de estos organismos responsables de la vigilancia y guardería existen otros cuyos guardas, dentro de sus competencias, abarcan tareas de vigilancia de los ríos.



Ante la gran superficie a cubrir por el personal que se dedica de forma exclusiva a la gestión piscícola en Aragón, puede ser conveniente realizar un aumento de plantilla para un adecuado desempeño de sus funciones.

#### **7.1.1. Guardería del acotado.**

Los cometidos del guarda de pesca serán los siguientes:

- Vigilancia y control de los ríos y sus márgenes
- Conservación y protección de la flora y fauna.
- Velar por el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales renovables del ecosistema fluvial.
- Desarrollo de las actividades encomendadas, tales como la restauración de los márgenes, mejora del hábitat, control de caudales mínimos ecológicos.
- Realización de toma de datos, tales como temperatura, oxígeno disuelto en el agua, pH, conductividad, muestras de agua para el control de vertidos, conteo de las zonas de freza de los salmónidos y partes estadísticas sobre capturas.
- Señalización de los tramos de río según el régimen de aprovechamiento en aguas libres, cotos o tramos en régimen especial.
- Junto al personal técnico, colaboración en los muestreos que se realizan en el río para su ordenación.
- Seguimiento y control de las especies piscícolas.
- Cumplir una función divulgativa entre los distintos usuarios del río para un mejor disfrute del mismo.
- Colaboración en campañas de educación ambiental y sensibilización de la población.

#### **7.1.2. Organización de la vigilancia.**

Debido a la vulnerabilidad del sistema fluvial, fácilmente alterable y en muchos casos por negligencia y falta de respeto hacia este medio, se hace necesaria una vigilancia adecuada con el fin de cumplir los objetivos de la ordenación piscícola.

El conocimiento directo de los problemas de vigilancia de cada coto y el antídoto para atajarlos corresponde fundamentalmente a la guardería, por lo que es importante contar con los mismos en la planificación y organización de la vigilancia. Los recursos humanos y el horario de trabajo han de estar adaptados a la problemática de cada tramo de río. Conviene huir de esquemas rígidos, tanto respecto a zonas de actuación como de horarios. La guardería no debiera tener



una zona concreta de actuación ya que los posibles infractores controlarán fácilmente sus movimientos. Por tanto, la guardería debería actuar de forma flexible en función de las necesidades del servicio.

Para el establecimiento a modo de ejemplo del calendario y horario para la vigilancia del río se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- Las costumbre de las poblaciones ribereñas y del furtivismo a lo largo del año. En especial habrá que extremar la vigilancia en los períodos de freza de los salmónidos (otoño-invierno) y tener en cuenta las artes de pesca empleadas por los furtivos de la zona, ya que sirven de indicativo en algunos casos sobre la hora y forma de actuación..
- Se tendrán en cuenta los hábitos de los pescadores según los diferentes días de la semana.
- La coordinación entre la guardería y otras fuerzas será necesaria para una mayor efectividad en la vigilancia de los ecosistemas fluviales.

## **7.2. Seguimiento técnico.**

### **7.2.1. Control del hábitat.**

Para evaluar el hábitat, una de las cuestiones más importantes que debemos afrontar consiste en analizar la adecuación de las poblaciones piscícolas a las características del hábitat en que viven. El fondo de esta cuestión reside en el grado de correlación existente entre el tamaño y la estructura de la población piscícola con la estructura del hábitat. Cuando esta correlación existe, podemos sospechar que es el hábitat el factor que está limitando a la población piscícola, y por lo tanto una mejora del hábitat repercutirá en aumentar el potencial de pesca. En este caso especial atención se ha de prestar a identificar cual, o cuales, de estos factores de hábitat (refugio, frezaderos, zonas de alimento, etc.) están actuando como limitantes de la población. La morfología del cauce condiciona con frecuencia estos factores, entre los que destacamos:

- **Secuencias de rápidos y remansos.** Las pozas son importantes como refugios (especialmente con caudales de estiaje) y los rápidos los son como zonas productoras de alimento para los peces. Por consiguiente, la proporción de ambos debe mantenerse, no solo por razones de estabilidad geomorfológica, sino también por razones biológicas. Leopold *et al.* (1964) establecieron un espacio óptimo de rápidos y remansos de alrededor de seis veces la anchura del cauce. El cociente entre las longitudes de los rápidos/remansos del río ha sido sugerido como un criterio de la bondad del hábitat para



las poblaciones de ciertas especies (Platts *et al.*, 1983): 0,5 resulta una tasa óptima para la trucha arco-iris, 0,4 para la trucha común y valores menores para los salvelinos.

- **Sustrato.** Debido a que la velocidad del agua en un tramo depende de los caudales circulantes, sus frecuencias y magnitudes controlan el transporte de sedimentos y las remodelaciones del cauce. La magnitud y la frecuencia de las crecidas pueden relacionarse con un porcentaje del caudal generador del cauce.
- **Taludes de orilla.** Corresponde a la parte del cauce que en sección transversal limita el movimiento lateral de las aguas y desempeña un importante papel en el control de la productividad del ecosistema fluvial, proveyendo de refugios y nichos diversos para los peces. Su estabilidad está grandemente controlada por la vegetación de ribera.
- **Sinuosidad de los meandros.** El meandro de un río aluvial es un mecanismo para disipar su exceso de energía. Por ello cuando las medidas de mejora de hábitat modifican la morfología de los meandros, se puede causar una inestabilidad en el cauce. Leopold *et al.* (1964) han analizado las relaciones entre las longitudes de los meandros (M) y la anchura del cauce (W):

$$- M = 11,03(W^{1,01})$$

Donde ambos parámetros están expresados en metros.

### **7.2.2. Control sobre la población piscícola.**

EL tamaño de las poblaciones de peces fluctúa, tanto en condiciones naturales como si están sometidas a una presión pesquera. En este sentido podríamos considerar al pescador como un depredador más. Estos cambios que sufren los peces a lo largo del tiempo son debidos a factores bióticos y abióticos que pueden actuar por mecanismos dependientes o independientes de la densidad de sus poblaciones.

En general se puede afirmar que las poblaciones de salmónidos están controladas por factores del hábitat físico que determinan una máxima densidad posible para cada combinación de los mismos. En teoría las poblaciones de trucha se pueden clasificar dentro de dos extremos, por un lado las poblaciones con densidades altas que viven en hábitats favorables y están reguladas principalmente por procesos dependientes de la densidad (mortalidad y/o migración), los cuales



tienen lugar preferente en las fases juveniles. Dichas poblaciones son intrínsecamente estables con pequeñas variaciones en su densidad. En el extremo opuesto se encuentran las poblaciones con densidades bajas que viven en hábitats desfavorables y muestran una regulación poco dependiente o independiente de la densidad.

Los cambios que se producen en las poblaciones de peces pueden ser debidas a causas naturales producidas por factores abióticos (sequías, crecidas, etc.) o bióticos (competencia interespecífica, depredación, enfermedades producidas por agentes patógenos, etc.), y a actividades humanas (pesca, repoblaciones, cambios en los caudales por extracciones para riegos, embalses, trasvases, contaminación, etc.) Las causas bióticas originan generalmente fluctuaciones de tipo periódico y son predecibles, mientras que las abióticas producen variaciones poblacionales irregulares y de forma aleatoria.

En resumen, los cambios más importantes que sufren las poblaciones sometidas a explotación por pesca deportiva, son los siguientes:

- Fluctuaciones en el número de individuos (densidad, biomasa).
- Modificaciones en su estructura de edades.
- Incidencia en sus tasas de mortalidad.
- Alteraciones en el crecimiento.
- Disminución en la variabilidad genética de las poblaciones naturales por repoblaciones con especies alóctonas.

Realizada la evaluación inicial de las poblaciones y elaborado el plan de actuación y las medidas de conservación y mejora, es necesario realizar el seguimiento a largo plazo de las poblaciones con el fin de:

- Medir los cambios debidos a causas naturales o a actividades humanas.
- Evaluar la respuesta a las actividades de gestión realizadas sobre el sistema fluvial o sus poblaciones de peces (mejoras del hábitat, recuperación de frezaderos, etc.).
- Valoración de un accidente ambiental.
- Desarrollar y mejorar modelos predictivos de la dinámica de las poblaciones que puedan ser utilizados en la conservación y gestión de las poblaciones.



Para el seguimiento de las poblaciones de los tramos a estudio, se propone realizar cada 2 años un inventario de poblaciones (estimación de la evolución de los parámetros poblacionales), y la posterior Revisión del Plan de Ordenación piscícola.

### **7.3. Seguimiento de la pesca.**

#### **7.3.1. Partes de captura.**

El método elegido de seguimiento de la actividad pesquera es la utilización de partes de captura. En estas partes se describe lo acontecido en la jornada de pesca, incluyendo el número de piezas pescadas, longitud y/o peso individualizados de cada una de las capturas, horarios de pesca, cebo utilizado, etc.

En nuestra opinión, los partes de captura constituyen un instrumento de gestión de gran validez, ya que caracterizan a la práctica de la pesca en los tramos a gestionar, a pesar de tener algunos errores propios como veremos más adelante.

##### **7.3.1.1. CUMPLIMENTACIÓN OBLIGATORIA/OPCIONAL.**

El carácter de obligatoriedad en la cumplimentación y remisión de los partes de captura es necesario desde nuestro punto de vista, no sólo para obtener un porcentaje de respuesta más significativo sino también para evitar el sesgo que se produce cuando el carácter es de opcionalidad. Este sesgo es inherente a la opcionalidad de respuesta y se basa en que, cuando no es obligatorio contestar a un formulario tan sólo lo hacen aquellos pescadores más concienciados con la gestión moderna de la pesca que por tratarse tan sólo de un subgrupo dentro del enormemente variable y dispar colectivo de pescadores no puede representar a este.

Si trabajáramos con datos obtenidos exclusivamente de respuestas opcionales y por tanto procedentes de un subgrupo de pescadores excepcionalmente concienciados y con unas características de comportamiento determinado, correríamos el peligro de cometer el error de extrapolar los resultados obtenidos al global de pescadores.

##### **7.3.1.2. AMBITO DE APLICACIÓN.**

La pesca en cotos está mucho más controlada administrativamente que la realizada en zonas libres, al ser necesaria la obtención de un permiso especial en el primer caso. Este mayor control facilita enormemente la aplicación de los partes de captura. En un principio se facilitará el parte de capturas de dos maneras distintas:



- Exigiendo por parte del organismo competente, con la adquisición de cada permiso, el correo electrónico de cada pescador. A este correo le será enviado un parte de capturas digital el cual tendrá una fecha tope para su remisión por parte del pescador.
- A los pescadores que no posean un correo electrónico, se les entregará un parte de captura conjuntamente con cada permiso de pesca en coto expedido, fijando una fecha tope al pescador para su remisión.

Es importante contar con el rechazo que podría provocar en los pescadores en un principio, considerándola normal con el tiempo, por lo que creemos acertada la aplicación progresiva.

#### 7.3.1.3. DISEÑO DEL PARTE DE CAPTURAS.

Como es lógico, en un parte de captura podemos incluir todos aquellos aspectos sobre la pesca que nos parezcan interesantes para su posterior análisis, pero la experiencia nos hace definir como imprescindible la sencillez. Incluyendo apartados complicados o detallados en exceso lo que nos podemos encontrar en los partes cumplimentados son huecos vacíos, no rellenados por los pescadores debido a su complejidad, o errores provocados por esa misma complejidad. Además debemos de tener en cuenta al diseñar el parte de capturas que los datos que en él se incluyan deben ser posteriormente trasladados a un “software” apropiado para su tratamiento, por lo que la utilización de cifras, códigos o campos lógicos (binomiales) simplifica enormemente la introducción de datos al ordenador frente a campos alfanuméricos (las observaciones que desee hacer el pescador por ejemplo).

Hay que contar también con que el diseño de un determinado parte de capturas probablemente habrá de ser revisado y modificado una vez analizados los primeros datos, con el fin de adecuarlo a nuestras necesidades y a los objetivos planteados. Es decir, partiendo de un diseño original, son los propios resultados obtenidos en las primeras temporadas quienes moldean el parte, modificándolo, hasta conseguir el diseño más adecuado a nuestras pretensiones.

En el anejo 6 aparece el modelo de parte de capturas para el Coto Sin Muerte del río Cabriel.

#### **7.4. Colaboración con entidades locales.**

Para el control y seguimiento de la gestión sería muy interesante la colaboración con entidades locales tales como distintas empresas de hostelería de la zona, empresas de turismo activo, etc.



y asociaciones medioambientales de la zona, etc. Los cometidos de dichas entidades serías las siguientes:

- Venta de permisos. Se facilita así la obtención de permisos por parte del pescador, ya que puede hacerlo en los establecimientos de las localidades cercanas y a pie de río por parte de asociaciones, sociedades, etc.
- Vigilancia, control del hábitat (seguimiento técnico) y recogida de de partes de captura por parte de entidades como sociedades deportivas, asociaciones medioambientales, etc.
- Control sobre la población piscícola mediante la colaboración de sociedades de pescadores.



## 8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

En el siguiente apartado se realiza un estudio o plan de promoción para estimar los beneficios económicos y sociales que puede tener en la zona la instalación de un coto sin muerte en el tramo alto del río Cabriel.

En primer lugar obtendremos el total de las jornadas pescables en el coto a lo largo del año para sacar un número máximo de pescadores por temporada. Para ello sabemos que esta abarca desde el día 1 de junio hasta el 15 de septiembre, pudiéndose pescar todos los días de la semana; por lo tanto obtenemos un total de 107 jornadas de pesca por temporada.

Si al total de las jornadas pescables le multiplicamos el número de permisos por jornada obtendremos el máximo de permisos por temporada, que asciende a 1.070.

Para intentar que los datos sean más fiables, vamos a contrastarlos con datos reales de ocupación en cotos de pesca cercanos, facilitados por el departamento de medio ambiente del Gobierno de Aragón. Los datos son los siguientes:

Nombre del coto	Tipo de coto	% de permisos expedidos respecto al total de permisos ofertados en la temporada	% de permisos expedidos a pescadores no ribereños respecto al total de permisos expedidos en la temporada
Albarracín servicio	Coto de régimen normal	78%	67%
Albarracín sin muerte	Coto sin muerte	71%	82%
Tramacastilla	Coto sin muerte situado en aguas de Alta montaña	68%	89%

Tabla 21. Datos de ocupación de distintos cotos sociales de pesca situados en la sierra de Albarracín en la temporada 2010

Se cree conveniente la utilización de los datos referentes al coto de Tramacastilla, por reunir este características muy similares a nuestro futuro coto. Si extrapolamos estos datos a nuestro coto en cuestión, obtendremos los siguientes resultados:

- Total de permisos expedidos por temporada: **728 permisos.**
- Total de permisos expedidos a pescadores no ribereños: **648 permisos.**



### **Beneficios directos.**

Engloban el total de beneficios directos los provenientes de la venta de permisos, por lo tanto si hemos calculado un total de 728 permisos por temporada, de los cuales 648 son para pescadores no ribereños y 80 para ribereños.

- 648 permisos x 4,33€ por permiso = 2805,84€
- 80 permisos x 2,16€ por permiso = 172,8€

Por lo tanto, si sumamos las dos cantidades obtenemos unos beneficios directos por temporada que ascienden a **2.978,64 euros**.

### **Beneficios indirectos.**

Si tenemos en cuenta que la gran mayoría de los pescadores no ribereños van a necesitar ciertos servicios (alojamiento y comida) podemos sacar una cifra aproximada de los beneficios indirectos que se pueden dar por la creación del coto.

Calcularemos que aproximadamente el 70% de los pescadores no ribereños demandarán un servicio de restaurante y un 50% lo hará de alojamiento. Si realizamos una media del precio de una noche de alojamiento y de un menú en la zona obtenemos unos precios de 35€ y 16€ respectivamente, por lo tanto:

- Comida: 454 pescadores x 16€ = 7.257,6€
- Alojamiento: 324 pescadores x 35€ = 11.340€

A estos beneficios les añadiremos los procedentes de los servicios de bar y cafetería (refrescos, almuerzos, etc.), los cuales cifraremos en 3200€. Por lo tanto obtenemos unos beneficios indirectos que ascienden a un total de **21.797,6€ por temporada**.



## 9. CONCLUSIONES.

---

Tras la evaluación del estudio del medio físico y de las poblaciones piscícolas del tramo alto del río Cabriel (Teruel), podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Debido a las características físicas y biológicas del tramo, el estado de las poblaciones piscícolas y la demanda de los pescadores, se sugiere como especie de aprovechamiento prioritario a la trucha común (*Salmo trutta fario*).

- Se han obtenido valores bajos de densidades y biomásas medias y una estructura de clases de edad desequilibrada, existiendo una muy baja población en la edad 1+.

- Por ello se cree necesario aplicar medidas de gestión que fomenten la conservación de las poblaciones piscícolas. Así se aboga por el mantenimiento del vedado de cabecera y la creación de un coto de pesca sin muerte y un vedado enclavado en este (por motivos ludico-turísticos) en el actual tramo libre de pesca.

- Se cree conveniente realizar una serie de actuaciones de mejora del hábitat consistentes en la limpieza de los frezaderos existentes; la creación de nuevos frezaderos y la limpieza de orillas, mediante desbroces y podas moderadas de vegetación.

- Es importante llevar un control sobre los efectos causados, en época estival, por las captaciones de agua existentes en el tramo (riego y abastecimiento) y de la degradación del bosque de ribera en puntos concretos del tramo tomando medidas si fuera necesario.

- La naturaleza calcárea de las aguas favorece la cementación del lecho cuando existe largos periodos de sequía, mermando así la viabilidad de las zonas de freza. Por lo tanto es recomendable un control anual de los estados de los frezaderos.

- La concienciación ciudadana y un mayor control por parte de las autoridades, serán las medidas de conservación principales de la calidad de las aguas y el medio físico. Mientras que la realización de unas buenas prácticas agrarias y en la realización de obras, y la limitación del acceso del ganado al cauce podrían ser las actuaciones encaminadas a la conservación del bosque de ribera.



- Para evaluar la respuesta a las actuaciones de mejora propuestas, es recomendable llevar a cabo un seguimiento de las poblaciones, estableciendo una red de estaciones de control (muestreos).



## 10. BIBLIOGRAFÍA.

---

ALBA-TERCEDOR, J. & A. SANCHEZ ORTEGA (1988). *Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell 1978*. Limnética, 4:51-56. Asociación Española de Limnología. Madrid.

ALBA-TERCEDOR, J.; G. GONZALEZ & M. PUIG (1992). *Present level of knowledge regarding fluvial macroinvertebrate communities in Spain*. Limnética, 8:231-241. Asociación Española de Limnología. Madrid.

DE JAIME, CH.; PÉREZ, R. (2006). *Guía de la naturaleza de la Sierra de Albarracín*. Zaragoza: Ed. Prames. 303pp.

DOADRIO, I.; ELVIRA, B. & BERNAT, Y. (1991). *Peces continentales españoles. Inventario y clasificación de zonas fluviales*. Madrid: Colección Técnica de ICONA. Ed. ICONA.

ELLIOTT, J. M. (1995). *The ecological basis for Management of fish stocks in rivers*. En **The ecological basis for river management**. Ed. Harper, D. M. & Ferguson, A.J.D., Wiley & Sons, Chinchester.

ELLIOT, J.M. (1994). *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford Series in Ecology and Evolution. Ed. Oxford University Press. Oxford.

GARCÍA DE JALÓN, D.; MAYO, M.; HERVELLA, F. & MINGO, A. (1994). *Estudio de las poblaciones trucheras de los ríos Tajo, Gallo, Hoz Seca y Cabrillas*. Servicio Provincial de Montes, Caza y Pesca de Guadalajara. Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. 281pp.

