

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDÍA

Licenciado en Ciencias Ambientales

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITÉCNICA  
SUPERIOR DE GANDÍA

# “Restauración Ambiental del Tramo Final del Río Serpis y su Desembocadura”

**TRABAJO FINAL DE CARRERA**

Autoras:

**M<sup>a</sup> Julia Pastor Gómez**

**M<sup>a</sup> Pilar Bosch Campos**

Director:

**José C. Serra Peris**

**Gandía, 2013**



<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>9</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES</b>	<b>9</b>
<b>1.2. OBJETIVO</b>	<b>9</b>
<b>2. <u>ESTUDIOS PREVIOS</u></b>	<b>11</b>
<b>2.1. CONTEXTO FÍSICO Y BIOLÓGICO</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1. Localización y caracterización general del tramo del proyecto</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1.1. Marco Geográfico</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1.2. Climatología</b>	<b>12</b>
<b>2.1.1.3. Identificación de Ecorregiones</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1.3.1. Zonas de vegetación de ribera en la Península Ibérica</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1.3.2. Distribución de la vegetación de ribera en la España Meridional</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1.4. Tamaño de la cuenca</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1.5. Geología de la cuenca</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1.5.1. Tectónica</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1.5.2. Estratigrafía y litología</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1.5.3. Geomorfología</b>	<b>21</b>
<b>2.1.2. CARACTERIZACIÓN DE NUESTRO SEGMENTO FLUVIAL</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2.1. Régimen de caudales</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2.2. Tipo geomorfológico</b>	<b>24</b>
<b>2.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS HABITATS FLUVIALES</b>	<b>24</b>
<b>2.1.3.1. Condiciones hidráulicas</b>	<b>24</b>
<b>2.1.3.2. Granulometría del substrato</b>	<b>25</b>
<b>2.1.3.3. Formas de lecho</b>	<b>25</b>
<b>2.1.4. TIPOLOGIA DEL RIO SERPIS</b>	<b>26</b>
<b>2.1.5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DUNAR</b>	<b>26</b>

<b>2.1.6. VEGETACIÓN</b>	<b>27</b>
2.1.6.1. Vegetación de orillas y riberas	27
2.1.6.2. Vegetación nitrófila	28
2.1.6.3. Vegetación dunar	28
2.1.6.4. Vegetación potencial	30
2.1.6.4.1. Vegetación potencial del ecosistema fluvial	31
2.1.6.4.2. Vegetación potencial de la zona dunar	34
<b>2.1.7. FAUNA</b>	<b>34</b>
2.1.7.1 Catálogo de fauna	35
<b>2.2. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO</b>	<b>38</b>
<b>3. <u>LOS RIOS EN BUEN ESTADO ECOLÓGICO</u></b>	<b>40</b>
3.1. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO ECOLÓGICO	40
3.2. EL RÍO Y SU CUENCA VERTIENTE	40
3.3. DIMENSIONES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS FLUVIALES	43
3.3.1. Dimensión longitudinal	43
3.3.1.1. Continuidad longitudinal de los flujos y gradientes físicos	43
3.3.1.2. Estabilidad geomorfológica y mecanismo de disipación de energía	44
3.3.1.3. La dimensión longitudinal de los ríos en buen estado ecológico	45
3.3.2. DIMENSIÓN TRANSVERSAL	45
3.3.2.1. Conectividad lateral del cauce con su ribera y llanura de inundación	45
3.3.2.2. La dimensión transversal de los ríos en buen estado ecológico	46
3.3.3. DIMENSIÓN VERTICAL	46
3.3.3.1. Permeabilidad de los materiales y conectividad con el medio hiporreico	46
3.3.3.2. La dimensión vertical de los ríos en buen estado ecológico	46
3.3.4. EL SISTEMA FLUVIAL	47
3.3.5. FUNCIONES HIDROLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LOS SISTEMAS FLUVIALES	47
3.3.5.1. Función de hábitat	47

<b>3.3.5.2. Función de barrera</b>	<b>48</b>
<b>3.3.5.3. Función de filtro</b>	<b>48</b>
<b>3.3.5.4. Función de corredor o conducto</b>	<b>48</b>
<b>3.3.5.5. Función de fuente</b>	<b>48</b>
<b>3.3.5.6. Función de sumidero</b>	<b>48</b>
<b>3.3.5.7. Atributos relacionados con las funciones de los ríos en buen estado ecológico</b>	<b>48</b>
<b>3.4. EL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES</b>	<b>48</b>
<b>3.4.1. Atributos del régimen de caudales</b>	<b>48</b>
<b>3.4.2. El régimen de caudales en buen estado ecológico</b>	<b>50</b>
<b>3.5. DINAMISMO Y EVOLUCIÓN DEL SISTEMA FLUVIAL</b>	<b>50</b>
<b>3.5.1. Escalas temporales</b>	<b>50</b>
<b>3.5.2. Ajustes geomorfológicos</b>	<b>50</b>
<b>3.5.3. Dinamismo de los ríos en buen estado ecológico</b>	<b>51</b>
<b>4. <u>PRESIONES E IMPACTOS EN NUESTRO TRAMO DE ESTUDIO</u></b>	<b>52</b>
<b>4.1. AGRICULTURA</b>	<b>52</b>
<b>4.1.1. Consumo de agua</b>	<b>53</b>
<b>4.1.1.1. Embalse y azudes</b>	<b>53</b>
<b>4.1.2. Ocupación de las llanuras de inundación</b>	<b>55</b>
<b>4.1.2.1. Ocupación de los espacios riparios y pérdida de su vegetación</b>	<b>55</b>
<b>4.1.2.2. Canalización de los ríos y su desestabilización geomorfológica</b>	<b>55</b>
<b>4.2. URBANIZACIÓN</b>	<b>55</b>
<b>4.2.1. Aumento de la demanda del agua y regulación de los caudales</b>	<b>55</b>
<b>4.2.2. Alteración de los balances de agua y sedimentos y desestabilización de los cauces</b>	<b>55</b>
<b>4.2.3. Fomento de las canalizaciones y dragados y aumento del riesgo hidrológico</b>	<b>57</b>
<b>4.2.4. Ocupación de las llanuras de inundación</b>	<b>57</b>
<b>4.2.5. Ocupación de la desembocadura</b>	<b>58</b>

<b>4.3. EFECTOS ACUMULATIVOS EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO</b>	<b>60</b>
<b>4.4. PRESIONES E IMPACTOS DE LAS DUNAS</b>	<b>63</b>
4.4.1. Extracción de arena	63
4.4.2. Urbanización	63
4.4.3. Actividades recreativas	63
4.4.4. Construcción de obras marítimas de protección y defensa	63
4.4.5. Construcción de presas en cuencas hidrográficas	64
<b>5. VALORACIÓN AMBIENTAL DEL SERPIS PARA SU RESTAURACIÓN</b>	<b>65</b>
<b>5.1. ANÁLISIS Y VALORACION DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS</b>	<b>65</b>
5.1.1. Régimen de caudales	65
5.1.2. Calidad de las aguas	65
5.1.3. Continuidad fluvial	67
5.1.4. Niveles freáticos y humedad edáfica	67
<b>5.2. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS</b>	<b>67</b>
5.2.1. Evolución del trazado en planta y cambios en la pendiente longitudinal	67
5.2.2. Valoración de las secciones transversales	68
5.2.3. Afecciones al hábitat físico	68
5.2.4. Síntomas de inestabilidad y proceso de ajuste	68
5.2.5. Zonas inundables	69
<b>5.3. ANÁLISIS Y VALORACION DE LAS CONDICIONES RIPARIAS</b>	<b>70</b>
5.3.1. Atributos de la estructura y funcionamiento de las riberas	71
5.3.1.1. Continuidad longitudinal del corredor de vegetación riparia	72
5.3.1.2. Dimensiones en anchura del espacio ocupado por vegetación asociada al rio	76
5.3.1.3. Composición y estructura de la vegetación riparia	76
5.3.1.4. Condición de las orillas	76
5.3.1.5. Conectividad lateral del cauce con sus riberas	77

<b>5.3.1.6. Permeabilidad de los materiales y grado de alteración del relieve de las riberas</b>	<b>77</b>
<b>5.3.2. Usos y ocupaciones de las riberas</b>	<b>78</b>
<b>5.4. VALORACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE AL TRAMO DE PROYECTO</b>	<b>78</b>
<b>5.4.1. Otras características de interés para la valoración ambiental</b>	<b>78</b>
<b>5.5. DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA Y PRIORIDAD DE LAS ACTUACIONES PARA LA MEJORA AMBIENTAL DEL SERPIS</b>	<b>79</b>
<b>5.6. VALORCIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DUNAR PARA SU RESTAURACIÓN</b>	<b>80</b>
<b>5.6.1. Análisis y valoración de los cordones dunares</b>	<b>80</b>
<b>5.6.2. Análisis y valoración de la vegetación</b>	<b>81</b>
<b><u>6. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DEL SERPIS Y SU RIBERA</u></b>	<b>82</b>
<b>6.1. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS</b>	<b>82</b>
<b>6.1.1. Eliminación de barreras y disminución de las restricciones al desbordamiento</b>	<b>82</b>
<b>6.1.1.1. Remoción de estructuras transversales</b>	<b>83</b>
<b>6.1.1.2. Retirada o desplazamiento de estructuras longitudinales</b>	<b>85</b>
<b>6.2. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS RIBERAS</b>	<b>85</b>
<b>6.2.1. Regeneración natural de la vegetación riparia</b>	<b>85</b>
<b>6.2.1.1. Justificación de las plantaciones</b>	<b>86</b>
<b>6.3. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS</b>	<b>87</b>
<b>6.3.1. Mejora del trazado rectificado aumentando el espacio fluvial y la sinuosidad del cauce</b>	<b>87</b>
<b>6.3.1.1. Alejar las ocupaciones del cauce liberando unos terrenos a cada lado del mismo donde el río pueda llevar a cabo procesos de erosión y sedimentación y recuperar gradualmente un trazado natural</b>	<b>87</b>
<b>6.4. TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN NUESTRO TRAMO DE ESTUDIO</b>	<b>87</b>
<b>6.5. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DEL SISTEMA DUNAR</b>	<b>88</b>
<b>6.5.1. Reconstrucción morfológica de las dunas costeras</b>	<b>89</b>
<b>6.5.2. Revegetación</b>	<b>92</b>

<b>6.5.3. Eliminación de la vegetación invasora</b>	<b>94</b>
<b>6.5.4. Sistemas de protección</b>	<b>95</b>
<b>6.5.5. Seguimiento y mantenimiento de las obras de restauración</b>	<b>98</b>
<b>7. <u>VALORACIÓN ECONÓMICA</u></b>	<b>99</b>
<b>8. <u>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</u></b>	<b>100</b>
<b>9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b>101</b>
<b>9.1. PÁGINAS WEBS</b>	<b>101</b>
<b>9.2. ARTÍCULOS Y REVISTAS</b>	<b>101</b>
<b>9.3. LIBROS</b>	<b>102</b>
<b>9.4. PROYECTOS</b>	<b>103</b>
<b>9.5. PONENCIAS</b>	<b>104</b>
<b>9.6. LEYES</b>	<b>104</b>

**ANEXO IA. CATÁLOGO FLORÍSTICO SISTEMA FLUVIAL**

**ANEXO IB. CATÁLOGO FLORÍSTICO SISTEMA DUNAR**

**ANEXO II. CATÁLOGO DE FAUNA**

**ANEXOIII. MAPAS**

**MAPA I. RIESGO DE INUNDACIÓN PATRICOVA**

**MAPA II. USOS DEL SUELO**

**MAPA III. DPH SERPIS**

**MAPA IV. CH SERPIS**

**MAPA V. RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL SERPIS: Actuaciones para la mejora y restauración de las condiciones hidrológicas.**

**MAPA VI. RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL SERPIS: Actuaciones para la mejora y restauración de las riberas. Y RESTAURACIÓN SISTEMAS DUNARES ADYACENTES A LA DESEMBOCADURA**



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El objeto del presente proyecto es definir las actuaciones a realizar para la correcta restauración ambiental del último tramo del río Serpis, además de la restauración de los sistemas dunares adyacentes a su desembocadura (playa de Venecia y Mareny de Rafalcaid) en el término municipal de Gandía, comarca de la Safor, provincia de Valencia.

La Unión Europea, a través de la Directiva Marco del Agua y la Directiva de Evaluación y Gestión de las inundaciones, aboga por evitar y prevenir todo deterioro adicional en los ríos, y propone su Restauración. Por ello exige a los Estados comunitarios que adopten sus respectivas legislaciones a este nuevo enfoque de la gestión y conservación de los ecosistemas fluviales.

A través del programa A.G.U.A. el Ministerio de Medio Ambiente propone una nueva política hídrica basada en una gestión eficaz y sostenible de los recursos, poniendo en funcionamiento la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, que pretende recuperar, en la medida de lo posible un estado más próximo al natural de los ríos.

Sabiendo que existen numerosas definiciones de Restauración ambiental hemos elegido la siguiente por ser la que más se asemeja a nuestro concepto de restauración fluvial, así pues, definimos restauración ambiental como el conjunto de actividades encaminadas a devolver al río su estructura y funcionamiento como ecosistema, de acuerdo a unos procesos y una dinámica equivalentes a las condiciones, que establecemos como de referencia del buen estado ecológico (González y García, 2007).

### **2.2. OBJETIVOS**

El objetivo principal de nuestro proyecto es la restauración del cauce del río Serpis para devolverle su equilibrio dinámico entre los procesos físicos de la cuenca vertiente y la dinámica del cauce.

Atendiendo al objetivo principal hemos identificado los objetivos secundarios, más enfocados a concretar los procedimientos o manera en que pretendemos lograr el objetivo principal, que son los siguientes:

- Continuidad longitudinal de los flujos de agua, sedimentos, organismos, etc. y la conectividad de los hábitats.
- Capacidad de resiliencia después de perturbaciones.
- Darle el espacio suficiente para el desarrollo de funciones hidrológicas y ecológicas entre las riberas y llanuras de inundación.
- Mejora de la composición de la vegetación de la ribera.
- Eliminación de especies vegetales y animales alóctonas.

-Limpieza del cauce.

-Ordenación de los usos antrópicos.

-Fomentar la integración de la gestión de los ecosistemas fluviales en las políticas de uso y gestión del territorio con criterios de sostenibilidad.

Los objetivos tienen que ser formulados a través de un proceso de participación pública, realizado durante la fase inicial del proyecto.

## 2. ESTUDIOS PREVIOS

### 2.1. CONTEXTO FÍSICO Y BIOLÓGICO

#### 2.1.1. Localización y caracterización general del tramo del proyecto

##### 2.1.1.1. Marco Geográfico

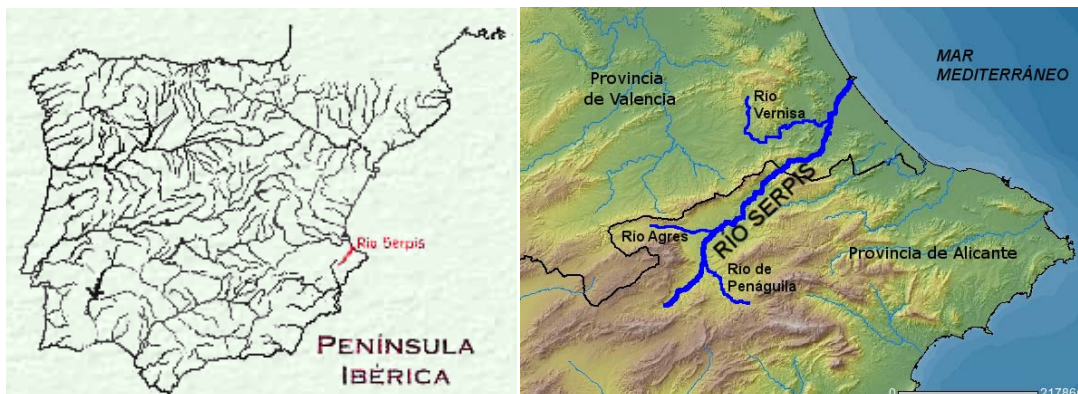


Figura 2.1. Localización del río Serpis. 03/09/13 12:37

El Serpis nace en la Sierra de Biscoi (Ibi) entre los Parques naturales del Carrascal de la Font Roja y la Serra de Mariola. Se caracteriza por ser un río corto, de unos 74,5km. , por tener un caudal irregular y escaso, un gran desnivel durante su recorrido y una cuenca de 752,8km<sup>2</sup>. Presenta crecidas fuertes y grandes estiajes. El Serpis a veces se queda completamente seco en alguno de sus tramos.

El Serpis recibe agua del río Polop. En Alcoi se le une el río Barxell y el Molinar, junto con los residuos urbanos e industriales del municipio. Recibe aguas del río Valleseta en Concentaina y aguas del río Agres en Muro de Alcoi, hasta llegar al embalse de Beniarrés, donde finaliza el curso alto del río, que se caracteriza por tener un desnivel de unos 680m., una pendiente aproximada del 2%, unos 34 Km. de longitud con un poder erosivo muy alto y un perfil transversal en forma de V y encajado, donde predomina el sustrato de rocas calcáreas y margas.

El curso medio del río que se extiende desde el embalse de Beniarrés hasta Vilallonga, tiene una longitud aproximada de 22km., una pendiente del 1,1% y un desnivel de 240m, es una zona de aguas rápidas con un poder erosivo elevado, un perfil transversal encajado y en V, donde predominan sustratos calcáreos y de dolomías, donde la alimentación del río se produce por la entrada superficial de barrancos y fuentes y la entrada subterránea de los acuíferos.

A partir de l'Orxa el río se estrecha y atraviesa un tramo encajado entre los grandes relieves de la serra de la Safor y la de Cuta.

En Vilallonga el río entra en la llanura de sedimentación cuaternaria disminuyendo su pendiente al 0,5%. Al llegar a Real de Gandía recibe las aguas del río Vernissa y las sobrantes de los riegos y finalmente desemboca en el Grao de Gandía. El desnivel aproximado en el curso bajo del río es de 80m., y tiene una longitud de 16km. Presenta un perfil poco encajado y de fondo casi plano, donde predominan los sedimentos fluviales como las gravas, arenas y limos.

En este tramo del río las aguas son lentas y con un poder erosivo muy bajo. El Serpis salva, desde su nacimiento hasta su desembocadura un desnivel próximo a los 1000m.

El río Serpis y su entorno, en el tramo comprendido entre Alcoy y su desembocadura en Gandia, con una longitud de 50 kilómetros y una superficie aproximada de 10.000 hectáreas, fue declarado Paisaje Protegido por la Conselleria de Infraestructuras y Medio Ambiente el 13 de abril de 2007. Es un espacio singular por sus valores paisajísticos, ecológicos y culturales, derivados de una relación histórica armoniosa entre el hombre y el medio natural.

Nuestra área de estudio corresponde a los 2 últimos km. del río, que abarcan desde el paso del río bajo el puente de Blasco Ibáñez hasta su desembocadura en el Grau de Gandía.

### 2.1.1.2. Climatología

Para la realización de la síntesis climática hemos empleado los datos de la Estación meteorológica más próxima a nuestra zona de estudio. Esta estación se emplaza en el Pasaje Lombard, en Gandia. Las condiciones climáticas de la zona de estudio se resumen en la siguiente tabla:

ESP VALENCIA ( GANDIA )								Altitude: 22 m.	
(C°/mm)		Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	PEi	
Latitude: 38°58'N	Longitude: 000°11'W								
Temperature observation period.: 1956-1969(14)									
Rainfall observation period....: 1956-1969(14)									
<b>Jan</b>	10.9	15.6	6.1	22.0	0.5	75.0	21.6		
<b>Feb</b>	11.3	16.5	6.2	23.3	0.7	43.0	22.9		
<b>Mar</b>	14.0	19.5	8.5	25.7	2.8	50.0	41.9		
<b>Apr</b>	15.8	21.1	10.4	28.1	4.9	56.0	56.2		
<b>May</b>	19.6	24.4	14.8	31.6	8.5	52.0	94.1		
<b>Jun</b>	21.8	27.2	16.3	34.0	12.0	36.0	115.8		
<b>Jul</b>	25.8	31.3	20.3	37.6	16.2	7.0	161.3		
<b>Aug</b>	25.9	31.0	20.8	36.8	16.9	33.0	152.2		
<b>Sep</b>	23.5	28.5	18.6	33.9	14.5	68.0	111.8		
<b>Oct</b>	19.1	23.6	14.7	30.3	9.2	159.0	69.9		
<b>Nov</b>	14.6	19.1	10.0	24.9	4.3	73.0	37.0		
<b>Dec</b>	11.6	16.0	7.1	21.4	1.7	84.0	23.5		
<b>Year</b>	17.8	22.8	12.8	29.1	7.7	736.0	908.1		

Tabla 2.1. Datos climatológicos estación de Gandia. www.globalbioclimatics .org 07/04/13 17:53

En invierno, las temperaturas son moderadamente suaves (unos 10º - 11ºC para el mes más frío) y en verano muy cálidas (a partir de los 26ºC en los meses de verano). La temperatura media anual es de 17,8ºC, siendo la temperatura mínima media del mes más frío 6,1º C y la máxima media del mes más cálido 31ºC.

Las precipitaciones se reparten de manera irregular durante el año y son más bien escasas. En otoño se producen las lluvias más bruscas, donde se registran episodios de lluvias torrenciales, las denominadas gotas frías. Existe una gran diferencia con los veranos que son muy secos como es típico de este clima, es en los meses de julio y agosto es cuando se registran los mínimos de lluvias. El máximo de precipitaciones en primavera, debido a tormentas, es menor que el de otoño, y presenta un principal pico en el mes de mayo y otro secundario en febrero.

Por lo general, la nubosidad es muy escasa en la zona, salvo en episodios meteorológicos adversos, se pueden llegar a contabilizar 300 días de sol al año.

La presión atmosférica no experimenta excesivamente variaciones y se mantiene por encima de su valor normal habitualmente, unos 1013 mb.

Tanto en verano como en invierno la humedad es alta, alcanza valores del 70% o superiores, salvo cuando se producen los periodos de vientos de componente oeste que reducen la humedad por debajo del 40%.

Episodios de granizo, heladas y nieblas son muy escasos en la zona de estudio y otros como la nieve son casi inexistentes.

Para caracterizar el clima de la zona emplearemos los índices bioclimáticos mediante la clasificación de Rivas-Martínez. Los índices bioclimáticos persiguen sintetizar y resumir los parámetros más importantes para la clasificación de los climas.

Índice de continentalidad ( $I_c$ )

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

Se expresa en grados centígrados y representa la amplitud térmica entre las temperaturas medias del mes más cálido ( $T_{\max}$ ) y la temperatura media del mes más frío ( $T_{\min}$ ) del año.

$$I_c = 25,9 - 10,9; I_c = 15$$

Como  $I_c$  es inferior a 21°C nos encontramos ante un Bioclima Mediterráneo Pluviestacional Oceánico. El valor obtenido de 15 sitúa a Gandia justo en el límite entre el subtipo oceánico y semioceánico.

Índice ombrotérmico ( $I_o$ )

$$I_o = 10 \times (P_p / T_p)$$

$P_p$  es la precipitación positiva anual en milímetros (precipitación media total de aquellos meses cuya temperatura media es mayor que 0°C).

$T_p$  es la temperatura positiva anual en °C, es decir, la suma de las temperaturas medias mensuales de aquellos meses cuya temperatura media es mayor que 0°C.

$$I_o = 10 \times (61,3 / 213,9); I_o = 2,86$$

Como  $I_o$  se sitúa en el intervalo comprendido entre 2 y 3.6 se dice que corresponde a un ombrotipo seco.

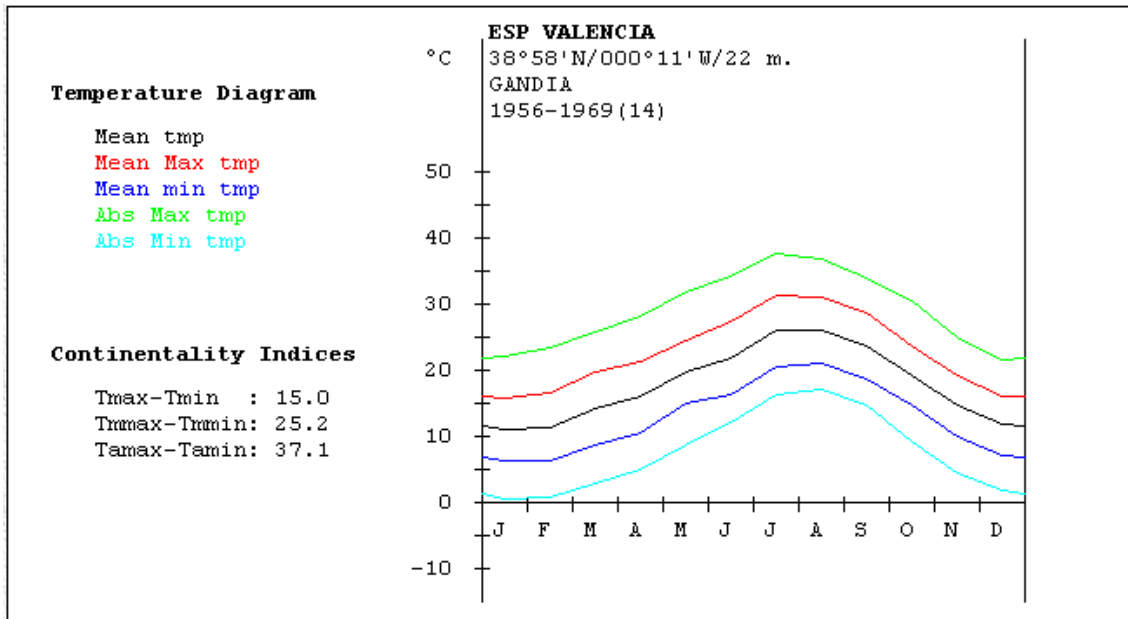
Índice de termicidad ( $I_t$ )

$$I_t = (T + m + M) \times 10$$

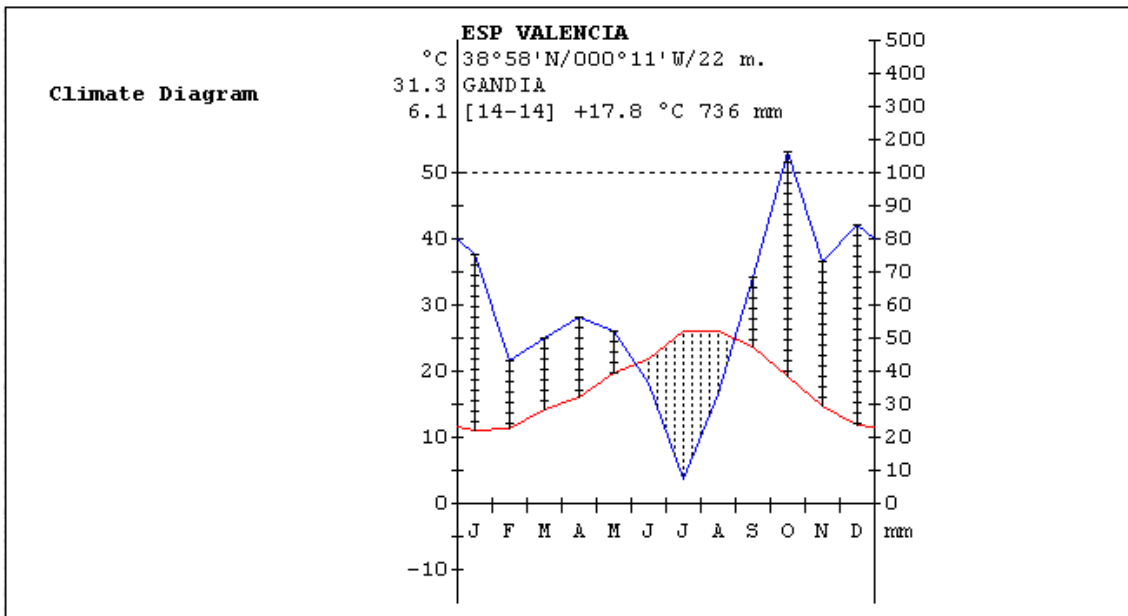
Donde T es la temperatura media anual, m es la temperatura media mínima del mes más frío del año, M es la temperatura media máxima del mes más frío del año.

$$I_t = (17,8 + 6,1 + 15,6) \times 10; I_t = 395$$

Puesto q  $I_t$  se sitúa entre los valores 350 y 450 nos encontramos en el piso bioclimático Termomediterráneo.



