



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL Y MEDIDAS DE
RESTAURACIÓN EN OBRAS
PÚBLICAS LINEALES:**

**SANTIAGO DE LA ESPADA-
PONTONES**

Alumno/a: **García Morcillo, Laura**

Tutor/a: Julio Antonio Calero González
 Ramón Luis Carpena Morales

Dpto: Geología
 Ingeniería mecánica y minera

octubre, 2022



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL Y MEDIDAS DE
RESTAURACIÓN EN OBRAS PÚBLICAS
LINEALES:**

**SANTIAGO DE LA ESPADA-
PONTONES**

Autora:
Laura García Morcillo

Director:
**Julio Antonio
Calero González**

Codirector:
**Ramón Luis
Carpena Morales**

ÍNDICE

1. Introducción.....	6
1.1. Justificación	8
2. Hipótesis	12
3. Objetivos	12
4. Metodología	13
4.1. Establecimiento del marco de actuación y reconocimiento in situ.	13
4.2. Inventario ambiental	15
4.3. Identificación y valoración de impactos potenciales	17
4.3.1. Matriz de Leopold	17
4.3.2. Matriz de importancia	18
5. Resultados	21
5.1. Inventario ambiental	21
5.1.1. Geología.....	21
5.1.2. Edafología	24
5.1.3. Hidrología y geomorfología fluvial	26
5.1.4. Climatología.....	28
5.1.5. Fauna	30
5.1.6. Vegetación	35
5.2. Identificación y valoración de impactos potenciales	48
6. Discusión de resultados. Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Revegetación.....	55
6.1. Medidas preventivas.....	55
6.2. Medidas correctoras	58
6.2.1. Medidas compensatorias. Restauración paisajística.	59
7. Conclusiones.....	64

Resumen

Se ha establecido una metodología de identificación y evaluación del impacto producido por el derrumbe de vado inundable y la construcción de un puente para restaurar la dinámica natural del río. El enclave es un Parque Natural protegido de gran importancia a nivel nacional "La Sierra de Cazorla",

Para evaluar la viabilidad del proyecto, se ha necesitado una visita de la zona para tomar datos, la realización de un inventario ambiental, así como la redacción de medidas preventivas, correctoras y compensatorias de los impactos.

Los resultados muestran que dicha obra es viable y no supone una afección grave al entorno natural.

Abstract

A methodology has been established to identify and evaluate the impact produced by the collapse of the flood ford and the construction of a dam to restore the natural dynamics of the river. The enclave is a protected Natural Park of great national importance "Sierra de Cazorla",

To assess the feasibility of the project, it has been necessary to visit the area to collect data, carry out an environmental inventory, as well as draft preventive, corrective and compensatory measures for the impacts.

The results show that the project is feasible and does not seriously affect the natural environment.

1. Introducción

La degradación de los ecosistemas debida a la construcción infraestructuras viarias es uno de los grandes problemas ambientales de nuestro tiempo, afectando profundamente tanto al medio físico (Nyssen et al., 2002; Katz et al., 2014; Van der Ree & R., 2015) como biótico (Forman, 1998; Smith and. van der Ree., 2015). En este sentido, se pueden definir dos tipos de impactos (Gómez Orea, 2004): los ocasionados por la construcción de la obra, y los ocasionados por la presencia de la misma.

La construcción de una infraestructura viaria, como una carretera o un puente, es un proceso que implica la transformación del relieve y el movimiento de grandes cantidades de tierra (construcción de taludes, desmontes, construcción de terraplenes, etc.), todo ello a partir de una gran cantidad de maquinaria de elevada potencia. Todo ello genera importantes impactos en cuanto a emisión de partículas a la atmósfera (Hafeez et al., 2013), erosión (Witheridge, 2017), ruido (Parris, 2015; Parris, 2015; Parris K. , 2015; (Parris K. , 2015.); Parris K. , 2015; Dooling, 2016, alteración de las comunidades vegetales (Laurance, 2015) o emisión de contaminantes (Sun et al., 2021). Una vez construida la infraestructura, sus efectos se dejan sentir en el paisaje de forma permanente, en la forma de alteraciones del ciclo hidrológico y erosivo (Fernández et al., 2020.) o fragmentación del hábitat (van der Ree and Grilo, 2015).

Por citar nuestro entorno más cercano, la Provincia de Jaén, la red de carreteras comarcales bajo la supervisión de la Diputación Provincial abarca más de 3.000 km de vía (Carpena et al., 2021.), a lo que habría que sumarle la red autonómica y nacional. Todo ello supone impactos muy importantes que hay que valorar y restaurar. En este sentido, los proyectos de este tipo en muchos países, como EEUU, están sometidos a normativa específica, que incluye los protocolos específicos de evaluación (Environmental Protection Agency, 1994) y restauración ((FHA), 2007) (de impactos ambientales debidos a infraestructuras viarias. En nuestro país, el ámbito específico de carreteras no se somete a ninguna normativa específica, sino que está sometida al marco general de evaluación de impacto ambiental.

En cualquier caso, la degradación por causas antrópicas, cobra más importancia en las áreas naturales protegidas como es el caso de Sierra de Cazorla, Segura y las Villas, donde la influencia humana ha sido intensa durante muchos años (agricultura, ganadería, urbanismo, infraestructuras, etc.). Así, muchas áreas han sufrido procesos de degradación que han llegado a modificar el paisaje considerablemente.

El caso que corresponde a este Trabajo de Fin de Máster, se ubica en el núcleo urbano de Loma Mari-Ángela, el cual está provisto de un acceso para vehículos para atravesar el río Guadalquivir. Este acceso consiste en un vado inundable de poca altura, con una longitud de 27 m y una anchura de menos de 6 m, por ello, en épocas donde las lluvias abundan, son frecuentes las inundaciones, llegando a incomunicar las zonas a las que da acceso esta carretera tal y como muestra la figura 1.



Figura 1: inundación del vado de la Loma de Mari-Ángela durante septiembre de 2013.

A raíz de esto, se plantea por parte de Diputación Provincial de Jaén un proyecto para la modificación de la carretera y la construcción de un puente, que supondrá la recuperación de la dinámica natural del río pese a que, de forma inevitable, generará cierta degradación e impacto ambiental.

Por impacto ambiental se entiende como una alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana (Garmendia-Salvador et al., 2005), y el estudio de dicho impacto, es la penúltima de una serie de etapas que se debe tener en cuenta la hora de llevar a cabo el diseño de un proyecto (Inviasa, 2022). Dichas etapas son:

- Identificación de una necesidad (Declaración del/los objetivo/s del proyecto)
- Definir la localización de la obra
- Calculo previo y financiación
- Estudio de impacto ambiental y social
- Diseño y comienzo de construcción.

El estudio de impacto ambiental, por otro lado, es un documento técnico que se realiza para valorar los impactos ambientales de un proyecto o actividad sobre el medio en el que se va a llevar a cabo. Este, se elabora por parte del promotor y debe de especificarse en él toda la información necesaria para la realización de la evaluación de los posibles efectos de significancia sobre el medio ambiente (Envira Ingenieros asesores, s.f.).

Por tanto, su objetivo no es otro que ayudar a la adopción de decisiones adecuadas para prevenir y minimizar de esta manera los efectos negativos del proyecto.

1.1. Justificación

En el marco de sendos convenios de colaboración UJA - Diputación Provincial de Jaén ("Riesgos asociados a las infraestructuras viarias de la Provincia de Jaén" 2015 – 2017; y "Diseño de una herramienta GIS de mapa de riesgos de infraestructuras viarias de la Provincia de Jaén", 2019 – 2021) se ha establecido una línea de trabajo en la que están implicados investigadores del Laboratorio de Riesgos Naturales del Centro de Estudios Avanzados en Ciencias de la Tierra, Energía y Medio Ambiente (CEACTEMA), con el objetivo de realizar una valoración de los impactos ambientales asociados a la red de carreteras de la Diputación, así como el planteamiento, diseño e implementación de medidas que mitiguen y/o corrijan estos impactos. El presente trabajo de Fin de Máster se enmarca en esta línea de investigación, desarrollando las prácticas externas del Máster en la Diputación Provincial, y que fue financiada a través de una beca ICARO concedida por el Laboratorio de Riesgos Naturales del CEAITEMA.

Este trabajo se dedicará al estudio de Impacto ambiental debido a la proyección de un nuevo trazado que conectará la A-319 con la carretera de acceso al núcleo urbano de Loma Mari-Ángela mediante un viaducto (Figura 2), entre los municipios de Santo Tomé y Santiago-Pontones, todo ello en base a la documentación técnica ofrecida por parte del Área de Supervisión de Proyectos de la Diputación de Jaén en cuanto a: Ficha

técnica, Estudio de alternativas de puente, Geotecnia del corredor y cimentaciones, cálculo estructural y obras complementarias.