GARCÍA DE JALÓN, D.; MAYO, M.; HERVELLA, F.; BARCELÓ, E. & FERNÁNDEZ, T. (1993). *Principios y Técnicas de Gestión de la Pesca en Aguas Continentales*. Madrid: Ed. Mundi Prensa.



HAMILTON, K. & BERGERSEN, E.P. (1984). "Methods for estimating aquatic habitat variables" Bureau of Reclamation, Engineering and Research. Technical Report DPTS-35-9. Denver. 333pp.

HAURY, J.; OMBREDANE, D. & BAGLINIERE, J.L. (1991). *L'habitat de la truite commune en tours d'eau*. En **La truite: biologie et ecologie** Baglinière, J.L. & Maisse, G. eds. INRA, Paris. P 47-96.

MATEO, G. (2008). *Flora de la Sierra de Albarracín y su comarca (Teruel)*. Noguera de Albarracín (Teruel): Edita fundación Oroibérico. 348pp.

NEEDHAM, J. G. & NEEDHAM P. R. (1982). *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona: Ed. Reverté, S.A. 131pp.

OTIS, M. B. (1977). *Mejoramiento De las corrientes de agua* 127-155. **Conservación de las corrientes de agua**. MIGEL J.M. Ed. Marymar. Buenos Aires. 287 p.

PEÑA, J. L.; SÁNCHEZ, M.; LOZANO M. V.; JIMÉNEZ, A.; LONGARES, L. A.; SANCHO, C.; MELÉNDEZ, A.; AURELL, M.; ECHEVERRÍA, M. T.; MOYA, C.; BÁDENAS, B.; BENITO, G.; JOSÉ, M.; CONSTANTE, A. (2010). *Las formas del relieve de la sierra de Albarracín*. Teurel: Edita Centro de estudios de la comunidad de Albarracín (CECAL). 246pp.

PLA, C. & J.L. GARCÍA MARÍN (1990). *Utilización de la variabilidad genética en la identificación de las poblaciones de peces*. **Scientia gerundensis** 16(1), 29-39.

PLAFKIN, J.L.; BARBOUR, M.T.; PORTER, K.D.; GROSS, S.K. & HUGHES, R.H. (1989). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish*. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water EPA/444/4-89-001. Washington. 162 pp.



PLATTS, W.S.; MEGAHAN, W.F. & MINSHALL, G.W. (1983). *Methods for evaluating stream, riparian and biotic conditions*. United States Department of Agriculture. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report. INT-138. 70pp

RODIER, J. (1990). *Análisis de aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. Barcelona: Ed. Omega. 1059pp.

SAINZ DE LOS TERREROS, M.; GARCÍA DE JALÓN, D. & MAYO, M. (1991). *Canalización y dragado de cauces: Sus efectos y técnicas para la restauración del río y sus riberas*. Álava: Edita Diputación foral de Álava 93pp.

TACHET, H.; BOURNAUD, M. Y RICHOUX, PH.; avec la collaboration de CAILLERE, P.L.; COULET, M.; FONTAINE, J.; JUGET, J. ET PATTE, E. (1991). *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. Systématique élémentaire et aperçu écologique*. Paris: Association Française de Limnologie. 156pp.



## ***ANEJOS***

---



## ***Anejo 1***

---

### ***Índices climáticos***



## ANEJO 1. ÍNDICES CLIMÁTICOS

Los siguientes índices climáticos y bioclimáticos son los que más se han utilizado en la nueva clasificación bioclimática de la Tierra (Global bioclimatics), por ello son los que hemos utilizado para analizar nuestra área de estudio.

### ***Índice de aridez anual (Iar).***

Es el cociente entre la evapotranspiración potencial anual (PE, Thornthwaite) y la precipitación media anual (P).  $Iar = PE / P$ .

$$640,02 / 983 = 0,651$$

### ***Índices de continentalidad***

Los índices de continentalidad tratan de expresar la amplitud de la oscilación anual de la temperatura. Así, el grado de continentalidad es directamente proporcional a la citada amplitud. En sentido contrario se utiliza el término oceanidad; mares, lagos y océanos no helados tienden a amortiguar el contraste de la temperatura, mientras que con el alejamiento de las costas, tierra adentro, sucede lo contrario.

Los índices más empleados para expresar la continentalidad/oceanidad se pueden agrupar en sencillos y compensados. Son sencillos aquellos que expresan únicamente la diferencia entre las temperaturas extremas, y compensados los que, a la amplitud u oscilación de la temperatura anual, se adiciona una cantidad en función de la altitud o de la latitud (Tabla 22).

Sencillo simple	Diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año (Tmax-Tmin)
Sencillo ampliado	Diferencia entre las temperaturas medias absolutas de los meses más cálido y más frío del año (Tamax-Tamin)
Sencillo magnificado	Diferencia entre la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta del año (T'-m')
Compensado por latitud	Gorezynski = (1.7 Ic/sen lat.) 20.4, Conrad = (1.7 Ic/sen lat. + 10) -14, Currey = índice simple (1 + 1/3 lat)
Compensado por altitud	Rivas-Martínez = índice simple + [altitud x 0.6/100]

**Tabla 22.** Tipos de índices de continentalidad.



Una buena correlación entre la continentalidad y la vegetación en los territorios septentrionales del hemisferio boreal la ofrece el cociente de continentalidad de Currey (1974), que se obtiene dividiendo la amplitud térmica anual o diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año ( $I_c$ ) entre el tercio de la latitud más uno. [ $C_c = I_c / (1 + 1/3 \text{lat.})$ ]. Con base en tal cociente, Currey consideró hiperoceánicos los territorios con valores inferiores a 0.6, oceánicos de 0.6 a 1.1, subcontinentales de 1.1 a 1.7, continentales de 1.7 a 2.3 e hipercontinentales los superiores a 2.3.

Como el efecto del aumento de la continentalidad y sus repercusiones en nuestro sistema de clasificación comienzan fuera del macrobioclima tropical, ha sido necesario recurrir a los índices de continentalidad compensados para ajustar lo máximo posible el valor real de la continentalidad en la zona.

#### ***Índice de continentalidad sencillo simple (intervalo térmico anual) ( $I_c$ )***

Este índice de continentalidad expresa en grados centígrados la diferencia u oscilación entre la temperatura media del mes más cálido ( $T_{\max}$ ) y la del mes más frío del año ( $T_{\min}$ ).

$$I_c = T_{\max} - T_{\min}.$$

$$20,00 - 2,80 = 17,20$$

#### ***Índice de continentalidad compensado por altitud.***

$$17,20 + (1300 \cdot 0,6 / 100) = 25$$

#### ***Índice de continentalidad de Currey.***

Una buena correlación entre la continentalidad y la vegetación en los territorios septentrionales del hemisferio boreal la ofrece el cociente de continentalidad de Currey (1974), que se obtiene dividiendo la amplitud térmica anual o diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año ( $I_c$ ) entre el tercio de la latitud más uno. [ $C_c = I_c / (1 + 1/3 \text{lat.})$ ]. Con base en tal cociente, Currey consideró hiperoceánicos los territorios con valores inferiores a 0.6, oceánicos de 0.6 a 1.1, subcontinentales de 1.1 a 1.7, continentales de 1.7 a 2.3 e hipercontinentales los superiores a 2.3.



$$17,20 / (1+1/3 \cdot 40) = 1,20$$

Los tipos, subtipos y niveles de continentalidad que se reconocen se exponen en la figura 1. Los tipos y subtipos son: hiperoceánico: ultrahiperoceánico (0-4), euhiperoceánico (4-8), subhiperoceánico (8-11). Oceánico: semihiperoceánico (11-14), euoceánico (14-17), semicontinental (17-21). Continental: subcontinental (21-28), eucontinental (28-46) e hipercontinental (46-66). Promediando el valor de los subtipos disponemos de los niveles: acusado y atenuado

Tipos	Subtipos	Valores
1. Hiperoceánico (0-11)	1.1a. Ultrahiperoceánico acusado	0-2.0
	1.1b. Ultrahiperoceánico atenuado	2.0-4.0
	1.2a. Euhiperoceánico acusado	4.0-6.0
	1.2b. Euhiperoceánico atenuado	6.0-8.0
	1.3a. Subhiperoceánico acusado	8.0-10.0
	1.3b. Subhiperoceánico atenuado	10.0-11.0
2. Oceánico (11-21)	2.1a. Semihiperoceánico acusado	11.0-13.0
	2.1b. Semihiperoceánico atenuado	13.0-14.0
	2.2a. Euoceánico acusado	14.0-16.0
	2.2b. Euoceánico atenuado	16.0-17.0
	2.3a. Semicontinental atenuado	17.0-19.0
	2.3b. Semicontinental acusado	19.0-21.0
3. Continental (21-66)	3.1a. Subcontinental atenuado	21.0-24.0
	3.1b. Subcontinental acusado	24.0-28.0
	3.2a. Eucontinental atenuado	28.0-37.0
	3.2b. Eucontinental acusado	37.0-46.0
	3.3a. Hipercontinental atenuado	46.0-56.0
	3.3b. Hipercontinental acusado	56.0-66.0

Tabla 23. Tipos, subtipos y niveles de continentalidad simple (Ic) que se reconocen en la Tierra.

### ***Índice de evapotranspiración potencial anual (PE).***

Utilizamos en esta clasificación el de Thornthwaite por ser el más asequible. Thornthwaite, en Thornthwaite & Mather (1957) calculó el poder de evaporación de la vegetación sin límites en la humedad del suelo, en base a consideraciones teóricas y empíricas, concretadas en la fórmula siguiente:  $PE = 1.6 \times L (10 \times Ti/I)^a$ , siendo: L = valor de ajuste de la luz solar en función de la latitud; Ti = temperatura media mensual; I = índice de calor o sumatorio de los valores de cada mes calculado  $i = (Ti/5)^{1.514}$ ; a = exponente teórico calculado  $6.75 \times 10^{-7} \times I^3 - 7.71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1.792 \times 10^{-2} \times I + 0.49239$ .

En nuestro caso no es necesario su cálculo ya que aparecen los datos de la zona en la figura número 3 de la memoria.

### ***Índice de humedad de Thornthwaite (IH)***

El valor anual de la evapotranspiración potencial de Thornthwaite (PE) se utiliza en el cálculo del índice de humedad del mismo autor.  $IH = 100 (P-PE)/PE$ , que expresa el porcentaje del exceso o defecto de la precipitación anual (P) respecto a la evapotranspiración anual (PE). Si  $P > PE$  el índice es positivo y si  $P < PE$  es negativo. Según el citado valor Thornthwaite (1955) reconoce cinco regiones de humedad, algunas de ellas diversificadas, cuyos valores se exponen en la figura 24.

<b><i>Tipo climático</i></b>	<b><i>IH</i></b>
A. Hiperhúmedo	> 100
B4. Húmedo (superlativo)	80 a 100
B3. Húmedo (superior)	60 a 80
B2. Húmedo (medio)	40 a 60
B1. Húmedo (inferior)	20 a 40
C2. Subhúmedo-húmedo	0 a 20
C1. Seco-subhúmedo	-33.3 a 0
D. Semiárido	-66.7 a -33.3
E. Árido	-100 a -66.7

**Tabla 24.** Tipos de índices de humedad.

El cálculo de estos porcentajes se facilita con las tablas sobre el valor de PE publicadas por sus autores para numerosas localidades del Mundo y también mediante algún programa informático.



Aunque la correlación de estos tipos climáticos con la vegetación es, en ocasiones, bastante grande, por nuestra parte, hemos preferido utilizar los índices de ombroevaporación anual (loe) y ombrotérmico (lo), que son más sencillos. Los tipos climáticos de Thornthwaite y los índices ombrotérmicos u ombrotipos (lo) que empleamos en nuestra clasificación bioclimática tienen semejanzas, pero el gran énfasis puesto por el autor norteamericano sobre la casuística de su país limita algo su empleo en otros continentes, sobre todo en los más oceánicos.

$$IH = 100 \cdot (983 - 638,3) / 638,3 = 54$$

### ***Índice de mediterraneidad (Im)***

Es el cociente entre el valor de la evapotranspiración media estival de Thornthwaite (PEs), y la precipitación en mm del mismo período (Ps). En los territorios extratropicales se consideran como meses estivales junio, julio y agosto en el hemisferio norte y diciembre, enero y febrero en el hemisferio sur. En ocasiones es significativo comparar el cociente de uno, julio o enero, (Im1); dos, julio y agosto o enero y febrero (Im2) y los tres (Im3) meses de verano para aproximar las fronteras bioclimáticas mediterráneo-templadas. Se han considerado mediterráneos aquellos territorios en los que  $Im1 > 4.5$ ,  $Im2 > 3.5$  y sobre todo  $Im3 > 2.5$ .  $Im = PEs / Ps$ .

$$PEs = 89,2 + 124,8 + 112,0 = 326 ; Ps = 76 + 18 + 29 = 123$$

$$Im3 = 326 / 123 = 2,65$$

### ***Índice de ombro-evaporación anual (loe)***

Es el cociente entre la precipitación media (P) y la evapotranspiración potencial (PE, Thornthwaite) anual.  $loe = P / PE$ .

$$loe = 983 / 638,3 = 1,54$$

### ***Índice ombrotérmico anual (lo)***

Es el cociente entre la suma de la precipitación media en mm de los meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a cero grados centígrados en décimas de grado (Tp).  $lo = 10 \times Pp / Tp$ . Los tipos ombrotérmicos anuales se resumen en la siguiente tabla (para los valores de los horizontes termoclimáticos véase fig. 13). En el macrobioclima templado los valores de lo



corresponden a: semiárido: 2.0-2.2, seco: 2.2-3.2, subhúmedo: 3.2-4.6, húmedo: 4.6-10.0, hiperhúmedo: 10.0-20.0, ultrahiperhúmedo > 20.0.

$$I_o = 10 \cdot 983/1232 = 7,98 \text{ Húmedo}$$

### ***Índices ombrotérmicos estivales compensables (los2, los3).***

Por definición, el macrobioclima mediterráneo es el tipo extratropical (> 23° N & S) que, coincidiendo con el verano (época más cálida del año), tiene un período de sequía en el que, al menos dos meses consecutivos la precipitación es menor o igual que el doble de la temperatura ( $P = 2T$ ). Por el contrario, un territorio no es mediterráneo si el índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival los2 es superior a 2 ( $los2 > 2$ ). Si los2 es menor o igual a 2.0 ( $los2 = 2.0$ ), el territorio puede ser o no mediterráneo, ya que la disponibilidad de agua en el suelo, puede compensar la precipitación del mes anterior, es decir, si  $P$  (junio + julio + agosto) /  $T$  (junio + julio + agosto) en el hemisferio norte, o bien  $P$  (diciembre + enero + febrero) /  $T$  (diciembre + enero + febrero) en el hemisferio sur, es mayor de 2.0 ( $los3 > 2.0$ ) entonces los territorios no son mediterráneos. Si el los3 es menor o igual a 2.0 ( $los3 = 2.0$ ), el territorio puede o no ser mediterráneo, ya que con un los3 deficitario aún puede producirse una compensación con la precipitación del mes anterior (mayo o noviembre, respectivamente); es decir, si  $P$  (mayo + junio + julio + agosto) /  $T$  (mayo + junio + julio + agosto) en el hemisferio norte o bien,  $P$  (noviembre + diciembre + enero + febrero) /  $T$  (noviembre + diciembre + enero + febrero) en el hemisferio sur, es mayor de 2.0 ( $los4 > 2.0$ ), los territorios no son bioclimáticamente mediterráneos y en caso contrario ( $los4 = 2.0$ ) son definitivamente mediterráneos. Los índices ombrotérmicos resultado de la compensación (losc3., losc4), que corresponden a los valores de los2 e los3 compensables, tienen un alto valor discriminatorio en los territorios fronterizos mediterráneo-templados y mediterráneo-boreales. Los valores compensables de los índices ombrotérmicos estivales son los que se indican en la Tabla 25.



<i>lo</i>	<i>los2</i>	<i>los3</i>	<i>los4</i>
2.0-2.8	> 1.9	> 1.9	> 2.0
2.8-3.6	> 1.8	> 1.9	> 2.0
3.6-4.8	> 1.7	> 1.9	> 2.0
4.8-6.0	> 1.5	> 1.8	> 2.0
6.0-9.0	> 1.3	> 1.8	> 2.0
9.0-12.0	> 0.7	> 1.4	> 2.0
> 12.0	> 0.1	> 0.3	> 2.0

**Tabla 25.** Tabla de compensación. Intervalos de los valores de los índices ombrotérmicos anuales (*lo*) que, en función de los valores de los índices ombrotérmicos estivales (*los2*, *los3*), pueden compensarse y pasar del macrobioclima mediterráneo al templado (variante submediterránea).

$$los2 = 47/39,4 = 1,19$$

$$los3 = 121/54,5 = 2,22$$

I

### ***Índice de termicidad (It)***

Es la suma en décimas de grado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío). It es, por lo tanto, un índice que pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales. La correlación entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados. En los fríos con valores de It o Itc inferiores a 120, resulta más significativo y preciso el empleo del valor de la temperatura positiva anual (Tp).  $It = (T + m + M) 10$ .

### ***Índice de termicidad compensado (Itc)***

En las zonas extratropicales de la Tierra (al norte y al sur del paralelo 23° N y S), el índice de termicidad compensado (Itc) trata de ponderar el valor del índice de termicidad (It), debido al "exceso" de frío o de templanza que acaece durante la estación fría en los territorios de clima continental o hipoceánico acusado en la Tierra, para que su continentalidad pueda ser comparable.

Si el índice de continentalidad simple (Ic) está comprendido entre 8 y 18, el valor del Itc se considera igual al del It ( $It = Itc$ ). Por el contrario, si el índice de continentalidad no alcanza o



supera los valores mencionados, hay que compensar el índice de termicidad adicionando o sustrayendo un valor de compensación (C).  $I_{tc} = I_t \pm C$ .

En las zonas extratropicales acusadamente hiperoceánicas ( $I_c < 8.0$ ), el valor de compensación (C0) se calcula multiplicando por diez el resultado de la sustracción entre 8.0 y el  $I_c$  de la estación:  $C_0 = (8.0 - I_c) 10$ . Este valor (C0) se resta del índice de termicidad:  $I_{tc} = I_t - C_0$ .

En los climas extratropicales continentales o semicontinentales ( $I_c > 18.0$ ), el valor de compensación (C) se suma al índice de termicidad:  $I_{tc} = I_t + C_i$ . Este valor de compensación se calcula según sea la cifra del índice de continentalidad simple ( $I_c$ ). Así, cuando la continentalidad es moderada ( $18.0 < I_c \leq 21.0$ ), el valor de compensación (C1) se obtiene multiplicando por  $f_1$  ( $f_1 = 5$ ) el resultado de la sustracción entre el  $I_c$  de la estación y 18. Cuando la continentalidad es acusada ( $I_c > 21.0$ ), el valor de compensación se calcula mediante un sumatorio cuyos valores parciales (C1, C2, C3, C4) son proporcionalmente mayores debido al incremento del factor multiplicador ( $f_i$ ) en función del aumento de la continentalidad. Por lo tanto:  $I_{tc} = I_t + (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)$ .

Los valores de compensación en función del índice de continentalidad simple ( $I_c$ ) y del factor corrector progresivo de la continentalidad ( $f_i$ ) se obtienen de la forma que se expone en la tabla 26.