Gráfica 2.1. Diagrama de temperatura, estación de Gandia. www.globalbioclimatics .org 07/04/13 18:03



Gráfica 2.2. Diagrama climatológico, estación de Gandia. www.globalbioclimatics .org 07/04/13 17:57

Se aprecian las características del clima Mediterráneo, la estación donde más precipitaciones se producen es en otoño, siendo octubre el mes más lluvioso, también puede apreciarse que durante los meses de verano es un periodo de sequía. En el periodo seco la línea de

precipitación aparece por debajo de la línea de temperatura lo que nos indica la intensidad y duración de la sequía. Cuanto mayor es el área entre las dos líneas, mayor aridez existe.

Como conclusión afirmamos que las características bioclimáticas de la zona son:

<b>Bioclima</b>	Mediterráneo pluviestacional oceánico
<b>Piso bioclimático</b>	Termotipo Termomediterráneo
	Ombrotipo seco

Tabla 2.2. Características Bioclimáticas.

### 2.1.1.3. Identificación de Ecorregiones

Provincia biogeográfica:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea occidental

Superprovincia Mediterránea – Iberolevantina

Provincia Baleárica-Catalana-Provenzal

Sector Valenciano – Catalán

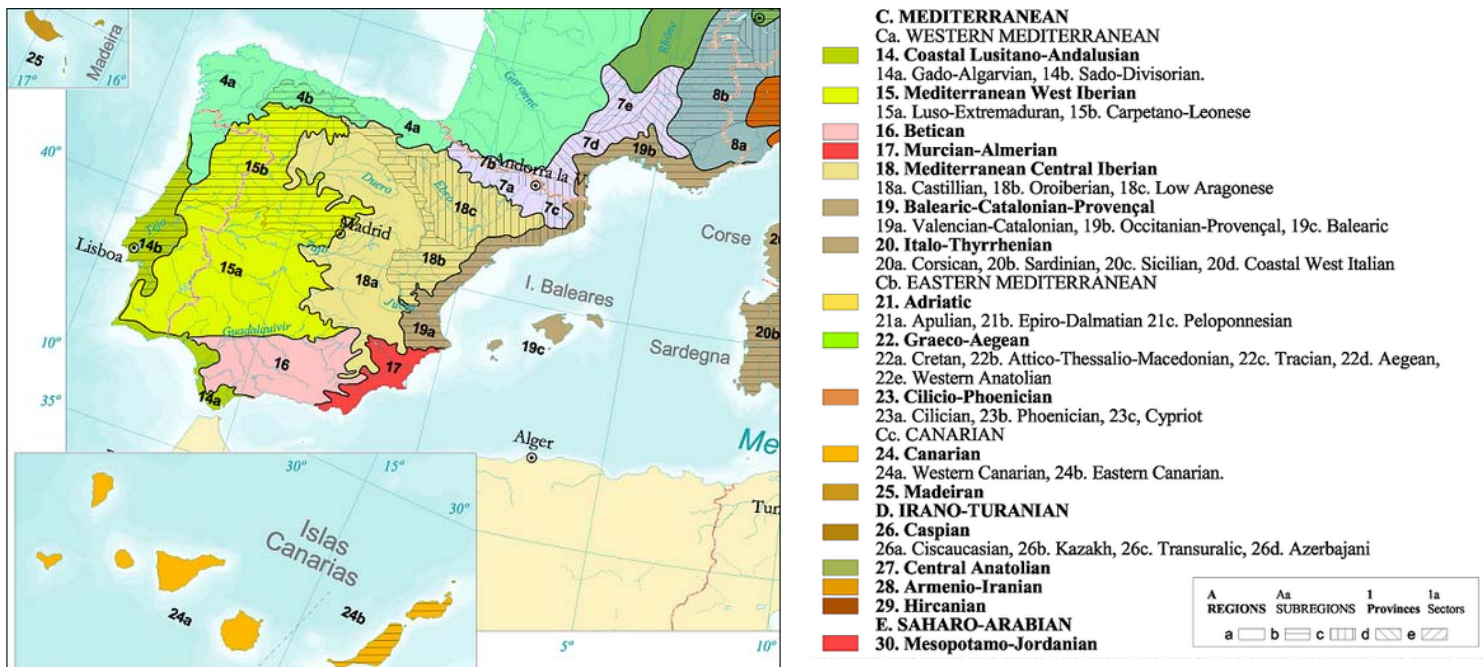


Figura 2.2. Sistema de clasificación bioclimática. Fuente: Worldwide Bioclimatic Classification System, 1996-2009, S.Rivas-Martinez & S.Rivas-Saenz, Phytosociological Research Center, Spain. <http://www.globalbioclimatics.org> 21/03/13 11:23

### 2.1.1.3.1. Zonas de vegetación de ribera en la Península Ibérica

La diferenciación de estas zonas de vegetación de ribera responde, a las mismas características morfológicas del paisaje en que se enmarcan relativas al régimen fluvial, al patrón termopluvial del área, la topografía del valle, las dimensiones del cauce, la naturaleza física del substrato, la trofia o riqueza en sales del suelo y del agua, y los usos antrópicos (Lara, 2005).

La división territorial propuesta está basada en la distribución de los tipos principales de los bosques y matorrales hidrófilos de la Península, Baleares y Canarias. Presentamos las zonas de vegetación de ribera que se reconocen en la siguiente imagen, en blanco a la zonación correspondiente a la mitad Norte de España y en amarillo la sectorización del Sur Peninsular.

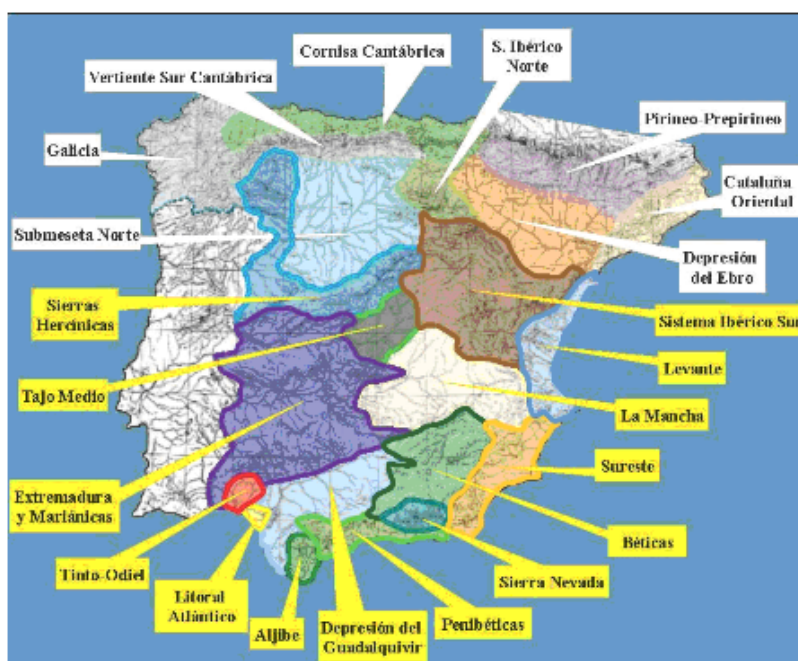


Figura 2.3. Zonas de vegetación de ribera. Fuente: www.magrama.gob.es 21/03/13 12:50

### 2.1.1.3.2. Distribución de la vegetación de ribera en la España Meridional

Entre las especies más representativas de estos paisajes, se encuentran las fresnedas, las alamedas, alisedas, saucedas, adelfares, tamujales, tarayales, alocares, azufaifares, loreras, abedulares, robledares hidrófilos y brezales hidrófilos.

Nuestra zona de vegetación riparia corresponde a la del Levante, la cual comprende los territorios de las llanuras litorales y zonas montañas costeras y subcosteras, en una estrecha franja de 80 Km de amplitud máxima al sur de la desembocadura del Ebro y hasta las faldas meridionales de las montañas Diánicas. Incluye las islas Pitiusas, pues las ramblas de Ibiza mantienen una vegetación en todo comparable a las del territorio peninsular, que corresponde casi exclusivamente a la Comunidad Valenciana. El clima es Mediterráneo cálido, libre de heladas tardías salvo en las cotas altitudinales superiores y sin fuertes contrastes térmicos



anuales, con precipitaciones escasas a moderadas. El territorio es primordialmente sedimentario y los cursos de agua eutrofos, aunque en la mitad norte los afloramientos silíceos dan lugar a arroyos y ramblas de condiciones mesótrofas. La vegetación riparia de esta zona es similar a la del sector Sureste, de condiciones más áridas. También presenta afinidades con el Sistema Ibérico Sur y Baleares.

Comunidades características: adelfares bético-levantinos, mimbreras calcófilas termófilas, saucedas negras bético-levantinas, fresnedas hidrófilas orientales y tarayales basófilos.

Otras comunidades: espinares, brezales calcícolas, tarayales halófilos, saucedas blancas y alamedas.

#### **2.1.1.4. Tamaño de la cuenca**

Definimos la extensión de la superficie vertiente como Mediana  $752,8\text{Km}^2$ , tal y como propone la Directiva Marco del Agua.

#### **2.1.1.5. Geología de la cuenca**

##### **2.1.1.5.1. Tectónica**

Los materiales presentes en la provincia de Valencia corresponden a dos grandes unidades geocronológicas:

-Al oeste de la zona montañosa constituida globalmente por rocas mesozoicas.

-Al este, bañadas por el Mar, y en el centro-oeste como prolongación de la Meseta, las rocas cenozoicas formadas durante el Terciario y Cuaternario.

En rasgos generales se pueden diferenciar las siguientes unidades fisiográficas fundamentalmente:

-La parte noroeste de la provincia, perteneciente a la Cordillera Ibérica, con su modelado y orientaciones usuales que corresponden a ejes de pliegues con dirección NW-SE.

-El centro-oeste, una zona de grandes muelas y formas tubulares que conforman el Macizo del Carocho.

-Entre las dos zonas se encuentra una de zona características planas, sin apenas relieves destacables; es la continuación de la llanura manchega que penetra en la península.

-En el sur encontramos las estribaciones más orientales de las Cordilleras Béticas, de orientaciones SW-NE.

- La zona este, con la Albufera en su centro, está caracterizada por la llanura litoral. Su origen está en el relleno progresivo de materiales terrígenos aportados por los relieves mesozoicos y los sedimentos marinos durante el Terciario y Cuaternario. La actual llanura está cerrada en el norte por las estribaciones más meridionales de las Cadenas Costero-Catalanas (altos de Crocainet y Pacayo), y en el sur por la parte más septentrional de las Cordilleras Béticas, ya en la Comarca de la Safor.



Figura 2.4. Unidades fisiográficas de la provincia de Valencia. Recursos propios.

Por tanto el sector meridional del Golfo de Valencia presenta la particularidad de que en él se ponen en contacto dos sistemas tectónicos diferentes, el Ibérico y el Bético. El contacto estructural entre ambos sigue una depresión alargada en sentido ENE-WSW que desde Tavernes de la Valldigna continúa hacia el interior de la Canal de Navarrés. El dominio Ibérico, con orientación NW-SE, llegaría hasta el río Serpis, mientras que el dominio Bético, de orientación SW-NE, se situaría al sur de este río. Así pues, se pueden diferenciar tres subsectores morfoestructurales:

-Sector situado al N de la fosa de Valldigna. Los relieves presentan orientación ibérica. Ambos anticlinales, que descienden lentamente hacia la llanura de Valencia, se encuentran separados por la depresión de Aigües Vives. El relieve actual de la depresión procede de una inversión tectónica acentuada por la excavación de las rocas de la depresión que son muy poco resistentes.

-Este subsector se sitúa en torno al macizo de Mondúver y al domo de Xeraco. Está separado del anterior por la fosa tectónica de la Valldigna y la zona diapírica de Barxeta, prolongándose hasta el cauce del Serpis. Es una zona neutra desde el punto tectónico, ya que se superponen las dos direcciones de plegamiento. El relieve presenta un carácter bastante masivo debido a la debilidad de los buzamientos, a la abundancia de llanos estructurales e incluso a los mismos entrecruzamientos de las dos direcciones de plegamiento, casi ortogonal. Los trazos de las antiguas estructuras ibéricas han sido muy modificadas por posteriores pliegues prebélicos de edad postburdigaliense. En este sector se localizan también gran cantidad de fallas que generalmente son explotadas por una densa red de barrancos. Al lado de elevaciones como el Mondúver o las que rodean la depresión de Pinet, aparecen una serie de cuencas de hundimiento que, o bien drenan hacia el Mediterráneo (Pinet, Rótova o Beniopa), o bien, han

permitido el desarrollo de poljes de origen tectónico (Barx). Las aguas que se filtran por los ponors o los sumideros del polje de Barx contribuyen en buena medida a la alimentación del río Vaca o de Xeraco que drena la Vallidigna. En conjunto, el macizo Mondúver presenta el aspecto de una meseta monoclinal, ligeramente inclinada hacia el N y que se hunde progresivamente hacia el S, mediante una sucesión de fracturas.

-Al sur del Serpis se extiende un nuevo sector de claro dominio prebélico. Las fosas tectónicas, menos abundantes que en el tramo anterior, son más estrechas. Son frecuentes, por el contrario, los pliegues-fallas y los cabalgamientos. El entrante de la Safor queda enmarcado por las Sierras de Gallinera, Mustalla y Segária. Ésta última presenta fallas de distensión por las que algunos casos afloran retazos de Trias. El relieve, después de la avanzada de la Serra Segária, llega definitivamente al mar mediante el Montgó, horst cretácico de dirección WNW-ESE, que constituye el extremo más meridional del sector, y a partir del cual se inicia un nuevo tipo de costa de marcada influencia estructural, que será característica en todo el litoral septentrional alicantino.

#### **2.1.1.5.2. Estratigrafía y litología**

Los materiales mesozoicos están representados por aforamientos de rocas de “facies Keuper” en posición tectónica anómala y por una sedimentación continua desde el Dogger hasta el Senoniense. Sobre este conjunto mesozoico se sitúa discordante un segundo gran ciclo sedimentario compuesto por materiales del Mioceno Medio e Inferior. Posteriormente un extenso recubrimiento Cuaternario se extiende desde el borde de los relieves mesozoicos y Terciarios hasta el mar.

Los materiales mesozoicos se disponen en tres grandes estructuras: el Jurásico y Cretácico Inferior en el anticlinal de Oliva; el Cretácico Superior en la alineación de las Sierras de Mustalla y en la Sierra de Segária, donde aflora además el Mioceno Medio e Inferior y se continúa en la depresión de Pego. El Cuaternario tapiza la llanura costera articulada en suave pendiente con los relieves de las sierras anteriormente citadas.

La historia de la sedimentación ha sido muy compleja. El sustrato del surco marino eocénico estaba formado por una secuencia incompleta de capas mesozoicas que se habrían depositado en aguas bastante someras. Estos materiales del sustrato experimentaron también los efectos de los empujes alpínicos, que cuartearon, replegaron y elevaron la cobertera mesozoica. De la misma quedan algunos retazos, constituidos por margas y calizas del Cretácico Superior o por tongadas más duras del Cretácico Inferior (Serra Gelada). La cobertera cretácica se apoyaba sobre una serie de capas calizas del Jurásico. A su vez, éstas se habían depositado sobre sedimentos triásicos y que son los materiales más antiguos de este tramo.

Esta secuencia litoestratigráfica, sometida a la compresión de la orogenia alpina, reaccionó de manera diversa. Las tongadas eocénicas, cretácicas y jurásicas se resquebrajaron y combaron en abombamientos, cuyos núcleos fueron ocupados por los materiales triásicos puesto que su plasticidad facilitó su movilización. A los empujes orogénicos les sucede un periodo de descompresión que determina la aparición de gran número de grietas que terminan funcionando como fallas.

Durante la primera mitad del Eoceno, este sector ya registraba una cierta inestabilidad que daría paso al plegamiento propiamente dicho. En determinados puntos, a estos movimientos preliminares les sucedió un periodo de relativa calma, puesto que las facies flysch del Eoceno Inferior aparecen coronadas por potentes bancos de calizas grisáceas con gran cantidad de foraminíferos del Eoceno Superior. Aunque el plegamiento se inició durante el Eoceno Superior (fase pirenaica), la fase paroxismal se produce durante la mitad del Mioceno. Con la primera fase estírica (entre el Burdigaliense y el Helveciense) se producen las dos terceras partes del plegamiento, en tanto que la segunda fase estírica (finales del Helveciense) es responsable del 25% de las deformaciones experimentadas en el sector.

La fase pirenaica generó pliegues arrumbados en dirección W-E y WNW-ESE, en tanto que la fase estilística más intensa produjo pliegues dirigidos en sentido SSE-NNW. La intersección de ambos sistemas de pliegues, que habría resultado sumamente debilitada y fracturada, facilitaría el diapirismo. Por su parte, el ascenso diapírico coadyuvó a la subsidencia de los alrededores periféricos dando lugar a la formación de cubetas, como por ejemplo la de Calp. Esta depresión funcionó como sinclinal subsidente que se fue rellenando con sedimentos burdigalienses. Asimismo, la conjunción de ascensos diapíricos y de la subsidencia de los que es un buen ejemplo el Peñón de Ifac.

Por otra parte, tanto la continuación del mecanismo diapírico, como la repercusión de las fases más recientes del plegamiento alpino (ática, románica, waláquica, etc), se han traducido por el mantenimiento de la actividad tectónica en el sector. La fase ática (acaecida entre el Mioceno y el Plioceno) produjo algunos plegamientos arrumbados de W a E, así como gran cantidad de dislocaciones. Estos esfuerzos acentuaron la elevación, entre otros, de la Sierra Grossa de Sant Julià y del Cap de les Hortes. La fase románica (Plioceno Medio – Plioceno Superior) produce una serie de fracturas longitudinales y transversales, debidas a la tracción y los desgarres que probablemente se relacionan con la movilidad de las masas plásticas del Trias. Finalmente, la fase waláquica produjo preferentemente fenómenos de pandeo con amplios radios de curvatura. Esta fase, que afecta de modo más intenso al sector meridional de este tramo, determina la elevación de la Sierra dels Colmenars. La inestabilidad continúa en tiempos holocenos como demuestra la fuerte actividad sísmica que experimenta la mitad meridional de la Comunidad Valenciana.

Según la memoria del mapa geológico 796 a escala 1:50.000 del Instituto Geológico de España (I.G.M.E.), la base litológica de la zona de estudio corresponde a un conjunto de sedimentos de edad cuaternaria de procedencia prioritariamente fluvial en fase rambla, llanura de inundación y localmente de glaciares y pie de monte. Estos recubren aleatoriamente, en una inferencia de relleno, los depósitos de marjal y de una bahía somera prepliocuaternaria configurada por accidentes estructurales de predominio bético y costero, y limitada actualmente por un cordón dunar litoral.

En la memoria del mapa 796, se describen de forma sucinta las características litológicas del terreno en el que se sitúa la zona de proyecto. Así pues, extraemos de las Memorias del Mapa 796 que en la zona de proyecto encontramos superficialmente QAb35 (Abanicos fluviales): “formados cuando las fuertes precipitaciones, en las zonas de cabecera, han originado gran

cantidad de material detrítico, que el arroyo, al salir a la llanura prelitoral de suave pendiente, desparrama radialmente por una pérdida gradual en su capacidad de transporte”.

### 2.1.1.5.3. Geomorfología

El tramo costero comprendido entre Valencia y Denia, sector meridional del Golfo de Valencia, destaca sobre todo por su gran uniformidad. Presenta un desarrollo de más de 90 km. de litoral estabilizado o ligeramente progresivo. Morfológicamente, albuferas y restingas son los aspectos que mejor definen este tramo costero.

Desde las inmediaciones de la ciudad de Valencia hasta el sur de Oliva se suceden de forma continua toda una serie de albuferas tanto funcionales como relictas, de dimensiones variables y distintos grados de evolución. Asimismo, amplias restingas, desarrolladas a partir de la redistribución que los aportes fluviales realizan los procesos de dinámica marina, cierran estos espacios albufereños. El influjo estructural en este sector es muy poco acusado, ya que sólo en la montaña de Cullera y en los aledaños de Denia el relieve llega directamente al mar. Predominan, pues, las llanuras aluviales cuyo mayor o menor desarrollo estará en función de:

- ✓ La ubicación de los relieves montañosos.
- ✓ La colmatación fluvial.
- ✓ La erosión marina.

Entre la desembocadura del río Serpis y la punta de l'Almandrava en Denia se extiende una amplia restinga de dimensiones bastante regulares, que tienen cerca de 1,5 km. de anchura y presenta elevaciones que alcanzan cotas de hasta 7 u 8 metros. Pese a su aparente homogeneidad morfológica, pueden distinguirse dos sectores con distintas características genéticas.

El primero de ellos se caracteriza por la influencia de río Serpis: arranca de su desembocadura y presenta abundantes materiales procedentes de dicho aparato fluvial. De hecho, entre la gola del Serpis y Daimús una barra de cantos cubre la actual playa. Dicha barra de cantos desaparece por completo hacia el sur. Así, entre las playas de Daimús y Aigües Blanques (Oliva) hay un predominio absoluto de arenas.

Entre el abanico aluvial de la rambla Gallinera y el del río Girona encontramos una segunda restinga de 9 km. de longitud. Su génesis parece ligada, como en la mayor parte del óvalo valenciano, al crecimiento de una barra submarina apoyada sobre formaciones pleistocenas eólicas o marinas, como las calcoarenitas que emergen en las inmediaciones de Denia. Los materiales de restinga, exclusivamente arenosos, proceden también mayoritariamente del Serpis, pero en este caso con unas granulometrías de menor tamaño y, en menor proporción, con materiales aportados por la rambla Gallinera y el río Molinell. De hecho, entre Daimús y Denia se observa una graduación del tamaño de las arenas inversamente proporcional a la distancia respecto a la desembocadura fluvial.

Un recorrido transversal de estas restingas nos permite identificar una playa que alcanza una extensión cercana a los 100 metros en el frente costero de la Marjal de Pego-Oliva, pero que disminuye hacia el norte, en parte por el efecto barrera del puerto de Gandia.

## 2.1.2. CARACTERIZACIÓN DE NUESTRO SEGMENTO FLUVIAL

El Serpis tiene un sistema hidrográfico de tipo mediterráneo, la característica esencial del cual es la pronunciada irregularidad estacional. Periódicamente se dan lluvias torrenciales, en especial en otoño, que contrarrestan con las largas sequías estivales.

En general la escorrentía superficial es reducida como consecuencia de la elevada permeabilidad de los materiales carbonados que conforman la mayor parte de la cuenca, de manera en que un alto porcentaje de lluvia útil se infiltra en los acuíferos. No obstante, ocasionalmente se producen crecidas muy violentas que pueden llegar a provocar daños importantes, ya que los cauces están poco habituados a soportar estos niveles de agua y son incapaces de evacuarlos en un periodo de tiempo tan corto.

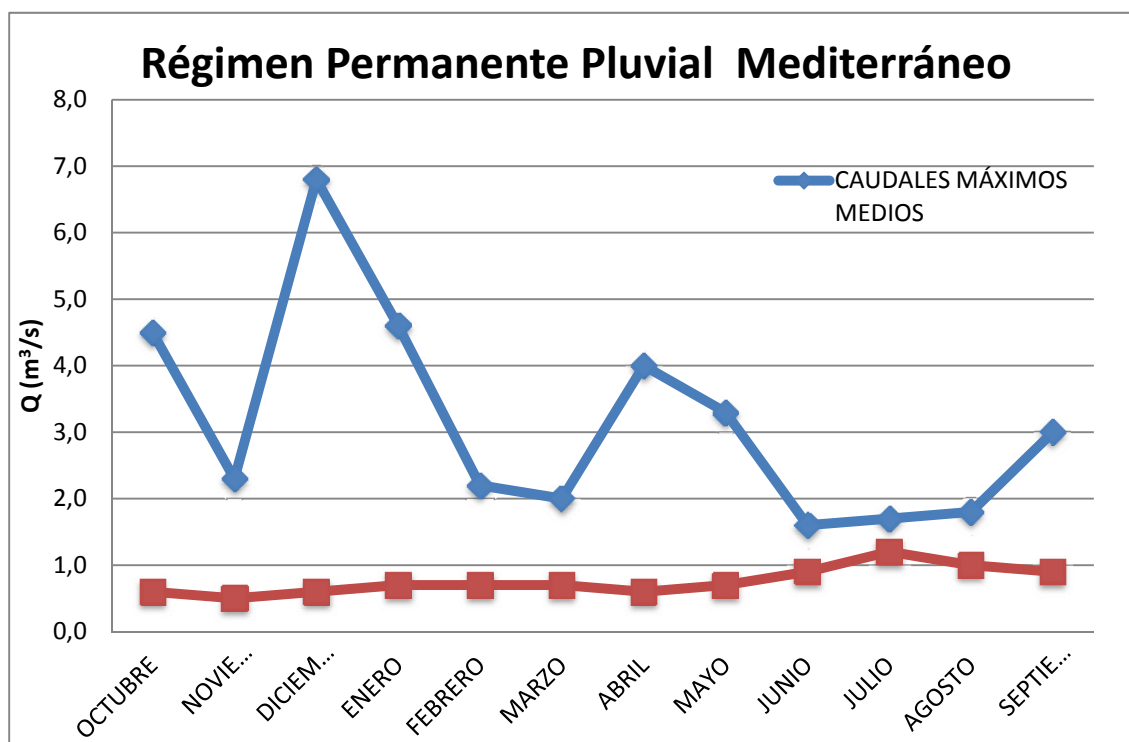
### 2.1.2.1. Régimen de caudales

Definimos el régimen de caudal de nuestro río según (Poff et al 1997): “el carácter permanente o temporal de los caudales determina las tipologías de las comunidades ecológicas, además dentro de estos tipos de régimen tiene especial significación biológica la constancia o predictibilidad de ciertos eventos hidrológicos como pueden ser por ejemplo las avenidas y los estiajes”.

Con estos criterios definimos nuestro tramo fluvial como de régimen permanente, y en función del tipo de precipitación como pluvial mediterráneo, que presenta un máximo principal en otoño, uno secundario en invierno-primavera y un mínimo estival, típico de la vertiente mediterránea.

DATOS DE LA ESTACIÓN DE AFORAMIENTO	
ESTACIÓN	8071Serpis en Villalonga
CHJ	
Nº DE CUENCA	8029
CORRIENTE	Serpis
TIPO DE CORRIENTE	Río
Nº ESTACIÓN FORONÓMICA	8071
EN SERVICIO	Si
LUGAR	Villalonga
MUNICIPIO	Villalonga
PROVINCIA	Valencia
HOJA 1/50000	795 (Xativa)
XUTM30:	735791
YUTM30:	4306139
LONGITUD	-1655
LATITUD	385219
SUPERFICIE CUENCA ESTACIÓN	547 Km <sup>2</sup>
ALTITUD	190m
SUPERFICIE CUENCA RIO	753 Km <sup>2</sup>

Tabla 2.3. Datos de la estación de aforo. CHJ



Grafica 2.3. Régimen de caudales. Elaboración propia datos Estación de aforo 8071 años 1989 al 2010

Pese a la existencia del Subsistema de la Plana Gandia-Denia el régimen de caudal del Serpis no se ve afectado significativamente, ya que el río solo aporta  $6 \text{ hm}^3/\text{año}$  al acuífero.

#### 2.1.2.2. Tipo geomorfológico

En relación con las condiciones geomorfológicas vamos a caracterizar nuestro río por el tipo de trazado en planta que presenta y por la forma de sección transversal del cauce, ambas características influidas por el tipo de valle por el que discurre el canal fluvial.

El tipo del valle por el que discurre nuestro río (según González del Tánago et al., 2006) es de tipo IV, ya que está situado en una zona de relieve plano, sobre antiguos depósitos y presenta las siguientes características: el cauce está poco encajonado en el valle y su llanura de inundación es no confinada, discurriendo sobre antiguos depósitos sedimentarios de origen fluvial sobre el que a menudo se forman humedales.