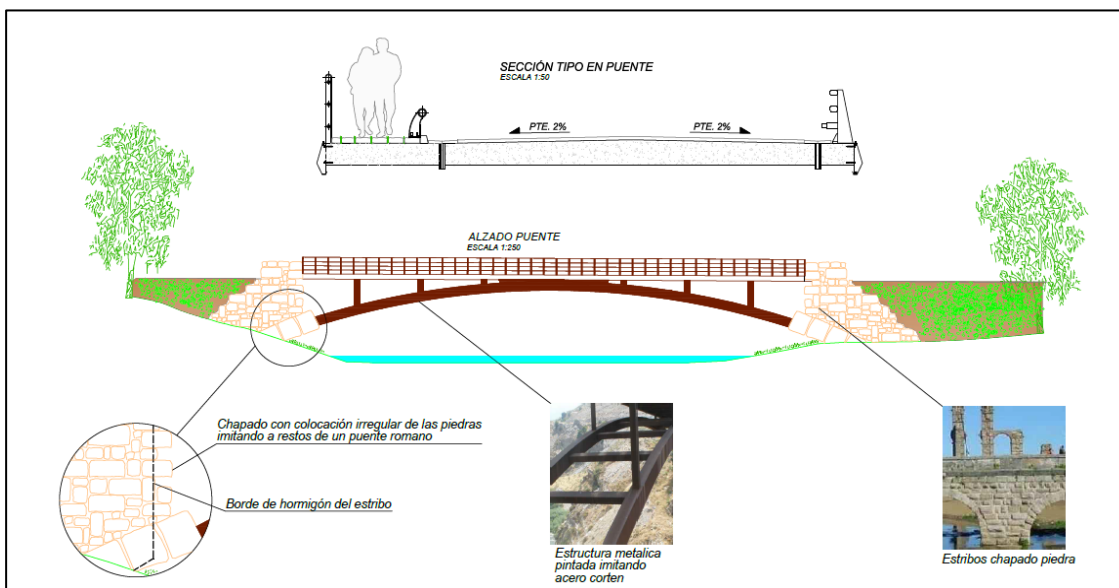


Figura 2: plano en alzada del viaducto proyectado para la Loma de Mari-Ángela

Se proyecta el trazado de la nueva carretera que conectará la A-319 con la carretera de acceso al núcleo urbano de Loma Mari-Ángela mediante un viaducto, entre los municipios de Santo Tomé y Santiago-Pontones.

La carretera que conecta el viaducto se describe como una curva amplia, en cumplimiento con la Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras de V_p 40 Km/h (siendo V_p la velocidad de proyecto de un tramo o velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado en condiciones de comodidad y seguridad). para salvar la actual vaguada del cauce con la suficiente altura y, además, mantener el actual acceso a la zona del merendero existente. El trazado proyectado comienza en el actual acceso al núcleo urbano de Loma Mari-Ángela desde la A-319 con una longitud total en planta de 228,6 m.

Aprovechando el actual trazado, se compone de 4 alineaciones diferentes, de las que 2 son rectas con longitudes de 91,4 m y la segunda, prácticamente inexistente (1,3 m) para enlazar con el actual trazado; y dos son curvas, la primera para enlazar con el actual trazado de radio 12 m y la segunda de 50 m con sus correspondientes clotoides según la normativa anteriormente mencionada aplicada a carreteras con velocidad de proyecto de 40 Km/h, como corresponde en este caso.

En lo que respecta a su trazado en alzado está compuesto por 2 inclinaciones diferentes que oscilan entre el 0,5% y el 3,7%, con acuerdos parabólicos mínimos según la norma de trazado.

La sección transversal dispuesta consta de una calzada de dos carriles de 3,25 m, arcenes de 0,50 m y sin bermas. Se empleará una sección de firme bituminoso sobre explanada compactada con suelo seleccionado, para los tramos fuera de la estructura.

A lo largo del trazado (Figura 3) existe una intersección para mantener al acceso al merendero existente. Esta intersección se localiza en:

- **D.O. 0+033:** conexión en T simple con la actual carretera existente de acceso al merendero.

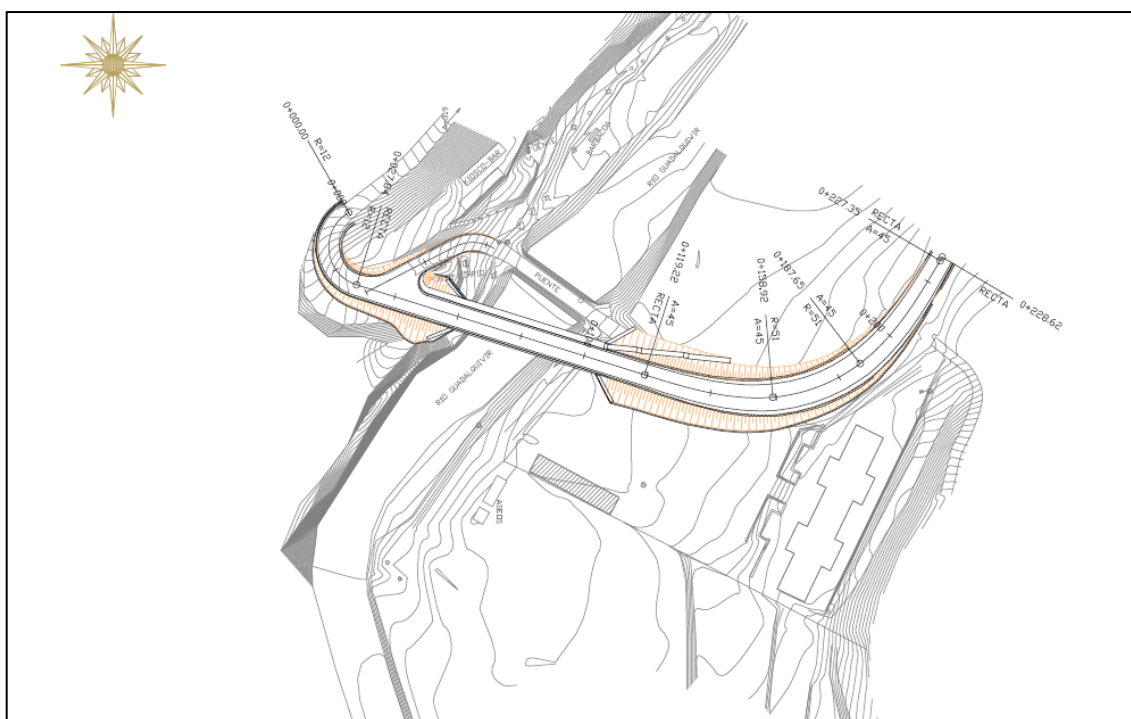


Figura 3: trazado del viaducto mostrando las distintas secciones de la carretera proyectada.

Para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental se debe realizar en el marco de una evaluación ambiental por requerimientos de la administración. En España la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, es la norma en la que se afirma la competencia exclusiva del Estado en materia de legislación básica sobre protección del medio ambiente (Envira Ingenieros asesores, s.f.).

Del análisis de la legislación aplicable se desprende que, dada la ubicación en un Espacio Natural, aun siendo una actuación de muy pequeña escala, y suponiendo de

este proyecto una mejora ambiental y la recuperación ecológica del dominio público hidráulico; es conveniente la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental junto con la redacción del proyecto, para cumplir con lo requerido en los artículos 2.d; 8.4 y 8.5 del Decreto 356/2010 de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, que establece:

“Artículo 2. Ámbito de aplicación.

1. De conformidad con el artículo 27 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, se encuentran sometidas a autorización ambiental unificada:

- a) Las actuaciones, tanto públicas como privadas, así señaladas en el Anexo I de este Decreto, que se vayan a ejecutar o instalar en la Comunidad Autónoma Andaluza.*
- d) Las actuaciones públicas y privadas, así como sus modificaciones sustanciales, que, no estando incluidas en los párrafos anteriores, puedan afectar directa o indirectamente a los espacios de la Red Ecológica Europea Natura 2000, cuando así lo decida el órgano ambiental competente, en los términos previstos en el artículo 8.*

En cualquier caso, se considerarán excluidas, por entenderse que son inocuas o no afectan de forma apreciable a los espacios de la Red Ecológica Europea Natura 2000, las siguientes actuaciones:

- Actuaciones que se desarrollen en suelo urbano o urbanizable ordenado o sectorizado, incluidas las sometidas a calificación ambiental.*
- Actividades e instalaciones no sometidas a algún procedimiento de autorización de control de la contaminación ambiental recogido en el artículo 46 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, en suelo no urbanizable o urbanizable no sectorizado, que ocupen una superficie inferior a 500 metros cuadrados o supongan una ampliación de la superficie previamente ocupada inferior a 100 metros cuadrados y siempre que la superficie total ocupada sea inferior a 500 metros cuadrados.*
- Actuaciones que, habiendo sido objeto de una evaluación global de sus posibles repercusiones, sean consideradas inocuas para la Red Ecológica Europea Natura 2000 mediante pronunciamiento público y motivado de la Consejería competente en materia de medio ambiente.*
- Las actuaciones reguladas en los instrumentos de planificación de los espacios incluidos dentro del ámbito de aplicación de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y*

se establecen medidas adicionales para su protección, que estén consideradas como de libre realización, estén sometidas a comunicación previa o a procedimientos abreviados o de respuesta inmediata, siempre que se lleven a cabo en los términos y condiciones establecidos para las mismas”.