$I_c$	$f_i$	$C_i$	valor máximo
$I_c \leq 8$	$f_0 = 10$	$C_1 = C_0; C_0 = f_0 (I_c - 8)$	$C_0 = - 80$
$18 < I_c \leq 21$	$f_1 = 5$	$C_i = C_1; C_1 = f_1 (I_c - 18)$	$C_1 = + 15$
$21 < I_c \leq 28$	$f_2 = 15$	$C_i = C_1 + C_2; C_1 = f_1 (21 - 18) = 15; C_2 = f_2 (I_c - 21)$	$C_2 = + 105$
$28 < I_c \leq 46$	$f_3 = 25$	$C_i = C_1 + C_2 + C_3; C_1 = 15; C_2 = f_2 (28 - 21) = 105; C_3 = f_3 (I_c - 28)$	$C_3 = + 450$
$46 < I_c \leq 65$	$f_4 = 30$	$C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4; C_1 = 15; C_2 = 105; C_3 = f_3 (46 - 28) = 450; C_4 = f_4 (I_c - 46)$	$C_4 = + 570$

**Tabla 26.** Cálculo de los valores de compensación para la obtención del Índice de termicidad compensado ( $I_{tc}$ )

En la práctica, en los territorios extratropicales de la Tierra ( $> 23^\circ N \ \& \ S$ ) con un Índice de continentalidad  $\geq 21$ , así como en todas aquellas localidades con un  $I_t$  o  $I_{tc} < 120$ , para el cálculo del termotipo del piso bioclimático se utiliza el valor de la temperatura positiva ( $T_p$ ).



### Tipos de termicidad.

Unidades térmicas: tipos y subtipos de termicidad aplicables a períodos anuales (T, Tp, Ti, M, T') o mensuales (Ti, M, T') que se reconocen en la Tierra, se exponen en la tabla 27.

<i>Tipos de termicidad</i>	<i>Subtipos</i>	<i>Tp, It, Itc</i>	<i>T</i>
A. Cálido T 15°-30°	1. Tórrido	> 710	> 24°
	2. Cálido	490-710	19°-24°
	3. Subcálido	320-490	15°-19°
B. Templado T 6°-15°	4. Templado	120-320	11°-15°
	5. Subtemplado	800-1300	< 11°
C. Frío T < 6°	6. Frío	380-800	< 6°
	7. Hiperfrío	130-380	< 3°
	8. Ultrafrío	0-130	< 0°
D. Gélido T ≤ 0°	9. Gélido	0	Ti ≤ 0°
	10. Hipergélido	0	M ≤ 0°
	11. Ultragélido	0	M' ≤ 0°

**Tabla 27.** Tipos y subtipos de termicidad de la Tierra.

Resulta útil establecer una correspondencia entre los valores de ciertos parámetros e índices bioclimáticos [temperatura positiva anual (Tp) e índices de termicidad (It, Itc)] y los tipos térmicos de Gaussen: Megatérmico, macrotérmico, macro-mesotérmico, mesotérmico, micro-mesotérmico, microtérmico, hipermicrotérmico, ultramicrotérmico, gélido, hipergélido y ultragélido.



<i>Tipos de Gaussen</i>	<i>Tp, It, Itc</i>	<i>T</i>	<i>Tipos de termicidad</i>
1. Megatérmico	> 710	> 24°	1. Tórrido
2. Macrotérmico	490-710	19°-24°	2. Cálido
3. Macro-mesotérmico	320-490	15°-19°	3. Subcálido
4. Mesotérmico	120-320	11°-15°	4. Templado
5. Meso-microtérmico	800-1300	< 11°	5. Subtemplado
6. Microtérmico	380-800	< 6°	6. Frío
7. Hipermicrotérmico	130-380	< 3°	7. Hiperfrío
8. Ultramicrotérmico	0-130	< 0°	8. Ultrafrío
9. Gélido	0	Ti ≤ 0°	9. Gélido
10. Hipergélido	0	M ≤ 0°	10. Hipergélido
11. Ultragélido	0	M' ≤ 0°	11. Ultragélido

Tabla 28. Relación entre los tipos térmicos de Gaussen y los de termicidad.

### Períodos de helada

La existencia, magnitud y duración de las heladas en un territorio se expresa mediante diversas expresiones o tipos que están en relación con los meses o épocas del año, en los que la temperatura alcanza valores inferiores a cero grados centígrados. En función de las temperaturas medias mensuales se reconocen los siguientes tipos de períodos o meses de heladas.

<i>Ultragélido:</i>	Meses o períodos anuales con temperatura media de las máximas absolutas igual o inferior a cero grados	M'i ≤ 0°
<i>Hipergélido</i>	Meses o períodos anuales con temperatura media de las máximas igual o inferior a cero grados	Mi ≤ 0°
<i>Gélido</i>	Meses o períodos anuales con temperatura media mensual igual o inferior a cero grados	Ti ≤ 0°
<i>Subgélido</i>	Meses o períodos anuales con temperatura media de las mínimas igual o inferior a cero grados	mi ≤ 0°
<i>Pregélido</i>	Meses o períodos anuales con temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a cero grados	m'i ≤ 0°
<i>Agélido</i>	Meses o períodos anuales libres de heladas, es decir, con temperatura media de las mínimas absolutas superior a cero grados	m'i > 0°
<i>Hiperagélido</i>	Meses o períodos anuales en los que nunca se ha registrado temperaturas igual o inferior a cero grados	Tminab > 0

Tabla 29. Tipos de períodos o meses de helada.



### Zonas y cinturas latitudinales

En función de la latitud, a cualquier altitud sobre el nivel del mar, se distinguen en la Tierra tres amplias zonas latitudinales que tradicionalmente se han denominado: 1. Cálida, 2. Templada, 3. Fría, en las que a su vez se reconocen las siguientes subunidades o cinturas latitudinales: 1a. Ecuatorial, 1b. Eutropical, 1c. Subtropical, 2a. Eutemplada, 2b. Subtemplada septentrional, 2c. Subtemplada austral, 3a. Ártica, 3b. Antártica. Las zonas térmicas y las cinturas latitudinales, pese a su denominación, no se corresponden con los límites actuales de los macrobioclimas (figura 9).

<b>Zonas latitudinales</b>	<b>Cinturas latitudinales</b>	
1. Cálida (0° a 35° N & S)	1a. Ecuatorial	7° N a 7° S
	1b. Eutropical	7° a 23° N & S
	1c. Subtropical	23° a 35° N & S
2. Templada (35° a 66° N, 35° a 60° S)	2a. Eutemplada	35° a 52° N & S
	2b. Subtemplada septentrional	52° a 66° N
	2c. Subtemplada austral	52° a 60° S
3. Fría (66° a 90° N, 60° a 90° S)	3a. Ártica	66° a 90° N
	3b. Antártica	60° a 90° S

**Tabla 30.** Amplitud de las zonas y cinturas latitudinales que se reconocen en la Tierra.

### **Tipos bioclimáticos**

En la clasificación bioclimática que utilizamos desde hace años en Geobotánica las jerarquías tipológicas de expresión latitudinal son los macrobioclimas (5), bioclimas (27) y variantes bioclimáticas, en tanto que en su aspecto altitudinal son los pisos bioclimáticos o representación ombro-termotípica.

### **Macrobioclimas**

Los macrobioclimas son las unidades tipológicas de mayor rango en la clasificación bioclimática. Se trata de modelos biofísicos eclécticos, delimitados por determinados valores latitudinales, climáticos y vegetacionales, que poseen una amplia jurisdicción territorial y que están relacionados con los grandes tipos de climas y de biomas, así como con regiones biogeográficas de la Tierra. Los cinco macrobioclimas se han denominado: tropical, mediterráneo, templado,



boreal y polar (figura 11). En cada uno de ellos, por sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se distinguen unidades subordinadas, los bioclimas.

Macrobioclima Tropical. Se considera que tienen macrobioclima tropical, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios de la Tierra pertenecientes a las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical (0 a 23° N & S). En los territorios latitudinalmente subtropicales (23° a 35° N & S), también se considera que poseen un macrobioclima tropical a cualquier altitud aquellas áreas en las que la precipitación del semestre más cálido del año sea mayor que la del semestre más frío del año ( $P_{ss} > P_{sw}$ ), o bien que la precipitación del cuatrimestre más cálido del año sea mayor que la del cuatrimestre siguiente al más cálido, y menor que la del cuatrimestre anterior al más cálido del año ( $P_{cm3} < P_{cm1} > P_{cm2}$ ), al tiempo que, calculados teóricamente a 200 m de altitud sus valores térmicos, cumplan dos de estas tres condiciones: temperatura media anual 21°C, una temperatura media de las máximas del mes más frío de 18°C y un índice de termicidad de 470 ( $T \geq 21^\circ$ ,  $M \geq 18^\circ$   $It \geq 470$ ). Entre los paralelos 23° a 35° N & S, para calcular teóricamente los valores termoclimáticos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud es necesario añadir como incremento térmico cada 100 m que supere tal altitud: 0.6° a la temperatura media anual (T), 0.5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y un valor constante ( $c=13$ ) al índice de termicidad (It, Itc).

También se considera que tienen macrobioclima tropical, con independencia de sus ritmos ómbricos, los territorios subtropicales que cumplan al menos dos de los siguientes valores: temperatura media anual igual o superior a 25°C, temperatura media de las mínimas del mes más frío del año igual o superior a 10°C, o un índice de termicidad compensado igual o superior a 580 ( $T \geq 25^\circ$ ,  $M \geq 10^\circ$   $Itc \geq 580$ ). Por el contrario, no son tropicales los territorios de Asia y África superiores a 2000 m, comprendidos entre los 25° y 35° N. El macrobioclima tropical está representado en todos los continentes salvo, como es lógico, en la Antártida.

Macrobioclima Mediterráneo. Se considera que tienen macrobioclima mediterráneo, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical y eutemplada (23° a 52° N & S), en los que existen al menos dos meses consecutivos con aridez durante el período más cálido del año, es decir, en los que el valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival es menor del doble de la temperatura media del bimestre más cálido del trimestre estival expresada en grados centígrados ( $P_{s2} < 2T_{s2}$ ); asimismo que en los territorios de la cintura subtropical (23° a 35° N & S), además de lo estipulado, se cumpla que al menos dos de los tres parámetros e índice que se



mencionan a continuación tengan valores inferiores a: temperatura media anual  $25^{\circ}$ , temperatura media de las mínimas del mes más frío del año  $10^{\circ}\text{C}$ , o un índice de termicidad compensado 580 ( $T < 25^{\circ}$ ,  $m < 10^{\circ}$ ,  $l_{tc} < 580$ ).

Entre los paralelos  $23^{\circ}$  a  $48^{\circ}$  N y  $23^{\circ}$  a  $52^{\circ}$  S, para calcular teóricamente los valores termoclimáticos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud es necesario añadir como incremento térmico cada 100 m que supere tal altitud:  $0.6^{\circ}$  a la temperatura media anual (T),  $0.5^{\circ}$  a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos  $48^{\circ}$  a  $52^{\circ}$  N para calcular tales valores termoclimáticos se debe añadir cada 100 m:  $0.4^{\circ}$  a la temperatura media anual,  $0.5^{\circ}$  a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp).

El macrobioclima mediterráneo tiene su mayor representación territorial en el centro y en el occidente de todos los continentes excepto, como es lógico, en la Antártida.

Macrobioclima Templado. Se considera que tienen macrobioclima templado, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical, eutemplada y subtemplada ( $23^{\circ}$  a  $66^{\circ}$  N y  $23^{\circ}$  a  $55^{\circ}$  S) en los que no existen o se compensan (véase: índices ombrotérmicos estivales compensables) dos o más meses consecutivos con aridez durante el verano o período más cálido del año, es decir, en los que el valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival sea mayor del doble de la temperatura media en grados centígrados del bimestre más cálido del trimestre estival ( $P_{s2} \geq 2T_{s2}$ ). Al mismo tiempo que en los territorios subtropicales ( $23^{\circ}$  a  $35^{\circ}$  N & S), calculados teóricamente a 200 m de altitud, dos de los tres valores térmicos que se mencionan cumplan las siguientes condiciones: temperatura media anual inferior a  $21^{\circ}$ , temperatura media de las máximas del mes más frío inferior a  $18^{\circ}$ , índice de termicidad inferior a 470 ( $T < 21^{\circ}$ ,  $M < 18^{\circ}$ ,  $l_c < 470$ ); del mismo modo que al menos dos de los tres valores siguientes sean inferiores a: temperatura media anual  $25^{\circ}$ , temperatura media de las mínimas del mes más frío  $10^{\circ}\text{C}$ , índice de termicidad compensado 580 ( $T < 25^{\circ}$ ,  $m < 10^{\circ}$ ,  $l_{tc} < 580$ ). En la cintura subtemplada ( $51^{\circ}$  a  $66^{\circ}$  N y  $51^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  S) los valores calculados teóricamente a una altitud de 200 m o los existentes a altitudes menores, tienen ambos que ser mayores que los valores umbrales que limitan los macrobioclimas templado y boreal, que en función de los valores del índice de continentalidad son los que se indican a continuación. En los territorios hiperoceánicos: temperatura media anual  $6.0^{\circ}$ , temperatura media del mes más cálido  $10^{\circ}$ , temperatura positiva estival 290 ( $l_c \geq 11$ ,  $T > 6.0^{\circ}$ ,  $T_{max} > 10^{\circ}$ ,  $T_{ps} > 290$ ), en los territorios oceánicos: temperatura



media anual  $5.3^{\circ}$ , temperatura positiva anual 720 (Ic 11-21,  $T > 5.3^{\circ}$ ,  $T_p > 720$ ), en los territorios subcontinentales: temperatura media anual  $4.8^{\circ}$ , temperatura positiva anual 740 (Ic 21-28,  $T > 4.8^{\circ}$ ,  $T_p > 740$ ), en los territorios eucontinentales: temperatura media anual  $3.8^{\circ}$ , temperatura positiva anual 800 (Ic 28-46,  $T > 3.8^{\circ}$ ,  $T_p > 800$ ), y, por último, en los territorios hipercontinentales: temperatura media anual  $0^{\circ}$ , temperatura positiva anual 800 (Ic > 46,  $T > 0^{\circ}$ ,  $T_p > 800$ ).

Entre los paralelos  $23^{\circ}$  a  $48^{\circ}$  N y  $23^{\circ}$  a  $51^{\circ}$  S, para calcular los valores termoclimáticos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud es necesario añadir como incremento térmico cada 100 m que supere tal altitud:  $0.6^{\circ}$  a la temperatura media anual (T),  $0.5^{\circ}$  a la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos  $48^{\circ}$  a  $66^{\circ}$  N y  $51^{\circ}$  a  $55^{\circ}$  S, para calcular tales valores se deben añadir cada 100 m:  $0.4^{\circ}$  a la temperatura media anual,  $0.5^{\circ}$  a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y un valor constante ( $c=12$ ) al valor de la temperatura positiva ( $T_p$ ).

El macrobioclima templado tiene representación en todos los continentes, salvo en la Antártida.

Macrobioclima Boreal. Se considera que tienen macrobioclima boreal a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios de las zonas templada y fría comprendidos entre las latitudes  $43^{\circ}$  a  $71^{\circ}$  N y  $49^{\circ}$  a  $55^{\circ}$  S, cuyos valores termoclimáticos, calculados teóricamente a 200 m de altitud, estén por debajo de los valores umbrales boreal-templados. Según sea la cuantía de la continentalidad los índices y parámetros bioclimáticos que se mencionan deben tener valores inferiores a los umbrales que se señalan a continuación. En los territorios hipoceánicos: temperatura media anual  $6^{\circ}$ , temperatura media del mes más cálido  $10^{\circ}$ , temperatura positiva estival 290 (Ic < 11,  $T < 6.0^{\circ}$ ,  $T_{max} < 10^{\circ}$ ,  $T_{ps} < 290$ ); en los territorios oceánicos: temperatura media anual  $5.3^{\circ}$ , temperatura positiva anual 720 (Ic 11-21,  $T < 5.3^{\circ}$ ,  $T_p < 720$ ); en los territorios subcontinentales: temperatura media anual  $4.8^{\circ}$ , temperatura positiva anual 740 (Ic 21-28,  $T < 4.8^{\circ}$ ,  $T_p < 740$ ); en los territorios eucontinentales: temperatura media anual  $3.8^{\circ}$ , temperatura positiva anual 800 (Ic 28-46,  $T < 3.8^{\circ}$ ,  $T_p < 800$ ); en los territorios hipercontinentales: temperatura media anual  $0^{\circ}$ , temperatura positiva anual 800 (Ic > 46,  $T < 0^{\circ}$ ,  $T_p < 800$ ).

Si en los territorios comprendidos entre las latitudes  $43^{\circ}$  a  $52^{\circ}$  N y  $49^{\circ}$  a  $52^{\circ}$  S, existen y no se compensan dos o más meses consecutivos de aridez durante el período más cálido del año ( $P_s < 2T_s$ ), dichos territorios tienen macrobioclima mediterráneo.



Entre los paralelos 43° a 48° N, para calcular los valores termoclimáticos teóricos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud, es necesario añadir como incremento térmico cada 100 m que supere tal altitud: 0.6° a la temperatura media anual (T), 0.5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos 48° a 71° N y 51° a 55° S para calcular tales valores termoclimáticos se debe añadir cada 100 m: 0.4° a la temperatura media anual (T), 0.5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp).

El macrobioclima boreal está representado en los continentes de Eurasia, América del Norte y América del Sur y no existe en África, Australia y en la Antártida.

Macrobioclima Polar. Se considera que tienen macrobioclima polar, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios de las zonas templada y fría comprendidos entre los paralelos 51° a 90° N & S, cuyos valores termoclimáticos, calculados teóricamente a 100 m de altitud, tengan una temperatura positiva anual inferior a 380 (Tp). Entre los paralelos 51° a 90° N & S, para calcular los valores termoclimáticos teóricos de la temperatura positiva anual (Tp), que corresponden a una localidad que esté situada a más de 100 m de altitud, es necesario añadir como incremento térmico cada 100 m que supere tal altitud 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp).

El macrobioclima polar está representado en los continentes de Eurasia, América del Norte y en la Antártida, y no existe en África, América del Sur y Australia.

<b>Núm</b>	<b>Macrobioclima</b>	<b>Siglas</b>	<b>Hemisferio N</b>	<b>Hemisferio S</b>
1	Tropical	Tr	0° a 35° N	0° a 35° S
2	Mediterráneo	Me	23° a 52° N	23° a 52° S
3	Templado	Te	23° a 66° N	23° a 55° S
4	Boreal	Bo	43° a 71° N	49° a 55° S
5	Polar	Po	51° a 90° N	51° a 90° S

**Tabla 31.** Latitudes extremas alcanzadas por los macrobioclimas en la geobiosfera.



Zonas latitudinales	Cinturas latitudinales		Tr	Me	Te	Bo	Po
1. Cálida	1a.	Ecuatorial	0°				
	1b.	Eutropical					
	1c.	Subtropical	35°	23°	23°		
2. Templada	2a.	Eutemplada		52°			
	2b, 2c.	Subtempladas			55°S 66°N	43°N 49°S	51°
3. Fría	3a.	Ártica				55°S 71°N	
	3b.	Antártica					90°

**Tabla 32.** Distribución latitudinal de los macrobioclimas en las zonas y cinturas latitudinales de la Tierra:  
Tr = Tropical, Me = Mediterráneo, Te = Templado, Bo = Boreal, Po = Polar.

## Bioclimas

Los bioclimas son unidades básicas del sistema tipológico de la actual clasificación bioclimática de la Tierra (Global Bioclimatics). Se trata de un espacio biofísico delimitado por unos determinados tipos de vegetación y sus correspondientes valores climáticos. Se han reconocido en la Tierra veintisiete tipos de bioclimas en el seno de los cinco macrobioclimas.