En relación a los tipos de cauce, en una adaptación de González del Tánago (2007) a lo propuesto por Rosgen (1996) nuestra zona de estudio es de cauce múltiple y ramificado ya que está situado en la zona baja, tiene una pendiente longitudinal pequeña y una gran carga de sedimentos, generalmente en valles de tipo III y IV. Este tipo de cauce recibe el nombre de tramo anastomosado.

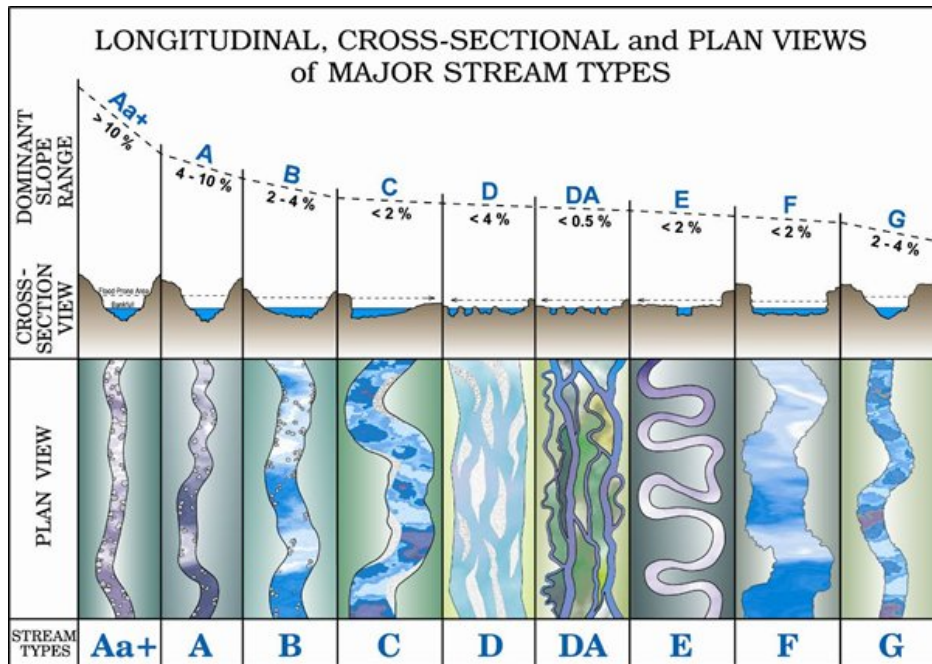


Figura 2.5. Tipos de cauce y sección transversal diferenciados por Rosgen (1996).

Como se muestra en la imagen la forma de la sección transversal del último tramo del Serpis es de tipo F.

### 2.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS HABITATS FLUVIALES

#### 2.1.3.1. Condiciones hidráulicas

El tramo final del río Serpis queda sin corrientes de agua durante largos periodos al año y se pueden observar únicamente algunos charcos aislados con aguas eutróficas. No obstante, a un km aproximadamente de la desembocadura se nota la influencia del agua marina, que se adentra en el río y crea nuevos ecosistemas estuáricos. En esta zona la lámina de agua puede llegar a los 60 metros de ancho, aunque la corriente es muy débil o prácticamente nula.





Imagen 2.1. Intrusión marina en la desembocadura. 30/10/12 10:40

Por lo que respecta a los regímenes de velocidad-profundidad, corresponden a la categoría de lenta-sucinta, ya que no hay rápidos, solamente charcos.

### **2.1.3.2. Granulometría del substrato**

Según discurren los ríos aguas abajo la pendiente longitudinal de los cauces va disminuyendo y con ella el tamaño de los sedimentos, encontrando en los tramos medios y bajos tamaños cada vez más pequeños, con gravas, arenas y sedimentos finos.

El lecho del río está formado por cantos rodados (de 50-25cm de  $\emptyset$ ) guijarros (25-6cm de  $\emptyset$ ), gravas (de 6 a 2 cm de  $\emptyset$ ), arenas (de 0,2- 0,02 cm de  $\emptyset$ ) y limos (<0,02cm de  $\emptyset$ ), además en determinados puntos el cauce es mullido y fangoso. Los márgenes los forman mayoritariamente grandes bloques artificiales (>50cm de  $\emptyset$ ) dispuestos a modo de muro contra avenidas, además de limos y gravas.

### **2.1.3.3. Formas de lecho**

En condiciones naturales, los distintos elementos del substrato no aparecen dispuestos de forma regular o aleatoria, sino que muestran una cierta organización elaborada por el propio río, pudiéndose observar una serie de “formas del lecho” que responden a las distintas características geomorfológicas de cada tramo del río.

En nuestro caso como el río Serpis está fuertemente antropizado los distintos elementos del substrato no muestran una organización elaborada por el propio río y la forma del lecho no responde a las características geomorfológicas esperadas para este tramo. A la vez como el agua está tan turbia no podemos decir con seguridad cual es el tipo del lecho, pero según la teoría al ser el último tramo del río y haber intrusiones de arena del lecho marino debería de ser de tipo arenoso y posiblemente de barrido de dunas y transición al lecho liso, como muestra la figura 2.6.



Figura 2.6. Tipo de lecho, barrido de dunas y transición al lecho liso, Chang (1988).

#### 2.1.4. TIPOLOGIA DEL RIO SERPIS

Según la tipología aplicada al conjunto de los ríos españoles que ha sido propuesta por el CEDEX (2005) nuestro río pertenece a la tipología 9, Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea. La disposición de una tipología se hace indispensable pues esta sirve de referencia para cada tipo de río.

#### 2.1.5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DUNAR

Las dunas costeras son ecosistemas terrestres únicos situados en la transición entre ambientes continentales y marinos. Como el resto de hábitats costeros, los sistemas dunares son extremadamente frágiles, y fácilmente vulnerables frente a la acción humana.

Han sido utilizados desde la antigüedad por el hombre diferentes propósitos relacionados con la instalación de asentamientos y explotación de los recursos y oportunidades que estos ecosistemas ofrecen. Actualmente la mayor parte de los ecosistemas dunares se encuentran degradados debido a la presión humana o han sido destruidos siéndola actividad urbanística y turística una de las principales causas de alteración (European Environmental Agency, 2006).

En España las dunas costeras son, en la mayor parte de su superficie Dominio Público Marítimo Terrestre (Ley de costas 1988) y pertenecen al estado.

La propuesta de restauración dunar la llevaremos a cabo en la playa de Venecia y en el tramo del Mareny de Rafalcaïd más próximo al Serpis.

### 2.1.6. VEGETACIÓN

En un entorno fuertemente alterado como es el caso de Gandia, la degradación de los ecosistemas originales y la fuerte antropización del medio son una muestra patente de la inadaptación que existe entre la actividad del ser humano y la vida vegetal y animal del lugar. Estas alteraciones se han visto favorecidas por los procesos de erosión que acontecen en la zona, debido a la aridez del lugar, a la pérdida de la cubierta vegetal, al fenómeno de desertificación.

El origen de esta degradación del medio se debe a las actividades agrícolas, a prácticas de irrigación inapropiadas y la deforestación especialmente, de las vertientes de las tierras altas, que generan suelos erosionados y altamente esquilados. Como consecuencia, encontramos en la zona una vegetación bastante escasa y poco diversa.

La vegetación actual predominante en la zona es la de cultivos de regadío, en particular la dedicada a los cítricos. Las zonas no urbanizadas están ocupadas por cultivos y una pequeña porción de matorral.

#### 2.1.6.1. Vegetación de orillas y riberas

Por último, la caracterización de los hábitats fluviales puede completarse con los tipos de formaciones vegetales que existen en las orillas y en las riberas, que integran la influencia de todos los factores físicos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas fluviales.

Las formaciones vegetales de los ríos dependen en gran medida del grado de humedad de los suelos en que se asientan y de la velocidad de la corriente que determina la granulometría del sustrato.

La vegetación observada en las vertientes de la cuenca del Serpis es una vegetación típica mediterránea, caracterizada por árboles y arbustos perennifolios de hojas pequeñas y duras, a menudo espinosas, para evitar la pérdida de agua durante el periodo estival.

En el cauce predomina el estrato herbáceo. También en las márgenes, conjuntamente con el estrato arbustivo alto, constituido principalmente por tarayales (*Tamarix gallica*), que suelen crecer bien en terrenos con una concentración de sales más o menos elevada. Solo ocasionalmente aparecen algunos ejemplares de porte arbóreo aislados y por tanto las zonas de sombreado en el cauce son muy escasas. El grado de sombra es un parámetro indicativo de la mayor o menor temperatura que puede llegar a conseguir el agua, cosa que está directamente relacionada con la producción primaria del ecosistema fluvial, en este caso el grado de sombra en la zona de estudio es inexistente.

Hay bloqueo vegetal del cauce en algunos puntos, provocados por la abundancia de cañas y otras especies de carácter invasor, como es el caso de "groc séquia" (*Ludwigia grandiflora*), especie en expansión, típica de aguas estancadas y contaminadas.

La riqueza de especies que encontramos en nuestro tramo objeto de proyecto es de 25, siendo el 36% de éstas alóctonas. (Ver anexo IA, Catálogo florístico sistema fluvial).

Muchas de estas plantas forman parte de una flora ruderal y nitrófila. Son por ejemplo el ricino (*Ricinus communis*), la olivarda (*Dittrichia viscosa*) el tabaco borde (*Nicotiana glauca*) y el hinojo (*Foeniculum vulgare*). El ricino es una planta alóctona muy común a la orilla del tramo final del Serpis, principalmente en las proximidades de la desembocadura.

Esta vegetación de ribera se encuentra altamente degradada.



Imagen 2.2. Ricinus comunis (imagen tomada el 30/10/2012 a las 13:44).

#### **2.1.6.2. Vegetación nitrófila**

Llamamos vegetación nitrófila a las especies que se caracterizan por crecer en ambientes ricos en nitrógeno. Son especies muy ligadas a lugares donde la actividad humana está presente, aparecen en las parcelas de cultivos y sus alrededores, en los bordes de caminos, alrededor de viviendas, en zonas de cultivos abandonados, solares, vertederos y cualquier lugar que acumule materia orgánica. Dada su abundancia en los medios que colonizan, son comunidades muy ricas en especies y frecuentes en cualquier lugar, es decir, presentan una distribución muy amplia.

#### **2.1.6.3. Vegetación dunar**

Los ecosistemas dunares son uno de los ambientes naturales más alterados por el hombre. En la actualidad, más del 90% de las playas de la Comunidad Valenciana carecen de estas formaciones. Cualquiera de los arenales litorales tiempo atrás, tuvo campos de dunas con una valiosa vegetación asociada. La ocupación urbanística de la costa acabó en gran parte con la superficie arenosa y sometió al resto de la zona a una intensa transformación para adecuarla a un turismo poco respetuoso con el medio. Ver Anexo IB, Catálogo flora dunar.

Pero no sólo la actividad urbanística es responsable de la destrucción de los sistemas dunares. El sustrato arenoso de éstos es muy frágil, y tarda muchos años en reponerse. El paso de los usuarios de las playas a través de las dunas provocan efectos perniciosos para éstas, por la erosión del lugar al pasar por encima y por la clara degradación de la vegetación, clave en la retención de la arena aportada por el viento. A veces, la erosión producida por los caminantes forma huecos que provocan una especie de embudo por el que penetrará el viento de las brisas marinas, incrementando la erosión.

Como se ha dicho, las dunas son frágiles por la naturaleza de su sustrato. También tienen una biodiversidad relativamente baja, lo cual no las favorece. No obstante, son sistemas más complejos de lo que parecen en principio. Su morfología varía perpendicularmente a la costa. La vegetación dunar se organiza en bandas paralelas a la orilla del mar, según la capacidad de cada especie para colonizar un medio hostil como la costa. Desde el mar las dunas van creciendo en altura.

En primera línea hallamos dunas embrionarias y tras ellas dunas móviles, habitadas por herbáceas, sobre todo gramíneas, que se encargan de ir acumulando arena gracias a un extenso sistema de raíces que actúan deteniendo el avance de esta arena, apareciendo en la retaguardia las dunas semifijas. Detrás la situación cambia. Aquí ya encontramos dunas en las que el sustrato está mejor fijado, permitiendo dominar a otras clases de vegetación, en ocasiones pequeñas plantas leñosas.

Hacia el interior, las dunas están más fuertemente fijadas, y crecen sabinas y aparecen las formaciones de pinos, de formas notablemente moldeadas por la acción del viento, dando lugar a bosques que pueden llegar a ser bastante extensos. En ocasiones hay zonas levemente deprimidas, lo bastante próximas al nivel del mar como para que en ellas crezcan juncos y otras plantas propias de lugares algo húmedos y salobres. Claro está, toda esta descripción es bastante vaga, y frecuentemente hallamos una gran e interesante variabilidad en cuanto a la configuración de las dunas y la vegetación que las pueblan, dependiendo de factores ambientales y del impacto humano al que han sido sometidas.

Actualmente, estas formaciones son muy escasas, dado que fueron arrasadas durante el proceso de urbanización.

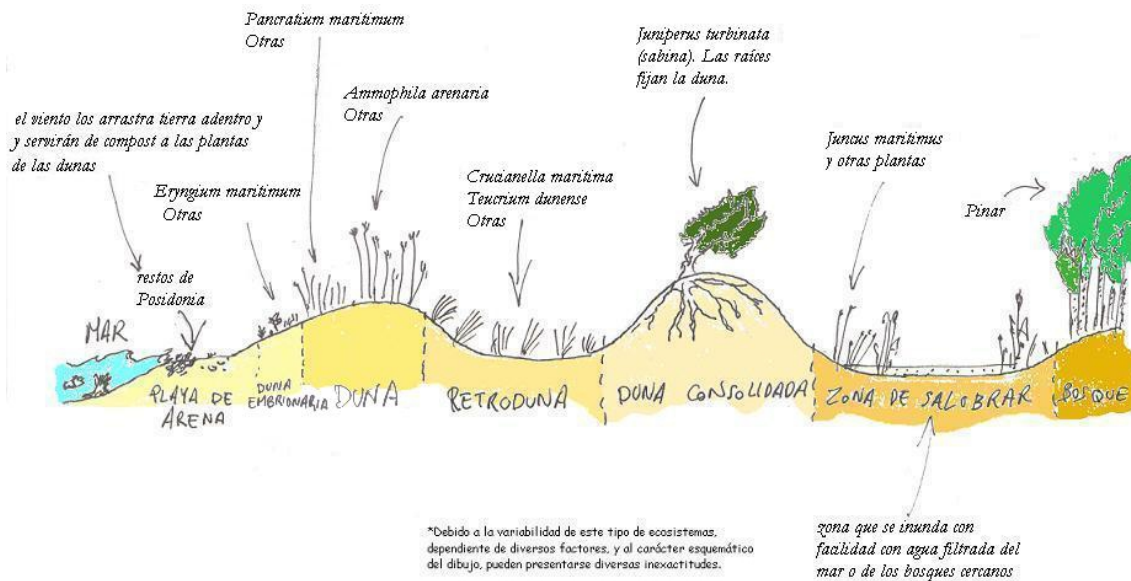


Figura 2.7. Distribución de las diferentes franjas de vegetación en un ecosistema dunar.

#### 2.1.6.4. Vegetación potencial

Entendemos como vegetación potencial a la que de forma natural colonizaría un territorio sino existiesen afecciones humanas, de tal forma que la sucesión vegetal, iría dejando paso a asociaciones vegetales distintas hasta conseguir la vegetación climax. Pero actualmente la utilización de estos territorios es agrícola, urbana y ramadera extensiva.

Mediante la Biogeografía vegetal que se encarga de estudiar la distribución de las asociaciones vegetales en el territorio, estableciendo una tipología terrestre en base a las áreas actuales de las comunidades terrestres y con la Bioclimatología, que estudia la distribución de las asociaciones vegetales en función de las condiciones climáticas del territorio, definimos unas series de vegetación que corresponderían a las características geográficas y climatológicas del área de estudio.

Una serie de vegetación es una unidad geobotánica sucesionista paisajística, que trata de expresar todo el conjunto de comunidades vegetales que pueden hallarse en unos espacios ecológicamente homogéneos, como resultado del proceso de sucesión, lo que incluye tanto los tipos de vegetación representativos de la etapa madura del ecosistema vegetal como las comunidades iniciales o subseriales que la reemplazan.

Sabiendo que nuestra área de estudio pertenece al piso bioclimático Termomediterráneo y al ombrotipo seco la serie de vegetación que encontramos es la Serie 27c; Encinares iberolevantine meso y termomediterráneos. Serie iberolevantine de encina (*Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum*).

Esta serie constituye la vegetación potencial desde el inicio del Barranc de l'Infern hasta el mar. La etapa madura de esta serie corresponde a un bosque denso de encinares (*Quercus*

*ilex*) que puede incluir a veces robles marcescentes, enebros, alcornoques, etc.), y posee un sotobosque arbustivo no muy denso.

La mayor pluviosidad de estas zonas se hace patente por la presencia de la subasociación *Fraxinetosum orni*, así como de algunas especies exigentes en humedad como el fresno d flor (*Fraxinus ornus*), la cornicabra (*Pistacia terebinthus*), el durillo (*Viburnum tinus*) y el rusco (*Ruscus aculeatus*).

A causa de la explotación agropecuaria y de los incendios solo quedan zonas de pequeños bosquejos de carrasas de forma relictas que han sido sustituidos por pinedas y matorrales. La etapa de sustitución de la serie potencial está formada principalmente por genistas (*Retama sphaerocarpa* y *Genista valentina*), hiedra (*Hedera hélix*), clemátide olorosa (*Clematides flammula*) y zarzaparrilla (*Smilax aspera*). En el matorral destacan el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito (*Chamaerops humilis*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), la coscoja (*Quercus coccifera*) y el aladierno (*Rhamnus alaternus*).

Alrededor de la ribera las formaciones vegetales más abundantes son los coscojares con lentisco (*Quercus-Lentiscetum*), y en las zonas más degradadas matorrales de *Rosmarino-Ericion* con otras especies acompañantes como la bruguera (*Erica multiflora*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la aliaga (*Ulex parviflorus*), especialmente frecuentes después de incendios forestales (Lucio Puig: 2006). En muchos lugares las pinedas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y pino rodeno (*Pinus pinaster*), han sustituido a la carrasca como especie dominante. En los suelos más esqueléticos de la zona encontramos, naturalizadas, el algarrobo (*Ceratonia silicua*) y el olivo (*Olea europea*).

#### **2.1.6.4.1. Vegetación potencial del ecosistema fluvial**

En las márgenes del río, se da un tipo de vegetación adaptada al medio en el que prosperan y se distribuyen según el grado de humedad, se denominan plantas ripícolas o de ribera. Es un ecosistema muy dinámico. En épocas de sequía hay escasez de agua y nutrientes, mientras que durante los periodos lluviosos el agua anega y erosiona con fuerza los márgenes del río.

La vegetación de ribera cumple una importante misión al:

- Estabilizar los márgenes del río y disminuir el efecto erosivo del agua.
- Favorecer la sedimentación de materiales y, con ello, la fertilidad del terreno inundado.
- Moderar la temperatura del agua y la cantidad de luz que le llega.
- Ofrecer refugio y lugar de cría y reposo a muchas especies animales.
- Depurar las aguas subterráneas y freáticas.
- Potencialidad como espacio recreativo y de ocio.
- Albergar una importante comunidad faunística y botánica, con especies endémicas y refugio imprescindible de gran cantidad de aves.

-Es una vegetación riparia, es decir, que depende fundamentalmente de la humedad del suelo. Por ello, la vegetación de ribera tiene como principal factor condicionante la mayor o menor proximidad y altura respecto al cauce del río.

En el corte transversal de un río se localizan cuatro zonas diferentes de vegetación, que vemos a continuación.

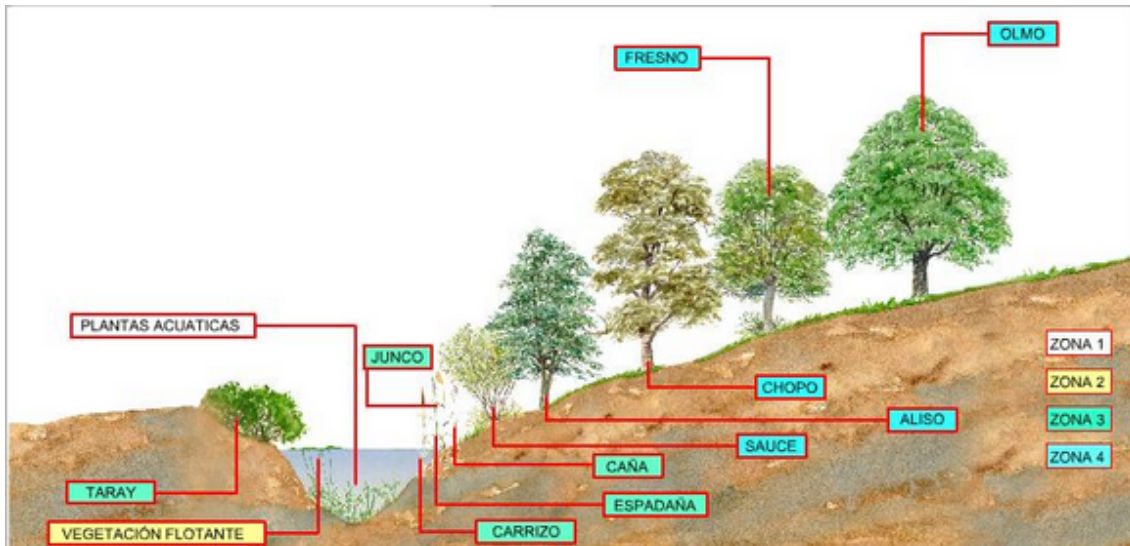


Figura 2.8. Vegetación de ribera

La primera zona está constituida por las plantas acuáticas que viven sumergidas y enraizadas en los bordes llanos o en el lecho de las aguas poco profundas. Reducen la velocidad del agua, protegiendo el lecho contra la erosión.

En la segunda zona, la vegetación emergente es aquella que se encuentra enraizada en el fondo pero con crecimiento aéreo del tallo y hojas fuera del agua. Estas formaciones vegetales ocupan las orillas de aguas corrientes y estancadas, bien soleadas, ya que son plantas heliófilas. Se trata de plantas herbáceas perennes, que fijan los suelos y defienden las orillas al frenar por rozamiento la fuerza de la corriente del agua, es la zona donde se asientan los cañaverales (espadañas y carrizos).

A partir de la tercera zona, encontramos agrupaciones arbóreas y arbustivas que protegen las orillas con el entramado de raíces, moderando la velocidad de las corrientes torrenciales al dividir las aguas con el ramaje, que es casi siempre elástico. Este tipo de vegetación recibe el nombre de riparia.

La última zona, la más alejada de la orilla y raramente inundable, se corresponde con aquellas especies arbóreas que necesitan humedad edáfica pero no pueden considerarse en sentido estricto ripícolas, ya que pueden vivir en zonas ajenas a las corrientes de agua.

La vegetación se dispone en bandas paralelas en los márgenes del cauce del río en función de las necesidades de humedad y de la resistencia a los desbordamientos del río. El suelo donde se asienta la vegetación está formado por los propios aluviones del río depositados en las avenidas. Caracteriza este suelo la falta de estructura, una buena aireación y la presencia constante de agua a escasa profundidad.



La distribución de la vegetación se presenta desde el margen del cauce en tres bandas paralelas características:

Sauceda y aliseda.

Chopera o alameda y fresneda.

Olmeda.

Según Aguilera et al. (2007), la vegetación potencial de las riberas está representada por la geoserie valenciana fluvial de bosques de choperas (*Vinca difformis*-*Populus albae sigmetum*). Se trata de una serie edafohigrófila de cauces fluviales, termo-mesomediterráneos, de aguas duras y suelos ricos en bases. Las especies más características son los chopos (*Populus alba*), con vinca (*Vinca difformis*), el aro (*Arum italicum*), el taray (*tamarix canariensis*), sarga (*Salix eleagnos* subsp. *angustifolia*), emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia*) y la zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

Esta serie forma la segunda banda de vegetación, de relativa proximidad al cauce del río. Su etapa más madura corresponde al bosque de chopos (*Vinca-Populetum albae*), dominado por alamedas y chopos (*populus nigra*).

Las principales etapas de sustitución son las zarzas de *Rubetum ulmifolii-caesii* y las fresnedas *Brachypodietum phoenicodis* subas. *Convolvuletosum althaeoidis*. La olmeda de *Hedero heli-* *Ulmatum minoris* constituye el contacto catenal de la alameda hacia los suelos más secos. En las zonas más afectadas por las crecidas contacta con las salcedas de *Salicetum neotrichae*.

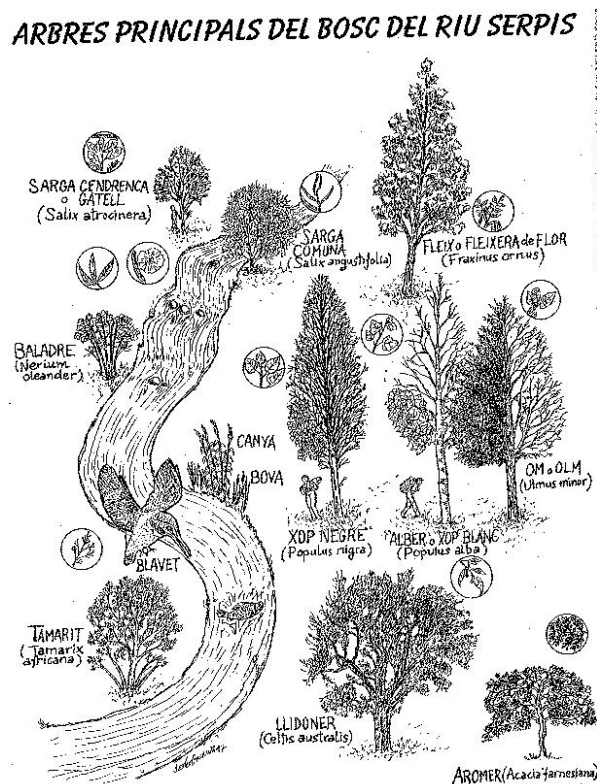


Figura 2.9. Vegetación del Serpis. J. Pellicer Bataller, De la Mariola a la Mar. Viatge pel riu Serpis, Col.lectiu de Mestres de la Safor, Bellreguard, 1997.

#### 2.1.6.4.2. Vegetación potencial de la zona dunar

En primera línea de playa aparecen restos orgánicos de posidonia, y se da la comunidad Salsolo-Cakiletum maritimae, comunidad de barrilla pinchosa (*Salsola kali*) y oruga de mar (*Cakile marítima*). Se encuentra muy alterada debido a las tareas de limpieza de las playas y el trasiego humano.

En las dunas móviles no existen comunidades diferenciadas, y aparecen a modo de mosaico. Como especies psammófilas aparecen el barrón, lirio de mar, loto de mar (*Lotus creticus*), carretón de playa (*Medicago marina*), cardo de mar (*Erygium maritimum*), grama marina (*Elymus farctus*), y otras menos frecuentes como *Calystegia soldanela*, *Malcolmia littorea* o *Echinosphora spinosa*.

Cerca de las edificaciones las comunidades se encuentran más degradadas. Son frecuentes las especies alóctonas como el *Agave americana* o pita y la hierba de cuchilla (*Carpobrotus edulis*)

En las dunas fijas aparece la crucianella (*Crucianella marítima*), junto con la especie invasora uña de gato (*Carpobrotus acinaciformis*).



Imagen 2.2. Uña de gato en la playa del Mareny de Rafalcaid. 14/08/13, 12:45.

#### 2.1.7. FAUNA

En las formaciones vegetales de las riberas y llanuras de inundación se encuentran numerosas comunidades de invertebrados y vertebrados que utilizan el corredor fluvial como refugio, área de nidificación, alimentación, migración, etc. Viviendo íntimamente ligadas a los cursos de agua donde encuentran un medio necesario o complementario para su desarrollo y permanencia.