Por tanto, y conforme a la Ley, se procede a la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental de la alternativa seleccionada que se adjuntará al proyecto del viaducto de Diputación Provincial de Jaén, con todas las consecuencias normativas y legales que de este trabajo se desprendan.

2. Hipótesis

En este Trabajo de Fin de Máster se comprobará si la obra de construcción de la infraestructura viaria (puente y tramos de carretera asociados) genera un impacto ambiental capaz de ser mitigado, para lo cual se aplicará la normativa legal aplicable en estos casos. Dado el cuidado con el que se ha diseñado la infraestructura, teniendo en cuenta la sensibilidad ambiental demostrada por la administración responsable (como se ha comentado en el apartado anterior), la hipótesis de partida es que ésta no supondrá ningún impacto crítico, irreversible o no mitigable.

3. Objetivos

Se plantea como objetivo principal, la elaboración de un estudio de impacto ambiental en el cual se indiquen las principales acciones a realizar en el entorno y los impactos, negativos y/o positivos que estos produzcan en los componentes físicos y bióticos del hábitat, así como en sus subcomponentes.

Conforme a ello, y como objetivos secundarios, se pretende elaborar una matriz de Leopold para establecer de forma cualitativa el impacto potencial de la obra, y una matriz de importancia, para evaluar todas ya cada una de las categorías relaciones acción-factor definidas.

Por último, en caso de que los impactos evaluados lo permitan, se pretende establecer un conjunto de medidas preventivas, correctoras y compensatorias para minimizar y/o evitar los efectos negativos o indeseados consecuencia de las acciones propias de la obra en cada uno de los elementos físicos o bióticos del hábitat que se vean afectados.

4. Metodología

La metodología de trabajo se ha estructurado en varias etapas:

- Establecimiento del marco de actuación y reconocimiento in situ.
- Inventario ambiental
- Identificación y valoración de impactos potenciales.
- Interpretación de resultados
- Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias
- Redacción de memoria.

4.1. Establecimiento del marco de actuación y reconocimiento in situ.

En primer lugar, se establece el marco espacial de actuación, donde se llevará a cabo no solo donde se llevarán a cabo los inventarios ambientales sino también el estudio de Impacto Ambiental. Para ello, se ha elaborado un plano de síntesis (Figura 4), donde se reflejan las dos principales divisiones que se establecen a la hora de realizarse la obra. Estas son dos:

- Ocupación temporal: Se trata de la zona dedicada al parque de maquinaria. Este va a estar situado cercano a la zona de actuación, en una zona de cultivo y pasto próxima. Para el montaje de la estructura del puente se utilizará temporalmente la zona de dominio público hidráulico adyacente a la nueva infraestructura.
- Ocupación permanente: Hace referencia a las zonas ocupadas por la obra propiamente dicha.



Figura 4. Plano síntesis con el tipo de ocupación y área afectada

Aunque eventualmente se tendrá en cuenta todo el espacio afectado directa o indirectamente por la obra, se centrará el inventario ambiental en la franja donde se ha de colocar la infraestructura y el talud de terraplén, así como el espacio que se ocupará temporalmente a ambos lados de la infraestructura, siendo este el espacio mínimo necesario para la construcción del muro, 5 metros, afectando igualmente a especies arbóreas de gran porte, las cuales serán susceptibles de ser transplantados y usados en la restauración paisajística de la obra. Aquí la afección a suelo no urbanizable de especial protección es de menos de una hectárea, concretamente 7709 m².

Una vez conocido el entorno de trabajo, se ha procedido a la visita del lugar de proyección de la obra junto con el jefe de proyecto y uno de los ingenieros de Caminos Canales y Puertos para la toma de datos como estado de la infraestructura, los tipos de vegetación, porte de la misma, tipo de suelos, geomorfología del río, espacio de afectación de la obra...etc.

Tras el análisis in situ, uno de los aspectos más preocupantes que se advirtieron era que los orificios de drenaje del vado estaban parcialmente obstruidos por material vegetal desprendido y posteriormente arrastrado por la corriente tal y como muestra la figura 5. Este rasgo contraviene la normativa vigente de drenaje en obras transversales de carreteras (Norma 5.2 IC de 2015 para el drenaje de carreteras), ya que supone un importante factor de agravante para los aumentos de calado y los riesgos de inundación (Iqbal et al., 2022).



Figura 5. aspectos de los canales de drenaje transversal del vado (04/05/2022)

En muchos casos el límite del cauce es fácilmente reconocible y no son necesarios criterios complejos para realizar su delimitación, ya que el tránsito entre orilla y llanura aluvial se produce a través de un claro cambio de pendiente, que además coincide con el límite del cauce histórico.

De forma genérica, se entiende que los límites del cauce serán aquellos que separan los terrenos más deprimidos e irregulares de los ligados a la llanura aluvial, más elevada, plana y homogénea. Deben englobarse dentro del cauce aquellos terrenos con menor altura a la de las márgenes y con evidencias de alta actividad fluvial, tanto las efímeras como las topográficas ligadas a formas erosivas y sedimentarias colonizadas por vegetación. En el análisis in situ no se detectaron formas erosivas importantes, siendo los depósitos sedimentarios los propios del tramo del río (cauces con predominio de grava, con depósitos arenosos de point bar dispersos y de escasa entidad, suelos con horizontes organo-minerales A en las zonas más alejadas del cauce).

Se realizó un muestreo cualitativo de la vegetación presente en el área de estudio, centrándose en especies arbustivas y arbóreas, que se expone en el apartado 5.1.6, como parte de los resultados del inventario de vegetación. Este muestreo, junto con otros rasgos como la altitud y el clima, nos ayudará a establecer y/o confirmar la serie de vegetación presentes.

Posteriormente a la toma de datos, se procede a la realización de un inventario ambiental que englobe todos los elementos medioambientales que son potenciales de sufrir un impacto durante la realización de la obra.

4.2. Inventario ambiental

El inventario consiste en una descripción de los elementos del medio ambiente previo a llevar a cabo cualquier tipo de actuación en el medio y las interrelaciones que existen entre ellos. En todo momento se debe ajustar a las dimensiones y localización del proyecto, lo cual determinará los elementos a describir y el nivel de detalles de los mismos.

Como características generales a la hora de llevar a cabo la elaboración de un inventario ambiental, se pueden citar las siguientes (ALLPE, 2021):

- Su lectura debe ofrecer una visión clara y completa del medio ambiente y los condicionantes actuales que tiene.
- Solo se describen aquellos elementos afectados por la ejecución del proyecto.

- El área de estudio es aquella donde se lleva a cabo el proyecto y puede variar de un elemento a otro.
- Todos los juicios de valor que se realicen, deben ser científicamente aceptables.
- Se debe intentar establecer relaciones entre los diferentes elementos definidos y descritos en el inventario.

El contenido del Inventario Ambiental en los Estudios de Impacto Ambiental queda recogido en el Anexo VI de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, así como detallan los aspectos del inventario ambiental a considerar y el alcance de los mismos.

Según esta Ley:

“Inventario ambiental, y descripción de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales claves.

- a) Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales, antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.*
- b) Descripción, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de todos los factores definidos en el artículo 35, apartado 1, letra c) que puedan verse afectados por el proyecto: la población, la salud humana, la biodiversidad (por ejemplo, la fauna y la flora), la tierra (por ejemplo, ocupación del terreno), la geodiversidad, el suelo (por ejemplo, materia orgánica, erosión, compactación y sellado), el subsuelo, el agua (por ejemplo, modificaciones hidromorfológicas, cantidad y calidad), el medio marino, el aire, el clima (por ejemplo, emisiones de gases de efecto invernadero, impactos significativos para la adaptación), el cambio climático, los bienes materiales, el patrimonio cultural, así como los aspectos arquitectónicos y arqueológicos, el paisaje en los términos del Convenio Europeo del Paisaje, y la interacción entre todos los factores mencionados”.*

El objetivo del inventario ambiental es proporcionar la identificación del medio que, posteriormente permita establecer los posibles impactos ambientales como consecuencia de la ejecución del proyecto.

Algunas características generales que debe tener un inventario ambiental son:

- Se debe obtener una visión clara y completa del medioambiente y los condicionantes que posee.
- Deben describirse los elementos afectados por la ejecución del proyecto.
- Área de influencia del proyecto.
- Los juicios de valor deben tener una argumentación razonada y ser científicamente aceptables.
- Se debe procurar establecer relaciones entre los diferentes elementos descritos.