## Variantes bioclimáticas

Las variantes bioclimáticas son unidades tipológicas que se reconocen en el seno de determinados bioclimas y que permiten distinguir peculiaridades climáticas de carácter ómbrico. Las variantes bioclimáticas son: esteparia, submediterránea, bixérica, antitropical y seropluvial (Tabla 33).

Esteparia (Est). Variante bioclimática existente en los macrobioclimas mediterráneo, templado, boreal y polar, al menos de tendencia continental ( $I_c > 17$ ), en la que además de poseer una precipitación del trimestre estival superior en 1.1 veces a la del trimestre invernal [ $P_s > 1.1 P_w$ ], el índice ombrotérmico anual debe estar comprendido entre el hiperárido inferior y el subhúmedo inferior: 0.1 y 4.8 [ $4.8 \geq I_o > 0.1$ ], así como que al menos durante un mes del verano ( $P_s1$ ) la precipitación en mm sea inferior al triple de la temperatura en grados centígrados [ $P_{si}: P < 3T$ ]. El carácter estepario se pone de relieve en muy diversas formaciones vegetales continentales o de tal tendencia por la aparición de tipos de vegetación xerofítica debido a la limitación hídrica existente en períodos vinculados a ambos solsticios.



Las formaciones vegetales más características de la Tierra que corresponden a esta variante bioclimática son: las estepas y bosques esteparios templados de Eurasia, las grandes praderas, arboladas o no, de Norteamérica, los desiertos esteparios de Asia Central, así como los microbosques, matorrales y pastizales esteparios xéricos y desérticos mediterráneos holárticos. Las formaciones de tundra y taiga esteparias correspondientes a los bioclimas boreal y polar, están restringidas a áreas de escasas precipitaciones estivales en Asia y Norteamérica. De modo general puede postularse que el carácter estepario corresponde en buena medida a tipos de clima con mediterraneidad estival atenuada y con pocas precipitaciones durante el solsticio invernal.

Submediterránea (Sbm). Variante bioclimática existente sólo en el macrobioclima templado, en la que al menos durante un mes del estío la precipitación media en milímetros es inferior a dos veces y ocho décimas a la temperatura media en grados centígrados [Iosi:  $P < 2.8T$ ].

Las formaciones vegetales templadas submediterráneas más características son las de transición o ecotono entre los bioclimas templados carentes de aridez estival y los genuinamente mediterráneos, en los que la sequía estival se prolonga más de dos meses. En el holártico las formaciones vegetales constituidas en su etapa madura por bosques esclerofilos o deciduos marcescentes, así como cierto tipo de bosques de coníferas xerofíticos, suelen ser los más representativos.

Bixérica (Bix). Variante bioclimática tropical, en la que existen dos períodos anuales de aridez al menos con un mes donde ( $P = 2T$ ), correspondientes a ambos solsticios, separados por otros dos períodos más lluviosos durante los trimestres equinocciales. Esta variante no tiene lugar en los bioclimas tropical pluvial y tropical hiperdesértico.

Las formaciones vegetales tropicales bixéricas tienen relaciones estructurales y en ocasiones filogenéticas con las mediterráneas pluviestacionales, xéricas y desérticas.

Antitropical (Ant). Variante bioclimática tropical, prácticamente restringida a la cintura ecuatorial y a ciertos territorios adyacentes, en la que las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio invernal son superiores a las del trimestre estival. Esta variante no tiene lugar ni en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico.

Las formaciones vegetales anfitropicales no son muy diferentes en su estructura a las tropicales de equivalente ombrotipo seropluvial o típico (lluvias monzónicas habituales), aunque el elemento florístico que las constituye posee un número elevado de endemismos, obviamente



causados por un período fenológico prácticamente antitético, lo que ha favorecido su aislamiento y por tanto su especiación.

Seropluvial (Spl). Variante bioclimática tropical en la que la precipitación de los primeros meses del solsticio de verano es al menos 1.3 veces inferior a la correspondiente a los dos meses que los siguen. Esta variante no tiene lugar ni en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico.

Esta variante bioclimática pone de manifiesto los bioclimas monzónicos (pluviestacionales, xéricos y desérticos) a los que llegan tardíamente las lluvias estivales, circunstancia que acaece habitualmente hacia el occidente de los continentes en África, Indostán y Norteamérica.

<i>Variantes bioclimáticas</i>	<i>Tr</i>	<i>Me</i>	<i>Te</i>	<i>Bo</i>	<i>Po</i>
Submediterránea	-	-	+	-	-
Esteparia	-	+	+	+	+
Bixérica	+	-	-	-	-
Antitropical	+	-	-	-	-
Seropluvial	+	-	-	-	-

**Tabla 33.** Distribución de las variantes bioclimáticas en los macrobioclimas de la Tierra. Tr = Tropical, Me = Mediterráneo, Te = Templado, Bo = Boreal, Po = Polar.

### **Pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos**

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los tipos o grupos de medios que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. Se delimitan en función de los factores termoclimáticos (termotipos, It, Itc, Tp) y ombroclimáticos (ombrotipos, Io). Cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales. Aunque el fenómeno de la zonación tiene jurisdicción universal y los valores umbrales ombrocimáticos (Io) son equivalentes, los termoclimáticos (It, Itc, Tp) son diferentes en la mayoría de los macrobioclimas (S. Rivas-Martínez, 1981, 1982).

Termotipos. Son unidades que expresan sumatorios de temperaturas máximas, medias o mínimas mensuales o anuales. Por conveniencias de nivel global, derivadas de sus peculiaridades termoclimáticas y vegetacionales, se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (termopisos) en cada uno de los macrobioclimas de la Tierra: tropical (infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido), mediterráneo (infra-, termo-, meso-, supra-,



oro-, crioro- y gélido), templado (infra- (infracolino), termo- (termocolino), meso- (colino), supra- (montano), oro-(subalpino), crioro-(alpino) y gélido), boreal (termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido), polar (meso-, supra- y gélido). En la quinta columna de la tabla “Sinopsis Bioclimática de la Tierra” se recogen los intervalos de It, Itc y Tp que delimitan los termotipos en cada uno de los macrobioclimas, así como los acrónimos que los designan. Para una concordancia más afinada con la vegetación, a veces es necesario distinguir en los pisos bioclimáticos la mitad inferior y superior de sus intervalos térmicos y ómbricos, que denominamos horizontes bioclimáticos termotípicos y ombrotípicos.

Horizontes térmicos. En la figura 14, aparecen detallados los intervalos de It, Itc y Tp de los horizontes termotípicos correspondientes a todos los macrobioclimas de la Tierra, así como las abreviaturas que los designan.

A cualquier latitud, cuando el índice de termicidad (It) es inferior a 120, o cuando el índice de continentalidad (Ic) es igual o superior a 21, para calcular el termotipo se utiliza el valor de la temperatura positiva anual (Tp) que representa el sumatorio en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales (Ti) de los meses de temperatura media superior a 0°C (Tp = sumatorio de Ti  $\geq$  0°). Cada horizonte termotípico representa la mitad superior o inferior del valor del intervalo térmico del termotipo.

<b>Horizontes termotípicos</b>	<b>Abr.</b>	<b>It, Itc</b>	<b>Tp: Ic<math>\geq</math>21, Itc&lt;120</b>
Infratropical inferior	Itri	801-890	3301-3700
Infratropical superior	Itrs	711-800	2901-3300
Termotropical inferior	Ttri	601-710	2601-2900
Termotropical superior	Ttrs	491-600	2301-2600
Mesotropical inferior	Mtri	406-490	2001-2300
Mesotropical superior	Mtrs	321-405	1701-2000
Supratropical inferior	Stri	241-320	1326-1700
Supratropical superior	Strs	161-240	951-1325
Orotropical inferior	Otri	(120)-160	701-950
Orotropical superior	Otrs	-	451-700
Criorotropical inferior	Ctri	-	226-450
Criorotropical superior	Ctrs	-	1-225



Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Ic>21, Itc<120
Inframediterráneo inferior	Imei	515-580	> 2650
Inframediterráneo superior	Imes	450-515	2451-2650
Termomediterráneo inferior	Tmei	400-450	2301-2450
Termomediterráneo superior	Tmes	350-400	2151-2300
Mesomediterráneo inferior	Mmei	285-350	1826-2150
Mesomediterráneo superior	Mmes	220-285	1501-1825
Supramediterráneo inferior	Smei	150-220	1201-1500
Supramediterráneo superior	Smes	(120)-150	901-1200
Oromediterráneo inferior	Omei	-	676-900
Oromediterráneo superior	Omes	-	451-675
Crioromediterráneo inferior	Cmei	-	191-450
Crioromediterráneo superior	Cmes	-	1-190

Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Ic>=21, Itc<120	Pisos altitudinales
Infratemplado	Ite	> 410	> 2351	Infracolino
Termotemplado inferior	Tsei	350-410	2176-2350	Termocolino inferior
Termotemplado superior	Ttes	290-350	2001-2175	Termocolino superior
Mesotemplado inferior	Mtei	240-290	1701-2000	Colino inferior
Mesotemplado superior	Mtes	190-240	1401-1700	Submontano
Supratemplado inferior	Stei	(120)-190	1101-1400	Montano
Supratemplado superior	Stes	-	801-1100	Altimontano
Orotemplado inferior	Otei	-	591-800	Subalpino inferior
Orotemplado superior	Otes	-	381-590	Subalpino superior
Criorotemplado inferior	Ctei	-	191-380	Alpino
Criorotemplado superior	Ctes	-	1-190	Nival



Horizontes termotípicos	Abr.	lt, ltc	Tp: ltc<120
Termoboreal inferior	Tboi	-	(741)-(800)
Termoboreal superior	Tbos	-	681-(740)
Mesoboreal inferior	Mboi	-	631-680
Mesoboreal superior	Mbos	-	581-630
Supraboreal inferior	Sboi	-	531-580
Supraboreal superior	Sbos	-	481-530
Oroboreal inferior	Oboi	-	431-480
Oroboreal superior	Obos	-	381-430
Crioroboreal inferior	Cboi	-	231-380
Crioroboreal medio	Cbom	-	81-230
Crioroboreal superior	Cbos	-	1-80

Horizontes termotípicos	Abr.	lt, ltc	Tp: ltc<120
Termopolar inferior	Tpoi	-	306-380
Termopolar superior	Tpos	-	231-305
Mesopolar inferior	Mpoi	-	156-230
Mesopolar superior	Mpos	-	81-155
Suprapolar inferior	Spoi	-	41-80
Suprapolar superior	Spos	-	1-40

**Tablas 34, 35, 36, 37 y 38.** Horizontes termotípicos de los macrobioclimas de la Tierra. En el macrobioclima templado: correspondencia de los horizontes termotípicos con los pisos altitudinales tradicionalmente utilizados.

Ombrotipos. Son valores que expresan los cocientes entre las precipitaciones medias en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de aquellos meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados. Entre otros se puede distinguir el Índice ombrotérmico anual (Io). Los intervalos o valores de Io que delimitan los tipos ómbricos y los horizontes ombrotérmicos en todos los macrobioclimas de la Tierra, así como las abreviaturas que los designan, se recogen en la tabla 39.



<i>Tipos ómbricos</i>	<i>Horizontes ómbricos</i>	<i>Abr.</i>	<i>Io</i>
1. Ultrahiperárido	1. Ultrahiperárido	Uha	< 0.1
2. Hiperárido	2a. Hiperárido inferior	Hai	0.1-0.2
	2b. Hiperárido superior	Has	0.2-0.3
3. Arido	3a. Arido inferior	Ari	0.3-0.6
	3b. Arido superior	Ars	0.6-1.0
4. Semiárido	4a. Semiárido inferior	Sai	1.0-1.5
	4b. Semiárido superior	Sas	1.5-2.0
5. Seco	5a. Seco inferior	Sei	2.0-2.8
	5b. Seco superior	Ses	2.8-3.6
6. Subhúmedo	6a. Subhúmedo inferior	Sui	3.6-4.8
	6b. Subhúmedo superior	Sus	4.8-6.0
7. Húmedo	7a. Húmedo inferior	Hui	6.0-9.0
	7b. Húmedo superior	Hus	9.0-12.0
8. Hiperhúmedo	8a. Hiperhúmedo inferior	Hhi	12.0-18.0
	8b. Hiperhúmedo superior	Hhs	18.0-24.0
9. Ultrahiperhúmedo	9. Ultrahiperhúmedo	Uhu	> 24.0

**Tabla39.** Valores umbrales de los ombrotipos y horizontes ombrotípicos con sus abreviaturas: tropicales, mediterráneos, templados, boreales y polares que se reconocen en la Tierra.



## ***Anejo 2***

*Histórico de caudales medios mensuales del río Cabriel  
en Pajaroncillo (Cuenca)*



## ANEJO 2. HISTÓRICO DE CAUDALES MENSUALES MEDIOS DEL RÍO CABRIEL EN PAJARONCILLO (CUENCA).

	1990	1991	1992	1993	1994
Enero	10,5	10,83	2,85	3,01	33,34
Febrero	7,64	6,92	3,12	2,8	
Marzo	5,62	11,06	2,93	2,74	11,14
Abril	5	26,92	3,02	2,67	2,11
Mayo	3,58	18,99	2,26	8,98	2,88
Junio	2,65	9,81	2,7	11,57	2,61
Julio	2,36	2,85	1,62	22,58	1,06
Agosto	2,52	2,85	1,93	18,29	1,08
Septiembre	2,47	2,64	1,55	21,67	1,09
Octubre	3,54	2,84	2,52	31,99	1,04
Noviembre	15,25	2,85	2,83	3,23	
Diciembre	16,73	2,85	3,14	2,94	
<b>Media anual</b>	6,49	8,45	2,54	11,04	

	1996	1997	1998	1999	2000
Enero	14,79	37,59	7,7	1,77	1,5
Febrero	14,52	13,21	10,71	2,05	1,75
Marzo	6,35	5,1	5,83	2,19	1,39
Abril	6,51	5,86	5,18	2,41	5,17
Mayo	7,79	5,32	9,82	2,07	3,21
Junio	4,91	6,03	7,56	1,14	2,05
Julio	2,43	4,98	5,01	0,83	1,16
Agosto	3,02	5,02	4,98	0,48	0,9
Septiembre	2,4	5	3,75	1,06	0,94
Octubre	1,11	4,98	3,26	3,02	1,28
Noviembre	2,89	5,49	2,42	2,16	2,01
Diciembre	9,78	16,19	1,8	1,52	6,56
<b>Media anual</b>	6,38	9,56	5,67	1,73	2,33

	2001	2002	2003	2004	2005
Enero	13,23	1,26	10,62	3,01	1,71
Febrero	7,93	1,33	9,5	4,4	1,67
Marzo	18,47	1,32	10,88	7,81	1,67
Abril	5,99	4,78	9,53	11,87	1,71
Mayo	4,95	4,04	12,76	13,65	1,16
Junio	4,52	1,71	7,89	6,12	1,03
Julio	2,48	1,33	4,06	3,55	0,74
Agosto	1,6	1,02	3,16	2,67	0,53
Septiembre	1,32	1,12	2,28	2,58	0,51
Octubre	1,55	1,3	3,27	3,22	0,58
Noviembre	1,2	2,63	3,71	2,74	0,62
Diciembre	1,17	5,15	3,6	2,49	0,79
<b>Media anual</b>	5,37	2,25	6,77	5,34	1,06



	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>Media mensual</b>
Enero	0,94	0,9	1,04	6,41	18,72	9,09
Febrero	0,93	1,6	1,03	12,83	15,97	6,31
Marzo	1,69	1,58	1,23	6,96	17,18	6,16
Abril	1,58	7,16	8,66	5,13	15,09	6,82
Mayo	0,97	3,94	7,03	2,91	8,75	6,25
Junio	1	2,15	8,2	1,8	8,47	4,70
Julio	1,71	1,37	3,48	1,35	4,24	3,30
Agosto	0,53	1,18	1,87	1,35	4,17	2,83
Septiembre	0,53	1,03	1,7	0,64	3,69	2,79
Octubre	0,59	0,97	3,24	0,86	3,16	3,59
Noviembre	1,03	0,91	6,19	0,71	3,29	3,13
Diciembre	1,03	0,89	4,33	8,53	6,68	4,95
<b>Media anual</b>	1,04	1,97	4,00	4,12	9,12	



### ***Anejo 3***

#### ***Principales parámetros físico-químicos de interés para las truchas.***



### ANEJO 3. PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE INTERÉS PARA LAS TRUCHAS

---

A continuación detallamos los principales compuestos que aparecen en las aguas, bien de manera natural o bien debidos a vertidos, y que pueden condicionar la vida de los peces, así como algunos parámetros cuya medición es útil a la hora de plantearse la gestión de un tramo fluvial.

#### Amoniac

De los tres compuestos nitrogenados más comunes en las aguas (amoniac, nitritos y nitratos) es el que se halla en un estado menos oxidado, pudiendo dar origen a los nitratos si se oxida de forma incompleta. Se halla con frecuencia en las aguas debido a procesos de degradación incompleta de la materia orgánica procedente de los vertidos, cuando hay carencias de oxígeno disuelto. Su presencia puede tener como origen la materia vegetal caída a los cursos de agua, la materia orgánica animal o humana y los vertidos industriales (principalmente abonos y textiles). Su concentración debe ser comparada con la de los otros compuestos nitrogenados (nitritos y nitratos) y con los resultados del análisis microbiológico para interpretar correctamente su procedencia. Su origen natural puede provenir de cursos de agua que atraviesen turberas o suelos pantanosos. Es sumamente tóxico para los peces y la concentración máxima tolerable es de 0,025 mg/l de amoniac no ionizado y 1 mg/l de amonio total en cualquier tipo de aguas.

#### Calcio

Es el elemento dominante en la mayoría de las aguas. Se presenta principalmente en forma de bicarbonatos y en cantidad menor como sulfatos, cloruros, etc. Proviene en su mayor parte de la disolución de estos compuestos presentes en las rocas de la cuenca. La productividad biológica de las aguas se halla estrechamente relacionada con la presencia de este elemento, junto con el magnesio, y su máximo se alcanza en torno a una alcalinidad total en calcio de unos 25 mg/l.

#### Materia orgánica

Su presencia se debe a la suma de todas las actividades, naturales y humanas, que aporten compuestos orgánicos a las aguas. Su concentración es la suma total del carbono existente en dichos compuestos y es importante conocer su concentración para seguir la evolución de un foco contaminante y evaluar las necesidades de oxígeno de las aguas. Su interpretación permite establecer una relación entre la DBO y la DQO.



### Cloro libre

No se encuentra en las aguas de manera natural y se emplea de manera habitual en los procesos de desinfección de las aguas potables y de baño; sumamente tóxico para los organismos acuáticos, aparece en los vertidos procedentes de plantas potabilizadoras y piscinas. Tóxico para peces adultos con concentraciones en torno a 1 mg/l; los huevos y alevines así como los macroinvertebrados y organismos inferiores muestran sensibilidad a concentraciones menores.

### Cobre

Su presencia natural es muy escasa en las aguas, normalmente trazas, y suele estar asociada a algunos procesos industriales y a cultivos tratados con biocidas. Puede resultar tóxico para salmónidos cuando supera concentraciones en torno a 0,5 mg/l, para otros organismos (macroinvertebrados) puede resultar tóxico a concentraciones inferiores si la calidad de las aguas ya ha sido deteriorada por otros factores. Se admiten distintas concentraciones de cobre soluble en las aguas en función de la dureza total de las mismas, ya que los carbonatos tienden a secuestrar dicho metal.