En los tramos bajos de los ríos, como es el caso de nuestra zona de estudio, donde se acumulan sucesivos impactos de regulación de caudales y eutrofización y contaminación de las aguas, son muy frecuentes las especies piscícolas introducidas que viven en el centro de la columna de agua, típicas de lagos y embalses, como son las carpas, pez sol, percas americanas que se encuentran en el Serpis, sustituyendo a las especies nativas reófilas.

#### **2.1.7.1 Catálogo de fauna**

Para la elaboración de este apartado hemos empleado la base de datos del Banco de Biodiversidad de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio ambiente de la Generalitat Valenciana. Las especies aparecen en el inventario separadas por Phyllums y clases, y ordenadas alfabéticamente según su taxonomía (orden, familia, género y especie) y a continuación una breve descripción de su estado de conservación.

En el estado de conservación se relaciona el nivel de protección para cada especie según la Directiva Hábitats o la Directiva de Aves, la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, el Catálogo Valenciano de Fauna y el Libro Rojo de la UICN.

#### **-Directiva 92/43/CEE del consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora silvestres.**

\* Anexo II: Comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación.

\* Anexo IV: Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta.

\* Anexo V: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión.

#### **-Directiva 79/409/CEE del consejo de 2 de abril de 1979 relativa a la conservación de las Aves Silvestres.**

La presente Directiva se refiere a la conservación de todas las especies de aves que viven normalmente en estado salvaje en el territorio europeo de los Estados miembros en los que es aplicable el Tratado. Tendrá como objetivo la protección, la administración y la regulación de dichas especies y de su explotación.

\* Anexo I: serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución.

\* Anexo II: podrán ser objeto de caza en el marco de la legislación nacional. Los Estados miembros velarán por que la caza de estas especies no comprometa los esfuerzos de conservación realizados en su área de distribución.

1. Podrán cazarse dentro de la zona geográfica marítima y terrestre de aplicación de la presente Directiva.

2. Podrán cazarse solamente en los Estados miembros respecto a los que se las menciona.

\* Anexo III: los Estados miembros prohibirán, en lo que respecta a todas las especies de aves contempladas en el artículo 1, la venta, el transporte para la venta, la retención para la venta así como el poner en venta aves vivas o muertas al igual que cualquier parte o producto obtenido a partir del ave, fácilmente identificables.

1. Las actividades contempladas en el apartado anterior no estarán prohibidas, siempre que se hubiere matado o capturado a las aves de forma lícita o se las hubiere adquirido lícitamente de otro modo.

2. Las actividades contempladas en el apartado 1 y a tal fin prever unas limitaciones siempre que se haya matado o capturado a las aves de forma lícita o se las haya adquirido lícitamente de otro modo.

**-LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.**

Esta Ley establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad, como parte del deber de conservar y del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, establecido en el artículo 45.2 de la Constitución.

\* Anexo II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación.

\* Anexo IV: Especies que serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución.

\* Anexo V: Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta.

\* Anexo VI: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión.

**-Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.**

\* En peligro de extinción (EP): Aquellos cuya supervivencia es poco probable si los factores de amenaza actual siguen operando. Exige la redacción de un Plan de Recuperación.

\* Vulnerables (VU): Aquellos que corren el riesgo de pasar a las categorías anteriores en un futuro inmediato si los factores de amenaza actuales no son corregidos. Exige la redacción de un Plan de Conservación.

\* De interés especial (IE): Aquellos que sin estar en las categorías anteriores, sean merecedores de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad. Exige la redacción de un Plan de Manejo.

\* Sensibles a la alteración de su hábitat: Aquellos cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado. Exige la redacción de un Plan de Conservación del Hábitat.

**-Decreto 265/1994, de 20 de diciembre, del Gobierno Valenciano, por el que se crea y regula el CATÁLOGO VALENCIANO DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA y se establecen categorías y normas de protección de la fauna.**

-Especies catalogadas:

\* En peligro de extinción (EP). Especies, subespecies o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causantes de su actual situación siguen actuando.

\* Sensibles a la alteración del hábitat. Aquéllas cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.

\* Vulnerables (VU). Aquéllas que corren riesgo de pasar a las categorías anteriores en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos.

\* De interés especial (IE). Las que, sin estar previstas en ninguna de las categorías precedentes, sean merecedoras de una atención particular según su valor científico, ecológico o cultural, o por su singularidad.

-Especies protegidas (PR): Especies, subespecies o poblaciones no amenazadas ni sujetas a aprovechamientos cinegéticos o piscícolas, consideradas beneficiosas o que no precisen controles habituales para evitar daños importantes a otras especies protegidas, a la ganadería, a la agricultura o a la salud y seguridad de las personas, cuya protección exige la adopción de medidas generales de conservación.

-Especies tuteladas (TU): Especies, subespecies o poblaciones no amenazadas ni sujetas a aprovechamientos cinegéticos o piscícolas que puedan precisar controles habituales para evitar daños a otras especies protegidas, a la ganadería, a la agricultura o a la salud y seguridad de las personas. Asimismo, se incluyen en esta categoría las especies silvestres capturadas en modalidades tradicionales que no supongan la muerte de los ejemplares.

-Especies cinegéticas y piscícolas: El régimen de protección y aprovechamiento de estas especies será el establecido por la legislación propia de caza y pesca.

**-Libro Rojo de la UICN.**

- Taxones no evaluados (NE): Taxón no evaluado en relación a los criterios objetivos proporcionados por UICN.
- Taxones evaluados.

- Datos insuficientes (DD): La información disponible no es adecuada para hacer una evaluación del grado de amenaza.

- Datos adecuados

\* Extinto o extinguido (EX): Con certeza absoluta de su extinción. Para declarar a una especie como extinta deben transcurrir 50 años desde el último avistamiento de un ejemplar.

\* Extinto en estado silvestre (EW): Sólo sobrevive en cautiverio, cultivo o fuera de su distribución original.

Las siguientes categorías pertenecen al status de Amenazado:

\* En peligro crítico (CR): Existe un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en un futuro inmediato.

\* En peligro (EN): No en peligro crítico, pero enfrentado a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en un futuro cercano.

\* Vulnerable (VU): Alto riesgo de extinción en estado silvestre a medio plazo.

Categoría de Riesgo Bajo:

\* Casi amenazado (NT o LR/nt): Aunque no satisface los criterios de Vulnerable, está próximo a hacerlo de forma inminente o en el futuro.

\* Preocupación menor (LC o LR/lc): No cumple ninguno de los criterios de las categorías anteriores. Es la categoría de riesgo más bajo. No calificable en una categoría de riesgo mayor. En esta categoría se incluyen taxones ampliamente distribuidos.

Ver Anexo II, Catálogo de fauna.

## 2.2. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

Dentro de la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana, el Área Funcional de La Safor comprende 31 municipios con una población en 2009 de 183.392 habitantes (3,6% del total regional) y una superficie de 429,8 km<sup>2</sup> (1,8% del total regional), lo que supone una densidad de 426,7 hab./km<sup>2</sup>, muy superior a la media regional. Por su parte, la tasa de crecimiento demográfico durante los últimos 20 años ha sido del 40%, del mismo orden de magnitud que la del conjunto de la Comunitat Valenciana, aunque superior al crecimiento poblacional registrado por la provincia de Valencia. Este incremento de población se ha acentuado sobre todo en los últimos años con tasas próximas al 30% en el periodo 2001-2009.

Gandía es la capital de la comarca de la Safor, situada al SE de la provincia de Valencia, a aproximadamente 70Km. de Valencia capital. La ciudad está a 22msnm, tiene una superficie de 60,8Km<sup>2</sup> y la población censada según el INE para el 2012 es de 79010 habitantes, siendo el 23.5% de la población censada de nacionalidad extranjera, aunque se calcula que su población flotante se encuentra en torno a las 100000-120000 personas.



Figura 2.10. Mapa localización.

En verano triplica su población, hasta llegar a los 320000 habitantes, y que es uno de los principales destinos turísticos españoles desde la década de los 60.

El municipio ocupa un lugar destacado en la jerarquía de las ciudades y áreas funcionales regionales, debido a su ubicación próxima a los lindes de las provincias de Valencia y Alicante. Se trata de la séptima ciudad más poblada y una de las más importantes de la comunidad autónoma, y es una de las más relevantes en el espacio social y económico, junto a Alcoy, que conforman las comarcas centrales valencianas (La Costera, La Vall d’Albaida, el Comptat, L’Alcoià, La Marina Baixa y Alta, y la Safor).

En el término municipal de Gandía, encontramos espacios naturales con una importante riqueza ambiental como son el LIC de la Cova Xurra-Gandía, las ZEPAs Montdúver-Marjal de La Safor y parte del Paisaje protegido del Serpis.

Por Gandía pasan numerosas vías de comunicación muy importantes dentro del arco Mediterráneo como son: la Autovía A-7 o Autovía del Mediterráneo y la carretera N-322 (Almería-Valencia), la C-337 que une a Gandía con Albaida, el acceso al puerto (C-337) que conecta al municipio con su puerto. Gandía también cuenta con una estación de ferrocarril.

La ciudad cuenta con un puerto, de gran importancia económica en el conjunto autonómico y estatal. Fue inaugurado en 1893 y llegó a ser el primer puerto de España en el tráfico de cítricos, exportando a mercados europeos y mundiales.

En cuanto a la estructura sectorial de la población ocupada, destaca el gran peso de los servicios en la comarca, con un 61,1%, concentrado en Gandía y los municipios litorales; un porcentaje todavía importante de la agricultura (8,3%), con una participación destacada en Tavernes de la Valldigna y los municipios interiores; un porcentaje muy elevado del sector construcción con tasas del 17%, aunque disminuyendo de forma notoria desde 2007 y un peso

relativamente bajo de la industria (13,6%), siendo Villalonga el municipio más especializado en el sector secundario, al igual que algunos municipios de la comarca situados en el eje Gandia-La Vall d'Albaida.

La economía gandiense como la mayoría de los pueblos españoles hasta mediados del siglo pasado se basaba en la agricultura, los principales cultivos eran las pasas y la seda hasta la llegada del ferrocarril y la construcción del puerto, que fue cuando se extendió el cultivo de cítricos, en la actualidad los naranjos son los cultivos predominantes de la zona.

A partir de la década de los 60, Gandía pasó a destacar como importante destino turístico de playa, manteniéndose como tal a día de hoy. Actualmente la principal base de la economía local es el comercio y los servicios, siendo el eje central de las economías de las poblaciones de toda La Safor.

Respecto a la distribución territorial de este crecimiento demográfico, los mayores índices se han producido en los municipios litorales y más meridionales de La Safor. En este sentido, el municipio de Gandia (80.020 hab.) ha experimentado un incremento elevado de la población (55%) en el periodo 1991-2009, superior al de Oliva (28.419 hab.), que ha sido del 40% y Tavernes de la Valldigna (18.195 hab.) con un moderado 12,5% de crecimiento de población.

### **3. LOS RIOS EN BUEN ESTADO ECOLÓGICO**

#### **3.1. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO ECOLÓGICO**

La Directiva Marco del Agua considera que los ríos están en “buen estado ecológico” cuando presentan unas condiciones próximas a las naturales, o poco invertidas por la acción del hombre.

Aunque la variedad de tipos de ríos es muy grande, el funcionamiento de todos ellos en condiciones naturales responde a unos mismos principios hidrológicos y geomorfológicos, que son generalizables y aplicables a los distintos tramos fluviales y determinan su “buen estado ecológico”.

A continuación vamos a analizar estos principios comunes a los ríos en condiciones naturales, haciendo especial mención a la relación del río con su cuenca vertiente, a las tres dimensiones espaciales que configuran los sistemas fluviales (Longitudinal, Transversal y Vertical), a las características del régimen natural de caudales como elemento determinante de dichas dimensiones, y a la dinámica y evolución en el tiempo de los ríos y sus riberas, como respuesta a los cambios y perturbaciones periódicas que tienen lugar en su cuenca vertiente.

#### **3.2. EL RÍO Y SU CUENCA VERTIENTE**

En condiciones naturales la morfología y dinámica de los ríos son una consecuencia del comportamiento hidrológico de su cuenca vertiente, tal y como representamos en la figura 3.1.



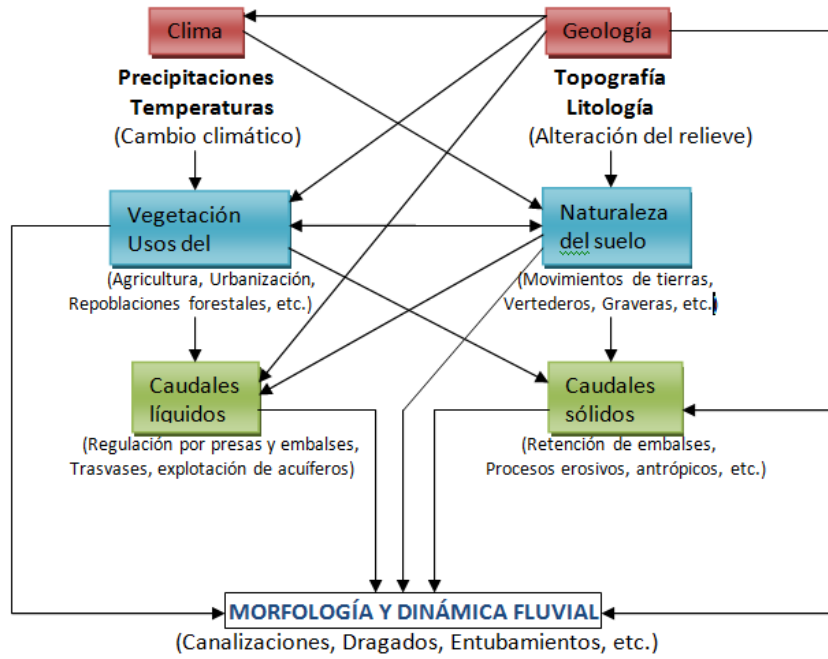


Figura 3.1. Factores que determinan la morfología y dinámica de los sistemas fluviales relacionados con el funcionamiento hidrológico de su cuenca vertiente. Entre paréntesis se indican las actuaciones humanas que modifican cada uno de los factores considerados. (Modificado de Morisawa, 1985).

Hoy en día el comportamiento hidrológico de las cuencas vertientes está muy alterado por las diferentes actividades humanas, por lo que el primer aspecto que hay que considerar para la recuperación del buen estado ecológico de los ríos es la mejora del comportamiento hidrológico de su cuenca vertiente. A continuación vemos una tabla en la que indicamos algunos aspectos que son indicativos del estado del río Serpis y sus riberas, a través de la regulación natural de las escorrentías y el balance de sedimentos.

CARACTERÍSTICAS DEL BUEN ESTADO ECOLÓGICO	SÍNTOMAS DE DEGRADACIÓN EN EL RÍO SERPIS
Laderas con una cobertura vegetal próxima a la natural, capaz de absorber la energía de las precipitaciones.	Laderas construidas con grandes bloques artificiales de hormigón (misma desembocadura) o con grandes rocas, de modo que mayoritariamente se encuentran desnudas.
Mantenimiento de la capacidad de infiltración de los suelos y buenas condiciones de almacenamiento en su interior	Las laderas están todas revestidas con materiales impermeables para facilitar la escorrentía y evitar que se inunden las zonas adyacentes (parques comerciales, edificaciones dispersas y campos de cultivo), por lo que la capacidad de infiltración es escasa o casi nula.
Escorrentías subsuperficiales y drenaje en profundidad mantenidos en condiciones naturales	En la zona más cercana al núcleo urbano de Gandía, donde hay diversos centros comerciales, existen aparcamientos subterráneos pegados al río.

<p>Prácticas de conservación de suelos en las zonas agrícolas. Uso de fertilizantes y pesticidas de acuerdo a planes de control de la contaminación difusa (mínimas cantidades apartadas, óptima época de utilización)</p>	<p>Existen zonas agrícolas de regadío de cítricos, por lo que habrá problemas con fertilizantes contaminados.</p>
<p>Presencia de bandas protectoras de vegetación en los márgenes de los cursos fluviales para controlar la contaminación difusa</p>	<p>Existen cultivos agrícolas que alcanzan la orilla del cauce (aunque están siendo arrancados para construir nuevas urbanizaciones), sin que dejen espacio para que existan bandas de vegetación que puedan regular las escorrentías y que lleguen al cauce.</p>
<p>Ocupaciones urbanas compactas. Medidas de fomento a la infiltración y acumulación del agua en el suelo dentro de los núcleos urbanos haciendo mínima la superficie sellada. Tramos de ríos urbanos en condiciones naturales, permitiendo los flujos de agua primitivos en las zonas riparias. Redes de drenaje urbano separativas, manteniendo la alimentación de los tramos fluviales urbanos por las escorrentías generadas con las tormentas, produciendo un régimen de caudal próximo al natural, o previo a la urbanización.</p>	<p>El régimen de caudales no es natural, está regulado por el Azud d'En Carrós, quedándose nuestro tramo de estudio sin corriente de agua durante largos periodos.</p> <p>Las ocupaciones urbanas en el último tramo son compactas, estando la mayoría totalmente pegadas al cauce.</p>
<p>Red fluvial manteniendo la morfología correspondiente al tipo de valle existente, en cuanto a su trazado y forma de las secciones transversales. Tiempos de concentración de las escorrentías elevados, relacionados con una elevada capacidad de almacenamiento de agua en las laderas y un tiempo de tránsito prolongado en los cauces.</p>	<p>Red fluvial rectificadas, con revestimientos. Tiempo de concentración de las escorrentías cortos, relacionados con una escasa capacidad de infiltración y almacenamiento en las laderas y un aumento de la velocidad de tránsito por los cauces.</p>
<p>Llanuras de inundación amplias y sin restricciones al desbordamiento. Relieve poco alterado y vegetación abundante confiriendo una elevada rugosidad al terreno para favorecer la disipación de la energía de las crecidas. Elevada tasa de regeneración de la vegetación natural, manteniendo la composición y estructura de las comunidades nativas del lugar</p>	<p>Llanuras de inundación reducidas en anchura, en algunas zonas inexistentes, con restricciones al desbordamiento (revestimiento laderas, regulación del caudal). Espacios riparios asfaltados, llanos y en su mayoría urbanizados, sin vegetación. Escasa capacidad de infiltración y recarga de los acuíferos, sin regeneración de la vegetación natural.</p>

Tabla 3.1. Condiciones de la cuenca vertiente del Serpis que nos indican su estado ecológico.

### 3.3. DIMENSIONES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS FLUVIALES

#### 3.3.1. Dimensión longitudinal

Cuando nos referimos a la totalidad de la cuenca vertiente de un río, es quizás la dimensión longitudinal la que mayor importancia tiene en su funcionamiento. Esta dimensión longitudinal representa el eje central a través del cual se mantiene la continuidad de los flujos, se modifica la energía potencial desde las partes más altas hasta las partes más bajas, y se organizan las comunidades biológicas atendiendo a los factores físicos relacionados con ella, como la altitud, la pendiente longitudinal y las dimensiones de la cuenca vertiente.

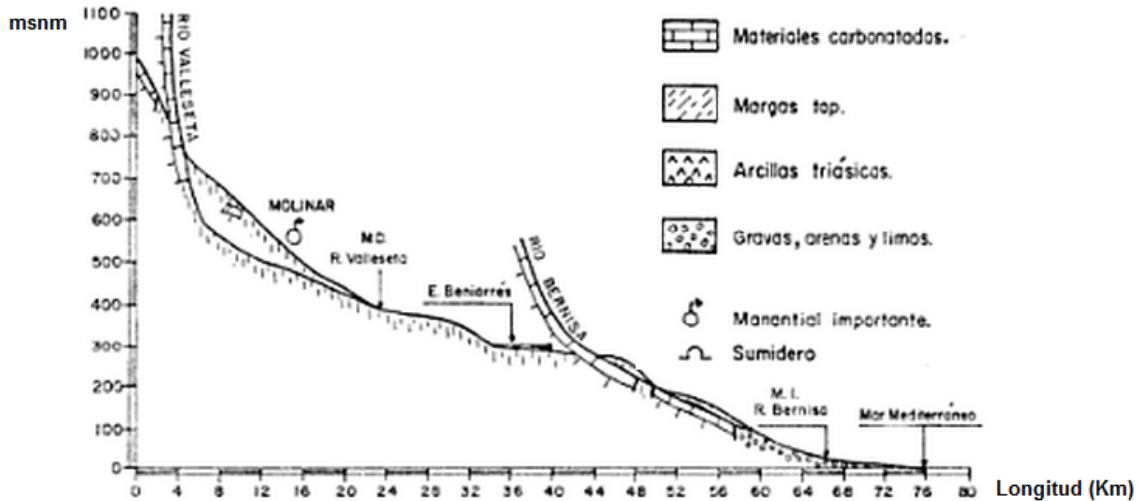


Figura 3.2. Perfil longitudinal del Río Serpis y de sus afluentes Valleseta y Bernisa, Pulido Bosch, Antonio (1979).

#### 3.3.1.1. Continuidad longitudinal de los flujos y gradientes físicos

Establecemos la continuidad de flujos a través de la dimensión longitudinal del sistema fluvial, así como también se transfiere materia y energía desde las partes más altas a las más bajas, asegurando así la existencia de un mosaico de hábitat fluviales conectados entre sí a lo largo del corredor fluvial.

Muchas variables morfológicas e hidráulicas de los ríos presentan un gradiente de variación relacionado con el perfil longitudinal. La pendiente longitudinal es una variable de gran importancia, pues influye en la velocidad de la corriente y en su energía hidráulica, también está relacionada con la geología de la cuenca y está directamente relacionada con el tamaño de los sedimentos del lecho.

En la siguiente tabla observamos las variables que presentan un gradiente de variación relacionado con el perfil longitudinal diferenciada para cada uno de los tramos del río Serpis:

	TRAMO ALTO	TRAMO MEDIO	TRAMO BAJO
<b>DESNIVEL (m.)</b>	680	240	80
<b>LONGITUD (Km.)</b>	34	22	16
<b>PENDIENTE (%)</b>	2	1,1	0,5
<b>PODER EROSIVO i VELOCIDAD</b>	Muy alto donde es sustrato es favorable	Alto Aguas rápidas Procesos de transporte	Muy bajo Aguas lentas
<b>SEDIMENTACIÓN</b>	-	Baja	Muy alta
<b>SUSTRATO</b>	Rocas calcáreas i margas	Rocas Calcáreas y Dolomías. Bloques.	Sedimentos fluviales: Gravas, Arenas y Limos
<b>Otros</b>	Desde el nacimiento en la Sierra de Biscoi (Ibi) hasta el pantano de Beniarrés. Durante este recorrido recibe aguas del río Barxell, Molinar, Vallesta y Agres.	Desde el embalse de Beniarrés hasta Vilallonga. Entrada superficial de Barrancos y subterránea de acuíferos	Desde Vilallonga hasta su desembocadura en el Grao de Gandía. Recibe aguas del río vernisa y sobrantes del riego

Tabla 3.2. Variables relacionadas con el perfil longitudinal (Recursos propios).

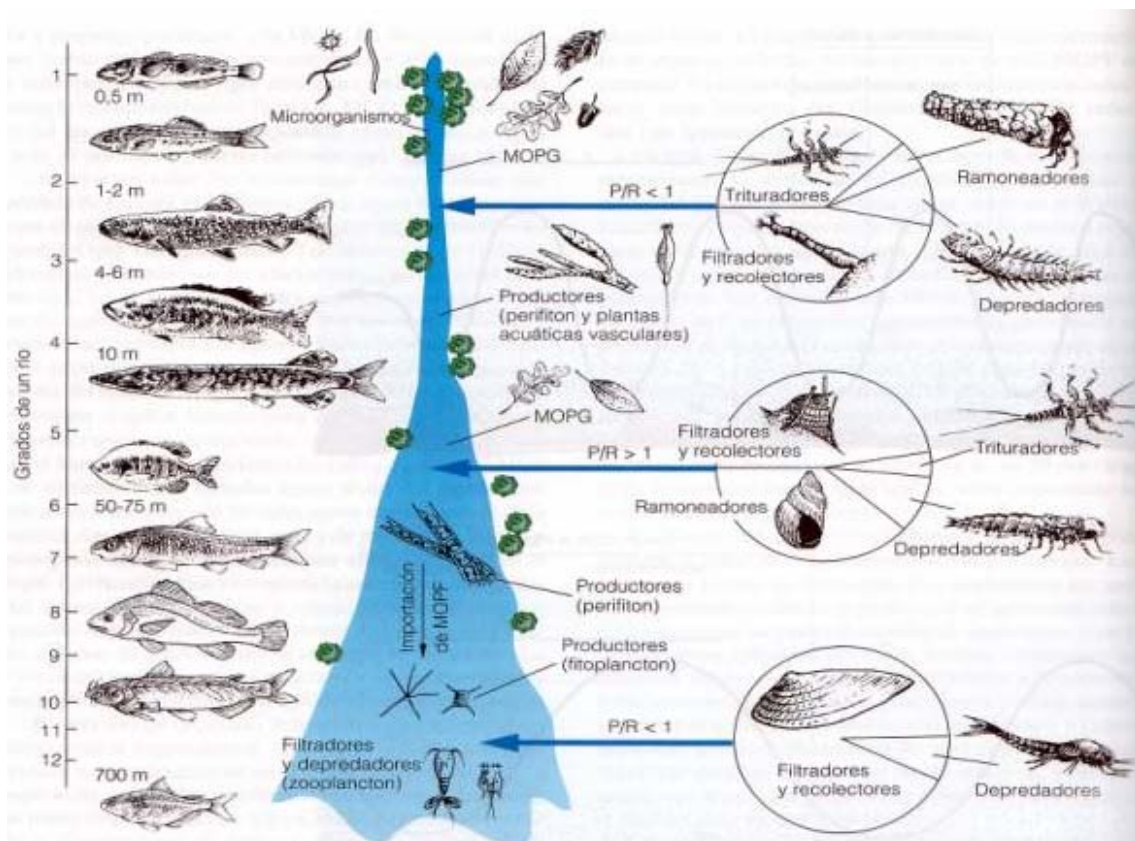


Figura 3.3. El río como un continuo longitudinal.

### 3.3.1.2. Estabilidad geomorfológica y mecanismo de disipación de energía

Unido a las formas del lecho del río, el aumento de la sinuosidad aguas abajo y la formación de los meandros, además de la presencia de restos vegetales de gran tamaño y el crecimiento de

la vegetación constituyen los elementos naturales que aumentan la rugosidad del cauce y contribuyen a disipar la energía hidráulica generada con la pendiente longitudinal de una forma gradual y estable, siendo capaces así de ir discurriendo con una gran estabilidad geomorfológica, manteniendo un equilibrio dinámico que a su vez genera una gran estabilidad y diversidad biológica.

### **3.3.1.3. La dimensión longitudinal de los ríos en buen estado ecológico**

La continuidad de los flujos de materia y energía, la conservación de los gradientes naturales de disminución de la pendiente longitudinal y el tamaño de los sedimentos del lecho son las características que mejor reflejan el buen estado ecológico de la dimensión longitudinal de los ríos aguas abajo, siendo un criterio de Calidad Hidromorfológicos de la Directiva Marco de Agua, y su recuperación y mantenimiento deben ser un objetivo prioritario en cualquier proyecto de restauración y conservación de los ríos y sus riberas.

Esta continuidad longitudinal se ve muy alterada por las diferentes actuaciones humanas, tales como embalses, presas, azudes, diques, obras por dragados, canalizaciones, revestimientos, extracción de áridos, paso de maquinaria y actuaciones de limpieza del cauce. Estas actuaciones suponen una barrera física para la continuidad de los caudales y el transporte de sedimentos, también impiden o dificultan los movimientos migratorios de comunidades piscícolas, la dispersión de semillas y la colonización de nuevos hábitat.

La eliminación o mitigación del impacto producido por estas barreras es un gran reto en la gestión y recuperación de los ecosistemas fluviales.

## **3.3.2. DIMENSIÓN TRANSVERSAL**

Surge en los tramos en los que el valle se ensancha, y las aguas del cauce ocupan periódicamente un espacio mayor que el del canal fluvial, desbordándose y moviéndose lateralmente hacia sus márgenes. Permitiendo establecer una zonación desde las zonas de cabecera hasta las de su desembocadura, la dimensión transversal del ecosistema fluvial se puede representar a través de la sección transversal del valle, donde se diferencian el cauce, las riberas y la llanura de inundación.