A continuación, se detallan los aspectos considerados para la realización del Inventario Ambiental:

- | | |
|----------------|--------------|
| - Geología | - Hidrología |
| - Edafología | - Fauna |
| - Climatología | - Vegetación |

4.3. Identificación y valoración de impactos potenciales

Una vez identificados, descritos e inventariados los elementos ambientales potencialmente impactados, se ha de identificar la magnitud e intensidad del impacto y realizar una valoración de los mismos. Para ello existen numerosos métodos, pero para este proyecto se han usado dos de los más usados en la realización de Estudio de Impacto Ambiental: La matriz de Leopold y la Matriz de Impacto.

4.3.1. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold (Tabla 1) es una matriz que se caracteriza por situar en su eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental y, en el vertical, los componentes ambientales sometidos a impacto. Existen multitud de acciones y factores ambientales incluir, sin embargo, la forma más eficaz de usar esta herramienta es identificar las acciones más significativas de cada proyecto y adaptarla al mismo (Leopold et al. 1971).

Dichas acciones serán evaluadas en términos de magnitud e intensidad:

- **Magnitud:** dimensión o tamaño del impacto. Generalmente con base objetiva, criterios científicos experimentales y medibles (valoraciones cuantitativas) Importancia.
- **Intensidad:** relevancia del impacto para el medio ambiente y la sociedad. Valor o apreciación que se tiene de ello. Base subjetiva, criterios sociales, ambientales, etc. (valoraciones cualitativas) Valor + / - / neutro.

Tabla 1. Valores de Magnitud e Intensidad para la elaboración de la matriz de Leopold.

Magnitud			Intensidad		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Una vez establecidos los valores de ambos criterios se obtiene el resultado final de impacto potencial para cada uno de los elementos expuestos a evaluación (Leopold et al. 1971).

4.3.2. Matriz de importancia

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente serán impactados, se elaboran las diversas matrices de importancia que nos permitirán evaluar una a una la categoría de cada una de las relaciones acción-factor previamente definidas. Se confeccionará una matriz de importancia para cada una de estas interacciones según las directrices.

Siguiendo la metodología establecida por Vicente Conesa Fernández-Vítora en su Guía Metodológica para la Evaluación Del Impacto Ambiental, la ecuación para el

Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental atiende a la siguiente fórmula (Fernández-Vítora et al., 1997):

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Siendo:

- Signo $\pm$: hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de las acciones que actúan sobre los factores ambientales en consideración.
- Importancia (I): Grado de incidencia de las acciones sobre el factor y cuyo valor de baremación está entre 1 y 12, siendo 1 una afección mínima y 12 la destrucción total.
- Extensión (Ex): Hace referencia al área de influencia hipotética del impacto donde se manifiesta el efecto.
- Momento (MO): Es el plazo de manifestación del impacto, es decir, el tiempo que transcurre entre la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio en consideración. De manera que, si el tiempo transcurrido es inmediato o corto se establecerá un valor de 4 y si, por el contrario, el efecto se manifiesta a largo plazo, se asignará valor 1.
- Persistencia (PE): Tiempo que virtualmente permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual, el factor afectado debe volver a las condiciones iniciales, ya sea de forma natural o estableciendo medidas correctoras. Si el efecto es fugaz, se establece valor 1 y si es permanente, valor 4.
- Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de establecer las condiciones iniciales del factor afectado a través de medios naturales una vez que se deja de actuar en el medio.
- Recuperabilidad (MC): Posibilidad de recuperación parcial o total del factor afectado a través de la intervención humana a través de medidas correctoras.
- Sinergia: Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, es decir, si el total de la manifestación de los componentes simples (causadas por las actuaciones que se ejecutan simultáneamente) es superior a la que se esperaría cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente.

- Acumulación (AC): Indica el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la acción que lo genera persiste.
- Efecto (EF): Manifestación de un factor como consecuencia de una acción.
- Periodicidad (PR): Regularidad de la manifestación del efecto. Dicha manifestación puede ser constante en el tiempo (efecto continuo), impredecible en el tiempo (efecto irregular) o cíclica (efecto periódico).

Todos estos indicadores, junto con sus valores quedan indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Indicadores y valores para la confección de la matriz de importancia.

Signo		Intensidad*	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergia	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad		*Puede obtener valores intermedios	
Inmediata	1		
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

En función de este modelo, los valores de importancia, una vez aplicada la fórmula, pueden variar de la siguiente manera (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de importancia, calificación y significado de los valores de la matriz de importancia.

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado
< 25	Bajo	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto
25 ≥ < 50	Moderado	La afectación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas
50 ≥ < 75	Severo	La afectación exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es largo
≥ 75	Crítico	La afectación es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales sin posibilidad de recuperación de cualquier tipo

5. Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en relación a cada uno de los apartados:

5.1. Inventario ambiental

5.1.1. Geología

La ubicación del proyecto se enclava en el Parque Natural de Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas, la cual está situada en el dominio Prebético, en la Zona Externa de la Cordillera Bética, tal y como se muestra en la figura 6. Dichas Zonas Externas están constituidas por materiales mesozoicos y terciarios, constituidos en su mayoría por carbonatos que fueron depositados en un extenso mar ubicado al sureste del Macizo Ibérico (Placa Ibérica) (Ana B, 2003). El inventario geológico incluye una discusión del marco geológico general ya que los sistemas fluviales se ven configurados históricamente por los procesos regionales, que pueden influir a la escala de la zona afectada.

El empuje de las Zonas Internas (microplaca de Alborán) hacia el noroeste durante la Orogenia Alpina, hizo que se plegaran y se fracturasen, que se fueron levantando hasta emerger. Los diferentes Dominios que se identifican en las Zonas Externas corresponden a antiguos contextos paleogeográficos, siendo el Prebético el

más somero y próximo a la línea de costa del borde del emergido Macizo Ibérico (Ana B, 2003), (Sanz de Galdeano and Alfaro, 2004).

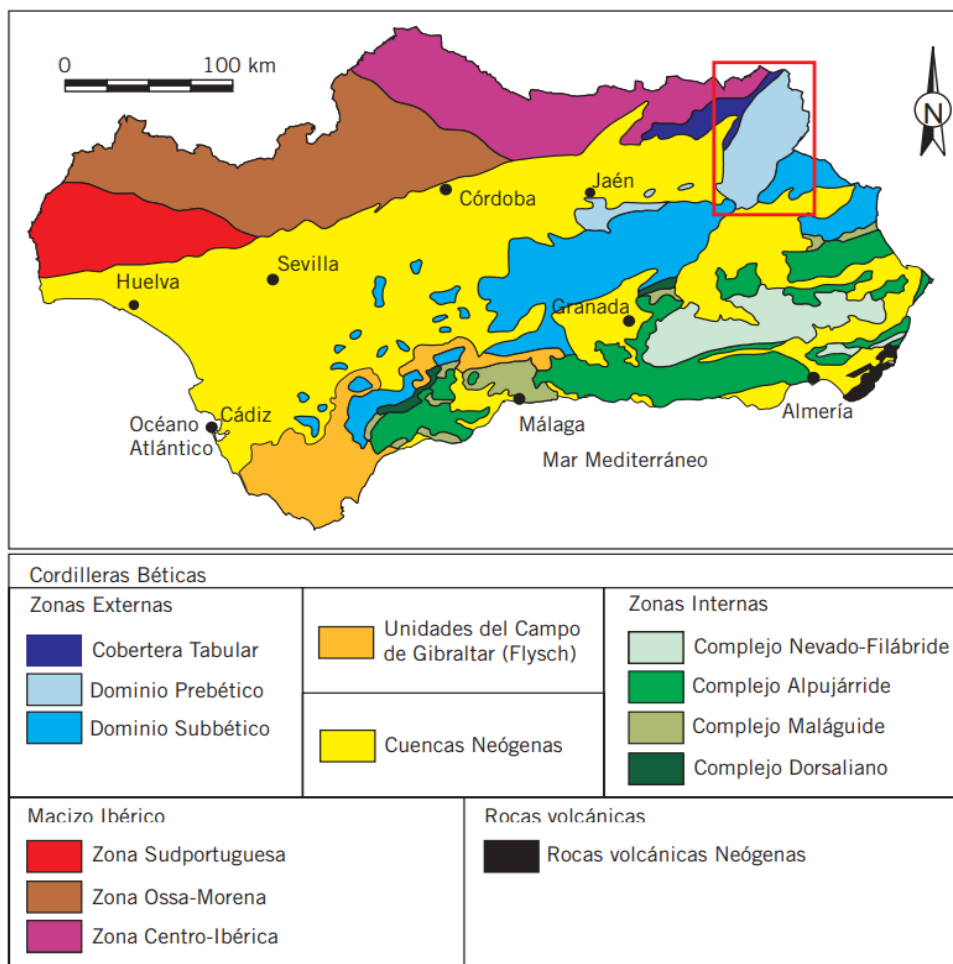


Figura 6. Mapa geológico modificado donde sitúa la zona de actuación

El Dominio Prebético está definido, por otro lado, por un conjunto de rocas sedimentarias de carácter marino somero o continental. La edad de estas rocas abarca desde el inicio del Mesozoico (hace unos 250 millones de años) hasta el Mioceno superior (hace unos 10 millones de años) (Ana B, 2003). (Sanz de Galdeano and Alfaro, 2004).