### Conductividad eléctrica

Esta medida se corresponde proporcionalmente con el grado de mineralización de las aguas y permite detectar focos de contaminación que incrementan el nivel de iones disueltos. Una vez detectado un aumento en la conductividad de las aguas es necesario llevar a cabo análisis para los distintos compuestos que contribuyen a incrementar este parámetro. La medida de la conductividad natural es un paso previo en el estudio de los ríos y servirá para determinar la presencia e incidencia de los vertidos y, en consecuencia, los distintos grados de contaminación. Existe una acusada diferencia entre los ríos calizos, con elevada conductividad natural, y los silíceos, pobres en iones.

### Demanda biológica de oxígeno (DBO)

Este parámetro expresa el consumo debido a la actividad autodepurativa de los microorganismos presentes en las aguas. Supone una disminución en el oxígeno disuelto a medida que se va degradando la materia orgánica presente.

### Demanda química de oxígeno (DQO)

De manera similar a la DBO, este parámetro mide la disminución del oxígeno debida a la presencia de materia orgánica o inorgánica susceptible de ser oxidada. La diferencia entre la



DQO y la DBO se puede atribuir a la contaminación con sustancias no biodegradables. Este parámetro es otro de los básicos a la hora de interpretar correctamente un análisis de aguas de cara a la gestión del recurso íctico.

#### Dureza total

La dureza total de las aguas suele tener un carácter natural y corresponde al lavado de las rocas que atraviesa el cauce. Desde el punto de vista de los peces, se asocia una mayor dureza de las aguas a una mayor tasa de crecimiento de los individuos. Además una serie de grupos de macroinvertebrados como los crustáceos y moluscos se ven favorecidos por la presencia de  $\text{CaCO}_3$ , aumentando la disponibilidad de alimento para los peces. No se debe olvidar que los carbonatos precipitan con valores de pH en torno a 8,2 produciendo la pérdida del hábitat intersticial tan necesario para los macroinvertebrados y la freza de los peces.

#### Fenoles

Bajo esta denominación se incluye una serie de compuestos aromáticos cuyo patrón es el fenol. Su origen en las aguas se debe a la presencia de contaminación industrial de tipo químico, farmacéuticas, altos hornos, petroquímicas y muy especialmente en las plantas papeleras o de procesado de celulosa y maderas. Además los compuestos fenólicos pueden aparecer durante la degradación de los biocidas empleados en la agricultura. Son biodegradables aunque desaparecen lentamente, su mayor problema reside en que se acumulan en los peces y pueden llegar a alcanzar concentraciones de hasta 30 mg/kg haciendo peligrosa su ingestión. A este respecto la legislación sólo hace referencia a estos compuestos en la medida que pueden alterar el sabor de los peces. Su ingestión por el hombre puede provocar intoxicaciones graves si se realiza de modo reiterado, también se les atribuyen propiedades carcinógenas.

#### Fósforo (compuestos fosforados)

Los compuestos ricos en fósforo no son tóxicos pero contribuyen junto con otros, como los derivados del nitrógeno, al proceso de eutrofización. Su origen está en algunos tipos de rocas o con mucha mas frecuencia en los vertidos ricos en detergentes y materia orgánica, como son los urbanos, pero el principal origen de los mismos se suele hallar asociado a vertidos procedentes de explotaciones agropecuarias y a las aguas que proceden de campos de cultivo abonados con fertilizantes químicos o purines. Los efectos más evidentes de la eutrofización suelen ser una alteración de la calidad general de las aguas (mayor temperatura, turbidez, olor y sabor, conductividad, caída del oxígeno, etc.) y una proliferación de las algas y macrófitos acuáticas, así como la desaparición de las especies sensibles (salmónidos), sustituidas por otras más



resistentes (ciprínidos). El fósforo total admisible para aguas de salmónidos se sitúa en torno a los 0,2 mg/l y el doble para aguas de ciprínidos.

### Hidrocarburos

De muy diverso origen, generalmente asociados a la existencia de industria de automoción e incluso pequeños talleres y gasolineras. También aparecen cuando el río recoge las aguas de drenaje de carreteras. El efecto mas evidente se aprecia a simple vista: la superficie de las aguas adopta una coloración tornasolada. Su presencia impide la normal oxigenación de las aguas, la degradación de la materia orgánica contenida en ellas y transfiere un gusto desagradable al agua y al pescado. El análisis de este tipo de sustancias se realiza en campo, a través de una inspección visual.

### Materias sólidas en suspensión

Se engloban en este apartado todas aquellas partículas, separables por filtración, de naturaleza orgánica o inorgánica que arrastran las aguas. Su concentración en las aguas es muy variable de manera natural y dependen del nivel de erosión de la cuenca, la vegetación, el tipo de sustrato, etc. Todos los vertidos contienen sólidos en suspensión de una u otra naturaleza, pero por su peligrosidad para la fauna acuática cabría destacar los provenientes de las extracciones de áridos, los cuales por su volumen de vertido pueden inhabilitar grandes áreas para la supervivencia de los organismos acuáticos. La problemática que generan es diversa: en primer lugar cambian las propiedades físicas del agua que al hacerse mas turbia tiende a calentarse más, impidiendo la penetración de la luz y el normal desarrollo fotosintético; además aumenta la viscosidad y la capacidad de fricción de las aguas y esto puede provocar graves problemas a los peces y sobre todo al macrobentos. Por último, colmatan el medio intersticial y favorecen la formación de depósitos en las zonas de remanso, haciendo desaparecer el hábitat de la mayoría de las especies y destruyendo las áreas de freza de los peces. También es frecuente observar un aumento en la concentración de los sólidos en suspensión debida a la desestabilización de orillas y sustratos del cauce cuando se realizan sueltas bruscas de aguas como en el caso de los aprovechamientos hidroeléctricos. El límite legislado para cualquier tipo de aguas es de 25 mg/l con excepción de aquellos períodos en los cuales se dé de manera natural un incremento de los arrastres sólidos (lluvias, deshielos, etc.)

### Nitratos

Es el estado mas oxidado de los compuestos orgánicos nitrogenados. Presentes en escasas cantidades de manera natural, provienen de la nitrificación del nitrógeno orgánico, del agua de



lluvia o de ciertos terrenos que los contienen. Su principal origen son los fertilizantes empleados en la agricultura y vertidos de tipo ganadero. Por reducción dan origen a nitritos que presentan una alta toxicidad para los peces, ya que se combinan con la hemoglobina sanguínea, bloqueándola y produciendo la muerte por asfixia. Como elemento fertilizante acelera los procesos de eutrofización de las aguas.

### Nitritos

Se hallan en un estado intermedio de oxidación entre el amoníaco y los nitratos, suponiendo uno de los mayores riesgos a la hora de producir mortandades de peces. Su origen se da en los vertidos agrícolas, ganaderos, urbanos y, en general, en todos aquellos que aportan aguas fecales. Del mismo modo que los nitratos, tienen un efecto de la alteración de la hemoglobina de la sangre de los peces. El mismo efecto se observa en seres humanos; además existe el riesgo de formación de nitrosaminas (altamente cancerígenas) en las aguas de consumo.

### Oxígeno

La solubilidad del oxígeno en las aguas depende de varios factores, los más importantes son la temperatura, la presión y la salinidad. Existe de manera natural una concentración cercana a la saturación en las aguas corrientes de escasa profundidad, mientras que en el fondo de lagos y embalses hay menos cantidad. Las vías de entrada de oxígeno en el agua son dos: a través de la superficie de contacto con la atmósfera y gracias a la actividad fotosintética de los vegetales que ocupan el cauce. La primera vía se favorece cuando hay agitación de las aguas (corrientes, cascadas) y se produce un burbujeo; se ve dificultada cuando en la superficie existen sustancias, como grasas y detergentes, que impiden el intercambio gaseoso normal. La actividad fotosintética se ve favorecida por la presencia de nutrientes, derivados de nitrógeno y fosfatos, lo que a su vez es un posible sumidero de oxígeno si se dan fenómenos de respiración. Todos los organismos aerobios, sean micro o macroscópicos, consumen oxígeno y también lo hacen aquellas sustancias que por procesos químicos tienden a oxidarse. La solubilidad del oxígeno en el agua desciende al aumentar la temperatura y existen tablas para relacionar ambos parámetros. La presencia de este gas de manera continua y en cantidades suficientes es uno de los principales factores limitantes para la vida de peces, estableciéndose unas normas para la medición en aguas de salmónidos en las que al menos el 50% de las muestras deben contener 9 mg/l de oxígeno o más y todas 7 mg/l o más; si el oxígeno disuelto desciende de 6 mg/l en alguna muestra se deberá demostrar por parte de la autoridad competente que no se causan daños a los salmónidos. Para ciprínidos se debe cumplir que al menos el 50% de las muestras contenga 7 mg/l o más de oxígeno y el 100% de las muestras superen una concentración de 5



mg/l; si el oxígeno desciende en algún momento de 4mg/l se deberá demostrar que los peces no sufren daños.

### pH

Esta medida representa la acidez (valores menores que 7) o alcalinidad (mayores que 7) de las aguas. El factor principal que regula el pH de las aguas naturales es el ácido carbónico disuelto en ellas y la naturaleza de los terrenos atravesados; suele situarse entre 7,2 y 7,6, aunque en aguas muy ácidas puede ser ligeramente inferior a 7 y en aguas muy calcáreas cercano a 8. El rango compatible con la vida de los peces se sitúa entre 6 y 9, pero estos valores extremos dificultan grandemente su desarrollo. Si se aportan sustancias ácidas o insuficientemente oxidadas el pH tiende a disminuir y si el aporte es de sustancias cáusticas a aumentar bruscamente.

### Temperatura

Este parámetro modifica otras propiedades del agua, disminuyendo la viscosidad, la densidad, la capacidad para disolver oxígeno y aumentando los procesos de autodepuración y sedimentación de las materias en suspensión. Los vertidos que aumentan la temperatura de las aguas suelen estar asociados a las centrales térmicas y nucleares. Para zonas de salmónidos la temperatura de las aguas no debería sobrepasar los 10°C durante la época de freza y desarrollo de los embriones hasta la reabsorción del saco vitelino. En la época estival no debería sobrepasar los 22°C, aunque los salmónidos pueden tolerar temperaturas de hasta 25°C. Sin embargo, a partir de los 22°C se hallan sumamente estresados y perecen si las condiciones se mantienen durante varios días. El límite tolerable para las aguas de ciprínidos afectadas por un vertido térmico es de 10°C en invierno y 28°C en verano. En tramos salmonícolas, las aguas de un río no deben incrementar su temperatura más de 1,5°C tras recibir el vertido y en aguas de ciprínidos el incremento máximo tolerable es de 3°C. En las aguas remansadas de lagos y embalses de nuestras latitudes se suele dar el fenómeno de estratificación térmica por el cual la masa de agua se divide en capas de distintas temperaturas que se mezclan muy poco entre sí durante el verano, haciéndolo solo cuando bajan las temperaturas; así es posible encontrar masas de agua con 25°C o más hasta una determinada profundidad para después encontrar otra masa de agua mucho más fría y oxigenada. La temperatura de un río disminuye al aumentar la profundidad media y gracias al sombreado de la vegetación de ribera.



## ***Anejo 4***

---

*Estado ecológico de las estaciones de muestreo ACA-01\_10 y ACA-02\_10 del alto Cabriel*



## **ANEJO 4. ESTADO ECOLÓGICO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO ACA-01\_10 Y ACA-02\_10 DEL ALTO CABRIEL.**

---

### **1.- INTRODUCCIÓN.**

La contaminación del agua es la causa principal de la desaparición progresiva de especies animales y vegetales, producido por el crecimiento económico de países industrializados, como puede demostrarse en nuestros ríos y lagos.

Además, otra de las causas de la disminución de las comunidades acuáticas es la variación del caudal de sus aguas. Las fluctuaciones inducidas por cambios en el régimen del caudal pueden modificar la composición de las especies, sus ciclos de vida y la abundancia de las poblaciones.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del estudio de la calidad biológica del agua del alto del río Cabriel (Teruel) perteneciente a la cuenca del Río Júcar. Para evaluar el estado ecológico utilizaremos parámetros biológicos como el índice IBMWP "Hellawell (1978)" (tablas 45 y 48) y el índice IHF (figuras 32 y 37) y hidromorfológicos como el índice QBR (figuras 33 y 38 y tablas 44 y 47), análisis de la calidad del hábitat acuático.

El informe del muestreo lo dividiremos en 2 estaciones de muestreo de entre 60 y 100m de largo (representadas en las figuras 29, 30, 34 y 35), en las cuales medimos una serie de parámetros como la anchura del cauce (figuras 31 y 36) y el muestreo de macroinvertebrados (tablas 45 y 48).



## 2.- ESTACIÓN DE MUESTREO ACA-01\_10.

Denominación: ACA-01\_10

Coordenadas UTM: 30 T 0624434  
4450609

Altitud sobre el nivel del mar: 1.244 metros

Longitud: 100 metros



**Figura 29.** Vista general de la estación de muestreo ACA-01\_10.

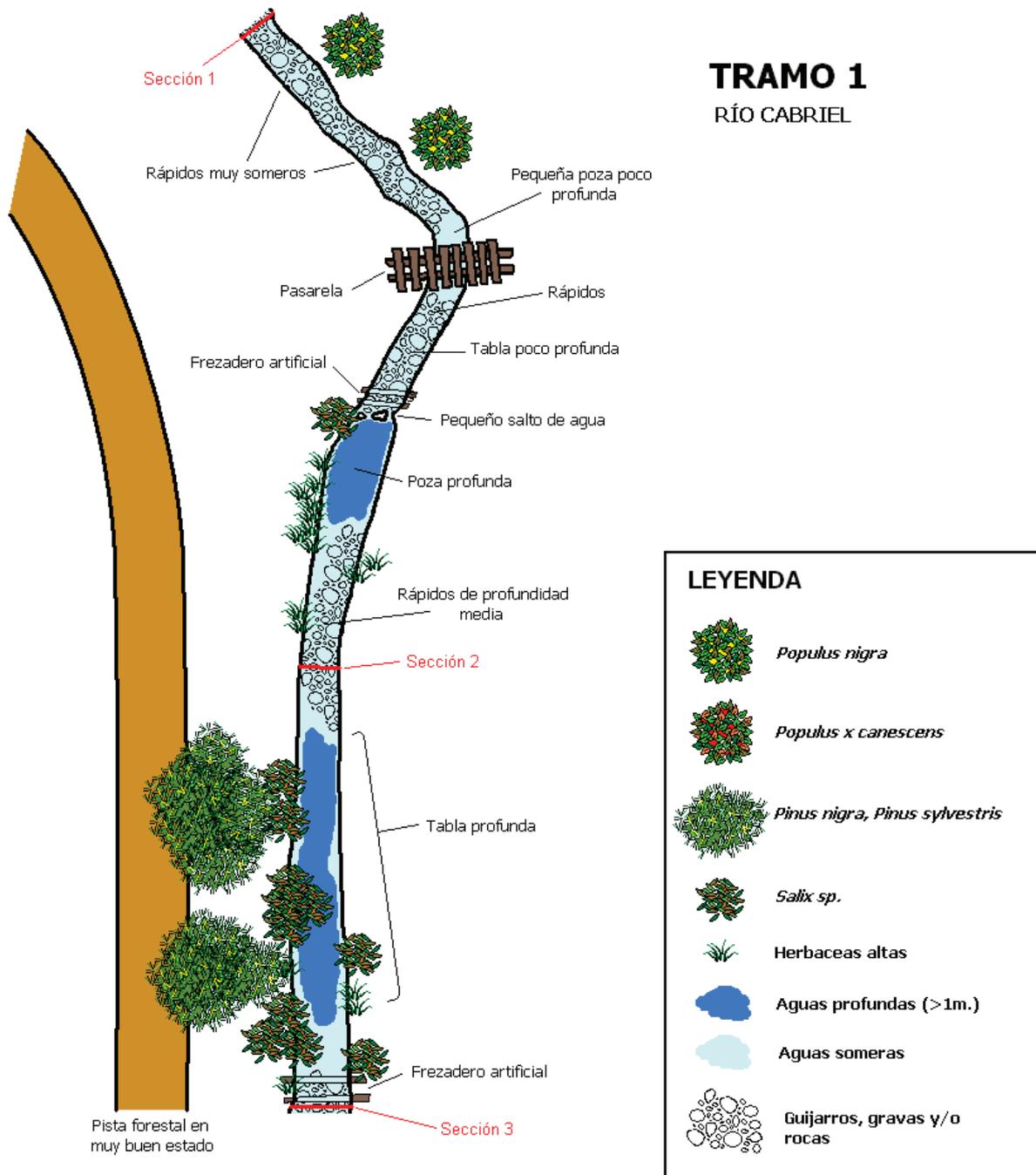


Figura 30. Croquis general de la estación de muestreo ACA-01\_10.

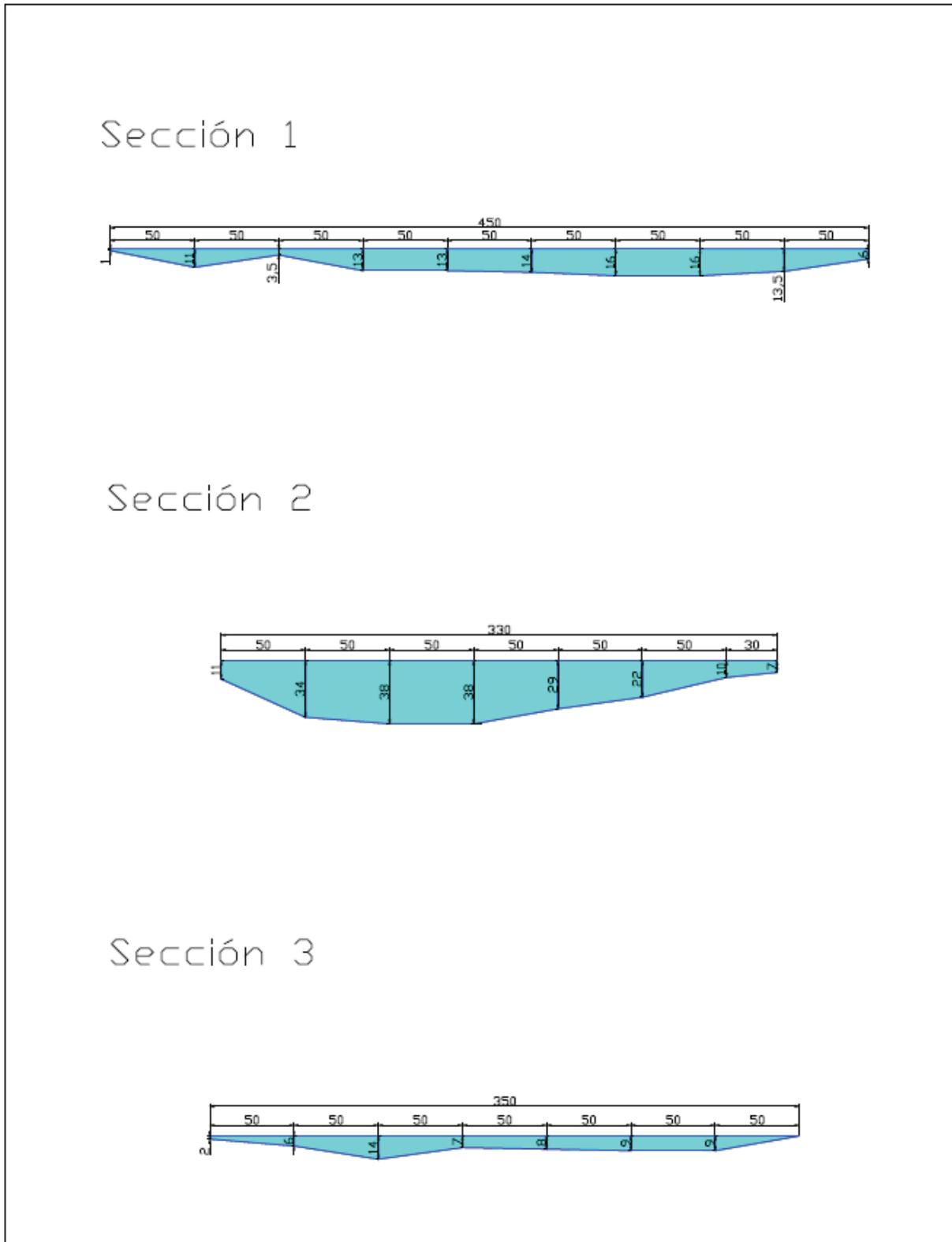


Figura 31. Distintas secciones del cauce obtenidas en la estación de muestreo ACA-01\_10 (expresadas en centímetros).