### **3.3.2.1. Conectividad lateral del cauce con su ribera y llanura de inundación**

La principal característica que configura y mantiene la dimensión transversal de los ecosistemas fluviales es la conectividad del cauce con los espacios adyacentes. Esta conectividad se pone de manifiesto durante las avenidas, cuando los caudales circulantes por el canal principal desbordan e inundan estos espacios, conectando entre sí y con el canal fluvial los distintos hábitats y mosaicos existentes en las riberas y llanuras de inundación.

A través de esta conexión lateral generada por la inundación se produce un intercambio de agua, sedimentos, nutrientes y organismos entre el cauce y las riberas, que es esencial para el funcionamiento e integridad de los ecosistemas fluviales (Ward, 1998).

### **3.3.2.2. La dimensión transversal de los ríos en buen estado ecológico**

La recuperación de la funcionalidad de la dimensión lateral de los ríos debe ser un objetivo prioritario en los procesos de restauración fluvial, ya que son muchos los tipos de intervenciones humanas que la reduce (regulación de los caudales disminuyendo la frecuencia de avenidas ordinarias, construcción de motas o diques longitudinales que reducen el espacio de inundación, la elevación de las orillas, los dragados y canalizaciones para desconectar el cauce de sus riberas), teniendo una repercusión muy negativa en la diversidad biológica de estos sistemas.

### **3.3.3. DIMENSIÓN VERTICAL**

La dimensión vertical de los sistemas fluviales tiene lugar en el substrato situado por debajo del lecho del cauce, conocido como medio hiporreico. A través de este substrato se produce una serie de flujos subsuperficiales y subterráneos de agua, nutrientes y organismos. El espesor de este substrato varía a lo largo del cauce dependiendo de la cantidad de material transportado y de las características del valle que permiten la acumulación del material en determinados tramos a lo largo del continuo fluvial.

#### **3.3.3.1. Permeabilidad de los materiales y conectividad con el medio hiporreico**

En función de la magnitud de las escorrentías y caudales circulantes, se generan gradientes de humedad entre el cauce y la zona húmeda subyacente conectada con los acuíferos locales, constituyendo un corredor hiporreico asociado al canal fluvial, que permite la migración vertical de muchos invertebrados y pequeños estadios de peces, el desarrollo de los ciclos de nutrientes, procesado de materia orgánica, mantenimiento de la diversidad y productividad fluvial. También actúa como refugio de especies e incrementa la resiliencia de todo el sistema fluvial ante las perturbaciones ligadas a la fluctuación natural de los caudales.

Los materiales de las orillas y riberas en la mayoría de los ríos son muy permeables y facilitan el movimiento del agua en su interior.

En nuestra zona de estudio, donde las precipitaciones son más irregulares y a menudo muy intensas se originan abundantes escorrentías rápidas que generan avenidas de corta duración pero gran magnitud. Teniendo los suelos muchas veces unas condiciones de infiltración muy inferiores, y a menudo se producen aguaceros cuya intensidad supera la capacidad de infiltración del suelo, originando escorrentías superficiales rápidas que se incorporan directamente a los cauces y es a través de estos como llega el agua al interior de los suelos.

#### **3.3.3.2. La dimensión vertical de los ríos en buen estado ecológico**

Un río que mantiene inalterados los flujos subsuperficiales entre el cauce, la ribera, y el medio hiporreico es un río en buen estado ecológico.

El sellado, la compactación de los suelos riparios, el trazado de infraestructuras, la pavimentación y urbanización, la sobreexplotación de acuíferos, los drenajes y canalizaciones, la extracción de gravas de las llanuras y riberas de inundación, la roturación periódica de los suelos riparios para los cultivos agrícolas, el paso de ganado, transeúntes, vehículos...suponen

una alteración de los flujos subsuperficiales y subterráneos, una alteración de las condiciones de infiltración y permeabilidad, modificaciones de escorrentías, limitación del crecimiento de la vegetación, desecación de acuíferos, impedimento de la oxigenación del medio intersticial y el tránsito de nutrientes, larvas y pequeños organismos.

### 3.3.4. EL SISTEMA FLUVIAL

Los corredores pueden interpretarse como sistemas continuos en su eje longitudinal, a través de sus tres dimensiones espaciales, que integran los numerosos y diferentes tipos de ecosistemas que van surgiendo a lo largo de su recorrido en sus ejes transversal y vertical.

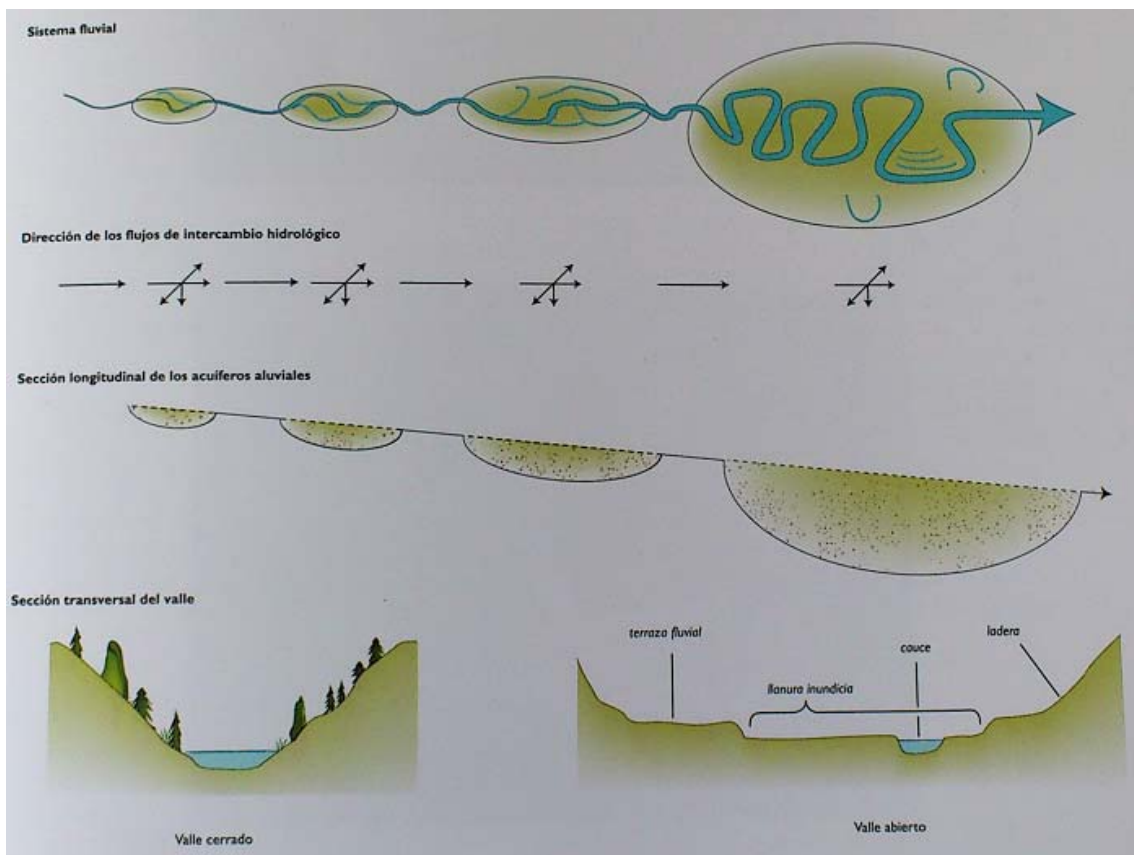


Figura 3.4. Interpretación del sistema fluvial como una alternancia de tramos donde el valle se estrecha, en los que predomina el transporte aguas abajo, y tramos donde el valle se ensancha y se forman llanuras de inundación de diferente amplitud, donde además los flujos aguas abajo se producen intercambios hidrológicos en los ejes transversal y vertical, de gran importancia hidromorfológica y ecológica.

### 3.3.5. FUNCIONES HIDROLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LOS SISTEMAS FLUVIALES

A través de sus tres dimensiones espaciales un río realiza funciones hidrológicas y ecológicas.

#### 3.3.5.1. Función de hábitat

Dentro del cauce existe una elevada diversidad de condiciones hidráulicas en la que viven numerosas especies de macrófitas, algas, macroinvertebrados y peces. En el ecotono del

corredor (ribera) viven numerosos invertebrados, comunidades de aves, mamíferos anfibios y reptiles y se desarrollan diferentes formaciones vegetales leñosas y herbáceas.

#### **3.3.5.2. Función de barrera**

Los ríos suponen una barrera física natural ya que actúan de límite para determinados procesos físicos además de representar fronteras para la expansión de ciertas especies.

#### **3.3.5.3. Función de filtro**

Al haber una retención selectiva de las escorrentías, sedimentos, organismos y nutrientes, el río adopta la función de filtro. Esta función tiene mucha importancia en la retención de nutrientes y contaminantes procedentes del uso agrícola, evitando la contaminación difusa de las aguas del cauce.

#### **3.3.5.4. Función de corredor o conducto**

Esta función de vía de tránsito tiene mucha importancia hidrológica, siéndolos ríos las vías principales de drenaje de los excedentes de agua y sedimentos de la cuenca vertiente y también ecológica.

#### **3.3.5.5. Función de fuente**

Los ríos son en ocasiones la fuente de agua para la recarga de la humedad del suelo y los acuíferos. También son una fuente importante de sedimentos, nutrientes, semillas y restos vegetales vivos o inertes, que periódicamente salen del cauce hacia los sistemas adyacentes, condicionando los flujos físico-químicos y la estructura biológica de estos.

#### **3.3.5.6. Función de sumidero**

Los corredores fluviales actúan como sumidero de energía, numerosas partículas y organismos.

#### **3.3.5.7. Atributos relacionados con las funciones de los ríos en buen estado ecológico**

Los ríos en buen estado ecológico mantienen intactas estas funciones ligadas a la continuidad de los flujos, a la conectividad de los hábitats y a las dimensiones del espacio en que tienen lugar.

### **3.4. EL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES**

El régimen de caudales líquidos y sólidos de cada río es el factor de mayor importancia en el funcionamiento de todo el sistema fluvial.

#### **3.4.1. Atributos del régimen de caudales**

Para la caracterización del régimen de caudales, según Richter et al. (1996) hay que tener en cuenta:



Magnitud: cantidad de agua que circula en cada momento por una determinada sección del río. Depende del clima (precipitaciones y temperaturas) y del tamaño de la cuenca vertiente.

La disponibilidad de hábitat acuático para los organismos del río, la cantidad de humedad de los suelos riparios para la vegetación, el agua disponible para los animales terrestres, la accesibilidad al río de los predadores, la influencia de la temperatura de las aguas, el contenido de oxígeno o la posibilidad de fotosíntesis en la columna de agua que han tenido lugar a lo largo del año son algunos de los aspectos de importancia ecológica que se ven reflejados con la magnitud.

La magnitud de los valores extremos toma máximos o mínimos y su relación con la magnitud de los caudales medios mensuales refleja el nivel de perturbaciones a que está sometido el río en cada tramo.

En las regiones mediterráneas la variabilidad temporal puede ser muy elevada, quedando atenuada en las cuencas donde existen formaciones calizas y elevadas aportaciones de aguas subterráneas.

Duración: periodo de tiempo en que se mantiene un determinado caudal. Puede referirse a un valor extremo o al número de días consecutivos en que los caudales se mantienen por encima o por debajo de un determinado valor. Guarda mucha relación con la intensidad del estrés generado por los caudales máximos o mínimos y en condiciones naturales regula el tipo de estrategias que los organismos desarrollan para sobrevivir en dichas condiciones.

Frecuencia. La frecuencia de un caudal es el número de veces que sucede dicho caudal en un determinado intervalo de tiempo. La falta de humedad en el suelo, la presencia de condiciones anóxicas, la escasez de hábitat acuáticos en la llanura de inundación, la descomposición y mineralización de la materia orgánica, la restricción al acceso de las especies a sus zonas de alimentación, refugio y reproducción son las condiciones de estrés relacionadas con la frecuencia con la que ocurren caudales circulantes.

Época o predictibilidad: época del año en que suceden determinados caudales. Cada río, presenta una pauta diferente en cuanto a la época en que con mayor frecuencia suceden los caudales máximos y mínimos del año, y a ella se acomodan los ciclos biológicos de las especies existentes.

La regularidad con que suceden determinados caudales a lo largo del año, en cuanto a su ocurrencia y contingencia es lo que llamamos predictibilidad.

Tasa de cambio y torrencialidad: tasa de cambio con la rapidez con que los caudales varían en el tiempo, determinan las posibilidades que pueden tener los organismos para adaptarse a los aumentos o descensos más o menos rápidos de los caudales.

La fluctuación de los caudales a lo largo del año es la torrencialidad.

Nuestro río presenta en verano un estiaje muy marcado, por lo que las especies nativas que habitan en él están adaptadas a estas condiciones, siendo muchas de ellas endemismos o poblaciones con características genéticas peculiares, de alto valor ecológico.

Ha habido una disminución o incluso desaparición de algunas poblaciones de especies endémicas o típicas de los ríos mediterráneos, produciéndose la proliferación de especies introducidas tanto de origen animal como vegetal debido a la eliminación o atenuación de las fluctuaciones naturales de los caudales.

### 3.4.2. El régimen de caudales en buen estado ecológico

Los distintos atributos del régimen natural o del régimen del buen estado ecológico, están relacionados y sincronizados con el régimen habitual de precipitaciones y temperaturas de cada zona, el cual es predecible por las especies nativas de cada lugar.

El régimen de caudales que asegure la sostenibilidad del funcionamiento del ecosistema fluvial en unas condiciones próximas a las naturales, es objetivo prioritario en la restauración de los ríos y sus riberas.

## 3.5. DINAMISMO Y EVOLUCIÓN DEL SISTEMA FLUVIAL

### 3.5.1. Escalas temporales

Los ríos que observamos en la actualidad han sido configurados por la influencia superpuesta de factores como los procesos tectónicos, cambios de clima, avalanchas, incendios forestales, grandes transportes de sedimentos y grandes restos leñosos, avenidas, estiajes, llegada de partículas vegetales, etc. que han actuado en diferentes escalas temporales.

Para su protección y conservación es necesario mantener las pautas de los factores que varían en las distintas escalas temporales.

### 3.5.2. Ajustes geomorfológicos

Los ríos están de forma constante en equilibrio dinámico, tratando de adaptarse a las condiciones y factores físicos que confluyen en cada momento y lugar.

La ecuación de Lane (1957) relaciona las variables hidráulicas caudal (Q) y pendiente (S) con las variables geomorfológicas carga sólida del lecho ( $Q_s$ ) y tamaño de los sedimentos ( $d_{50}$ ), según la expresión:

$$Q * S \approx Q_s * d_{50}$$

Permite predecir de forma cualitativa el tipo de respuesta que puede producirse en un tramo de río donde se altera una de estas variables, por causas naturales o antropogénicas.

Schumm (1977) propone diferentes ecuaciones de ajuste a las variaciones de los caudales líquidos y sólidos.

El caudal líquido (Q) se considera directamente proporcional a la anchura del cauce (b), a la profundidad media (d) y a la longitud de onda del meandro ( $\lambda$ ), e inversamente proporcional a la pendiente (S), siguiendo la siguiente relación:

$$Q \approx \frac{b, d, \lambda}{S}$$

Por otra parte,  $Q_s$  es a su vez directamente proporcional a  $b$ ,  $\lambda$  y a  $S$ , e inversamente proporcional a  $d$  y a la sinuosidad ( $P$ ), según la expresión;

$$Q_s \approx \frac{b, S, \lambda}{d, P}$$

Los cambios que producen las variaciones de los caudales líquidos o sólidos en la morfología del cauce pueden generar diferentes tipos de respuesta, por ejemplo, una disminución de los caudales de avenida ordinaria, como efecto frecuente de las presas o embalses, determina la disminución de las dimensiones y sinuosidad del cauce, y el aumento de su pendiente.

### **3.5.3. Dinamismo de los ríos en buen estado ecológico**

Un río en buen estado ecológico mantiene de forma permanente un estado dinámico de procesos de erosión y sedimentación que determina su resiliencia.

Con el uso intensivo de los ríos y su control por diferentes infraestructuras como embalses, presas... se ha eliminado o reducido el dinamismo de los cauces o llanuras de inundación. También con los trabajos de canalización y revestimiento de los cauces tratando de convertir los ríos estables en ríos estáticos, se ha impedido la movilidad natural de los ríos, su desbordamiento y los procesos asociados de erosión y sedimentación, perdiendo su capacidad de resiliencia. Recuperar el dinamismo natural de los ríos debe ser una etapa prioritaria en la restauración.

#### **4. PRESIONES E IMPACTOS EN NUESTRO TRAMO DE ESTUDIO**

La Directiva Marco del Agua propone, debido al deterioro de los ríos y sus riberas, como objetivos prioritarios **evitar todo deterioro adicional de las masas de agua y recuperar gradualmente el buen estado ecológico de las mismas**, a través de la disminución de las presiones e impactos derivados de las actividades humanas, así como de una política de medidas de restauración y conservación.

Definiendo las presiones como todas aquellas actividades humanas que alteran de alguna manera la estructura y el funcionamiento natural de las masas de agua, y los impactos como modificaciones de las masas de agua inducidas por las presiones que recibe que a su vez tienen unos efectos en la composición y estructura de las comunidades biológicas y en las características de los hábitat físicos.

En el ámbito de la restauración ambiental las medidas que se deben tomar para el logro de sus objetivos deben ir enfocadas, en primer término, a disminuir las presiones y los impactos que tienen los sistemas naturales. En nuestro caso, para que las medidas propuestas para la restauración, protección y conservación de nuestro tramo de río sean eficaces van precedidas de una revisión del uso y gestión de los recursos hídricos, y de una ordenación de los usos y ocupaciones de los suelos de las riberas, siendo en estos ámbitos donde encontramos la raíz de la mayoría de los problemas que han causado el deterioro ambiental del ecosistema fluvial del Serpis.

##### **4.1. AGRICULTURA**

El Serpis presenta numerosas alteraciones causadas por las actividades humanas, derivadas principalmente de la agricultura y la urbanización. Estas presiones han modificado el régimen natural de caudales, la morfología de los cauces y la calidad de las aguas, afectando también notablemente a la composición y estructura de las comunidades acuáticas y de ribera.

El regadío ha fomentado la regulación de los caudales, que ha favorecido la invasión de especies exóticas de los ríos y propiciado la sobreexplotación de los acuíferos, donde el descenso del nivel freático ha determinado la pérdida de zonas húmedas de gran interés ecológico.

La agricultura incorpora gran cantidad de fertilizantes y pesticidas al suelo que legan a los cauces a través de escorrentía, provocando una contaminación difusa que reduce la calidad y potencialidad de uso de los recursos hídricos.

La urbanización constituye otro problema para la conservación de nuestro río, transformando el paisaje y el ecosistema fluvial. Hay un incremento de escorrentía y caudales punta que generan erosiones cuando estas escorrentías urbanas se incorporan al cauce sin llevar consigo sedimentos que equilibren la capacidad de transporte.

Nuestro tramo de estudio se encuentra dragado y canalizado, lo que produce desequilibrios geomorfológicos.

Con las canalizaciones y dragados se reduce la frecuencia de las inundaciones por avenidas de periodos de retorno bajo. Se fomenta la ocupación de las zonas que son inundables por avenidas de periodos de retorno más largos, aumentando los daños económicos que producen cuando ocurren.

La erosión de las orillas es el proceso natural de un río dragado o canalizado para lograr su estabilización. Al detenerse esta erosión lateral con escolleras o revestimientos se impide que el río disipe su energía y se estabilice en el tramo, trasladando el problema aguas abajo donde se pone nuevamente de manifiesto el desequilibrio fluvial.

El estado ecológico del último tramo del Serpis es consecuencia de los efectos acumulativos en el tiempo y en el espacio de numerosas actividades humanas, cuya intensidad se acentúa a partir de la época de los sesenta. La valoración de tales efectos debe tener en cuenta los diferentes cambios y respuestas que han podido tener lugar desde entonces, siendo para ello indispensable contar con tramos bien conservados de referencia, en nuestro caso del Grupo 32, el tipo ecológico nº9: Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea, que permiten interpretar como eran los procesos hidromorfológicos y las comunidades biológicas de nuestro río cuando todavía mantenía un estado próximo al natural o poco intervenido por la acción humana

#### **4.1.1. Consumo de agua**

A lo largo de la historia, las aguas del río Serpis han sido captadas principalmente por dos azudes, el azud de la Font d'En Carròs y en el azud d'En March. Los sistemas de regadío histórico del río Serpis han estado compuestos por un complejo entramado de acequias principales y secundarias, de canales, brazales e hilos, con los cuales se ha puesto en cultivo una amplia área de tierras, la conocida Huerta de Gandia.

##### **4.1.1.1. Embalse y azudes**

La presencia del embalse de Beniarrés, y de los diferentes azudes que encontramos a lo largo del Serpis, aun sin estar presentes en nuestro tramo de estudio, hacen que se produzca una regulación del caudal.



Imagen 4.1. Embalse de Beniarrés desde el Benicadell. Fotografía tomada el 04/04/2010.

Esta transformación del régimen natural del caudal provoca una alteración de los hábitats físicos del río donde viven numerosas especies acuáticas y las asociadas a este entorno fluvial.

En el momento que se inicia la regulación para el regadío disminuye notablemente la frecuencia de avenidas ordinarias y aumenta la duración de los caudales mínimos, perdurando estos impactos a lo largo del tiempo, y teniendo una gran importancia en el mantenimiento de la morfología natural del cauce y en la renovación de los hábitats y regeneración de la vegetación riparia.

La composición y estructura de los ciclos biológicos se ven modificadas al verse alteradas las características físico-químicas de las aguas, por problemas de contenido de oxígeno disuelto y alteraciones de la temperatura del agua. Así mismo el nuevo régimen de caudales favorece a las especies exóticas, que se hacen más competitivas y acaban por desplazar a las nativas.

La presencia de los azudes a lo largo de nuestro río dificulta el desplazamiento de los peces.



Imagen 4.2. Azud de l'Esclapissà. De la Mariola al Mar. Joan Pellicer, 1997.

Es evidente que el mantenimiento de régimen de caudales ralentizados por la presencia del embalse, sin fluctuaciones anuales o interanuales que incluyen las avenidas ordinarias y extraordinarias necesarias para la regulación del hábitat, y disminuidos en su magnitud como consecuencia de las derivaciones para regadío, ha provocado un fuerte invasión en el Serpis por numerosas especies exóticas de peces, como por ejemplo el pez sol, la carpa americana o la gambusia y plantas como la caña común o el groc de sèquia.

Debido a la existencia de numerosas barreras, la erosión, transporte y sedimentación del río se ha alterado produciéndose una modificación en la granulometría y la disposición de los sedimentos del lecho y orillas.

#### **4.1.2. Ocupación de las llanuras de inundación**

##### **4.1.2.1. Ocupación de los espacios riparios y pérdida de su vegetación**

La ley de Aguas permite la que la ocupación de la agricultura llegue hasta el límite del dominio público hidráulico.

La longitud del perímetro de cauce/riberas en contacto directo con los cítricos es muy elevada, y ello ha supuesto una disminución de la anchura de los corredores fluviales.

Debido a los trabajos de laboreo del suelo agrícola y a las replantaciones de especies alóctonas se está perdiendo progresivamente el banco natural de semillas que suponen los suelos riparios, poniendo en riesgo de extinción a las especies de variedad nativas, e introduciéndose contaminación genética.

##### **4.1.2.2. Canalización de los ríos y su desestabilización geomorfológica**

Un efecto muy frecuente de los trabajos de dragado y canalización del río para la nivelación de los campos, es la desestabilización geomorfológica, que provoca una incisión y encajonamiento del cauce con la progresiva inestabilidad de los taludes laterales.

#### **4.2. URBANIZACIÓN**

El urbanismo constituye un problema para la conservación de los ríos en todo el mundo, al representar un agente transformador de los paisajes fluviales de gran magnitud.

La situación costera y la climatología de Gandía han hecho que su crecimiento urbano haya sido espectacular desde los años sesenta debido a la construcción de segundas residencias.

##### **4.2.1. Aumento de la demanda del agua y regulación de los caudales**

Debido a que Gandía llega a triplicar su población durante los meses de verano ocasiona que la demanda de agua se haya visto fuertemente incrementada. Y al no existir por el momento una normativa que limite dicho crecimiento, teniendo en cuenta las limitaciones naturales del territorio en relación a sus recursos hídricos, se ha llegado a la sobreexplotación de los acuíferos, especialmente en verano, dificultando considerablemente las posibilidades de restauración del ecosistema fluvial.

##### **4.2.2. Alteración de los balances de agua y sedimentos y desestabilización de los cauces**

El proceso de urbanización tiene dos fases (Chin, 2006), la primera fase implica la remoción de amplias superficies de terreno, la eliminación de la vegetación, nivelación de las superficies, terraplenado, etc, dejando el suelo desnudo durante bastante tiempo, como se puede ver en la siguiente imagen zona perteneciente a nuestro tramo de estudio. Este suelo desnudo provoca un aumento de los procesos de erosión y hace que lleguen grandes cantidades de sedimentos al cauce del Serpis.



Imagen 4.3. construcción nueva promoción de V.P.O en la ribera del Serpis. Fotografía tomada el 30/10/12 a las 13.23.



Imagen 4.4. construcción nueva promoción de V.P.O en la ribera del Serpis. Fotografía tomada el 30/10/12 a las 13.20.

En la segunda fase cuando los terrenos están pavimentados y edificados aumentan drásticamente las escorrentías generadas con las precipitaciones, de elevado volumen de agua y reducida carga de sedimentos, provocando la erosión del cauce y su gradual incisión y



ensanchamiento, ocasionado por el aumento del caudal punta, la disminución del tiempo de concentración y la degradación física y biológica del sistema fluvial.

#### **4.2.3. Fomento de las canalizaciones y dragados y aumento del riesgo hidrológico**

Con el objetivo de proteger las áreas urbanizadas de las posibles inundaciones, con mucha frecuencia se dragan y canalizan los tramos fluviales creando muros de defensa y motas en ambas márgenes.

El tramo que abarca la zona de estudio está dragado y canalizado, perdiendo así gran parte de sus atributos ecológicos y valores ambientales. La canalización del río agrava el riesgo hidrológico asociado a la crecida e inundaciones.

Los efectos ecológicos de los dragados son muy diversos: causan la destrucción de las formas del lecho y organización de los microhábitat, dañan directamente a los organismos del cauce y alteran la calidad de las aguas durante su ejecución.

#### **4.2.4. Ocupación de las llanuras de inundación.**

Las llanuras de inundación y riberas han sido ocupadas por edificaciones, perdiendo así el ecosistema de ribera y disminuyéndose la anchura del corredor fluvial. Estas edificaciones sufren un alto riesgo de inundación, véanse las siguientes imágenes y el Anexo III mapa 1. Riesgo de inundación.



Imagen 4.5. Ocupación riberas y llanuras de inundación en el Serpis. Fotografía tomada el 30/10/12, 13:10.



Imagen 4.6. Ocupación riberas y llanuras de inundación en el Serpis. Fotografía tomada el 30/10/12, 13:53.