En el Prebético, existen diferentes contextos paleogeográficos que hacen posible distinguir un Prebético Externo, de carácter más somero (Sierra de Cazorla) y un Prebético Interno, cuyas rocas derivan de depósitos de mayor profundidad (Sierras de Segura y de Castril). En general, se observa una dominancia de las rocas carbonatadas, calizas y dolomías, con gran riqueza en fósiles e intercalaciones de margas y de niveles detríticos, principalmente arenas (Ana B, 2003).

La llamada Cobertera Tabular es una zona más externa que el Prebético Externo la cual está compuesta por materiales terrígenos triásicos, depositados en ambientes

continentales (fluviales y lacustres), y carbonatos jurásicos depositados en medios marinos muy someros en el borde del Macizo Ibérico.

El paisaje Prebético está condicionado por la influencia de dos importantes sistemas morfodinámicos, el tectónico o estructural y el kárstico, por tanto, una de las principales características del relieve Prebético es su estilo estructural.

Las primeras etapas de deformación de la Orogenia Alpina comienzan hace unos 8 a 6 Ma, en el Mioceno superior, cuya actividad tectónica provoca el despegue de la cobertera de rocas sedimentarias respecto al zócalo ibérico, fenómeno denominado "tectónica de cobertera" (Ana B, 2003). Debido a los esfuerzos compresivos y tomando como nivel de despegue las arcillas y evaporitas los materiales triásicos, las unidades sedimentarias, originalmente dispuestas horizontalmente, comienzan a plegarse (Ana B, 2003); (Sanz de Galdeano and Alfaro, 2004).

Debido a que proceso compresivo no cesa, las rocas se fracturan sobrepasan al sobrepasar el esfuerzo de resistencia, creando fallas inversas o cabalgamientos. Por tanto, provoca el desplazamiento de las unidades sedimentarias (unidades alóctonas) y la superposición de las mismas (escamas), produciendo el acortamiento de espacio ocupado por dichas unidades en la horizontal, y un engrosamiento en la vertical. Posteriormente, se producen esfuerzos distensivos que van a dar lugar a juegos de fracturas normales que afectan a todas las estructuras anteriores, y que están relacionados con alineaciones de diapiros y con el levantamiento de la zona (Ana B, 2003); (Sanz de Galdeano and Alfaro, 2004)

El núcleo poblacional de Loma Mari-Ángela se enmarca dentro del Prebético interno, con materiales coluviones de pie de monte, muy desarrollados en las laderas del Valle del Guadalquivir. La litología predominante es de materiales detríticos (conglomerados y arenas) cementados por carbonatos. En concreto, tal y como muestra la figura 7, en la zona encontramos tres zonas diferenciadas: calizas y dolomías, margas y calizas y margas yesíferas, areniscas y calizas. En cuanto a las fracturas que limitan el afloramiento de materiales triásicos del Valle del Guadalquivir, las superficies son muy verticales, pero la forma de los afloramientos de materiales triásicos sugiere un derrame, por decirlo así, del Trías sobre los materiales Jurásicos-Cretácicos. Por el buzamiento de las superficies, se trata de fallas inversas. El estudio de estructuras asociadas en sectores cercanos hacia el N. indicaba que originalmente debían haber actuado como normales, y una deformación posterior es la que les hace aparecer como inversas.

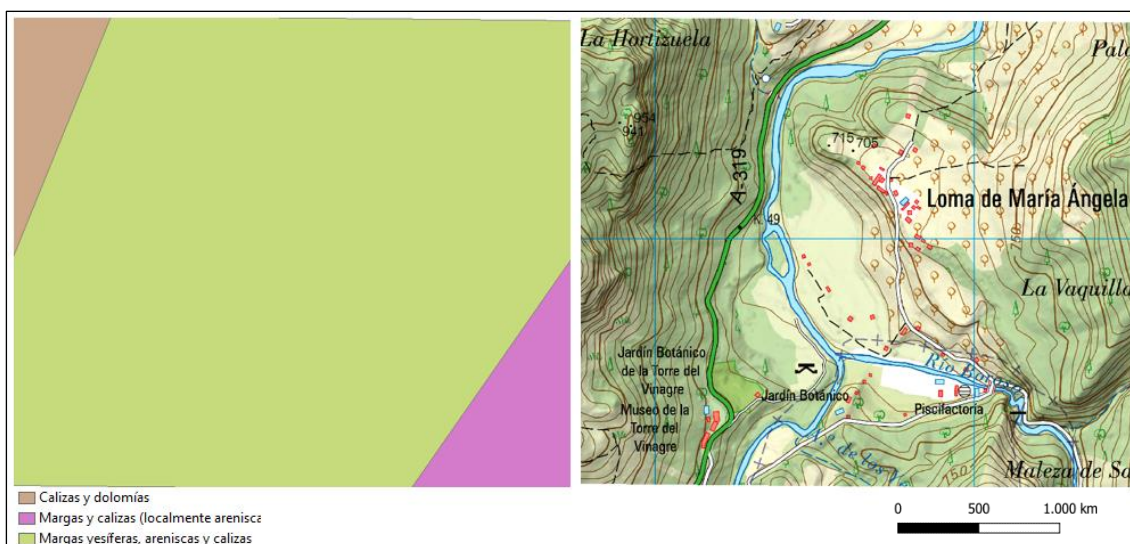


Figura 7. Geología de la Loma de Mari-Ángela.

5.1.2. Edafología

Los suelos predominantes en el tramo más alto del valle del Guadalquivir, desde su nacimiento hasta la zona de estudio, son de dos tipos: 1) suelos típicos de pie de monte calizo compuestos, principalmente, por Cambisoles cálcicos, y 2) suelos profundos de vega, compuestos por Regosoles y Fluvisoles calcáreos (Junta de Andalucía, 1984).

Tabla 4 . Principales suelos y características físico- químicas de los horizontes A.

Características	Cambisol Cálcico	Fluvisol cálcico	Regosol calcáreo
Textura	Franca- arcillosa	Variable. Arena gruesa en los diques/arcillas en zonas de decantación de cauces de cuencas	Franco-arcillosa
Carbono orgánico (%)	1,87	0,57	0,64
Nitrógeno (%)	0,11	0,06	0,04
pH	8,2	8,3	8,3
Carbonatos (%)	48	41	60
CEC (cmol+ kg⁻¹)	12.8	Baja	Baja
Saturación de Bases	100%	100%	100%

En general (Tabla 4), se trata de suelos ricos en carbonatos, pobres en materia orgánica y de texturas variables, predominando las texturas finas en Cambisoles cálcicos, y de medias a gruesas en los Regosoles y Fluvisoles calcáreos (Figura 8) (Dorronsoro, s.f.). Desde el punto de vista nutricional, son suelos con bajos contenidos en nitrógeno pero saturados en bases (eutróficos) (Ibáñez, 2021).

En general, se trata de suelos con potencial agrícola, dado que normalmente presentan elevada profundidad de enraizamiento y humedad (al menos lo suelos de la vega del Guadalquivir).

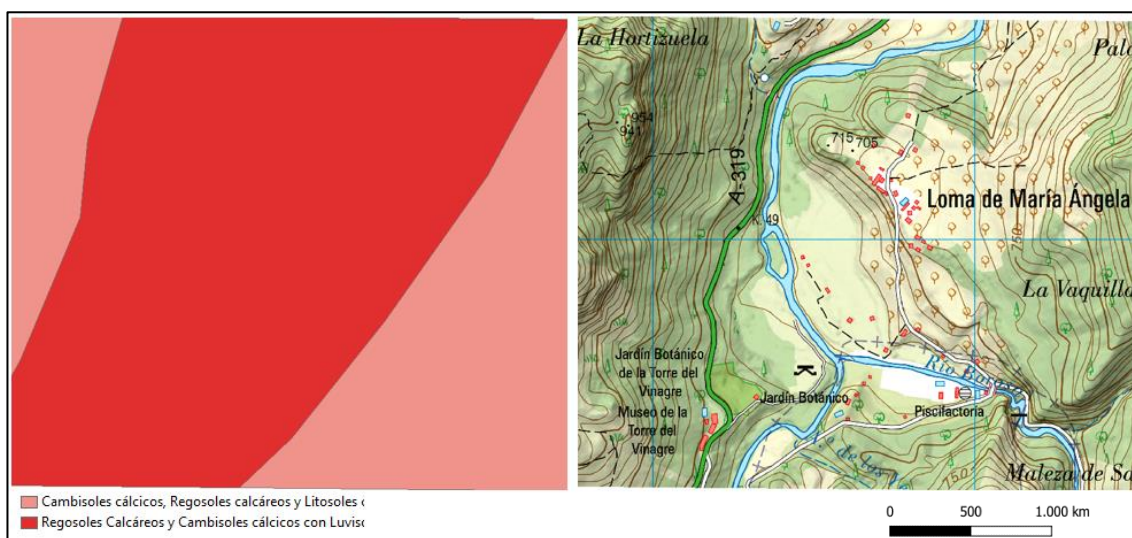


Figura 8. Edafología de la Loma de Mari-Ángela

Desde el punto de vista del comportamiento hidrológico, muy importante cuando se consideran este tipo de sistemas, se establecen cuatro tipos de sustrato distintos según sea su permeabilidad mayor o menor, que puede ser estimada en base a la textura (USDA-NRCS, 1986):