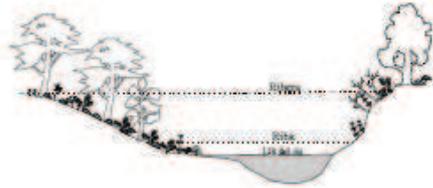
## CÁLCULO DEL ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF).

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF			
Estación		1	
Fecha		1 de Junio de 2010	
Operador		-	
Bloques			Puntuación
<b>1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas</b>			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	5
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	5
	Sedimentación > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			10
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>			
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	10
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			10
<b>3. Composición del sustrato</b>			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	5
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	5
% Arena	1 - 10%	2	2
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	5
TOTAL (sumar categorías)			17
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>			
somero: < 0,5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	10
lento: < 0,3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
TOTAL (una categoría)			10
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
	Sombreado con ventanas	10	
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes claros	5	
	Expuesto	3	3
TOTAL (una categoría)			3
<b>6. Elementos heterogeneidad</b>			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	4
	< 10% ó > 75%	2	
	Presencia de troncos y ramas	2	
	Raíces expuestas	2	2
	Diques naturales	2	
TOTAL (sumar categorías)			8
<b>7. Cobertura de vegetación acuática</b>			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	5
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	5
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	5
TOTAL (sumar categorías)			15
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			71
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:			
Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10		
Frecuencia de rápidos	10		
Composición del sustrato	20		
Régimen velocidad / profundidad	10		
Porcentaje de sombra en el cauce	10		
Elementos de heterogeneidad	10		
Cobertura de vegetación acuática	30		

Figura 32. Índice IHF para la estación de muestreo ACA-01\_10

## CÁLCULO DE LA CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR).

### Calificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación	ACA-01_10
Observador	ALEJANDRO ALONSO
Fecha	01-JUNIO-2010

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Aguas arriba	
Otros	

#### Grado de cobertura de la ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		10
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
+ 10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	
+ 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	
- 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está entre el 25 y el 50%	
- 10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	

#### Estructura de la cobertura (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		5
25	Recubrimiento de árboles superior al 75 %	
10	Recubrimiento de árboles entre el 50 y el 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y el 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %	
5	Recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y el 25 %	
0	Sin árboles y con arbustos por debajo del 10 %	
+ 10	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %	
+ 5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos está entre el 25 y el 50 %	
+ 5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y la de árboles con sotobosque	
- 5	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre más del 50 %	
- 5	Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	
- 10	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre menos del 50 %	

#### Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la ribera\*)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	25
25	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3	
10	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3	
5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1-2	
0	Sin árboles autóctonos				
+ 10	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo				
+ 5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo				
+ 5	Si las diferentes especies se disponen en bandas paralelas al río				
+ 5	Si el número diferente de especies de arbustos es (ver lista en el reverso)	> 2	> 3	> 4	
- 5	Si existen estructuras construidas por el hombre				
- 5	Si existe alguna sp. introducida (alóctona)** aislada				
- 10	Si existen spp. alóctonas** formando comunidades				
- 10	Si existe vertido de desperdicios				

#### Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		25
25	El canal del río no ha sido modificado	
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	
0	Río canalizado en la totalidad del tramo	
- 10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	
- 10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río	

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

65

**\* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, Calidad de la cobertura)**

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda del lecho, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona de ribera	Puntuación	
	Izquierda	Derecha
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas		6
Igual pero con un pequeño talud u orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)		5
Pendiente entre el 45° y el 75°, escalonado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre el lecho y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$		3
Pendiente entre el 20° y el 45°, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$		2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y plana.		1
<b>Existencia de una isla o islas en medio del lecho del río</b>		
Anchura conjunta "a" > 5 m.		-2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		-1
<b>Capacidad potencial para soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para que arraigue una masa vegetal permanente</b>		
> 80 %	No se puede medir	
60 - 80 %	+ 6	
30 - 60 %	+ 4	
20 - 30 %	+ 2	
<b>Puntuación total</b>	<b>8</b>	

**Tipo geomorfológico según la puntuación**

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad para poseer un bosque extenso.
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de ríos.
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso.

**\*\* Especies frecuentes y consideradas recientemente introducidas por el hombre**

1- ARBOLES	2- ARBUSTOS
<i>Ailanthus altissima</i> (Ailanto)	<i>Nicotina sp.</i>
<i>Platanus x hispanica</i> (Plátano)	<i>Ricinus communis</i> (Ricino)
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinia)	<i>Arundo donax</i> (Caña)
<i>Salix babylonica</i> (Sauce llorón)	<i>Acacia farnesiana</i> (Aromo)
<i>Elaeagnus angustifolia</i> (Árbol del paraíso)	
<i>Morus sp</i> (Morera)	

**Observaciones:**

Figura 33. Índice QBR para la estación de muestreo ACA-01\_10.

QBR	Nivel de calidad	QBR	Color representativo
	Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥95	
	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75 - 90	
	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55 - 70	
	Alteración fuerte, calidad mala	30 - 50	
	Degradación extrema, calidad pésima	≤25	

Tabla 44. Nivel de calidad y color representativo para el índice QBR.



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA DEL RÍO (IBMWP).

PUNTAJES	EMBIENTALES	BIOLÓGICOS	QUÍMICOS	AGROPECUARIOS	INDUSTRIALES	CONDUCTIVIDAD	OPACIDAD	CONDUCTIVIDAD	OPACIDAD	TEMPERATURA	PHOSFÓRICO	NITRÓGENO	AMONÍACO	CLORURO	SODIO	CO2	PH	OTROS	PUNTOS
10	Stercorales Hydracarinae Lepidoptera Pederidae Ephemeroptera	27 14 14 14	14 14 14	60															
7	Ephemeroptera Psephenidae	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	28
6	Chironomidae Diptera	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
5	Chironomidae Diptera	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4	Chironomidae Diptera	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3	Chironomidae Diptera	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2	Chironomidae Diptera	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1	Chironomidae Diptera	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
El rango de calidad para los macromeduseos según el índice IBMWP es:																			
Agua muy limpia																			
IBMWP > 100																			
valor representativo																			
PUNTAJES TOTAL: 115																			
LOCALIDAD: El Vallecillo (Teruel)																			
FSQ/CA: 29-04-10																			

Tabla 45. Inventario de macroinvertebrados existentes para la estación de muestreo ACA-01\_10



### CALIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE “ECOSTRIMED”.

Para calcular el índice “ECOSTRIMED” se obtiene combinando el valor de los índices de calidad:

- 1-El índice de calidad biológica del río basado en los macroinvertebrados (IBMWP).
- 2-El índice de valoración del estado de conservación del sistema de ribera (QBR).

IBMWP	QBR		
	>75	45 - 75	<45
>100	Muy bueno	Bueno	Mediocre
61 – 100	Bueno	Mediocre	Malo
36 – 60	Mediocre	Malo	Pésimo
<36	Malo	Pésimo	Pésimo

Tabla 46. Valoración según el índice ECOSTRIMED para la estación de muestreo ACA-01\_10.



## 2.- ESTACIÓN DE MUESTREO 2.

Denominación: ACA-02\_10

Coordenadas UTM: 30 T 0623681  
4453171

Altitud sobre el nivel del mar: 1.273 metros

Longitud: 60 metros



**Figura 34.** Vista general de la estación de muestreo ACA-02\_10.

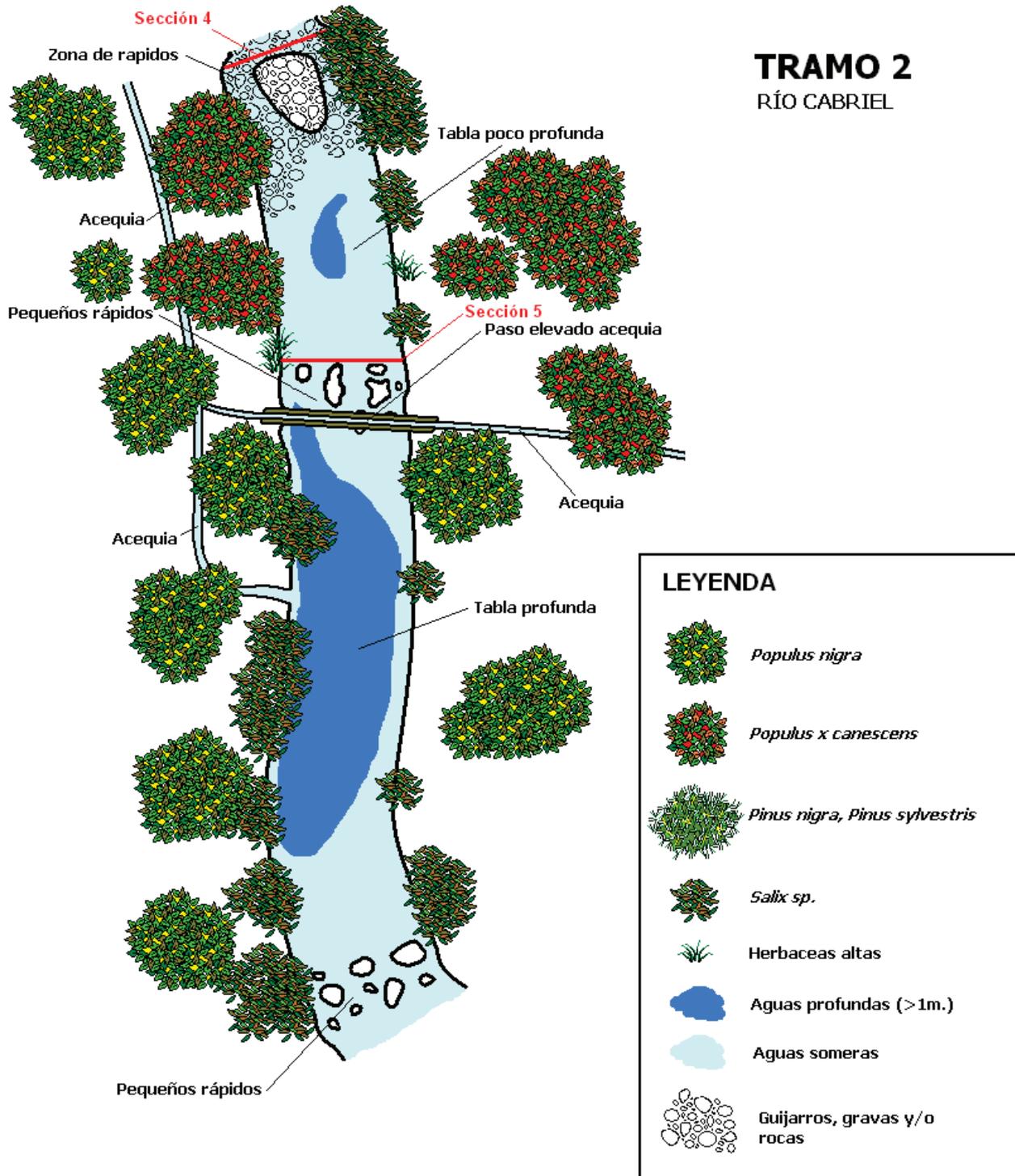
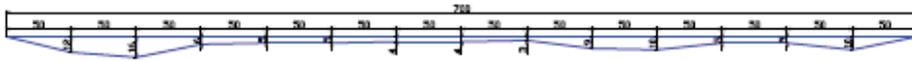


Figura 35. Croquis general de la estación de muestreo ACA-02\_10



## Sección 4



## Sección 5

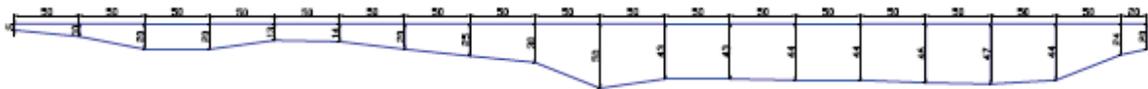


Figura 36. Distintas secciones del cauce obtenidas en la estación de muestreo ACA-02\_10 (expresadas en centímetros).



## CÁLCULO DEL ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF).

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF			
		<b>Estación</b> 2	
		<b>Fecha</b> 1 de Junio de 2010	
		<b>Operador</b> -	
Bloques	Puntuación		
<b>1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas</b>			
<b>Rápidos</b>	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	<b>10</b>
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
<b>Sólo pozas</b>	Sedimentación 0 - 30%	10	<b>10</b>
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			<b>10</b>
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	<b>10</b>
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Sólo pozas		2	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			<b>10</b>
<b>3. Composición del sustrato</b>			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	<b>2</b>
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	<b>5</b>
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	<b>5</b>
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	<b>5</b>
<b>TOTAL (sumar categorías)</b>			<b>17</b>
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>			
<i>somero: &lt; 0.5 m</i>	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	<b>10</b>
<i>lento: &lt; 0.3 m/s</i>	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			<b>10</b>
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
Sombreado con ventanías		10	<b>10</b>
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	
Expuesto		3	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			<b>10</b>
<b>6. Elementos heterogeneidad</b>			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	<b>4</b>
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	<b>2</b>
Raíces expuestas		2	<b>2</b>
Diques naturales		2	<b>2</b>
<b>TOTAL (sumar categorías)</b>			<b>10</b>
<b>7. Cobertura de vegetación acuática</b>			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	<b>5</b>
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	<b>5</b>
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	<b>10</b>
<b>TOTAL (sumar categorías)</b>			<b>20</b>
<b>PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)</b>			<b>87</b>
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:			
Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10		
Frecuencia de rápidos	10		
Composición del sustrato	20		
Régimen velocidad / profundidad	10		
Porcentaje de sombra en el cauce	10		
Elementos de heterogeneidad	10		
Cobertura de vegetación acuática	30		

Figura 37. Índice IHF para la estación de muestreo ACA-02\_10.



## CÁLCULO DE LA CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR).

### Calificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación	ACA-02_10
Observador	ALEJANDRO ALONSO
Fecha	01-JUNIO-2010

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Aguas arriba	
Otros	

#### Grado de cobertura de la ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		25
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
+ 10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	
+ 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	
- 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está entre el 25 y el 50%	
-10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	

#### Estructura de la cobertura (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		25
25	Recubrimiento de árboles superior al 75 %	
10	Recubrimiento de árboles entre el 50 y el 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y el 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %	
5	Recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y el 25 %	
0	Sin árboles y con arbustos por debajo del 10 %	
+ 10	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %	
+ 5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos está entre el 25 y el 50 %	
+ 5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y la de árboles con sotobosque	
- 5	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre más del 50 %	
- 5	Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	
- 10	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre menos del 50 %	

#### Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la ribera\*)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	25
25	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3	
10	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3	
5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1-2	
0	Sin árboles autóctonos				
+ 10	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo				
+ 5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo				
+ 5	Si las diferentes especies se disponen en bandas paralelas al río				
+ 5	Si el número diferente de especies de arbustos es (ver lista en el reverso)	> 2	>3	>4	
- 5	Si existen estructuras construidas por el hombre				
- 5	Si existe alguna sp. introducida (alóctona)** aislada				
- 10	Si existen spp. alóctonas** formando comunidades				
- 10	Si existe vertido de desperdicios				

#### Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		25
25	El canal del río no ha sido modificado	
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	
0	Río canalizado en la totalidad del tramo	
- 10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	
- 10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río	

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

100

**\* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, Calidad de la cobertura)**

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda del lecho, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona de ribera	Puntuación			
	Izquierda	Derecha		
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas.			6	6
Igual pero con un pequeño talud u orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y el 75°, escalonado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre el lecho y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Pendiente entre el 20 y el 45°, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y plana.			1	1
<b>Existencia de una isla o islas en medio del lecho del río</b>				
Anchura conjunta "a" > 5 m.				-2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.				-1
<b>Capacidad potencial para soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para que arraigue una masa vegetal permanente</b>				
	> 80 %		No se puede medir	
	60 - 80 %		+ 6	
	30 - 60 %		+ 4	
	20 - 30 %		+ 2	
<b>Puntuación total</b>				<b>11</b>

**Tipo geomorfológico según la puntuación**

> 8	<b>Tipo 1</b>	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad para poseer un bosque extenso.
entre 5 y 8	<b>Tipo 2</b>	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de ríos.
< 5	<b>Tipo 3</b>	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso.

**\*\* Especies frecuentes y consideradas recientemente introducidas por el hombre**

1- ARBOLES	2- ARBUSTOS
<i>Ailanthus altissima</i> (Ailanto)	<i>Nicotina sp.</i>
<i>Platanus x hispanica</i> (Plátano)	<i>Ricinus communis</i> (Ricino)
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinia)	<i>Arundo donax</i> (Caña)
<i>Salix babylonica</i> (Sauce llorón)	<i>Acacia farnesiana</i> (Aromo)
<i>Eleagnus angustifolia</i> (Árbol del paraíso)	
<i>Morus sp</i> (Morera)	

**Observaciones:**

Figura 38. Índice QBR para la estación de muestreo ACA-02\_10.

QBR	Nivel de calidad	QBR	Color representativo
	Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥95	
	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75 - 90	
	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55 - 70	
	Alteración fuerte, calidad mala	30 - 50	
	Degradación extrema, calidad pésima	≤25	

Tabla 47. Nivel de calidad y color representativo para el índice QBR.





### CALIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE “ECOSTRIMED”.

Para calcular el índice “ECOSTRIMED” se obtiene combinando el valor de los índices de calidad:

- 1-El índice de calidad biológica del río basado en los macroinvertebrados (IBMWP).
- 2-El índice de valoración del estado de conservación del sistema de ribera (QBR).

IBMWP	QBR		
	>75	45 - 75	<45
>100	Muy bueno	Bueno	Mediocre
61 – 100	Bueno	Mediocre	Malo
36 – 60	Mediocre	Malo	Pésimo
<36	Malo	Pésimo	Pésimo

Tabla 49. Valoración según el índice ECOSTRIMED para la estación de muestreo ACA-02\_10.