#### 4.2.5. Ocupación de la desembocadura

Con el paso del tiempo la desembocadura del río Serpis ha sido modificada antrópicamente. Antiguamente la desembocadura presentaba dos brazos, como observamos en las dos imágenes siguientes:

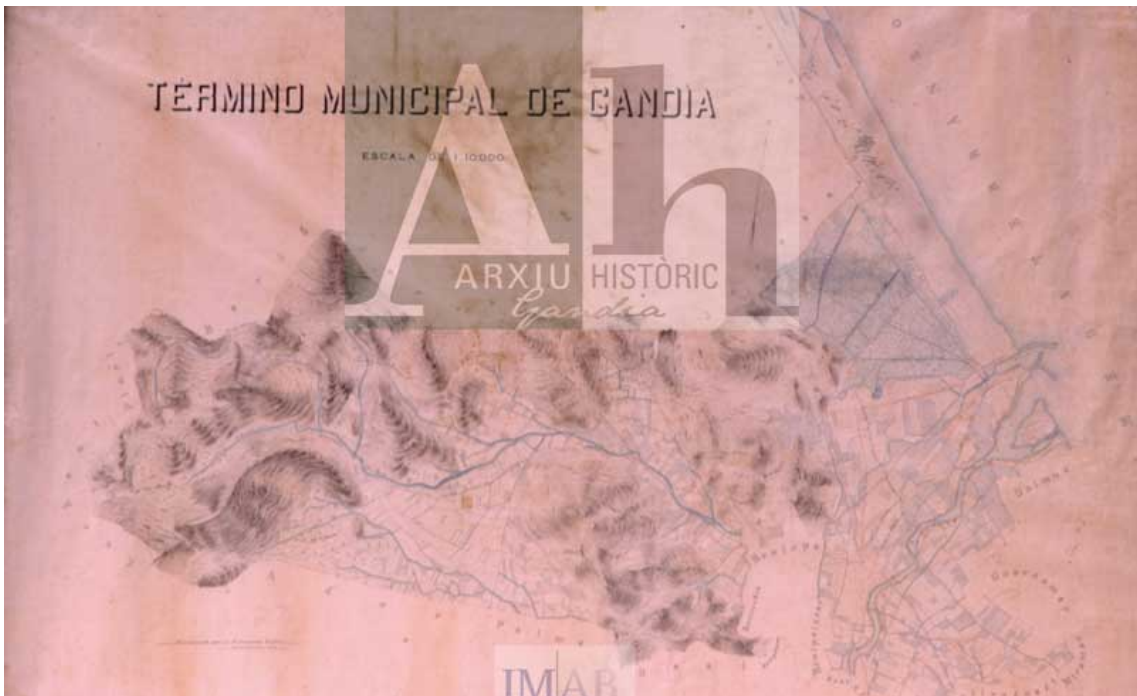


Imagen 4.7. Plano del Padre Leandro Calvo de 1902. Archivo histórico de Gandia (06/08/13, 18:40).



Imagen 4.8. Paisajes Españoles, 1959. Archivo histórico de Gandía (06/08/13, 18:43)

En las siguientes imágenes ya vemos la desembocadura con un solo ramal:



Imagen 4.9. Desembocadura Serpis y de los Marenys de Rafalcaid, después de la riada de 1987. Paisajes españoles, Archivo histórico de Gandía (06/08/13, 19:04).



Imagen 4.10. Vista actual del Río Serpis y su desembocadura. Google Earth (06/08/13, 19:00).

### 4.3. EFECTOS ACUMULATIVOS EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO

En la actualidad nuestro tramo fluvial sufre procesos de incisión y gradual encajonamiento como efecto sinérgico de múltiples causas, entre las que podemos destacar:

- Regulación del caudal mediante el embalse de Beniarrés y los diferentes azudes con reducción de la frecuencia y magnitud de las avenidas más frecuentes, y retención de sedimentos en el embalse creando desequilibrio entre el caudal líquido y sólido.
- Urbanización del territorio aumentando el volumen de escorrentías sin sedimentos.
- Canalización y dragado que aumentan la energía hidráulica dentro del cauce y la capacidad erosiva del caudal circulante.

La contaminación difusa y los vertidos puntuales que se van incorporando en sucesivos tramos, o la presencia de azudes que van obstaculizando el paso de los organismos acuáticos son un ejemplo de impactos que han de analizarse de forma conjunta desde el medio receptor que es el Serpis.

		IMPACTOS		
		<b>PRESIÓN</b>	<b>AGRICULTURA</b>	<b>I. CONSUMO DE AGUA</b>
<b>II. OCUPACIÓN DE LAS LLANURAS DE INUNDACIÓN</b>	<b>OCUPACIÓN DE LOS ESPACIOS RIPARIOS Y PÉRDIDA DE SU VEGETACIÓN</b>			Disminución de la anchura de los corredores fluviales Riesgo de extinción de especies en su variedad pura
	<b>CANALIZACIÓN DE LOS RÍOS DE LLANURA Y SU DESESTABILIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA</b>			Incisión y encajonamiento del cauce (inestabilidad taludes laterales)
<b>III. EMISIONES DE NUTRIENTES Y OTROS COMPUESTOS AGRÍCOLAS A LAS AGUAS DEL SERPIS: CONTAMINACIÓN DIFUSA</b>	<b>NUTRIENTES Y EUTROFIZACIÓN</b>			Disminución de la velocidad de corriente Variación de la temperatura del agua, pH y contenido de O <sub>2</sub> del agua

Tabla resumen 4.1. Presiones e impactos de la agricultura. Recurso propio.

PRESIÓN	URBANIZACIÓN	IMPACTOS	
		<b>I. AUMENTO DE LA DEMANDA DE AGUA Y REGULACIÓN DE LOS CAUDALES</b>	<b>SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS/PLANTA DESALADORA DE EDR</b>
<b>II. ALTERACIÓN DE LOS BALANCES DE AGUA Y SEDIMENTOS Y DESESTABILIDAD DE LOS CAUCES</b>	<b>SUELOS DESNUDOS</b>	Aumento de los procesos de erosión Llegada de grandes cantidades de sedimentos al cauce del Serpis	
	<b>EROSIÓN CAUCES Y SU GRADUAL INCISIÓN Y ENSANCHAMIENTO</b>	Aumento de caudales punta Disminución del tiempo de concentración de las escorrentías Degradación física y biológica del sistema fluvial del Serpis	
<b>III. FOMENTO DE LAS CANALIZACIONES Y DRAGADOS</b>	<b>CANALIZACIÓN</b>	Riesgo hidrológico asociado a las crecidas/inundaciones Pérdida de los atributos ecológicos y valores ambientales	
	<b>DRAGADOS</b>	Destrucción de las formas del lecho y organización de los microhábitat Daño directo a los organismos del cauce Alteración de la calidad de las aguas Inestabilidad geomorfológica	
<b>IV. OCUPACIÓN DE LAS LLANURAS DE INUNDACIÓN</b>	<b>OCUPACION DEL ESPACIO RIPARIO Y PÉRDIDA DE SU VEGETACIÓN</b>	Disminución de la anchura de los corredores fluviales Pérdida del hábitat ripario	
<b>V. OCUPACIÓN DESEMBOCADURA</b>	<b>DESVIO DEL CAUCE</b>	Fragmentación y desaparición del ecosistema dunar	

Tabla resumen 4.2. Presiones e impactos de la urbanización. Elaboración propia.

#### **4.4. PRESIONES E IMPACTOS DE LAS DUNAS**

Cuando se produce el encuentro entre el hombre y el sistema dunar, este sistema se ve perturbado, variando el grado de perturbación desde casi imperceptible a catastrófico (Carter, 1995). En general, se puede decir que las actividades humanas sobre las dunas han causado un extenso cambio ecológico y morfológico. La destrucción y fragmentación de los ecosistemas dunares costeros y de los procesos relacionados con su formación y mantenimiento han conducido a la pérdida de un buen número de hábitats costeros y al incremento del número de especies organismos amenazados.

##### **4.4.1. Extracción de arena**

Los dragados que afectan a las dunas costeras son los realizados a cierta distancia de la costa, en los que el material arenoso es transportado fuera del área de actuación de los oleajes. Esto provoca la recesión de las playas y sistemas dunares, con la consiguiente aparición de los perfiles subverticales característicos de los frentes dunares.

##### **4.4.2. Urbanización**

La presión urbanística a la que está sometida la playa de Gandía ha puesto en evidencia la fragilidad del litoral. La urbanización sobre sistemas dunares implica su destrucción completa, además de producir un aumento de la presión de uso en zonas adyacentes.

##### **4.4.3. Actividades recreativas**

Las dunas son formaciones geomorfológicas costeras muy atractivas para su uso recreativo. El principal efecto de la presión humana en el entorno dunar es el derivado del pisoteo indiscriminado al que se ve sometida la vegetación. El simple hecho de que se atraviese la duna para ir a la playa provoca un fuerte impacto, el de la fragmentación del cordón dunar, por la creación de pasillos, que favorecen la acción erosiva del viento, dando lugar a la formación de brechas en los cordones y aumentan la vulnerabilidad del sistema.

Las actividades limpieza de playas contribuyen a la degradación y eliminación de su vegetación y de las formas de acumulación embrionarias, no pudiéndose crear la barrera natural contra la erosión marina.

El paso de vehículos por la playa seca aumenta la compactación de la arena, impidiendo la germinación de las especies vegetales, destruyendo las dunas embrionarias, disminuyendo la capacidad de absorción de la energía del oleaje sobre la línea de costa e incrementando los efectos erosivos en la playa seca.

##### **4.4.4. Construcción de obras marítimas de protección y defensa**

La construcción de puertos, diques y espigones para la prevención de la erosión, han modificado de forma sustancial a dinámica litoral y el aporte sedimentario a las playas y sistemas dunares. Este tipo de obras interrumpe el aporte de arena a la playa. El impacto al principio sólo es aparente; pero cuando pasa el tiempo, el sistema dunar pierde su estructura y se desintegra.

#### **4.4.5. Construcción de presas en cuencas hidrográficas**

Al realizar obras tales como el embalse de Beniarrés y los azudes aguas arriba del río, se interrumpe el aporte de sedimentos del mismo a la desembocadura, privando a las playas de una importante fuente de sedimentos, rompiendo así el equilibrio sedimentario.



## **5. VALORACIÓN AMBIENTAL DEL SERPIS PARA SU RESTAURACIÓN**

En este punto valoraremos de forma integrada la problemática del Serpis, identificando los problemas y las oportunidades que existen para llevar a cabo su restauración.

### **5.1. ANÁLISIS Y VALORACION DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS**

#### **5.1.1. Régimen de caudales**

El régimen hídrico natural del Serpis es irregular, con grandes avenidas periódicas, por la torrencialidad del clima mediterráneo. No obstante, actualmente las fluctuaciones del caudal se encuentran amortiguadas por el embalse de Beniarrés, todos los parámetros que altera por completo los caudales naturales, disminuyendo el caudal que circula aguas abajo.

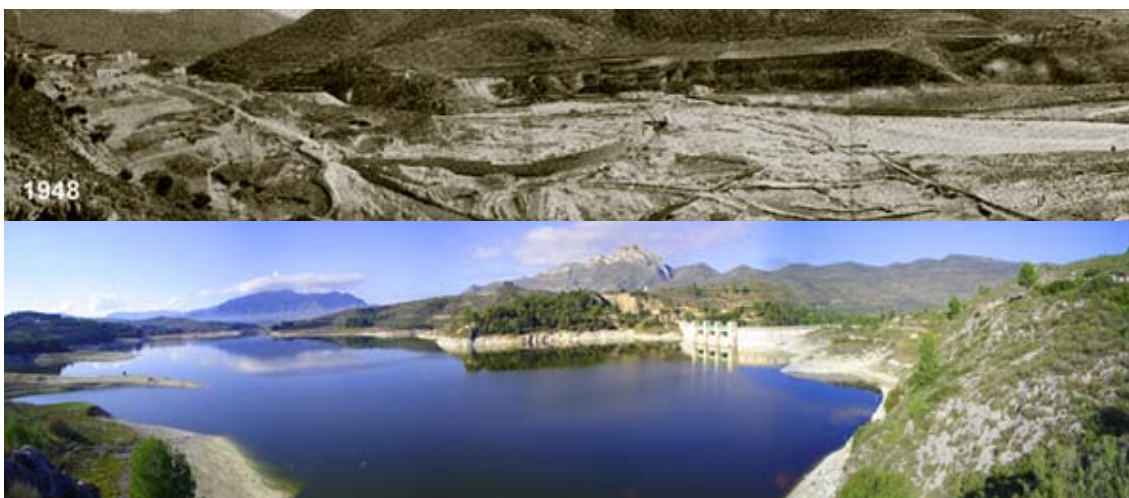


Imagen 5.1. Antes y después de la construcción del embalse. Fuente Ajuntament de Beniarrés.

Durante el otoño y el invierno el embalse libera un caudal inferior al que recibe y así embalsa agua que liberará en la época de riego, un periodo de caudales bajos. Esto es una típica inversión artificial de caudales que se produce en los embalses destinados al riego en ríos de clima mediterráneo. En el Serpis los efectos de esta inversión son más acentuados por existir solamente una presa.

Según estudios de la CHJ (2008), si se compara el régimen actual con la serie de caudales en régimen natural que existiría en ausencia del embalse, el sistema hidrológico del Serpis se encuentra alterado. La magnitud actual de caudales que circulan es netamente inferior a los que circulan en régimen natural.

También se aprecia en el estudio que el río ha perdido caudal y las avenidas han disminuido tanto en frecuencia como en magnitud.

#### **5.1.2. Calidad de las aguas**

En general en el curso fluvial los niveles de calidad del agua son pobres. Según Mellado Ros (2007), la calidad del agua está totalmente condicionada por la calidad de las aguas del embalse de Beniarrés.

Tal como figura en el II Plan director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana, en el embalse se observan las condiciones de eutrofización de todo el territorio. No obstante, se están llevando a cabo importantes mejoras en el saneamiento aguas arriba del embalse, que repercutirán favorablemente en la calidad de las aguas.

Aguas abajo del embalse la calidad del agua mejora a causa del efecto decantador del embalse y de las aportaciones naturales de agua procedentes de barrancos y fuentes. En el tramo final del río hay poco conocimiento de la evolución de la calidad del agua por falta de datos, pero se destacan las extracciones de agua que se hacen para satisfacer las necesidades de riego de la Huerta de Gandía.

Las características Físico-Químicas de las aguas las obtendremos de un estudio realizado por la CHJ en Mayo 2013. Los principales parámetros de calidad que emplearemos para valorar la calidad de las aguas son, su contenido de O<sub>2</sub> disuelto, pH, el porcentaje de saturación, la Demanda Biológica de Oxígeno, nitratos, fósforo, amonio e indicadores físico-químicos generales, para comprobar hasta qué punto se encuentran eutrofizadas o contaminadas las aguas del Serpis, y cuál sería su evolución.

En el momento del estudio nuestro tramo carecía de agua (indicado en rojo), por lo que utilizaremos los resultados del análisis de la masa de agua inmediatamente anterior a la nuestra (redondeada en verde). Los resultados obtenidos para todos los parámetros de calidad alcanzan el buen estado, por lo que suponemos que si en nuestro tramo de estudio hubiera agua, esta sería de la misma calidad.

Código Masa	Nombre Masa	OD	%SAT.	pH	DBO5	Nitrato	Amonio	PT	INDICADORES FCO-QCOS GENERALES
18.29.01.01	Río Albaida: Cabecera - E. Bellús	A.	A.	A.	A.	A.	A.	N.A.	N.A.
18.29.01.01.01.01	Río Clariano	A.	A.	A.	A.	N.A.	A.	N.A.	N.A.
18.29.01.02.01.01	Río Micena	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
18.29.01.03	Río Albaida: E. Bellús - Río Cãñoles	A.	A.	A.	A.	N.A.	A.	A.	N.A.
18.29.01.03.01.02	Río Albaida: Río Cãñoles - Río Barcheta	A.	A.	A.	A.	N.A.	A.	A.	N.A.
18.29.01.03.02.01	Río Barcheta	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
18.29.01.04	Río Albaida: Río Barcheta - Río Júcar	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
21.01	Río Serpis: Cabecera - Pont Set Llunes	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
21.02	Río Serpis: Pont Set Llunes - EDAR Alcoy	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
21.03	Río Serpis: EDAR Alcoy - E. Beniarrés	A.	A.	A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
21.03.01.01	Río Vallaseta	A.	A.	A.	A.	A.	N.A.	A.	N.A.
21.05	Río Serpis: E. Beniarrés - Lorcha	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
21.05.01.01	Bco. Encantada	N.A.	N.A.	A.	A.	A.	A.	A.	N.A.
21.06	Río Serpis: Lorcha - Reprimala	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
21.07	Río Serpis: Reprimala - Bco. Murta	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.	A.
21.07.01.01	Río Bernisa: Cabecera - Bco. Llutxent	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.
21.07.01.02	Río Bernisa: Bco. Llutxent - Río Serpis	A.	A.	A.	A.	N.A.	A.	A.	N.A.
21.08	Río Serpis: Bco. Murta - Mar	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.	S.A.M.

Alcanza el buen estado (A.); No alcanza el buen estado (N.A.); Sin agua en los muestreos (S.A.M.)

Tabla 5.1. Características F-Q del agua.

### **5.1.3. Continuidad fluvial**

Para la valoración de la conductividad fluvial haremos un inventario de las infraestructuras existen que pueden suponer una barrera física para el tránsito de organismos o la retención de sedimentos.

El río Serpis tiene un embalse, el de Beniarrés y alberga ocho azudes: Infern, Canales altos, Fàbrica de la Mare de Déu, Morú, l'Esclapissada, Reprimala, el de la Font d'En Carrós y el d'En March. Estas infraestructuras constituyen barreras que impiden el desarrollo de los peces.

La continuidad fluvial también se ve afectada por la interrupción de la corriente debida a la regulación del caudal, a derivaciones y a la toma directa desde el cauce.

### **5.1.4. Niveles freáticos y humedad edáfica**

Se trata de valorar hasta qué punto los niveles freáticos o el grado de humedad han sido alterados por actividades humanas.

## **5.2. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS**

Estudiar y hacer una valoración de las condiciones morfológicas del Serpis es muy importante para interpretar los problemas que presenta.

Para la realización de la caracterización morfológica hay que analizar el trazado en planta, perfil longitudinal y la forma de la sección transversal del canal no solo en su estado actual sino a lo largo de la historia.

### **5.2.1. Evolución del trazado en planta y cambios en la pendiente longitudinal**

Mediante la siguiente imagen donde se muestran diferentes épocas del último tramo del Serpis vemos la tendencia y los cambios en el río que se han producido en la sinuosidad, pendiente longitudinal y dimensiones del sistema fluvial.

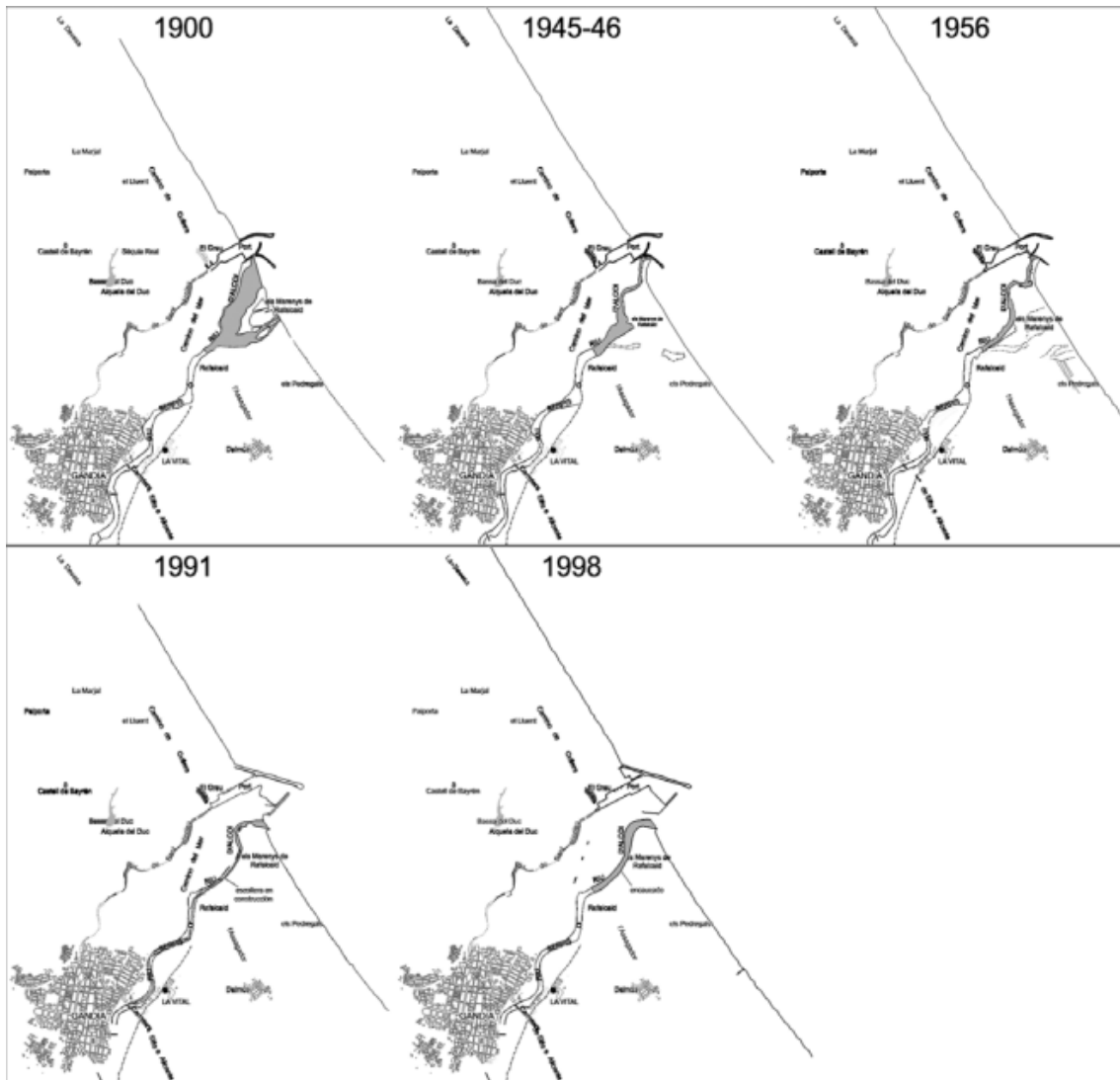


Figura 5.1. Evolución reciente del trazado en planta. Series de trabajos nº113 (DGV), La Vital Gandía (2011).

### 5.2.2. Valoración de las secciones transversales

En este caso comprobamos como ha sido modificada directa o indirectamente la sección transversal por las diferentes actuaciones humanas.

### 5.2.3. Afecciones al hábitat físico

Al canalizar el río se uniformiza el sustrato y las profundidades y las velocidades del agua son muy similares en todas las secciones, excluyendo a las especies que necesitan mayor profundidad y refugio en las aguas abajo.

### 5.2.4. Síntomas de inestabilidad y proceso de ajuste

Uno de los síntomas de inestabilidad es el ensanchamiento gradual del cauce por erosión lateral y el crecimiento de la vegetación en su interior, contribuyendo a la retención de los sedimentos hasta lograr unas dimensiones en equilibrio con los caudales circulantes.



Imagen 5.2. Crecimiento de la vegetación en el interior del cauce. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.3. Crecimiento de la vegetación en el interior del cauce. Fotografía tomada el 30/07/13.

### 5.2.5. Zonas inundables

Las avenidas del río Serpis se han repetido irregularmente a lo largo del tiempo, pero, desde la construcción del embalse, en 1958, han perdido parte de su intensidad.

El 3 de noviembre de 1987, la comarca de la Safor (Valencia) sufrió una de las riadas más importantes de la historia de España. Los más de 800 L./m<sup>2</sup> llovidos en 30 minutos, inundaron el Grao y la ciudad de Gandía.



Imagen 5.4. puente de Daimús derruido tras la avenida de 1987. Paisajes de España (1987).

La cartografía de zonas inundables por avenidas (PATRICOVA) ayuda a comprender el comportamiento del sistema fluvial y a detectar donde se encuentran las zonas de mayor riesgo (ver Anexo III, Mapa I ) y cuál es el origen de los desbordamientos.

Nuestra zona de estudio presenta un nivel de riesgo alto (1), teniendo un nivel de calado elevado (>0,8m.) y un nivel de frecuencia elevada (<25años).

### 5.3. ANÁLISIS Y VALORACION DE LAS CONDICIONES RIPARIAS

Para valorar las condiciones ambientales de la ribera es necesario realizar un análisis de los atributos que configuran la dimensión y estructura del corredor de vegetación, así como un estudio de las características que determinan su funcionamiento formando parte del sistema fluvial. También se debe incluir un estudio de los usos de los usos y ocupaciones existentes en riparias o ser un condicionante para su restauración.

### 5.3.1. Atributos de la estructura y funcionamiento de las riberas

Para determinar el estado ecológico del Serpis y sus riberas utilizaremos dos índices de calidad. Para la calidad del hábitat ripario utilizaremos el índice Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné, Solà y Prat, 1998). Este índice aborda el estado del río desde una perspectiva global, no obstante está enfocado a la morfología y a la vegetación de ribera, por eso utilizaremos también el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) (Pardo et al, 2002) para relacionar a las comunidades animales.

El resultado final del QBR se obtiene de la suma de las puntuaciones de los cuatro bloques de los que consta:

BLOQUE 1: Grado de la cobertura riparia

BLOQUE 2: Estructura de la cobertura riparia

BLOQUE 3: Calidad de la Cobertura riparia

BLOQUE 4: Grado de naturalidad del canal fluvial

La suma de estos cuatro bloques da una puntuación a la zona de ribera que varía de 0 (mínima calidad) a 100 (máxima calidad), y define cinco categorías:

Calidad del Hábitat ripario	Descripción	Valor QBR
Óptima	Hábitat ripario sin alteraciones, estado natural	≥ 95
Buena	Bosques ligeramente alterados	75-90
Regular	Inicio de una alteración considerable	55-70
Mala	Gran alteración	30-50
Pésima	Degradación extrema	≤25

Tabla 5.2. Niveles de calidad del Hábitat ripario según el índice QBR.

El IHF valora diferentes parámetros y aspectos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen de la hidrología y el sustrato existente, y son:

Grado de inclusión del sustrato y sedimentación en charcos

Frecuencia de rápidos

Diversidad y representación de sustrato

Existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad

Porcentaje de sombra en el cauce

Presencia y dominancia de distintos elementos heterogeneizadores

Cobertura y diversidad de la vegetación acuática

Cada uno de los siete bloques de los que consta el IHF estima de manera independiente los distintos componentes del cauce fluvial. La puntuación final es el resultado de la suma obtenida en cada bloque y no puede ser mayor a 100, y la mínima nunca podrá ser 0. Una vez obtenido el resultado al tramo de muestreo se le asigna una categoría de calidad como se ve en la tabla siguiente:

Nivel de calidad	Descripción	Valor IHF
Buena	Buena calidad del hábitat para los macroinvertebrados	>60
Moderada	Calidad del hábitat susceptible de degradación	40-60
Mala	Hábitat empobrecido	<40

Tabla 5.3. Niveles de calidad según IHF.

Para nuestro tramo de estudio el índice QBR es pésimo (QBR=5), y el IHF es malo, aunque su puntuación es más elevada que en tramos anteriores, por la presencia de agua (IHF=31).

#### 5.3.1.1. Continuidad longitudinal del corredor de vegetación riparia

Permite desarrollar las funciones del corredor biológico del Serpis, y asegura el movimiento y dispersión de las especies favoreciendo la biodiversidad.

Vemos la degradación de la continuidad longitudinal del corredor a través de la fragmentación de la vegetación riparia, que se produce como consecuencia de un régimen hídrico alterado y por la presencia de basuras, y porcentaje de perímetro del cauce en contacto con usos del suelo no relacionados con el medio fluvial. En nuestro caso el perímetro de cauce ocupado por zonas de cultivo, urbanizaciones o vías de infraestructura es muy grande, como se puede comprobar en las siguientes fotografías.





Imagen 5.5. Contacto del perímetro del cauce con infraestructuras. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.6. Contacto del perímetro del cauce/ribera con cultivos. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.7. Contacto del perímetro del cauce urbanizado. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.8. Contacto del perímetro del cauce urbanizado. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.9. Contacto del perímetro del cauce urbanizado. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.10. Contacto del perímetro del cauce con el sector industrial. Fotografía tomada el 30/10/12.



Imagen 5.11. Contacto del perímetro del cauce con el cc. Plaza Mayor. Fotografía tomada el 30 /07/13.

#### **5.3.1.2. Dimensiones en anchura del espacio ocupado por vegetación asociada al río**

La valoración de las dimensiones en la anchura de la ribera en el tramo de estudio debe hacerse en relación a las dimensiones que corresponderían a las condiciones naturales o de referencia. A partir de una anchura entre 30 y 50 metros a cada lado del cauce, en función del tamaño de este, el río dispone de una franja protectora que puede evitar la llegada de nutrientes o sedimentos y contaminantes a las aguas del cauce.