- Tipo de suelo A: Es el que ofrece menos escorrentía. Incluye los suelos que presentan mayor permeabilidad (> 0.75 cm/h), incluso cuando están saturados. Comprenden los terrenos profundos, suelos, con predominio de arena o grava y con muy poco limo o arcilla (texturas arenosas o franco arenosas).
- Tipo de suelo B: Incluye los suelos de moderada permeabilidad cuando están saturados ($0.75 - 0.40$ cm/h), comprendiendo los terrenos arenosos menos profundos que los del grupo anterior, aquellos otros de textura franco-arenosa de mediana profundidad y los francos profundos (texturas franco limosas o limosas).
- Tipo de suelo C: Incluye los suelos que ofrecen poca permeabilidad cuando están saturados ($0.40 - 0.12$ cm/h), por presentar un estrato impermeable que

dificulta la infiltración o porque, en conjunto, su textura es franco-arcillosa o arcillosa (textura franco arcillo arenosa).

- Tipo de suelo D: Es el que ofrece mayor escorrentía. Incluye los suelos que presentan gran impermeabilidad ($< 0.12 \text{ cm/h}$), tales como los terrenos muy arcillosos profundos con alto grado de tumefacción, los terrenos que presentan en la superficie o cerca de la misma una carga de arcilla muy impermeable y aquellos otros con subsuelo muy impermeable próximo a la superficie. Arcillas mesozoicas, solas o con margocalizas, limos, yesos... (resto de texturas no enumeradas arriba).

En función de estos grupos, pues, los suelos predominantes en el área de estudio pueden incluirse en grupos hidrológicos que varían entre el grupo D (Cambisoles) y B (Regosoles - Fluvisoles).

Desde el punto de vista de la degradación, estos suelos son sensibles a la erosión hídrica, especialmente cuando las pendientes superan en 5%. Así mismo, podrían sufrir procesos de erosión lineal en los márgenes del río, especialmente en aquellos depósitos donde la textura es predominantemente de tipo limo, aunque en el momento de la visita in situ no presentaban ningún rasgo erosivo de consideración (probablemente por haber sido un año seco, sin importantes subidas de caudal).

5.1.3. Hidrología y geomorfología fluvial

El sistema hidrológico del Guadalquivir, se extiende sobre una superficie muy próxima a los $1.500\text{-}1.600 \text{ km}^2$, desde prácticamente la confluencia de los ríos Guadiana Menor y Ceal, al sur, hasta el límite de las provincias de Jaén y Albacete, al norte. A rasgos generales, este extenso sistema se corresponde con las alineaciones montañosas de las sierras de Cazorla y del Pozo y del Segura.

La morfología y dimensiones del cauce del río son modeladas y ajustadas por sobrantes energéticos. Es decir, se puede considerar que el caudal geomórfico más efectivo es el de cauce menor lleno (*bankfull* en la literatura internacional), sin disipación por desbordamiento, ya que es el proceso de máxima velocidad y energía de la corriente.

Por tanto, son las crecidas ordinarias, las que presentan una alta eficacia geomorfológica, ya que los cauces ajustan su forma para poder conducirlos entre sus orillas.

El perfil longitudinal es un perfil móvil, siempre provisional, como los factores que lo controlan. Además, se puede entender también como un mecanismo automático que regula el transporte y da unidad y continuidad a todo el sistema. Su proceso de regularización es una tendencia continua consistente en la reducción de las pendientes fuertes por erosión lineal y regresiva y en los procesos de sedimentación sobre las débiles.

Esa tendencia a lograr un perfil de equilibrio o curva regularizada que aseguraría la mejor eficiencia de transporte, se ve interrumpida continuamente por la irregularidad del caudal y los aportes laterales, así como por actuaciones humanas, en especial infraestructuras transversales como es el caso del vado inundable que se pretende eliminar.

En todos los cauces, sean rocosos o aluviales, el perfil longitudinal se resuelve en una sucesión continua de rápidos y remansos, es decir, de puntos de incremento y de decremento de la pendiente. En cursos altos de fuerte pendiente, los puntos de incremento son saltos o cascadas y los de decremento pozas a su pie (sucesión *step-pool*). En cursos medios y bajos de escasa pendiente los puntos de incremento son pequeños umbrales o resaltes (afloramiento del sustrato, acumulación aluvial, algún tronco cruzado, generalmente transversales o diagonales al curso), mientras las pozas son alargadas y poco profundas (sucesión *riff/e-pool* en la bibliografía internacional).

Los cauces aluviales cuentan con depósitos o barras de sedimentos, cubiertas o no habitualmente por la corriente hídrica, que pueden ser laterales, longitudinales u oblicuas en función de su posición. Normalmente se alargan en el sentido de la corriente, concluyendo aguas abajo en forma de punta de flecha. Los materiales de mayor tamaño suelen encontrarse en la porción apical o de aguas arriba de la barra, existiendo una gradación progresiva hacia materiales más finos hacia el sector distal o de aguas abajo (Figura 9).

La distribución granulométrica resultante de los procesos de sedimentación descritos, junto con la altura del nivel freático (máxima cerca del cauce), determina el patrón de suelos que encontraremos en el área de estudio. Así, encontraremos Fluvisoles y Regosoles cerca del cauce del río sobre gravas y arenas, mientras que los

Cambisoles se distribuirán por las zonas distales asociados a depósitos de arcillas de inundación o ya sobre material no aluvial (coluvios de pie de monte).



Figura 9. Perfil del río (Loma de Mari-Ángela) donde se observan diferencias granulométricas. Fecha: 04/05/2022.

Esta gradación granulométrica puede ser alterada por obstáculos como madera muerta o vegetación natural.

5.1.4. Climatología

La tortuosa y accidentada geografía y orografía de las sierras de Cazorla, Segura y las Villas, influye decisivamente en el clima, originando microclimas propios en determinadas zonas, siendo uno de los factores decisivos que introducen modificaciones locales en el clima es la altitud.

A medida que se asciende, la temperatura disminuye (unos 0,5 °C cada 100 m) y aumentan las precipitaciones y la humedad relativa. Esto es patente en las montañas de las sierras, que actúan como condensadores de los vientos cargados de humedad, de tal forma que al ascender se reproducen características propias de zonas más septentrionales, lo que se manifiesta directamente en la vegetación.

Por otro lado, es de relevante importancia la orientación, la cual acentúa las diferencias locales, ya que presentan distinta temperatura y humedad.

Todos estos condicionantes climáticos contribuyen a definir los pisos bioclimáticos, que ponen de manifiesto la relación tan estrecha que existe entre el clima y la vegetación. Cada piso representa un intervalo climático caracterizado por unas precipitaciones y temperaturas y a las corresponden un paisaje vegetal específico.

Además, la influencia mediterránea se hace notar en sus zonas más bajas, donde las precipitaciones son más escasas y las nevadas y heladas menos frecuentes.

Los valores más bajos de temperatura se dan de enero a julio, quedando por debajo de los 6°C de temperatura, destacándose en su interior los lugares más elevados, en los cuales la temperatura suele descender de los 3°C e incluso en algunos puntos puede adoptar valores bajo cero. En la Sierra de Cazorla se rebasan los 40 días de helada al año tal y como muestra la tabla 5 (Climate Data ORG, 2021). Es común en todas las sierras un verano muy marcado, con temperaturas máximas que pueden alcanzar los 40°C y precipitaciones escasas o nulas. Dado que durante el verano la nubosidad es prácticamente inexistente en la demarcación y la insolación es muy acusada, la amplitud térmica diurna resulta muy elevada (Climate Data ORG, 2021).