## ***Anejo 5***

### ***Inventario piscícola***

---



---

*Pesca eléctrica*



Río: Cabriel	Fecha: 10 – Noviembre – 2009
Termino municipal: El Vallecillo	Provincia: Teruel
Nº tramo: ACA-02_10	Hora: 13:05 – 13:33
Coordenadas UTM: 30 T 0623681 4453171	Altitud: 1.270 msnm
	Pasada: 1

Nº	Especie	Peso (G.)	Longitud (Cm.)	Edad	Observaciones
1	<i>Salmo trutta fario</i>	95	19	2	
2	<i>Salmo trutta fario</i>	33	14	1	
3	<i>Salmo trutta fario</i>	45	16	1	
4	<i>Salmo trutta fario</i>	142	22,9	2	
5	<i>Salmo trutta fario</i>	14	8,7	0	
6	<i>Salmo trutta fario</i>	2	6,2	0	
7	<i>Salmo trutta fario</i>	8	7,5	0	
8	<i>Salmo trutta fario</i>	5	7,5	0	
9	<i>Salmo trutta fario</i>	3	7	0	
10	<i>Salmo trutta fario</i>	5	7,2	0	
11	<i>Salmo trutta fario</i>	67	17,5	2	
12	<i>Salmo trutta fario</i>	10	7,2	0	
13	<i>Salmo trutta fario</i>	89	18,5	2	
14	<i>Salmo trutta fario</i>	30	12,5	0	
15	<i>Salmo trutta fario</i>	22	11	0	
16	<i>Salmo trutta fario</i>	7	8	0	
17	<i>Salmo trutta fario</i>	24	12,5	0	
18	<i>Salmo trutta fario</i>	3	7	0	
19	<i>Salmo trutta fario</i>	11	9	0	
20	<i>Salmo trutta fario</i>	16	12,5	0	
21	<i>Salmo trutta fario</i>	166	25,4	3	
22	<i>Salmo trutta fario</i>	298	29,5	3	
23	<i>Salmo trutta fario</i>	5	6	0	
24	<i>Salmo trutta fario</i>	14	11	0	
25	<i>Salmo trutta fario</i>	4	5,5	0	
26	<i>Salmo trutta fario</i>	8	9,5	0	
27	<i>Salmo trutta fario</i>	8	8,8	0	
28	<i>Salmo trutta fario</i>	8	8,5	0	
29	<i>Salmo trutta fario</i>	6	7	0	
30	<i>Salmo trutta fario</i>	255	29	3	
31	<i>Salmo trutta fario</i>	96	20,2	2	
32	<i>Salmo trutta fario</i>	89	19	2	
33	<i>Salmo trutta fario</i>	242	28	3	
34	<i>Salmo trutta fario</i>	79	19	2	
35	<i>Salmo trutta fario</i>	7	8,5	0	
36	<i>Salmo trutta fario</i>	18	10,5	0	
37	<i>Salmo trutta fario</i>	11	10	0	
38	<i>Salmo trutta fario</i>	21	12	0	
39	<i>Salmo trutta fario</i>	11	10	0	
40	<i>Salmo trutta fario</i>	18	11,8	0	
41	<i>Salmo trutta fario</i>	183	26	3	
42	<i>Salmo trutta fario</i>	6	9,5	0	



43	<i>Salmo trutta fario</i>	17	11	0	
44	<i>Salmo trutta fario</i>	18	11	0	
45	<i>Salmo trutta fario</i>	5	8,5	0	
46	<i>Salmo trutta fario</i>	150	24,5	3	
47	<i>Salmo trutta fario</i>	100	19,9	2	
48	<i>Salmo trutta fario</i>	60	17,2	2	
49	<i>Salmo trutta fario</i>	85	19,5	2	
50	<i>Salmo trutta fario</i>	50	15,7	1	
51	<i>Salmo trutta fario</i>	165	24,5	3	
52	<i>Salmo trutta fario</i>	49	16,8	1	
53	<i>Salmo trutta fario</i>	12	11,5	0	
54	<i>Salmo trutta fario</i>	7	8,7	0	
55	<i>Salmo trutta fario</i>	5	8,3	0	
56	<i>Salmo trutta fario</i>	8	8,8	0	
57	<i>Salmo trutta fario</i>	5	8,5	0	
58	<i>Salmo trutta fario</i>	4	7	0	



Río: Cabriel	Fecha: 10 – Noviembre – 2009
Termino municipal: El Vallecillo	Provincia: Teruel
Nº tramo: ACA-02_10	Hora: 13:46 – 14:05
Coordenadas UTM: 30 T 0623681 4453171	Altitud: 1.270 msnm
	Pasada: 2

Nº	Especie	Peso (G.)	Longitud (Cm.)	Edad	Observaciones
1	<i>Salmo trutta fario</i>	400	34	4	
2	<i>Salmo trutta fario</i>	78	19	2	
3	<i>Salmo trutta fario</i>	60	17	1	
4	<i>Salmo trutta fario</i>	86	20,5	2	
5	<i>Salmo trutta fario</i>	8	9,8	0	
6	<i>Salmo trutta fario</i>	18	12	0	
7	<i>Salmo trutta fario</i>	8	9	0	
8	<i>Salmo trutta fario</i>	22	12,5	0	
9	<i>Salmo trutta fario</i>	48	16	1	
10	<i>Salmo trutta fario</i>	12	10	0	
11	<i>Salmo trutta fario</i>	61	16,5	1	
12	<i>Salmo trutta fario</i>	17	11	0	
13	<i>Salmo trutta fario</i>	81	19	2	
14	<i>Salmo trutta fario</i>	9	9	0	
15	<i>Salmo trutta fario</i>	16	10,8	0	
16	<i>Salmo trutta fario</i>	5	6	0	
17	<i>Salmo trutta fario</i>	17	11,5	0	
18	<i>Salmo trutta fario</i>	50	15	1	
19	<i>Salmo trutta fario</i>	12	7	0	
20	<i>Salmo trutta fario</i>	9	8,5	0	
21	<i>Salmo trutta fario</i>	12	8,5	0	
22	<i>Salmo trutta fario</i>	9	8	0	



Río: Cabriel	Fecha: 10 – Noviembre – 2009
Termino municipal: El Vallecillo	Provincia: Teruel
Nº tramo: ACA-02_10	Hora: 14:20 – 14:38
Coordenadas UTM: 30 T 0623681 4453171	Altitud: 1.270 msnm
	Pasada: 3

Nº	Especie	Peso (G.)	Longitud (Cm.)	Edad	Observaciones
1	<i>Salmo trutta fario</i>	33	14,3	1	
2	<i>Salmo trutta fario</i>	9	9,2	0	
3	<i>Salmo trutta fario</i>	8	9,3	0	
4	<i>Salmo trutta fario</i>	5	7,2	0	
5	<i>Salmo trutta fario</i>	212	27	3	
6	<i>Salmo trutta fario</i>	58	17,1	2	
7	<i>Salmo trutta fario</i>	8	8,8	0	
8	<i>Salmo trutta fario</i>	17	11	0	
9	<i>Salmo trutta fario</i>	13	9,2	0	
10	<i>Salmo trutta fario</i>	182	25	3	
11	<i>Salmo trutta fario</i>	180	25,2	3	
12	<i>Salmo trutta fario</i>	35	14,2	1	
13	<i>Salmo trutta fario</i>	10	11,1	0	
14	<i>Salmo trutta fario</i>	7	9	0	
15	<i>Salmo trutta fario</i>	6	8	0	
16	<i>Salmo trutta fario</i>	3	6,5	0	
17	<i>Salmo trutta fario</i>	16	10,8	0	
18	<i>Salmo trutta fario</i>	15	11	0	
19	<i>Salmo trutta fario</i>	9	10	0	
20	<i>Salmo trutta fario</i>	7	8,5	0	
21	<i>Salmo trutta fario</i>	12	10,8	0	
22	<i>Salmo trutta fario</i>	9	9,5	0	



Río: Cabriel	Fecha: 10 – Noviembre – 2009
Termino municipal: El Vallecillo	Provincia: Teruel
Nº tramo: ACA-02_10	Hora: 15:15 – 15:32
Coordenadas UTM: 30 T 0623681 4453171	Altitud: 1.270 msnm
	Pasada: 4

Nº	Especie	Peso (G.)	Longitud (Cm.)	Edad	Observaciones
1	<i>Salmo trutta fario</i>	8	9	0	
2	<i>Salmo trutta fario</i>	13	11	0	
3	<i>Salmo trutta fario</i>	9	9,8	0	
4	<i>Salmo trutta fario</i>	6	8,3	0	
5	<i>Salmo trutta fario</i>	3	7,3	0	
6	<i>Salmo trutta fario</i>	13	10,5	0	
7	<i>Salmo trutta fario</i>	71	18,5	2	
8	<i>Salmo trutta fario</i>	14	9	0	
9	<i>Salmo trutta fario</i>	10	9,5	0	



---

*Pesca con caña*



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 01 – Junio - 2010	
Pescador: Alejandro Alonso Muñoz			
Modalidad: Lance ligero (cucharilla, pez artificial)			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	18,3	
2	Trucha común	19,8	
3	Trucha común	23,4	
4	Trucha común	26,8	
5	Trucha común	21,0	
6	Trucha común	15,1	
7	Trucha común	17,4	
8	Trucha común	22,3	
9	Trucha común	18,6	
10	Trucha común	19,9	
11	Trucha común	19,1	
12	Trucha común	25,5	
13	Trucha común	17,7	
14	Trucha común	18,0	
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Otras observaciones: Gran número de picadas de truchas con una longitud entre 15 y 20cm.			



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 04 - Junio - 2010	
Pescador: Alejandro Alonso Muñoz			
Modalidad: Cola de rata			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	14,3	
2	Trucha común	15,6	
3	Trucha común	18,1	
4	Trucha común	14,9	
5	Trucha común	10,2	
6	Trucha común	11,0	
7	Trucha común	24,5	
8	Trucha común	12,1	
9	Trucha común	20,1	
10	Trucha común	13,2	
11	Trucha común	25,0	
12	Trucha común	18,4	
13	Trucha común	35,9	
14	Trucha común	21,3	
15	Trucha común	12,3	
16	Trucha común	18,4	
17	Trucha común	19,9	
18	Trucha común	17,3	
19	Trucha común	12,3	
20	Trucha común	17,3	
21	Trucha común	20,1	
22			
23			
24			
Otras observaciones:			



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 12 – Julio - 2010	
Pescador: Alejandro Alonso Muñoz			
Modalidad: Cola de rata			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	22,2	
2	Trucha común	10,3	
3	Trucha común	17,2	
4	Trucha común	14,2	
5	Trucha común	15,3	
6	Trucha común	16,0	
7	Trucha común	15,3	
8	Trucha común	12,3	
9	Trucha común	18,5	
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Otras observaciones:			



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 30 - Julio - 2010	
Pescador: Alejandro Alonso Muñoz			
Modalidad: Cola de rata			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	15,9	
2	Trucha común	13,2	
3	Trucha común	16,0	
4	Trucha común	15,6	
5	Trucha común	18,6	
6	Trucha común	16,2	
7	Trucha común	14,6	
8	Trucha común	19,1	
9	Trucha común	23,4	
10	Trucha común	24,0	
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Otras observaciones:			



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 09 – Agosto - 2010	
Pescador: Alejandro Alonso Muñoz			
Modalidad: Cola de rata			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	16,3	
2	Trucha común	16,8	
3	Trucha común	11,3	
4	Trucha común	19,2	
5	Trucha común	19,1	
6	Trucha común	14,6	
7	Trucha común	20,5	
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Otras observaciones:			



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 09 – Agosto - 2010	
Pescador: Raúl Soriano Cantón			
Modalidad: Cola de rata			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	18,3	
2	Trucha común	12,6	
3	Trucha común	15,1	
4	Trucha común	19,6	
5	Trucha común	11,2	
6	Trucha común	12,9	
7	Trucha común	19,3	
8	Trucha común	22,1	
9	Trucha común	13,3	
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Otras observaciones:			



Tramo: Libre Alta montaña río Cabriel (Teruel)		Fecha: 30 – Agosto - 2010	
Pescador: Alejandro Alonso Muñoz			
Modalidad: Cola de rata			
Nº	Especie	Longitud (cm)	Observaciones
1	Trucha común	26,2	
2	Trucha común	15,3	
3	Trucha común	17,8	
4	Trucha común	15,5	
5	Trucha común	19,1	
6	Trucha común	15,1	
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
Otras observaciones:			



## ***Anejo 6***

### ***Modelo de parte de capturas***

---



### MODELO DE ENCUESTA PARA EL COTO SIN MUERTE DEL RÍO CABRIEL (TERUEL).

Estimado pescador: Le agradeceríamos que rellenara este estadillo de capturas con el fin de poder realizar una evaluación de la captura por unidad de esfuerzo en el coto sin muerte del Cabriel (Teruel). Es especialmente importante evaluar de la forma mas precisa posible el tiempo empleado en pescar (descontando paradas importantes, comida, etc.).

Fecha de la jornada de Pesca: .....

Estado del tiempo:

Despejado      Nublado      Muy nublado/Lluvia

Estado del río:

Caudal →      Alto      Normal      Bajo

Color →      Limpio      Tomado      Muy tomado

Marque una cruz por cada trucha pescada:

Truchas de una longitud menor de 20cm.																	

Truchas de una longitud entre 20 y 35cm.																	

Truchas de una longitud mayor a 35cm.																	

Tiempo real de pesca: .....

1. ¿Cuántos días pesca usted al año?
2. ¿Qué edad cree que tiene en este tramo una trucha de 20cm.?      ¿Y una de 35?
3. ¿Cuántos años lleva usted pescando?
4. ¿Ha pescado usted este coto anteriormente?

LE ROGAMOS DEPOSITE ESTE ESTADILLO EN EL BUZON DEL COTO AL FINALIZAR EL DÍA, ENTREGUELO AL AGENTE FORESTAL O VOLUNTARIADO, O MANDELO POR CORREO ELECTRÓNICO A LA DIRECCIÓN QUE APARECE A CONTINUACIÓN ANTES DE 15 DÍAS DESDE LA FECHA DE LA JORNADA DE PESCA.

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**



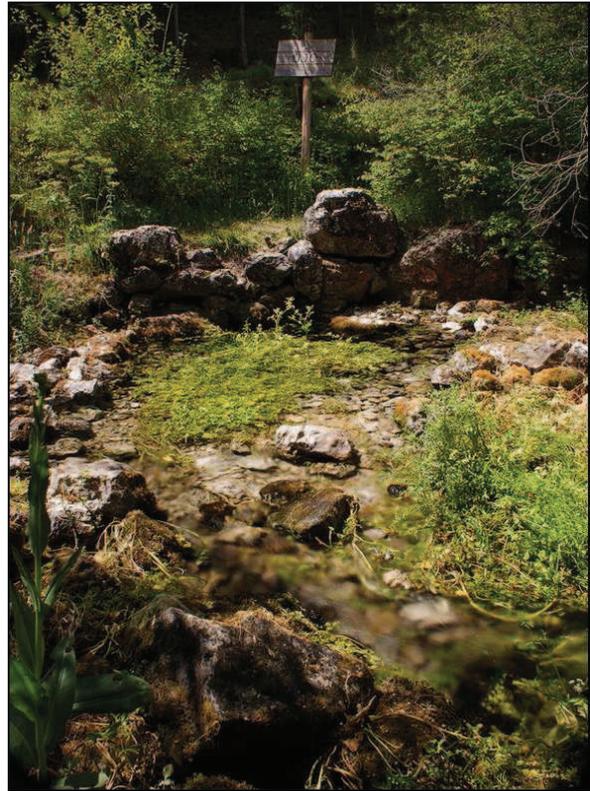
## ***Anejo 7***

---

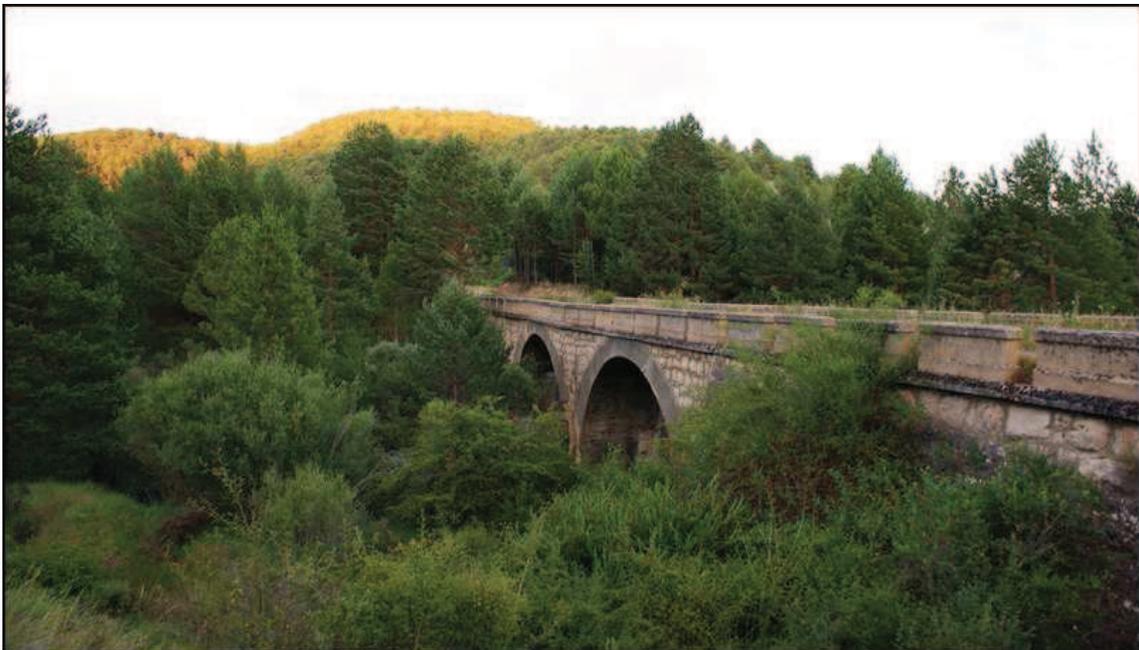
### ***Anejo fotográfico***



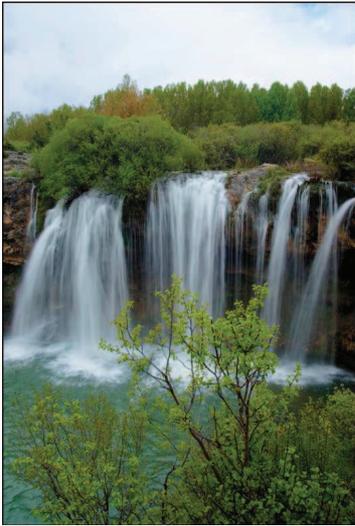
**Fotografía 1.** Cascada de la herrería, situada en el actual tramo vedado.



**Fotografía 2.** Ojos del Cabriel. Nacimiento del río.



**Fotografía 3.** Puente de la carretera TE-V-9121 sobre el río Cabriel.



**Fotografía 4.** Cascada del molino de San Pedro. Autor: José Colás.



**Fotografía 5.** Vista parcial de la parte baja del actual tramo libre de pesca.



**Fotografía 6.** Cascada del Molino de San Pedro, situada en la parte alta del tramo libre de pesca. Autor: José Colás.



**Fotografía 7.** Vista parcial de la estación de muestreo ACA-02\_10.



**Fotografía 8.** Zona donde se realizó un dragado del cauce años atrás, situada en la zona baja del tramo libre de pesca.



**Fotografía 9.** Vista parcial de la zona baja del actual tramo libre de pesca.



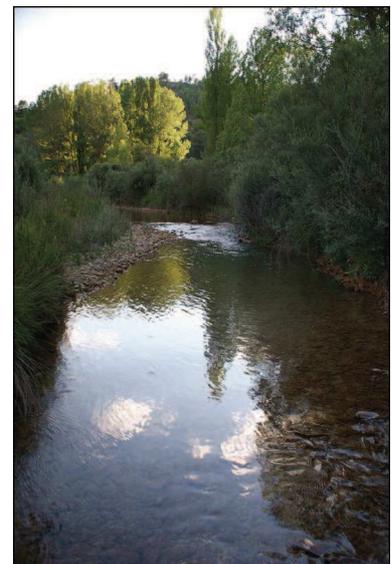
**Fotografía 10.** Vista parcial de la estación de muestreo ACA-01\_10.