La dimensión de la anchura de las riberas observadas en nuestro tramo de estudio es muy pequeña y en algunos puntos prácticamente inexistente.

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

Para hacer la valoración de composición y estructura de la vegetación riparia se ha de identificar los tipos de formaciones leñosas dominantes, su distribución espacial, su altura y densidad. En nuestro caso tales formaciones leñosas son casi nulas, se encuentran numerosas especies exóticas, como las cañas comunes, la ludwigia.

#### **5.3.1.4. Condición de las orillas**

La naturalidad de las orillas puede estimarse a través de la altura de los taludes del cauce en relación al lecho, y a través de la irregularidad y heterogeneidad del sustrato en contacto con las aguas.

En el tramo del proyecto se ha elevado la altura de las orillas con rellenos y nivelaciones del terreno, se ha rectificado el perímetro de contacto de la lámina de agua con el material del lecho y se han reforzado los taludes del cauce con escolleras y muros de hormigón. Estas actuaciones determinan una modificación de las condiciones de humedad de las orillas y una

pérdida de diversidad de las condiciones hidráulicas de la orilla que disminuyen la calidad y la heterogeneidad del hábitat.



Imagen 5.12. Escollera, fotografía tomada el 30/10/12.

#### **5.3.1.5. Conectividad lateral del cauce con sus riberas**

En estado natural las riberas se inundan periódicamente, y su vegetación está adaptada a los desbordamientos. Como nuestro río está totalmente transformado, tanto para evitar los desbordamientos como para disminuir la frecuencia de inundación de las riberas, la posibilidad de regeneración natural de la vegetación y la diversidad de los sistemas acuáticos de la llanura de inundación están muy reducidas.

#### **5.3.1.6. Permeabilidad de los materiales y grado de alteración del relieve de las riberas**

Los suelos de las riberas en condiciones naturales contienen materiales gruesos que facilitan la infiltración y movimiento del agua a su través, asegurando la percolación en profundidad y la recarga de acuíferos durante las inundaciones.

Pero estas condiciones no se dan en nuestro tramo de estudio, los suelos riparios han sido compactados y sellados por el efecto del urbanismo, impidiendo la infiltración y los movimientos de agua. Así como en las márgenes se han aportado otros materiales más impermeables e inertes, que alteran los flujos del agua y el banco de semillas natural primitivo.

El deterioro de todas las características citadas trae un cambio de la flora de las riberas, con la proliferación de las plantas nitrófilas y oportunistas.

### 5.3.2. Usos y ocupaciones de las riberas

Las ocupaciones de la ribera con usos no compatibles con la dinámica fluvial fomentan las canalizaciones y restringen el espacio disponible para el río, alterando su funcionamiento y comprometiendo las posibilidades de su restauración.

Los principales usos antrópicos de las riberas de nuestro tramo de estudio son la agricultura (cítricos y huerta), el uso residencial, el sector servicios (centro comercial) y el industrial. Ver Anexo III, Mapa 2, Usos del suelo.

### 5.4. VALORACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE AL TRAMO DE PROYECTO

La valoración ambiental del tramo fluvial debe completarse con una revisión de las actividades humanas que tienen lugar en la cuenca vertiente, que pueden afectar o afectan a su estado ecológico.

#### 5.4.1. Otras características de interés para la valoración ambiental

El Paisaje Protegido del río Serpis es un espacio singular por sus valores paisajísticos, ecológicos y culturales, derivados de una relación histórica armoniosa entre el hombre y el medio natural. Los pueblos de este amplio territorio agrupados por el hilo conductor del Serpis, dibujan un itinerario cultural donde el paisaje se transforma en historia.

En el Serpis el Patrimonio cultural que suponen los azudes, citados anteriormente en el punto 5.1.3., y algunos de los puentes construidos sobre él tienen un alto valor histórico, por lo que es importante incluirlos en la valoración ambiental.



Imagen 5.13. Azud de la Mare de Déu. De la Mariola a la mar.  
Joan Pellicer, 1997.

La Revolución Industrial convirtió a Alcoy en un centro textil que se unía con Gandia mediante una línea ferroviaria, la cual discurría paralelamente al Serpis en gran parte de su recorrido. Esta línea ferroviaria que funcionó durante 76 años, es en la actualidad, un atractivo para la zona con grandes posibilidades para el uso público ordenado y el disfrute de sus paisajes.

Diversos monumentos del Patrimonio Cultural se encuentran a lo largo de este recorrido, como el Castillo de Perputxent (l'Orxa), el monumento a la Mare de Déu de la Font (Villalonga). Existen también otros elementos arquitectónicos de gran valor histórico vinculados al paisaje como son los molinos que datan de finales del siglo XIX. Estos derivaban agua del río mediante los pequeños azudes, posteriormente fueron transformados en centrales hidroeléctricas (fabriques de llum).

En la zona de protección del Serpis, se localiza un Lugar de Interés Comunitario (LIC), según la Directiva 92/43/CEE, el de la Serra de la Safor.

### **5.5. DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA Y PRIORIDAD DE LAS ACTUACIONES PARA LA MEJORA AMBIENTAL DEL SERPIS**

Atendiendo al estado actual y a la diferencia o similitud de este estado con el correspondiente a unas condiciones naturales realizaremos el diagnóstico de la problemática del último tramo del Serpis (Desde el puente de Blasco Ibáñez hasta la desembocadura), siendo conveniente detallar no sólo los atributos hidromorfológicos que presentan mayor deterioro, sino también los que se encuentran en mejor estado de conservación.

Para ello primero identificaremos los aspectos del río que todavía están bien conservados o menos alterados. En nuestro caso el aspecto menos alterado, debido a que nuestro tramo del río es el más distante al embalse de Beniarrés, es la calidad de las aguas, todos los parámetros de calidad analizados (OD, pH, % Sat., nitratos, amonio, fósforo y DBO) alcanzan el buen estado.

En segundo lugar analizaremos los componentes de estructura y funcionamiento que a día de hoy difieren del estado de referencia, y valoraremos en qué medida podemos mejorarlos o acercarlos al estado más próximo al natural. En cuanto a las condiciones hidrológicas las más alteradas son las relativas al régimen de caudal porque debido al embalse de Beniarrés se produce una disminución, fluctuación e inversión del caudal y una disminución de las avenidas ordinarias. La continuidad fluvial es un aspecto totalmente alterado debido a la presencia de barreras físicas, como hemos explicado en el apartado anterior.

En relación a las condiciones geomorfológicas las diferentes actuaciones humanas (canalizaciones del cauce, invasión del suelo de las riberas, construcción de muros de contención, escolleras y redes de alcantarillado en las riberas, nivelación del suelo de las orillas) han hecho que el río se encuentre actualmente en condición de inestabilidad del cauce.

Nuestras riberas están mayoritariamente ocupadas, tanto por zonas de cultivo, edificaciones, como por infraestructuras, las condiciones hidrológicas están reguladas (modificación régimen de caudales y avenidas ordinarias) lo que hace que la composición de la vegetación de ribera estén muy mal estado, afectando a la conservación del territorio fluvial, impidiendo los procesos de movilidad y regeneración del hábitat por la fragmentación, así como el desarrollo de la vegetación, y la infiltración de escorrentías.

Las primeras medidas de mejora deben de ir enfocadas a disminuir las presiones existentes, alejando las ocupaciones del cauce, disminuyendo la intensidad de los usos del suelo en las riberas y llanuras de inundación, controlando los usos del agua, los vertidos, y evitar el deterioro adicional del río como consecuencia de la puesta en marcha de nuevas urbanizaciones.

Las actuaciones a realizar en el río se deben empezar priorizando las relacionadas a la mejora del régimen de caudales circulantes, siendo este junto a la calidad del agua los factores que rigen el funcionamiento del sistema fluvial y condicionan en mayor medida los procesos y la calidad del hábitat.

El siguiente paso será recuperar la funcionalidad de las riberas, eliminando en la medida de lo posible, los usos antrópicos que se dan en la actualidad en ellas.

Por último deberemos mejorar las condiciones geomorfológicas del cauce y sus riberas, recuperando el trazado primitivo y disminuyendo su pendiente longitudinal, pudiendo ser necesario disminuir la pendiente de los taludes laterales, lo que aumentará la conectividad con las riberas y la regeneración natural de la vegetación.

El éxito de la restauración y recuperación ambiental del Serpis será mayor cuanto mayor sea el acuerdo alcanzado con los ciudadanos para aumentar el espacio fluvial y mejorar el régimen de caudales, recuperando en mayor medida los procesos dinámicos del cauce, y con ellos la diversidad de las comunidades biológicas y la resiliencia del sistema fluvial.

## **5.6. VALORCIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DUNAR PARA SU RESTAURACIÓN**

En este punto valoraremos de forma integrada la problemática de los sistemas dunares adyacentes a la desembocadura del Serpis, identificando los problemas y las oportunidades que existen para llevar a cabo su restauración.

### **5.6.1. Análisis y valoración de los cordones dunares**

Tanto en la playa de Venecia como en la del Mareny de Rafalcaïd el sistema dunar presenta una fragmentación consecuencia de los caminos formados por los usuarios de la playa y el paso de vehículos por las dunas, lo que aumenta la vulnerabilidad del ecosistema.





Imagen 5.14. Ejemplo de destrucción del sistema dunar por el paso de vehículos. Playa de Venecia 14/08/13 a las 12:19.

### 5.6.2. Análisis y valoración de la vegetación

La cubierta vegetal del sistema dunar ha desaparecido en ciertas zonas por lo que se produce una desestabilización de las dunas y una pérdida de arena, favoreciendo el asentamiento de especies invasoras.

## **6. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DEL SERPIS Y SU RIBERA**

En este capítulo vamos a describir las distintas actuaciones que vamos a realizar para mejorar el estado ecológico del tramo de estudio.

Las posibilidades de poder llevar a cabo estas actuaciones dependen de muchos factores, teniendo en cuenta las oportunidades o limitaciones que pueden representar la propiedad privada de los terrenos en que se debería actuar, y las limitaciones presupuestarias de las entidades que las lleven a cabo.

Como hemos comentado anteriormente, las primeras actuaciones a plantearse para restaurar o mejorar ambientalmente el Serpis deben de ir enfocadas a disminuir las presiones e impactos existentes.

Todas las actuaciones a ejecutar en este proyecto deberán ser consensuadas entre los técnicos y ciudadanos mediante un proceso de participación pública, para asegurar el éxito de la restauración.

### **6.1. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS**

Nuestro objetivo es mejorar la cantidad y distribución temporal de los caudales que circulan por el Serpis garantizando un régimen que mantenga la continuidad de los flujos y la conectividad del hábitat en las tres dimensiones del sistema fluvial, y asegure la persistencia de las comunidades biológicas primitivas.

El establecimiento de un régimen de caudales ambientales para cada río o tramo fluvial que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos, y de los ecosistemas terrestres asociados, obligando a los usuarios del agua a su cumplimiento, debe representar una etapa inicial en el proyecto de restauración del Serpis, ya que dicho régimen va a condicionar las posibilidades de recuperación de los procesos fluviales o de la calidad del hábitat.

La puesta en práctica del régimen ambiental de caudales va a representar un proceso largo en el tiempo, hasta alcanzar los acuerdos sobre la distribución de la cantidad del agua disponible entre los diferentes usuarios, atendiendo a la planificación hidrológica establecida para la cuenca del Serpis.

Ver Anexo III Mapa V.

#### **6.1.1. Eliminación de barreras y disminución de las restricciones al desbordamiento**

Debido a la regulación que sufre el Serpis lo más importante va a ser revertir la inversión de los caudales existentes, para ello, se deberá aumentar el caudal durante los meses más fríos o de mayor precipitación y disminuir el caudal circulante durante los meses más cálidos en que debe producirse el estiaje, acercándose en la medida de lo posible al régimen natural.

Para mitigar los efectos de la regulación de los caudales para regadío proponemos la construcción de **zonas de almacenamiento de agua situados fuera de los cursos de agua naturales**, que permitan realizar las detracciones en las épocas de mayor disponibilidad natural de agua, satisfaciendo las demandas, pero manteniendo los caudales circulantes por los ríos en condiciones más próximas a las naturales.

Con estas nuevas construcciones, se podrían **eliminar tanto el embalse, como los azudes del Serpis**, al suprimir estas barreras físicas el Serpis tendría continuidad fluvial y se verían favorecidas las avenidas ordinarias, imprescindibles para la regeneración natural de las riberas y estabilidad geomorfológica del río.



Imagen 6.1. Presa del embalse de Beniarrés. Fuente <http://www.seprem.es/ficha.php?idpresa=170&p=7#;> 14/08/13, 16:28.

#### 6.1.1.1. Remoción de estructuras transversales

Muchas veces los azudes forman parte de la historia del desarrollo económico y social de un territorio, y su mantenimiento puede tener interés desde un punto de vista cultural y tecnológico formando parte del patrimonio histórico del río. Pero hoy en día todos los azudes del Serpis están en desuso, excepto el azud Canales Altos, por lo que su aprovechamiento a disminuido y la alteración que están creando en la continuidad fluvial ya no está justificada en el momento actual. Para favorecer la movilidad piscícola, crearemos una escala de peces en el azud Canales Altos, el cual será el único que no demoleremos por seguir en uso



Imagen 6.2. Ejemplo de escala de peces en un azud.

La técnica de demolición que vamos a emplear para garantizar la correcta continuidad fluvial del Serpis va a consistir en romper parcialmente la presa, permitiendo que el agua fluya a través de las brechas abiertas y no se quede almacenada aguas arriba. Para llevar a cabo esta actuación será necesario elaborar un proyecto específico donde se justifique la obra propuesta siendo conveniente incorporar un estudio de impacto ambiental. Con esta opción se mantiene parte de la estructura, pero se recupera la conectividad de los hábitats a lo largo del continuo fluvial. Como se observa en la siguiente figura.

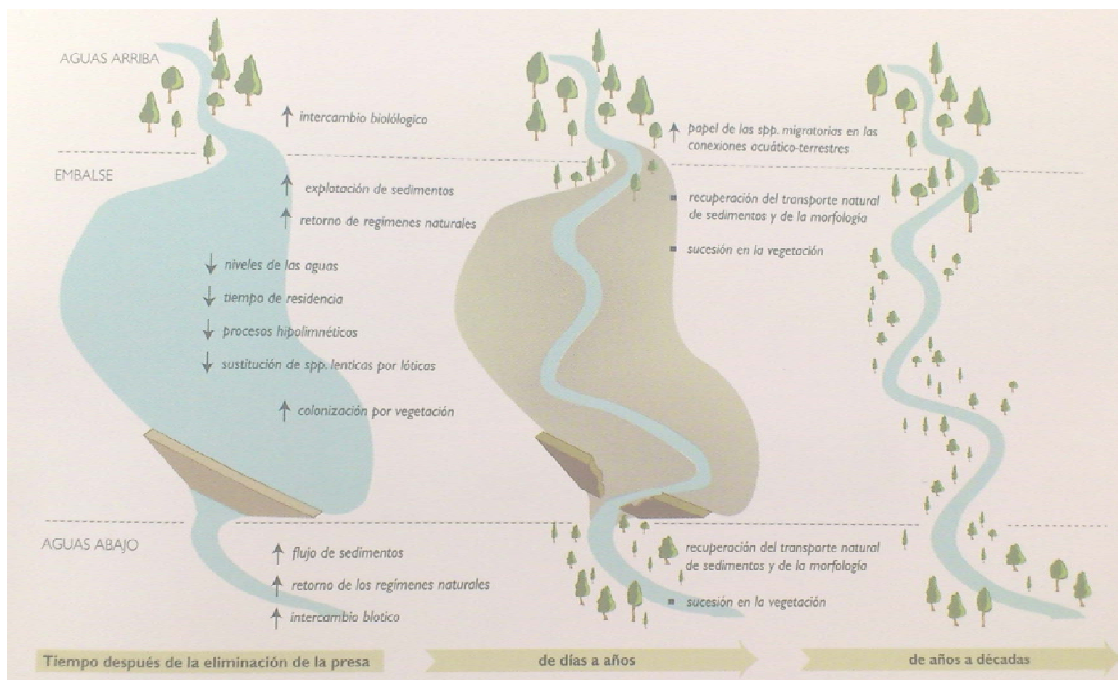


Figura 6.1. Esquema simplificado de las respuestas potenciales a la demolición de una presa con la recuperación del canal fluvial, la exportación de sedimentos aguas abajo y la regeneración de la vegetación (Hart et al. 2002)

Se consideran posibles efectos adversos a corto plazo relacionados con los sedimentos almacenados en el embalse (daños en los hábitats del lecho, aterramiento de los microhábitat y frezaderos), que van a ser transportados y distribuidos por el cauce aguas abajo. Antes del vaciado del embalse es necesario analizar el origen y la composición de los sedimentos acumulados e identificar si existen sustancias tóxicas o peligrosas para la flora y fauna del río.

La rapidez con que el río recupera su estado primitivo depende de la forma en que se lleve a cabo la retirada de los sedimentos, así como los trabajos de demolición (Stanley y Doyle, 2002).

Pero sin embargo, desde el mismo momento de la eliminación o rotura de la presa hay efectos positivos, ya que, existe la posibilidad de tránsito de los organismos acuáticos por todo el corredor fluvial y también de inmediato se recupera la circulación libre de las aguas con sedimentos mejorando la estabilidad geomorfológica aguas abajo.

En la llanura de inundación en el tramo afectado por la presa la regeneración de la vegetación primitiva puede tardar mucho más tiempo, dependiendo del tiempo que tarden en recuperarse las condiciones geomorfológicas de las zonas riparias atendiendo al nuevo régimen de caudales e inundaciones (Shafroth et al. 2002).

#### **6.1.1.2. Retirada de estructuras longitudinales**

Nuestro río presenta diques longitudinales artificiales que tratan de evitar su desbordamiento. Como está comprobado estas estructuras longitudinales han supuesto una defensa parcial frente a las inundaciones al no poder predecir por donde se va a producir su rotura o desbordamiento ante una avenida superior a la que corresponde su diseño (Blackwell y Maltby, 2006). Por lo que proponemos como medida de actuación la **eliminación de dichos diques** con el fin de proporcionar al río más espacio para el almacenamiento de agua y disipación de su energía, logrando con ello mejorar el funcionamiento hidrológico del río.

Previamente a la demolición de los diques y propiciando el desarrollo de las estrategias propuestas sobre la nueva Directiva Europea sobre inundaciones, disminuirémos el riesgo de avenida **eliminando las edificaciones que ocupan las zonas inundables pertenecientes a la ribera y llanura de inundación del Serpis**. Ver Anexo III, mapa 3. DPH

Con este planteamiento tratamos de minimizar los daños que pueden causar las inundaciones desarrollando estrategias para disipar la energía de las crecidas y evitar sus efectos sobre las ocupaciones y usos de valor de las riberas y llanuras de inundación, con un enfoque más sostenible.

En la zona de eliminación del dique es indudable que aumenta la frecuencia de inundación, y en ella se iniciará desde el primer momento de la retirada de la estructura, una recuperación de los hábitats y de la vegetación atendiendo a la humedad y frecuencia de inundación.

## 6.2. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS RIBERAS

Ver Anexo III Mapa VI.

### 6.2.1. Regeneración natural de la vegetación riparia

La estructura de la vegetación de ribera debe ser consecuencia de la dinámica fluvial y la debe crear el propio río, a partir de la llegada de semillas procedentes de la vegetación de los tramos próximos y el proceso de selección natural efectuado por los diferentes caudales que circulan a lo largo del año, y en sucesivos periodos de años. Esta estrategia de <<restauración pasiva>> respecto a la implantación de la vegetación de ribera es la más efectiva a medio y largo plazo, dando lugar a formaciones vegetales distribuidas con una gran variedad y naturalidad; y también es la de menor coste, al llevarla a cabo el propio río a través de sucesivas avenidas y desbordamientos.

Hay que asegurar la conexión del cauce con sus riberas, que el suelo tenga unas condiciones óptimas de humedad y aireación y la llegada de semillas por crecidas para se dé a corto plazo la regeneración natural. Para ello realizaremos **labores de descompactación** para mejorar la capacidad de infiltración y rugosidad superficial del suelo, **desbroces selectivos de la vegetación invasora** y su control hasta que las especies nativas se establezcan.

#### 6.2.1.1. Justificación de las plantaciones

Nuestro propósito es que se dé una regeneración natural en las riberas, pero, somos conscientes que al hacer desaparecer estructuras longitudinales y apropiarnos de terrenos privados, debemos **ocupar físicamente el espacio ripario** para evitar otro tipo de ocupaciones y acelerar el desarrollo de la vegetación. Estas plantaciones (de especies nativas de olmos) con individuos adultos, las realizaremos para remarcar físicamente los límites externos del espacio fluvial para prevenir su ocupación por usos privados o ajenos al río.

También adecuaremos una pequeña zona de las riberas para un **uso recreativo**, con mesas y bancos, aprovechando la sombra que darán los olmos plantados y pondremos un panel informativo. Planteamos sólo esta pequeña área recreativa, a la espera de adecuar más áreas cuando la ribera esté regenerada totalmente.

Para regenerar el suelo de las riberas, previamente a las plantaciones, eliminaremos o reduciremos las cantidades de materiales que se consideran nocivos para el crecimiento de la vegetación. Estos **trabajos de regeneración** han de ser complementados con la redistribución o nivelación de los materiales existentes (retirando los materiales que nunca deberían haber sido depositados en las riberas, llevándolos a vertederos controlados y rellenado y nivelando el espacio con los materiales del río que se encuentren más próximos) y en nuestro caso con una modificación de la topografía actual, rebajando la altura de las orillas para que no existan restricciones a la llegada de humedad del cauce a los espacios en los que se va a llevar a cabo las plantaciones de ribera.

A la hora de seleccionar las especies de los individuos que vamos a utilizar en la regeneración de la ribera deberemos evitar la introducción de especies o de variedades híbridas, previniendo la contaminación genética.

Para definir distribución de los olmos se considera conveniente un espaciamiento entre pies de 4 a 5m. que deje espacio a que cada individuo desarrolle ampliamente y su copa y porte natural. Con el fin de dar mayor naturalidad a las plantaciones es recomendable seguir las pautas generales de un diseño paisajístico que trata de imitar el modelo de lo natural.

### **6.3. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS**

Dentro del contexto de la DMA los tramos canalizados deben ser mejorados y restaurados en la medida de lo posible.

El objetivo de esta actuación se centra en recuperar total o parcialmente el trazado primitivo del río.

#### **6.3.1. Mejora del trazado rectificado aumentando el espacio fluvial y la sinuosidad del cauce**

Contando con un mayor espacio disponible para el río, y habiendo retirado las estructuras longitudinales para dar conectividad y funcionalidad a las riberas, se pueden plantear una serie de trabajos que contribuyen a reintroducir los procesos naturales en los ríos canalizados.

##### **6.3.1.1. Alejar las ocupaciones del cauce liberando unos terrenos a cada lado del mismo donde el río pueda llevar a cabo procesos de erosión y sedimentación y recuperar gradualmente un trazado natural**

Estos terrenos sin ocupaciones ni labores agrícolas han de ser simplemente vigilados y expuestos a su regeneración natural de su vegetación.

Lo ideal sería que los propietarios de los terrenos que ocupan las riberas fueran conscientes de la importancia que tienen éstos y los cedieran para que el río volviera a alcanzar de nuevo un estado de funcionamiento natural. Pero, sabemos que esto es prácticamente imposible y que conseguir esos terrenos para el buen funcionamiento del río nos va a costar muchos trámites legales y mucho tiempo.

### **6.4. TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN NUESTRO TRAMO DE ESTUDIO**

Se entiende como trabajos de mantenimiento del curso fluvial aquellas actuaciones que son necesarias para mantener la capacidad hidráulica del río. En nuestro caso el propio funcionamiento hidrológico del río será el que controle y mantenga la capacidad de desagüe del cauce y el crecimiento de la vegetación, a través del paso periódico de avenidas de diferente magnitud, haciendo que los trabajos de mantenimiento del tramo sean mínimos.

El mantenimiento de nuestro tramo consistirá en la **vigilancia para la conservación del estado deseado**. Para el mantenimiento de los accesos al cauce se harán desbroces manualmente o con la maquinaria apropiada y por operarios especializados, evitando siempre el aporte de herbicidas o productos químicos que supongan el deterioro del ecosistema fluvial. Si fuera necesario efectuar una limpieza de la vegetación interior del cauce, ésta será de forma selectiva y en la época en que no afecte la nidificación o puestas de las especies presentes.

## **6.5. ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DEL SISTEMA DUNAR**

La restauración de los sistemas dunares que han sido alterados se consigue mediante la eliminación de las causas que han conducido a su alteración y utilizando técnicas de restauración topográfica y repoblación con vegetación autóctona. Puesto que las dunas costeras son unos sistemas muy dinámicos, los objetivos de restauración se pueden cumplir en un plazo breve, del orden de pocos años.

Debemos establecer cuáles son los objetivos a alcanzar, siendo deseable que las actuaciones realizadas consigan recuperar la estructura y funcionamiento, de forma que el sistema dunar restaurado mantenga una situación de equilibrio dinámico acorde con las características sedimentarias y ecológicas de su entorno.

Las técnicas que utilizaremos para la restauración del sistema dunar degradado, son las técnicas ecológicas.

Las técnicas ecológicas son las actuaciones en las que, una vez eliminado o reducido a rangos compatibles el factor o factores que han conducido a la degradación dunar, se procede a la instalación de sistemas de “ayuda” que permitan su reconstrucción mediante procesos naturales. Es una acción relativamente lenta, cuyos resultados se obtienen a medio plazo. Son actuaciones muy poco costosas, en las que la inversión realizada es muy pequeña en relación con los resultados que se obtienen, que, en general, son buenos. No obstante, puesto que se trata de obras en las que es la propia naturaleza la que realiza la mayor parte del esfuerzo, los resultados no se aprecian al terminar la actuación, sino al cabo de cierto tiempo, ya que depende de la climatología, la dinámica sedimentaria, la actividad de la protección, etc.

Los efectos negativos de la frecuentación humana se resuelven mediante sistemas de protección como pasarelas de acceso a la playa, cerramientos en ecosistemas dunares y eliminación del tráfico rodado sobre las dunas.

Las actuaciones de restauración necesitan un mínimo pero continuado mantenimiento, al menos durante los primeros años después de su realización. Necesario para la reparación de las estructuras de protección, para la corrección de procesos de captación de arena y para la replantación de las zonas donde la vegetación no ha arraigado suficientemente.

Es importante recordar que todas estas actuaciones deben realizarse después de, o a la vez que, se produce la eliminación total o la reducción a niveles compatibles de las causas que han



conducido a la alteración del sistema dunar. Sólo así podrá garantizarse el éxito de las acciones realizadas y se evitará volver a la situación anterior de degradación de las dunas.

Ver Anexo III Mapa VI.

### 6.5.1. Reconstrucción morfológica de las dunas costeras

Ambas playas presentan un sistema dunar fragmentado por las incisiones producidas por las personas y vehículos, como se ve en las siguientes imágenes:



Imagen 6.3. Dunas fragmentadas en el Mareny de Rafalcaid. Imagen tomada el 14/08/13 a las 12:40.



Imagen 6.4. Dunas de la Playa de Venecia. Imagen tomada el 14/08/13 a las 12:25.

Los cordones dunares han quedado reducidos a un conjunto de montículos separados entre sí, con una topografía muy irregular y una vegetación muy dañada.



Imagen 6.5. Vegetación dañada playa de Venecia. Imagen tomada a las 12:22 el 14/08/13.

Iniciaremos, una **reconstrucción topográfica del cordón**, adoptando una morfología lo más parecida a la que existía previamente. La reconstrucción topográfica debe conseguir una morfología adecuada, lo más aerodinámica posible para evitar la formación de turbulencias. Utilizaremos captadores pasivos de arena para reconstruir el cordón dunar, este método sustituye la función que, de forma natural, ejerce la vegetación pionera en la formación de dunas.