Tabla 5. Valores térmicos promedio anuales en la Sierra de Cazorla.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temperatura media (°C)	4,6	5,6	8,4	11,2	15,6	21,4
Temperatura mínima (°C)	0,2	0,7	2,8	5,4	9,2	14,2
Temperatura máxima (°C)	9,4	10,5	13,8	16,6	21,2	27,6
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25,2	24,7	19,7	14,8	8,2	5,6
Temperatura mínima (°C)	17,9	17,6	13,8	9,5	3,8	1,2
Temperatura máxima (°C)	31,6	31,2	25,6	20,2	12,8	10,4

En conjunto y por lo que respecta a los totales pluviométricos anuales, superan los 1000 mm anuales. En algunos casos, las precipitaciones pueden llegar a superar los 1500 mm anuales, con suelos cubiertos de nieve en las zonas más umbrías que persisten hasta la primavera (Tabla 6).

Tabla 6. Datos pluviométricos promedio anuales en la Sierra de Cazorla.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Precipitación (mm)	78	70	75	76	54	23
Humedad (%)	75	70	64	61	52	40
Días lluviosos (días)	7	7	6	6	6	3
Horas de sol (Horas)	5,8	6,4	7,7	9	10,9	12,6

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación (mm)	5	11	39	63	84	86
Humedad (%)	31	34	47	60	70	75
Días lluviosos (días)	1	2	4	6	8	7
Horas de sol (Horas)	12,9	12,1	10,2	8,2	6,2	5,8

5.1.5. Fauna

El entorno de la obra cuenta con una amplia representación de especies animales, tanto en número de táxones como en particularidad, ya que son varias las especies presentes que están incluidas en las categorías de mayor protección. No en vano, el lugar de trabajo se encuentra en un Parque Natural y con multitud de zonas de protección (LIC,ZEPA,IBA...) (Barea-Azcón, 2008).

Destaca la avifauna relacionada con masas forestales y, siguiendo a (Purroy F.J. et al., 1997) en el Atlas de aves de España y (Moral González, 2004) en el “Atlas de aves reproductoras de España” se procede a nombrar las aves más comunes en los diferentes hábitats asociados en el entorno de trabajo:

En pinares, predominan pájaros insectívoros de la familia de los páridos como el herrerillo Capuchino (*Parus cristatus*), el carbonero garrapinos (*Parus ater*), el carbonero común (*Parus caeruleus*); también encontramos ejemplares del género sylvidae, como el reyezuelo listado (*Regulus ignicapillus*).

Entre los fringílidos destacan el picogordo (*Coccothraustes coccothraustes*), camachuelo común (*Pyrrhula pyrrhula*), el verderón común (*Carduelis carduelis*); de los granívoros destaca el piquituerto (*Loxia curvirostra*) (Figura 10). Otras especies muy relacionados con los bosques de pinares son los pájaros carpinteros, como son el pico picapinos (*Dendrocopos major*) (Figura 11), el pito real (*Picus viridis*); debemos citar por



Figura 10 y 11. Piquituerto y pico picapinos por Roberto Travesí Ydáñez

su importancia otras especies como el rabilargo (*Cyanopica cyana*), la lavandera blanca común (*Motacilla alba*), entre la extensísima nómina de habitantes cantores del pinar.

En los bosques de encinares, quejigares y arces, podremos observar al chochín (*Troglodytes troglodytes*), agateador común (*Certhia brachydactyla*), el mito (*Aegithalos caudatus*), trepador azul (*Sitta europaea*), herrerillo común (*Parus caeruleus*), petirrojo (*Erithacus rubecula*), arrendajo (*Garrulus glandarius*) y el mirlo común (*Turdus merula*). Otras especies son sedentarias en invierno, época en la que encuentran especies de plantas que producen abundantes frutos carnosos, variada y rica despensa para el frío, como los madroños (*Arbustus unedo*) y durillos (*Viburnum tinus*). Entre los visitantes invernales destacan las currucas (*Sylvia atricapilla*), y diversas especies de zorzales (*Turdus philomelos* - *Turdus viscivorus*), y pinzones (*Fringilla coelebs*).

Y especialmente a lo largo del río Guadalquivir, en los bosques de galería, se acogen muchas especies ribereñas como son los ruiseñores comunes (*Luscinia megarhynchos*) y ruiseñores bastardos (*Cettia cetti*), oropéndolas (*Oriolus oriolus*), currucas (*Sylvia atricapilla*), petirrojos (*Erithacus rubecula*) (Figura 12), mirlos acuáticos (*Cinclus cinclus*) (Figura 13) y martín pescador (*Alcedo atthis*). Cuando las aguas se remansan formando pequeñas lagunas, sobre el carrizal y las aneas, nidifican las pollas de agua (*Gallinula chloropus*).

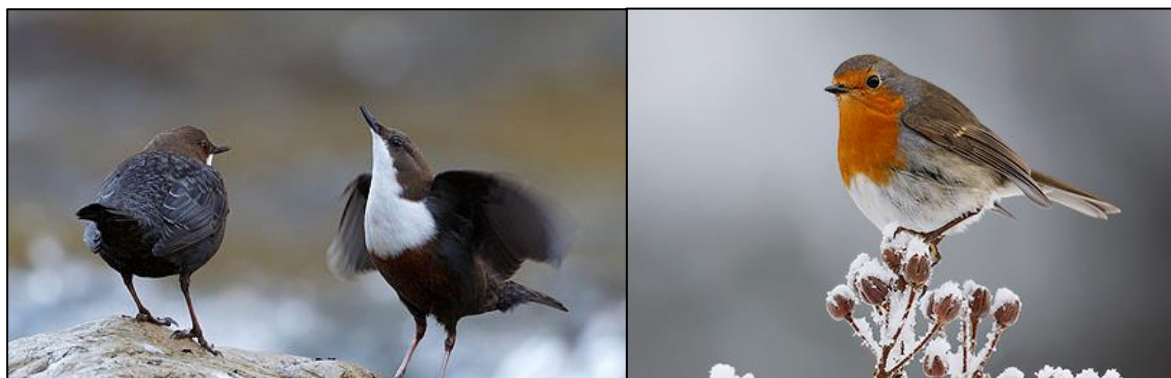


Figura 12 y 13. Mirlo de agua y petirrojo por Roberto Travesí Ydñez

A continuación, se adjunta en la tabla 7 de elaboración propia con las especies potenciales que se pueden hallar según su categoría de protección en base a las categorías del Libro Rojo de las Aves de España (Madroño, 2004).

Tabla 7. Especies de aves que pueden habitar potencialmente la zona.

Grupo	Especie	Nombre común	Categoría
Aves	<i>Delichon urbicum</i>	Avión común	
	<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos	
	<i>Emberiza cia</i>	Escribano montesino	

	Emberiza cirrus	Escribano soteño	
	Erithacus rubecula	Petirrojo	DD
	Falco tinnunculus	Cernícalo vulgar	DD
	Fringilla coelebs	Arrendajo	DD
	Garrulus glandarius	Arrendajo	
	Hieraaetus fasciatus	Águila-azor perdicera	EN
	Cyanopica cyana	Rabilargo	
	Hippolais polyglotta	Zarcero común	
	Corvus corax	Cuervo	EN
	Hirundo rustica	Golondrina común	EN
	Parus caeruleus	Herrerillo común	DD
	Coturnix coturnix	Codorniz común	DD
	Buteo buteo	Busardo ratonero	NT
	Sylvia conspicillata	Curruca tomillera	DD
	Pyrrhocorax pyrrhocorax	Chova piquirroja	EN
	Regulus ignicapilla	Reyezuelo listado	
	Saxicola torquatus	Tarabilla común	
	Serinus serinus	Verdecillo	
	Sitta europaea	Trepador azul	
	Strix aluco	Cárabo común	
	Ptyonoprogne rupestris	Avión roquero	
	Parus cristatus	Herrerillo capuchino	
	Sylvia cantillans	Curruca carrasqueña	
	Oenanthe oenanthe	Collalba gris	
	Sylvia hortensis	Curruca mirlona	
	Troglodytes troglodytes	Chochín	
	Turdus merula	Mirlo común	DD
	Turdus viscivorus	Zorzal charlo	
	Upupa epops	Abubilla	
	Sylvia atricapilla	Curruca capirota	
	Parus major	Carbonero común	
	Picus viridis	Pito real	
	Pica pica	Urraca	
	Passer domesticus	Gorrión común	
	Petronia petronia	Gorrión chillón	
	Phylloscopus bonelli	Mosquitero papialbo	
	Phoenicurus ochruros	Colirrojo tizón	
	Loxia curvirostra	Piquituerto común	
	Luscinia megarhynchos	Ruiseñor común	
	Lullula arborea	Alondra totovía	
	Motacilla cinerea	Lavandera cascadeña	DD
	Muscicapa striata	Papamoscas gris	
	Oenanthe hispanica	Collalba rubia	NT
	Accipiter gentilis	Azor común	
	Oriolus oriolus	Oropéndola	

	Parus ater	Carbonero garrapinos	
	Hieraaetus pennatus	Aguililla calzada	
	Carduelis carduelis	Jilguero	
	Accipiter nisus	Gavilán común	VU
	Aegithalos caudatus	Mito	
	Alauda arvensis	Alondra común	
	Alcedo atthis	Martín pescador común	NT
	Alectoris rufa	Perdiz roja	EN
	Anas platyrhynchos	Ánade azulón	
	Anthus campestris	Bisbita campestre	
	Apus apus	Vencejo común	
	Aquila chrysaetos	Águila real	NT
	Corvus monedula	Grajilla	
	Carduelis cannabina	Pardillo común	DD
	Cuculus canorus	Cuco común	
	Carduelis chloris	Verderón común	
	Cecropis daurica	Golondrina dáurica	
	Certhia brachydactyla	Agateador común	
	Cettia cetti	Cetia ruiseñor	
	Circaetus gallicus	Culebrera europea	
	Columba palumbus	Paloma torcaz	
	Otus scops	Autillo europeo	
	Corvus corone	Corneja	

En cuanto a la fauna asociada al medio acuático, se cuenta con varias especies de peces, alguna de ellas incluidas en categorías de especial protección como el calandino y el boga del Guadiana, según (Medioambiente, 2002) el Atlas y Libro Rojo de los peces Continentales. Estos quedan recogidos en la Tabla 8.