**Fotografía 11.** Vista parcial de la parte baja del tramo libre de pesca.



**Fotografía 12.** Vista parcial de la parte inferior del libre de pesca, muy cerca del límite provincial.



**Fotografía 13.** Parte media del tramo libre de pesca.



**Fotografía 14.** Toma de datos en la realización de la pesca eléctrica en la estación de muestreo ACA-02\_10.



**Fotografía 15.** Estación de muestreo ACA-02\_10.



**Fotografía 16.** Realización de la pesca eléctrica en la estación de muestreo ACA-02\_10.



**Fotografía 17.** Trucha común de la estación de muestreo ACA-02\_10, en la parte media-alta del tramo libre.



**Fotografía 18.** Trucha común de la parte alta del tramo libre de pesca.



**Fotografía 19.** Trucha común de la parte alta del tramo libre de pesca.



**Fotografía 20.** Trucha común de la parte media-baja del tramo libre de pesca.



**Fotografía 21.** Trucha común de la parte baja del tramo libre de pesca.



**Fotografía 22.** Trucha común capturada en la parte baja del tramo libre de pesca.



**Fotografía 23.** Trucha común. Parte baja del tramo libre de pesca.



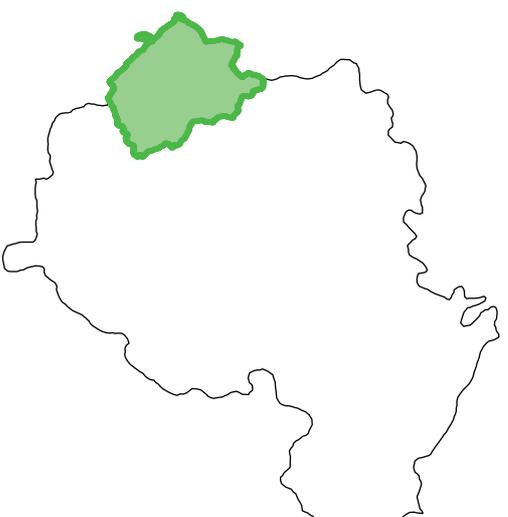
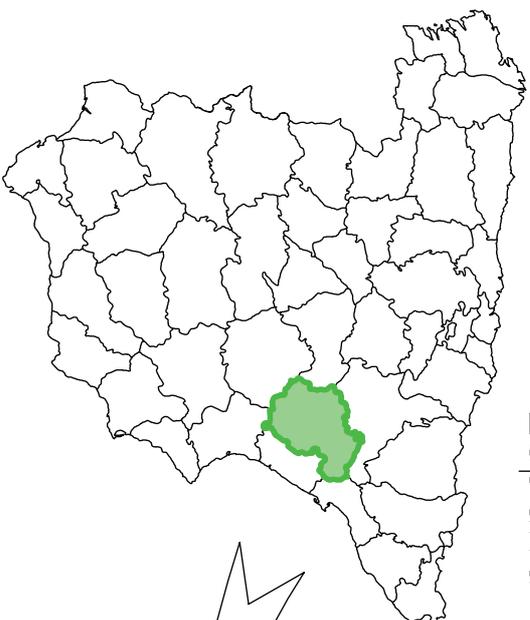
**Fotografía 24.** Trucha común de la parte baja del tramo libre.



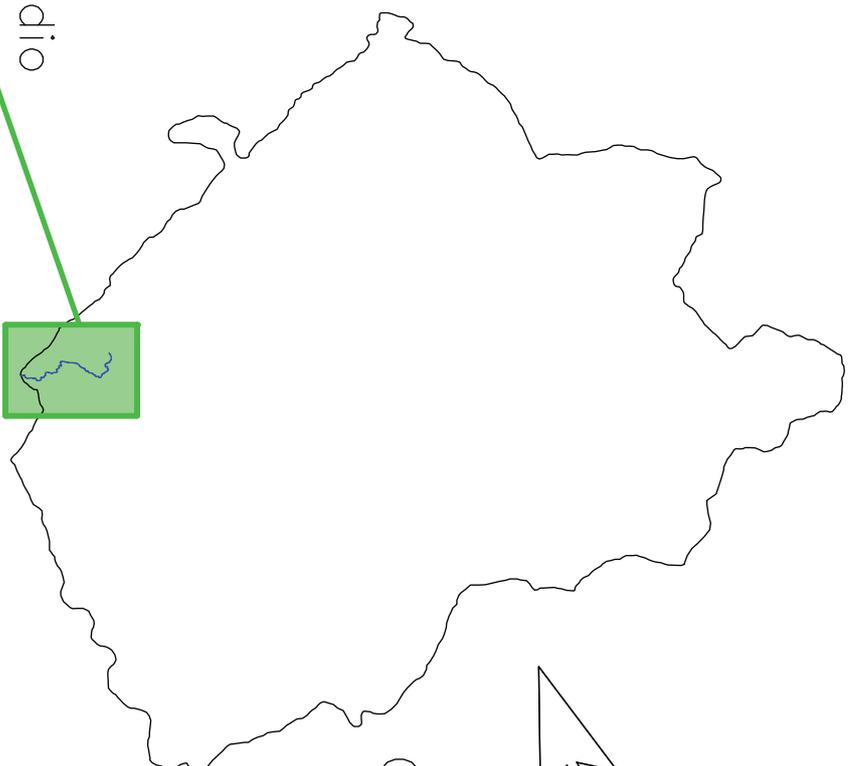
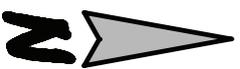
## ***PLANOS***

---

España Peninsular



Provincia de Teruel



Comarca de la Sierra de Albarracín

Río Cabriel  
Zona de estudio

Plan de ordenación piscícola del tramo alto del río Cabriel, situado en la localidad de El Vallejillo, Teruel (Aragón)



Localización de la zona de estudio

Alejandro Alonso Muñoz Escuela politécnica superior de Gandia

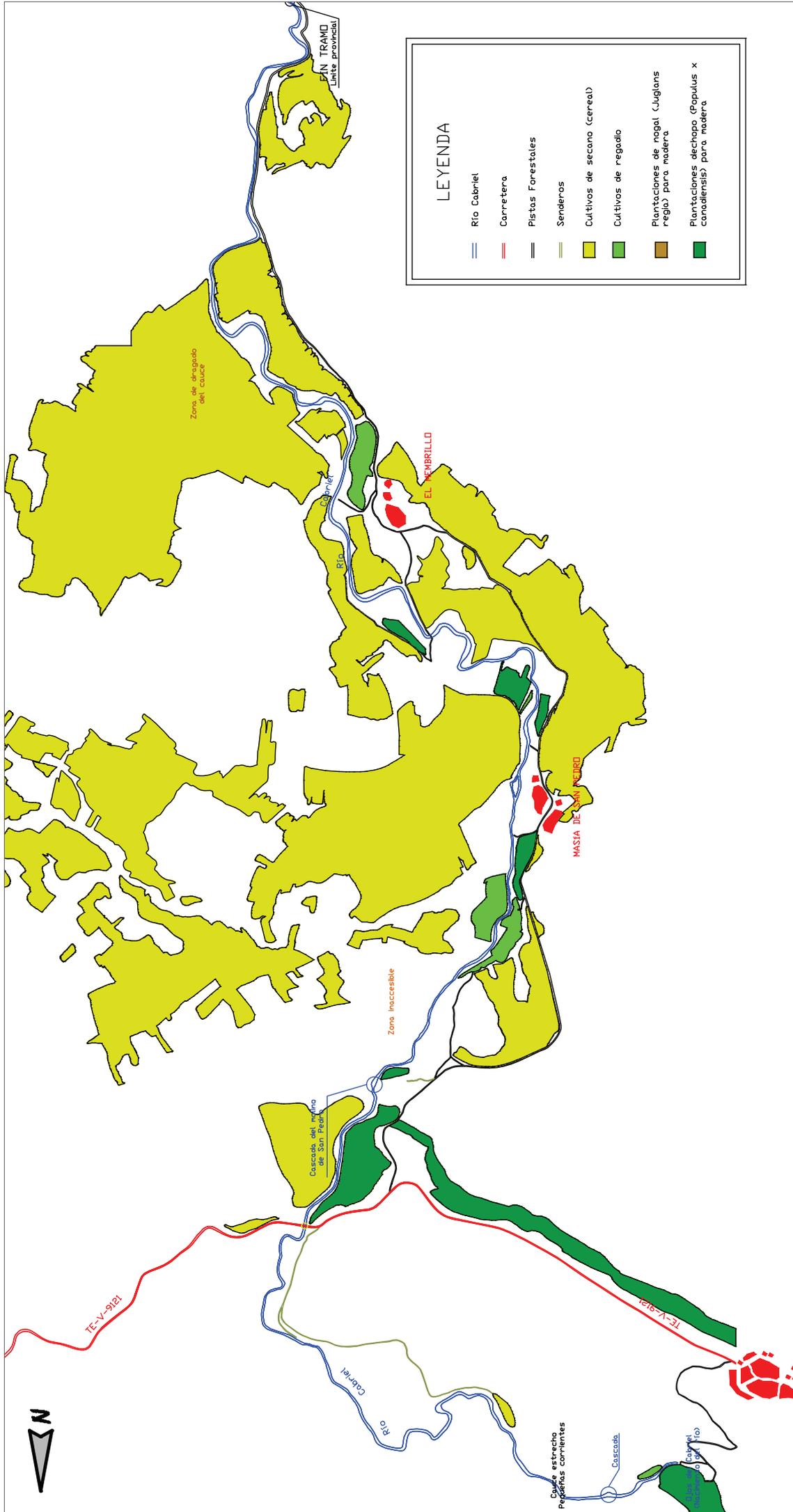
Universidad Politécnica de Valencia

03-julio-2011 Firma

Nº de mapa

Escala  
Varias

1

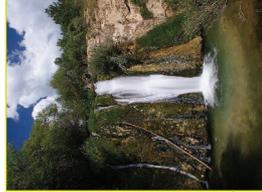
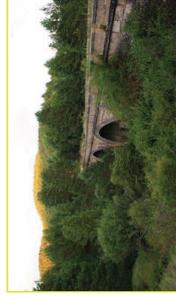
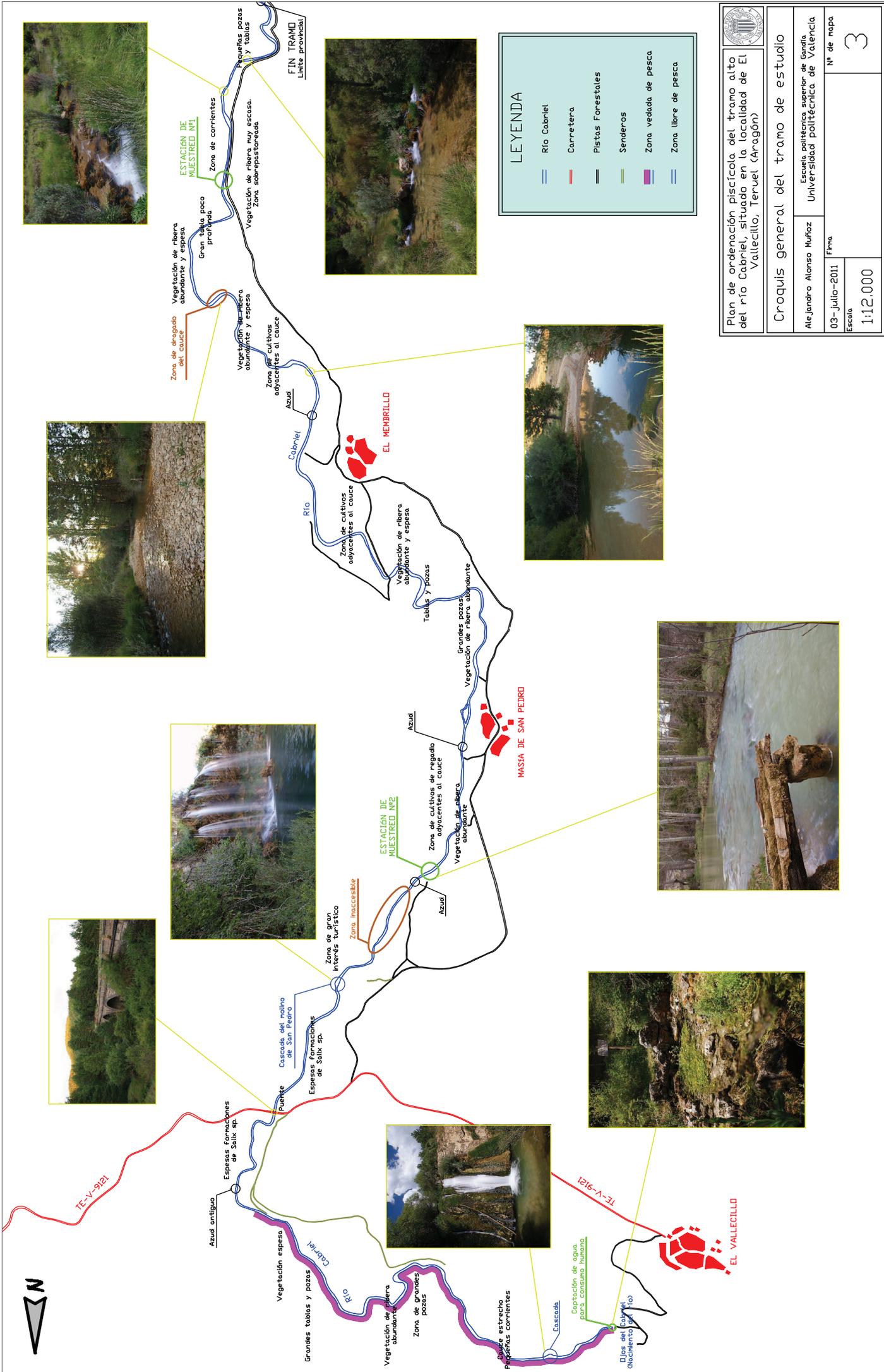


**LEYENDA**

	Río Cabriel
	Carretera
	Pistas Forestales
	Senderos
	Cultivos de secano (cereales)
	Cultivos de regadío
	Plantaciones de nogal (Juglans regia) para madera
	Plantaciones de chopo (Populus x canadensis) para madera

<b>USOS del suelo</b>	
Alejandro Alonso Muñoz	Escuela Politécnica Superior de Gandia Universidad Politécnica de Valencia
03-Julio-2011	Firma
Escala 1:12.000	Nº de mapa 2

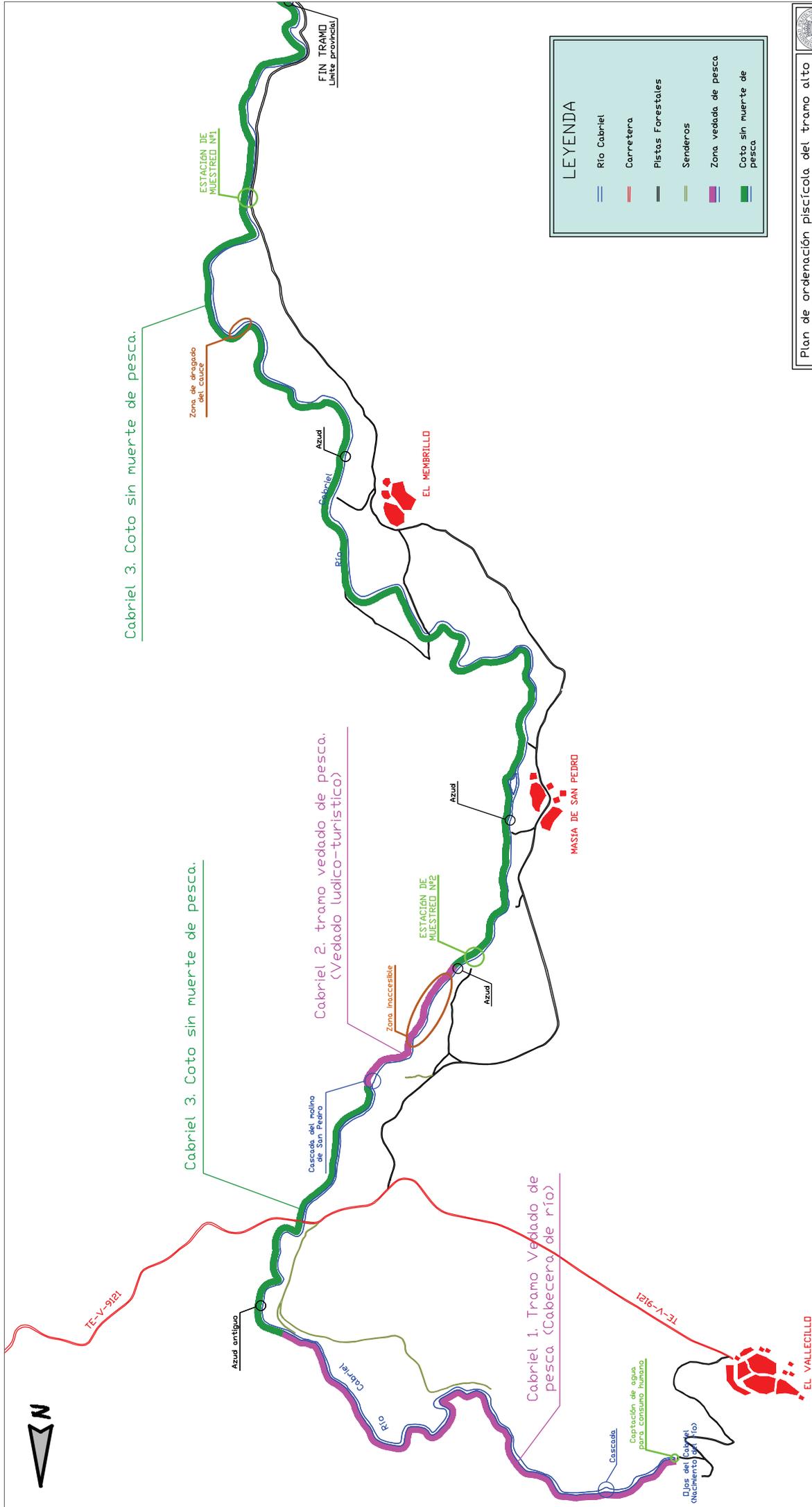
Plan de ordenación piscícola del tramo alto del río Cabriel, situado en la localidad de El Vallecillo, Teruel (Aragón)



**LEYENDA**

- Río Cabriel
- Carretera
- Pistas Forestales
- Senderos
- Zona vedada de pesca
- Zona libre de pesca

<b>Plan de ordenación piscícola del tramo alto del río Cabriel, situado en la localidad de El Vallecillo, Teruel (Aragón)</b>	
<b>Cronis general del tramo de estudio</b>	
Alejandro Alonso Muñoz Escuela Politécnica Superior de Gandía Universidad Politécnica de Valencia	
03-Julio-2011 Fecha	Nº de mapa <b>3</b>
Escala <b>1:12.000</b>	



Cabriel 3. Coto sin muerte de pesca.

Cabriel 3. Coto sin muerte de pesca.

Cabriel 2. tramo vedado de pesca.  
(Vedado ludico-turístico)

Cabriel 1. Tramo Vedado de  
pesca (Cabecera de río)

**LEYENDA**

-  Río Cabriel
-  Carretera
-  Pistas Forestales
-  Senderos
-  Zona vedada de pesca
-  Coto sin muerte de pesca

	
Plan de ordenación piscícola del tramo alto del río Cabriel, situado en la localidad de El Vallecillo, Teruel (Aragón)	
Propuesta de gestión	
Alejandro Alonso Muñoz	Escuela Politécnica Superior de Gandía Universidad Politécnica de Valencia
19-Julio-2011	Firma
Escala 1:12.000	Nº de mapa 4