Estas estructuras consiguen formar depósitos gracias a la intercepción de la arena que el viento transporta, al reducir su velocidad por la fricción que ejercen. Utilizaremos este sistema para ayudar a rellenar los huecos o brechas que se observan en las dunas.



Imagen 6.6. Erosión de las dunas. Imagen tomada en la playa de Venecia el 14/08/13 a las 12:30.

La situación de estos captadores, al ser tramos costeros regresivos, será donde se ubique el límite del sistema dunar con el paso de los años. Haremos uso de los captadores por su bajo coste, la facilidad de construcción y su eficiencia en la formación de depósitos arenosos.

Emplearemos sistemas de captadores de apoyo, ya que el cordón dunar no está totalmente degradado. Su principal objetivo es la protección de las plantaciones frente a la erosión eólica y la deposición de arena mientras las plantas alcanzan su tamaño adulto, asumiendo posteriormente éstas la función de estabilización y fijación de las zonas de arena móvil. Usaremos las Tablas estacas y Bardisas.


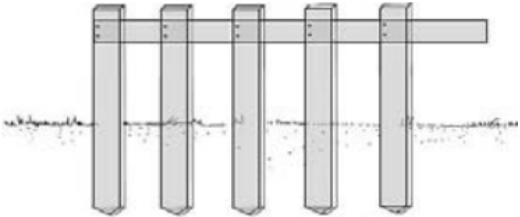
TABLAESTACA DE MADERA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Están constituidos por listones de madera planos verticales unidos mediante listones de madera horizontales más estrechos. En su parte inferior, se insertan en el substrato de forma que la estructura quede bien anclada.</p> <p>Los tabloncillos verticales van separados unos 25 cm. entre sí y su altura es de 1,2 metros, con uno o dos tabloncillos horizontales.</p> <p>Se excava una zanja de 0,6 m de profundidad y una anchura de 0,4 a 0,6 m, en función de la cohesión de la arena, para evitar que los derrumbes laterales de la zanja tapen la excavación. Se tapa la zanja manteniendo las maderas en posición vertical y se apisona la zona rellenada para dar más estabilidad a la empalizada.</p>	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Son más útiles para la formación de depósitos provisionales en la playa seca.</li> <li>-Son biodegradables, pero necesitan mucho más tiempo para degradarse que el mimbre.</li> <li>-La deposición de arena ocurre tanto a barlovento como a sotavento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La vegetación coloniza mucho mejor las arenas estabilizadas con captadores que con tablestacas.</li> <li>-La acumulación es mucho más irregular que en los captadores flexibles de mimbre.</li> <li>-Pueden romperse y astillarse y ser peligrosos para los usuarios de las playas.</li> <li>-Tienen un impacto paisajístico mayor que el mimbre.</li> </ul>
FOTO	ESQUEMA
	

Tabla 6.1. Captadores tablaestaca de apoyo.


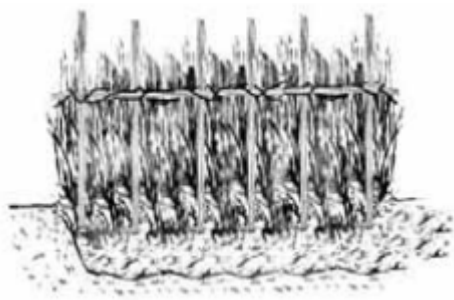
BARDISA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Utilizados sobre todo en la costa Mediterránea, están contruidos con borró (<i>Spartina versicolor</i>) y armados con cañas, que se hincan verticalmente en el suelo, formando una densa empalizada. Suelen disponerse en una trama ortogonal, en la que se mantiene una separación longitudinal entre las empalizadas de 4 veces la altura de la misma.</p> <p>Permiten una permeabilidad al viento de un 40-50 % y tienen una altura variable entre 50 y 80 cm. Con el tiempo, las empalizadas se cubren de arena (2º-3º año), se pudren (4º-5º año) y desaparecen, alcanzando la duna un aspecto totalmente natural a partir del 6º-7º año.</p> <p>En la zona de sotavento, las empalizadas tardan más en degradarse y desaparecer por la menor movilidad de la arena en este sector</p>	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>Al ser porosos, son más efectivos que los sólidos ya que estos últimos producen depósitos menos estables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Su instalación es sencilla.</li> <li>- Su precio es menor que el de los captadores de madera.</li> <li>- Son biodegradables, aumentando el contenido en materia orgánica del suelo para la vegetación que posteriormente se instale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tienen un impacto paisajístico considerable.</li> <li>- Son menos resistentes a fuertes inclemencias climáticas (lluvia y viento).</li> <li>- El depósito de arena es muy irregular creándose un cordón dunar compuesto de montículos que tarda más en adquirir un perfil uniforme.</li> <li>- Son más endebles y menos resistentes en el tiempo que los de madera.</li> </ul>
FOTO	ESQUEMA
	

Tabla 6.2. Bardisas

### 6.5.2. Revegetación

Esta actuación tiene por objeto devolver al sistema la cubierta vegetal. La pérdida de cobertura vegetal en el cordón es una de las causas de su desestabilización y de las movilizaciones de grandes volúmenes de arena hacia el interior.

El objetivo de la restauración ecológica es de devolver a un ecosistema degradado los elementos necesarios para conseguir un equilibrio dinámico similar al natural, no es viable económicamente ni técnicamente plantear un proyecto de restauración de la cobertura vegetal contemplándola reintroducción de todas las especies que, en teoría, podrían componer el sistema, por eso seleccionaremos un número limitado de especies a introducir.

En las dunas costeras activas, las especies de plantas que tienen una función más relevante son aquellas que consiguen una acumulación y estabilización apropiada de los depósitos de arena y

que conforman y mantienen las características geomorfológicas del sistema en una situación de equilibrio dinámico.

Nuestra revegetación se centrará en dos especies especialmente interesantes de gramíneas perennes, con un sistema radicular muy desarrollado, adaptadas a las condiciones ambientales del litoral, capaces de dispersarse a través del viento y del agua del mar y resistentes al enterramiento, que son la grama marina (*Elymus farctus*) y el barrón (*Ammophila arenaria*), llamadas “estructurales” (García Mora, 2000) o “constructoras de dunas” (Ranwell y Boar, 1986).

Debido a que el sistema dunar activo es un sistema abierto y que la mayoría del resto de las especies tienen mecanismos de dispersión adaptados a estos sistemas, se puede prescindir de utilizarlas en la plantación, ya que llegarán por sus propios medios. Si técnica y económicamente es posible se recomienda aumentar la biodiversidad del sistema con otras especies psamófitas autóctonas, como podemos ver en la siguiente tabla, donde las clasificamos por sectores:

MODULOS DE REPOBLACIÓN		
ZONA	ESPECIES	Nº de ejemplares/25m <sup>2</sup>
EMBRIONES DUNARES	<i>Cakile maritima</i>	5
	<i>Calystegia soldanella</i>	11
	<i>Elymus farctus</i>	30
	<i>Otanthus maritimus</i>	5
	<i>Polygonum maritimum</i>	2-3
BARLOVENTO	<i>Calystegia soldanella</i>	11
	<i>Elymus farctus</i>	30
	<i>Euphorbia paralias</i>	4
	<i>Lotus creticus</i>	11
	<i>Medicago marina</i>	4
	<i>Otanthus maritimus</i>	5
	<i>Polygonum maritimum</i>	2-3
CRESTA	<i>Ammophila arenaria</i>	22-23
	<i>Calystegia soldanella</i>	11
	<i>Cyperus capitatus</i>	4
	<i>Lotus creticus</i>	11
	<i>Medicago marina</i>	4
SOTAVENTO	<i>Crucianella maritima</i>	7-8
	<i>Cyperus capitatus</i>	4
	<i>Echinophora spinsa</i>	4
	<i>Eryngium maritimum</i>	4
	<i>Malcolmia littorea</i>	7-8
	<i>Sporoborus pungens</i>	25
	<i>Ononix natix</i>	10
	<i>Pancreatium maritimum</i>	7-8

Tabla 6.3. Módulos de repoblación.

Para calcular el número de ejemplares que necesitamos para la revegetación hemos definido lo que llamamos “módulo de repoblación”, que corresponde a una superficie de la duna de 25m<sup>2</sup>, la cual representa lo más fielmente posible la composición y estructura de la composición vegetal. Su uso simplifica enormemente el cálculo de plantas necesarias en la realización del proyecto de restauración y permite una fácil comprensión por parte de los operarios que intervendrán en las plantaciones.

### 6.5.3. Eliminación de la vegetación invasora

La eliminación de la vegetación invasora es un aspecto fundamental en la restauración de los ecosistemas dunares costeros. Su erradicación ha de ser completa, ya que si se dejan restos de vegetación o semillas, al cabo de poco tiempo, volverán a expandirse sobre el sistema dunar, haciendo inútiles los esfuerzos de eliminación realizados. Las campañas de eliminación han de prolongarse en el tiempo siendo aconsejable que se realicen campañas anuales, para garantizar la desaparición total de las plantas y semillas.

Llevar a cabo esta **eliminación mediante el arranque directo y selectivo**, intentando evitar en la medida de lo posible que se generen procesos erosivos por pisar las dunas.

En nuestra zona de estudio arrancaremos las uñas de gato (*Carpobrotus edulis*).



Imagen 6.7. Proliferación de *Carpobrotus edulis* en el Mareny de Rafalcaïd. Imagen tomada el 14/08/13 a las 12:43.



Imagen 6.8. Proliferación de *Carpobrotus edulis* en la playa de Venecia. Imagen tomada el 14/08/13 a las 12:23.

#### 6.5.4. Sistemas de protección

La afluencia masiva durante los meses de verano origina la pérdida de la vegetación, sobre todo en las zonas próximas a los aparcamientos, chiringuitos, etc.



Imagen 6.9. Aparcamientos a pie de dunas, Playa Rafalcaid. Imagen tomada el 14/08/13 a las 12:39.

Para lograr una restauración exitosa es indispensable eliminar la afluencia de público al área donde se realiza la actuación. Para proteger las zonas plantadas y las zonas que necesitan limitar la afluencia de visitantes, se considera necesaria la **instalación de un cerramiento**, pondremos un cerramiento de madera, detallado en la siguiente tabla:


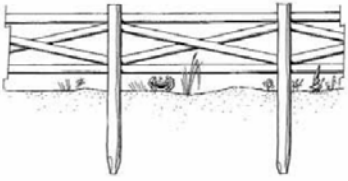
CERRAMIENTOS DE MADERA				
DESCRIPCIÓN				
De tipo rústico, formado por rollizos de madera tratada separados 2 m entre ellos y unidos mediante diagonales formadas de rollizos de madera.				
UBICACION	DISPOSICIÓN	MATERIALES	TIPO DE POSTE	CARACTERÍSTICAS
Incrustado en el terreno	Incrustado en el terreno	Postes de madera de 10 cm. de diámetro, enterrados 1 m, quedando el extremo superior del poste a una altura de 1 m. Con postes cada 2 m. con 1 m. de altura libre y diagonales de poste a poste, y pasamanos, también de madera.	Postes cilíndricos de madera.	Madera: más biodegradable, menor precio y menos resistente que la de plástico
INSTALACIÓN	TIEMPO DE VIDA			
Necesita maquinaria	Permanencia en el medio durante mucho tiempo sin biodegradarse.			
VENTAJAS			INCONVENIENTES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita cimentación.</li> <li>- Su carácter rural y su menor altura tiene menos impacto paisajístico.</li> <li>- En caso de enterramiento, es más sencillo de extraer.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>-Su menor altura permite franquearlo sin problemas y acceder a las zonas de actuación.</li> <li>-Precio mayor que el vallado con malla metálica (40 €/ ml).</li> <li>-Rotura de la madera, astillas, etc.</li> <li>-Susceptibilidad de ser deteriorado por actos vandálicos</li> </ul>	
FOTO			ESQUEMA	
				

Tabla 6.4. Cerramientos de madera

Para evitar el pisoteo habilitaremos pasarelas transversales al cordón dunar, no sólo para la época estival, que canalicen el paso entre ambos lados del cordón impidiendo la fragmentación del cordón. Los sistemas más recomendables para evitar estos procesos de degradación consisten en **pasarelas de madera, elevadas** sobre el suelo y soportadas



mediante pilotes, que dejan un espacio suficiente entre la estructura y la duna y permiten el establecimiento de la vegetación, sin interferir en el transporte de arena por el viento. La pasarela empleada será la siguiente:


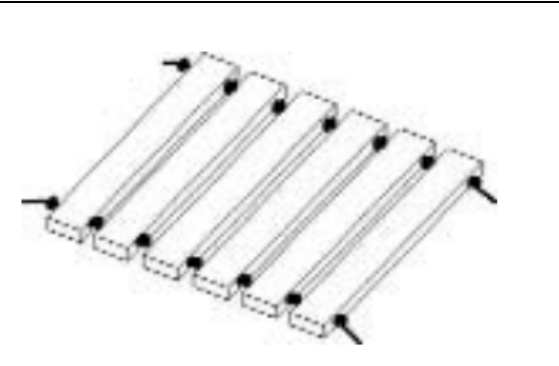
PASARELA LLANA DE MADERA SIN BARANDILLA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Situadas sobre el cordón dunar con un trazado ligeramente sinuoso, están compuestas de tablones de madera tratada, apoyados sobre rastreles del mismo material. Pueden situarse directamente sobre la arena o discurrir sobreelevadas con respecto al suelo mediante pilotes que se entierran en la arena.</p> <p>En ocasiones, en el último tramo, ya en la playa, se utilizan unas pasarelas especiales enrollables apoyadas directamente sobre la arena (que pueden retirarse al acabar la temporada de baños) y que están realizadas con madera o plástico reciclado, y unidas por cordón.</p>	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Su montaje es más sencillo que el resto de las pasarelas.</li> <li>-Su precio es menor que el resto de las pasarelas.</li> <li>-En caso de enterramiento, es más sencillo de extraer.</li> <li>-Su carácter rural y su menor altura tiene menos impacto paisajístico.</li> <li>-Permite su utilización a discapacitados físicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sólo pueden utilizarse en zonas con una topografía muy suave y sin grandes desniveles, ya que la falta de barandilla puede dar origen a accidentes.</li> <li>-Aunque algunas pueden ir algo sobreelevadas, en general, debajo de ellas carecen de espacio suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación e interfieren en el transporte de arenas por el viento.</li> <li>-Escasa reducción del acceso de los viandantes hacia el cordón dunar.</li> </ul>
FOTO	ESQUEMA
	

Tabla 6.5. Pasarelas

La actitud de los ciudadanos es un aspecto fundamental en las obras de restauración dunar. Se considera muy importante informar a los usuarios acerca de las características y problemática del sistema dunar y de las inversiones que se realizan para que este tipo de actuaciones de regeneración no fracase. Se instalarán **carteles informativos** con el fin de explicar las limitaciones de acceso a las dunas restauradas.

#### **6.5.5. Seguimiento y mantenimiento de las obras de restauración**

Los efectos de una restauración dunar no se manifiestan de inmediato, ya que se necesita un tiempo para que actúen los captadores, se establezca la vegetación y los elementos naturales se autorregeneren gracias a las medidas de protección realizadas. Puesto que los efectos son a medio-largo plazo se realizarán una serie de seguimientos desde el comienzo de las obras hasta varios años después de terminada la obra.

Las labores de mantenimiento consisten fundamentalmente en controlar y promover la adecuada evolución y desarrollo vegetal de las plantaciones realizadas, comprobando que se adquieren las coberturas y portes deseables con el paso del tiempo, manteniendo unas condiciones de conservación y dinámica adecuadas. En el mantenimiento deberemos incluir: las replantaciones, reposición de captadores de arena, reparación y/o reposición del vallado, reparación de las pasarelas peatonales, reposición de los sistemas de información y eliminación de la vegetación invasora.

## 7. VALORACIÓN ECONÓMICA

<b>VALORACIÓN ECONÓMICA</b>		
<b>RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL SERPIS</b>		
<b>ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS</b>		
<b>ACTUACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
Eliminación parcial de la presa	32900 m <sup>3</sup>	2.500.000
Eliminación de 7 azudes	1750 m <sup>3</sup>	125.000
Paso para peces	1	70.000
Retirada de estructuras longitudinales y disminución de la pendiente	20.000 m <sup>2</sup>	600.000
<b>ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS RIBERAS</b>		
<b>ACTUACIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
Labores descompactación suelos riberas	400.000 m <sup>2</sup>	27.000
Desbroces selectivos de la vegetación invasora y limpieza del cauce y de las riberas	200.000 m <sup>2</sup>	20.000
Plantaciones de olmos adultos	800	8.000
Mesas para uso recreativo	5	3.000
Panel informativo	1	600
Demolición casas dentro del DPH	5470 m <sup>2</sup>	165.000
<b>RESTAURACIÓN DE LOS SISTEMAS DUNARES ADYACENTES A LA DESEMBOCADURA</b>		
<b>RECONSTRUCCIÓN MORFOLÓGICA DE LA DUNA COSTERA</b>		
<b>ACTUACIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
Tablasestacas de madera	160m	6.500
Bardisas	160m	2.000
<b>REVEGETACIÓN</b>		
<b>ACTUACIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
Plantación de Barrón	12.420	6.000
Plantación de Grama marina	16.200	8.000
<b>ELIMINACIÓN DE LA VEGETACIÓN INVASORA</b>		
<b>ACTUACIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
Arranque directo de piteras y uñas de gato	13.500m <sup>2</sup>	1.500
<b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN</b>		
<b>ACTUACIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
Cerramientos de madera	470m	19.000
Pasarelas de madera	165m	15.000
Carteles informativos	2	1.200
<b>TOTAL SIN I.V.A.</b>		<b>3.600.000</b>

## **8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Con este proyecto pretendemos recuperar los procesos fluviales naturales, y con ellos el funcionamiento ecológico y las formas y comunidades biológicas primitivas del cauce y sus riberas, o lo que es lo mismo hacer una restauración ecológica del Serpis.

Para lograr la restauración del Serpis se requiere principalmente, por un lado, **aumentar el espacio fluvial**, eliminando las ocupaciones existentes, edificaciones, infraestructuras, campos de cultivo de cítricos, y las estructuras longitudinales que se han construido en él, canalizaciones y diques. Por otro lado, hemos de **devolver al estado natural el régimen de caudales circulantes**, eliminando las barreras transversales que nos encontramos a lo largo del río, los azudes (menos el de Canales Altos que dejaremos para abastecer las balsas de riego, habilitándolo con un paso para peces) y el embalse de Beniarrés. Con todas estas actuaciones, se da paso a los procesos naturales de erosión y sedimentación, los cuales crearán el hábitat de los sistemas fluviales, que permitirá la recuperación de las comunidades biológicas nativas del río Serpis. Para la restauración de los sistemas dunares adyacentes a la desembocadura haremos una restauración topográfica del cordón, una revegetación, eliminaremos la vegetación invasora existente y protegeremos estas actuaciones con cerramientos de madera y colocaremos pasarelas de madera.

Nos preocupan seriamente los problemas que puedan surgir con las personas afectadas por alguna de nuestras actuaciones, porque a pesar de la discusión previa y el consenso al que pensamos llegar mediante el proceso de participación pública, siempre habrá alguien que no estará de acuerdo y que para él/ella ninguna de las posibilidades estudiadas sea aceptable. No sabemos tampoco las facilidades o problemas que nos encontraremos al tratar con las autoridades de los distintos ayuntamientos afectados, puesto que éstos van a mirar casi siempre por sus votantes y no por el beneficio que a la larga pueda representar el buen estado ecológico del río.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### 9.1. PÁGINAS WEBS

<http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/en/FluvialDesignGuide/Chapter4.aspx>  
27/06/13 10:09

[http://www.chj.es/es-es/ciudadano/consultapublica/Documents/Plan%20Hidrologico%20de%20cuenca/Anejo01020306\\_Mayo2013.pdf](http://www.chj.es/es-es/ciudadano/consultapublica/Documents/Plan%20Hidrologico%20de%20cuenca/Anejo01020306_Mayo2013.pdf) 07/08/2013 17:39

<http://www.agricultura.gva.es/agua/participacion-publica/ii-pii-plan-director-de-saneamiento-de-la-comunidad-valenciana/ii-pii-plan-director-de-saneamiento-de-la-comunidad-valenciana>  
07/08/13 17:41

[http://www.jolube.es/Habitat\\_Espana/documentos/32%20T09.pdf](http://www.jolube.es/Habitat_Espana/documentos/32%20T09.pdf) 03/08/2013 12:44

<http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/05-073.htm> 10/08/2013 16:18

[www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org) 07/04/13 18:03

<http://www.eea.europa.eu/es> 12/08/13 17:32

<http://www.iucnredlist.org/amazing-species> 09/07/13 12:15

[http://www.cma.gva.es/areas/estrategia\\_territorial/index.htm](http://www.cma.gva.es/areas/estrategia_territorial/index.htm) 14/08/13 18:50

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/index2010-10-28\\_21.00.46.0492.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/index2010-10-28_21.00.46.0492.aspx) 25/07/13 9:23

### 9.2. ARTÍCULOS y REVISTAS

-Martínez, J.F; Correcher, E; Piñón, A. Marín, M.A; Pujante, A.M; Estudio del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar (España) mediante el índice BMWP (2004).

-Pulido, M; Martín, J; Andreu, J; Water scarcity valuation under the EU WFD, SERPIS RIVER BASIN, Case Study Report (2009).

-El proyecto de recuperación del Serpis entre Alicante y Valencia. Revista Sauce, nº2, Abril 2010, pág. 11-13.

- Rivas Martínez, S; Díaz, F; Fernández, J; Izco, J; Penas, A. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal, Itinera Geobotanica 15(1-2).

-Poff et al, 1997. The Natural Flow Regime. BioScience, 47(11):769-784.

-González et al, 2006. Propuesta de caracterización jerárquica de los ríos españoles para su clasificación según la DMA. Limnética, 25(3):693-712.

- Rosgen, D. 1996. Applied River Morphology. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado, USA.
- Chang, H. 1998. Fluvial Processes in River Engineering. John Wiley &son, New York.
- Morisawa, M. 1985, Rivers. Forms and Process. Longman, Geomorphology Text, 7. London
- Ward, J.V. 1998. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. Journal North American Benthological Society, 8:2-8.
- Chin, A. 2006. Urban transformation of river landscape in a global constext. Geomorphology, 79: 460-487.
- García Mora, M. R. et al. 2000. Plant diversity as a suitable tool for coastal dune monitoring. Journal of Coastal Research 16:990-995.

### 9.3. LIBROS

- Valgañón, Violeta. Biología aplicada a la conservación y restauración. Editorial Síntesis (2008).
- Conselleria de agricultura y medio ambiente. Centro de estudios ambientales del Mediterráneo. La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana (2007).
- Gómez Orea, Domingo. Recuperación de espacios degradados. Ed. Munidi-Prensa (2004). - Gómez Orea, D; Segura, R. La agricultura y sus efectos en los ríos. Mesas de trabajo, Estrategia Nacional de restauración de ríos, Ministerio de Medio Ambiente y UPM, 2007.
- Ruipérez, M. Guía para el diseño y ejecución de programas de voluntariado ambiental en ríos y riberas. WWF/ Adena y Ministerio de Medio Ambiente, 2007.
- Serrano, J; Sánchez, R; García, D. Alteración de los regímenes de caudales de los ríos. Mesas de trabajo, Estrategia Nacional de restauración de ríos, Ministerio de Medio Ambiente y UPM, 2007.
- González, M.A; Rodríguez, I; Lastra, I. La urbanización y su efecto en los ríos. Mesas de trabajo, Estrategia Nacional de restauración de ríos, Ministerio de Medio Ambiente y UPM, 2007.
- Libro blanco del agua en España, 1998. - Camacho, A. Restauración de ríos: bases de la estrategia nacional de restauración de ríos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010.
- González, M; García, D. Restauración de Ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Ministerio de Medio Ambiente, Diciembre de 2007.
- Benavent, J.M; Collado, P; Martí, R; Muñoz, A; Quintana, A; Sánchez, A; Vizcaino, A. La restauración de las dunas litorales de la devesa de l'Albufera de València. Ajuntament de València, 2004.

- Manual de restauración de dunas costeras. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2007.
- Laguna Lumbreras, Emilio. Hábitats prioritarios de la Comunidad Valencia, Conselleria de territorio i habitatge, 2003.
- Aguilella, A; Fos, S; Laguna, E. Catálogo valenciano de especies de flora amenazadas, Generalitat Valenciana, 2010.
- Pellicer, J. De la Mariola al mar, Viatge pel riu Serpis. Col.lectiu de Mestres de la Safor, 1997.
- Lara, F. 2005. Formaciones vegetales de la ribera en España. Implicaciones para la restauración. En: II Curso sobre Ecología fluvial y Restauración de ríos y riberas, CEDEX, 18-33. Ministerio de Fomento.
- CEDEX, 2005. Caracterización de los tipos de ríos y lagos. Versión 3.0. Centro de Estudios Hidrográficos, Ministerio de Medio Ambiente.
- Randwell, D.S. y Board, R. 1986. Coast dune management guide. Institute of Terrestrial Ecology, NERC, Norwich.
- Garófano, V. Les riberes del Serpis. Gestió de l'aigua per a la seua conservació. Editorial CEIC Alfons el Vell, 2009.

#### **9.4. PROYECTOS**

- Pastor, Raquel. Proyecto de restauración ambiental del rio Turia en los T.T.M.M. de Gestalgar, Bugarra y Pedralba (Valencia).
- Proyecto de restauración del rio Serpis en los T.T.M.M. de Lorcha (provincia de Alicante) y Villalonga (provincia de Valencia).
- Restauración ambiental del Bajo Turia. Ministerio de medio ambiente. -Martínez-Quintanilla, José Luis. Regeneración de la playa de Las Villas en el T.M. de Benicassim (Castelló) (2011).
- Abad Payá, M<sup>a</sup> del Carmen. Plan de recuperación del campo dunar de la playa del Dosel (T.M. de Cullera) (2011).
- Montesinos Collado, Alejandro. Regeneración del frente litoral al sur del puerto de Sagunto (2011). -López Ruíz, Antonio. Proyecto de regeneración y ordenación del frente litoral de la playa del Espalmador (Cartagena) (2010).
- Bielsa Martín, Ana. Estudio del medio y Restauración del frente dunar en la desembocadura del Barranc del Carraixet, T.M. de Alborai (2010).
- López Díaz, Noelia. Propuesta de regeneración del campo dunar de la playa de L'Ahuir, T.M. Gandía (Valencia) (2007).

-García Calatayud, Ignacio. Proyecto de regeneración y ordenación del frente litoral de la playa de Rafalcaid (2006).

-Paricio Caño, Javier. Colaboración en la ejecución de la obra Encauzamiento del barranco de la albufereta desde vía parque hasta el mar (Alicante) (2005).

-Olmos Ventura, M<sup>a</sup> Antonia. Estudio de recuperación ambiental del frente costero del Norte de Burriana (2009).

-Reche Espada, David. Proyecto de recuperación ambiental del Pantano de Elche y su entorno (T.M. Elche y Aspe, Alicante) (2006).

-Proyecto: Parque Fluvial del Turia entre Villamarchante y Quart de Poblet

### **9.5. PONENCIAS**

-Godé, L. Planificación de espacios fluviales en Cataluña. Jornadas técnicas sobre la gestión del espacio fluvial y plan de restauración de ríos, Foro del Agua de Navarra. Pamplona, Julio del 2007.

-Elsó, J. Gestión sostenible de las inundaciones. Jornadas técnicas sobre la gestión del espacio fluvial y plan de restauración de ríos, Foro del Agua de Navarra. Pamplona, Julio del 2007.

### **9.6. LEYES**

-Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas

-Directiva 92/43/CEE del consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora silvestres.

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

-Directiva 79/409/CEE del consejo de 2 de abril de 1979 relativa a la conservación de las Aves Silvestres.

-LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

-Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

-Decreto 265/1994, de 20 de diciembre, del Gobierno Valenciano, por el que se crea y regula el CATÁLOGO VALENCIANO DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA y se establecen categorías y normas de protección de la fauna.



-DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

-Real Decreto 213/2009, de 20 de noviembre del Consell, por lo que se aprueban medidas para el control de especies exóticas invasoras en la Comunidad Valenciana.

- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.