Tabla 8. Peces potenciales de la zona.

Grupo	Especie	Nombre común	Categoría
Peces continentales	Barbus sclateri	Barbo gitano	Bajo Riesgo-No Amenazada
	Squalius alburnoides	Calandino	Vulnerable
	Chondrostoma willkommii	Boga del Guadiana	Vulnerable

Siendo algunas de las amenazas que afectan la introducción de especies exóticas en su área de ocupación como son el pez sol (*Lepomis gibbosus*), el pez gato (*Ameiurus melas*), Perca americana (*Micropterus salmoides*), lucio (*Esox lucius*), lucioperca (*Stizostedion lucioperca*).

Este declive se estima que será en los próximos años de al menos el 20% en el área de ocupación de la especie y en la calidad de su hábitat. Este último se deteriora

por las infraestructuras hidráulicas proyectadas en su área de presencia, el aumento de vertidos urbanos, agrícolas e industriales y la extracción de agua con fines agrícolas (Medioambiente, 2002).

En cuanto a los mamíferos, Se prevé un impacto negativo, directo en el caso de la alteración de biotopos e indirecto en la modificación del comportamiento de la fauna, aunque de carácter temporal, limitado a la época de obras. En cuanto al momento, se puede considerar que la alteración se manifestará a corto y medio plazo, siendo la magnitud media y de carácter sinérgico, aunque con capacidad de reversibilidad y recuperación.

Las especies potencialmente afectadas son, según (Palomo LG & Gisbert, 2002) las que se reflejan en la tabla 9:

Tabla 9. Mamíferos potenciales de la zona.

Grupo	Especie	Nombre común	Categoría
Mamíferos	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo	LC
	<i>Capra pyrenaica</i>	Cabra montés	NT
	<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo Ibérico	LC
	<i>Dama dama</i>	Gamo	LC
	<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro	LC
	<i>Lepus granatensis</i>	Liebre ibérica	LC
	<i>Ovies aries</i>	Muflón	NE
	<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris	LC
	<i>Lutra lutra</i>	Nutria paleártica	LC
	<i>Eliomys quercinus</i>	Lirón careto	LC
	<i>Mus spretus</i>	Ratón moruno	LC
	<i>Sus scrofa</i>	Jabalí	LC
	<i>Pipistrellus pipistrellu</i>	Murciélago enano o común	LC
	<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo europeo	LC
	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero	LC
	<i>Martes foina</i>	Garduña	LC
	<i>Sciurus vulgaris</i>	Ardilla roja	LC
	<i>Myotis emarginatus</i>	Murciélago ratonero pardo	LC
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	VU

La Sierra de Segura, Cazorla y las Villas es una de las zonas más importantes a nivel herpetológico (Llorente A Gustavo et al., 1998). Esta zona alberga una gran riqueza de hábitats y con ello, gran variabilidad de especies. Muchas de estas se recogen en el Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España (Pleguezuelos, 2002).

Con la realización y construcción de obras en entornos naturales donde potencialmente abundan tanto anfibios como reptiles se corre el riesgo de, en primer lugar, favorecer su fragmentación del hábitat y en segundo lugar la desaparición de las especies como tal. Potencialmente, pueden observar las siguientes especies (Tablas 10 y 11).

Tabla 10. Anfibios potenciales de la zona.

Grupo	Especie	Nombre común	Categoría
Anfibios	<i>Discoglossus jeanneae</i>	Sapillo pintojo meridional	NT
	<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra común	Vu
	<i>Rana perezi</i>	Rana común	LC
	<i>Alytes dickhilleni</i>	Sapo partero bético	VU
	<i>Bufo bufo</i>	Sapo común	LC
	<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor	LC

Tabla 11. Reptiles potenciales de la zona.

Grupo	Especie	Nombre común	Categoría
Reptiles	<i>Lacerta lepida</i>	Lagarto ocelado	LC
	<i>Coronella girondica</i>	Culebra lisa meridional	NT
	<i>Blanus cinereus</i>	Culebrilla ciega	LC
	<i>Algyroides marchi</i>	Lagartija de Valverde	EN
	<i>Vipera latasti</i>	Víbora hocicuda	VU
	<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	Culebra de herradura	LC
	<i>Psammmodromus algirus</i>	Lagartija colilarga	LC
	<i>Chalcides striatus</i>	Eslizón tridáctilo	LC
	<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartija ibérica	LC
	<i>Tarentola mauritanica</i>	Salamanquesa común	LC
	<i>Natrix natrix</i>	Culebra de collar	LC
	<i>Natrix maura</i>	Culebra viperina	LC
	<i>Mauremys leprosa</i>	Galápago leproso	VU
	<i>Rhinechis scalaris</i>	Culebra de escalera	
	<i>Malpolon monspessulanus</i>	Culebra bastarda	
	<i>Macroprotodon brevis</i>	Culebra de cogulla	NT

5.1.6. Vegetación

Según lo establecido Juan Carlos Costa Pérez y Francisco Valle Tendero en el Manual de Restauración Forestal, la vegetación climatófila potencial de este sector está basada mayoritariamente en encinares basófilos, aunque son de destacar sobre todo en el distrito Alcaracino- Cazorlense propio de la serranía de Castril, también los

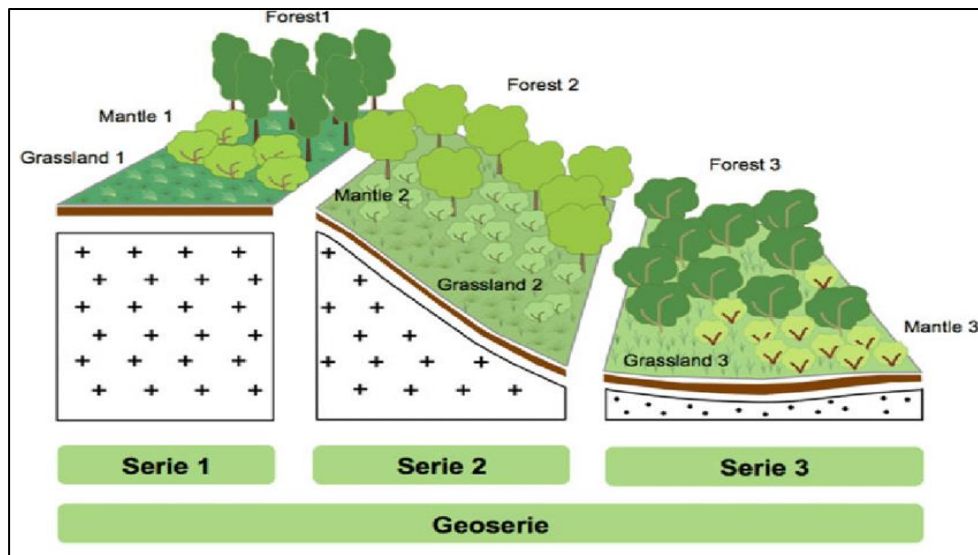


Figura 15. Esquema de geoserie y serie vegetal. Fuente: (Demartini, 2021).

A modo general, en el ambiente mediterráneo, esta incluye saucedas en las primeras franjas de vegetación en torno al cauce, sobre depósitos gruesos (arenas o cantos) y nivel freático elevado durante todo el año, una segunda franja de choperas, sobre materiales de textura más o menos franca, y olmedas en los materiales finos (arcillas de desbordamiento) distales. Estas últimas franjas, que son las más alteradas por diversos motivos, funcionarán como comunidades de transición hacia las series climatófilas de encinar, no condicionadas ya por los procesos fluviales.

La zona de estudio está englobada por la serie mesomediterránea de la encina y del quejigo. También podemos encontrar dos subseries del sauce: Saliceto angustifoliae, en la primera banda junto al río y Saliceto purpureo-albae, ambas de la serie meso-supramediterránea (Figura 16).

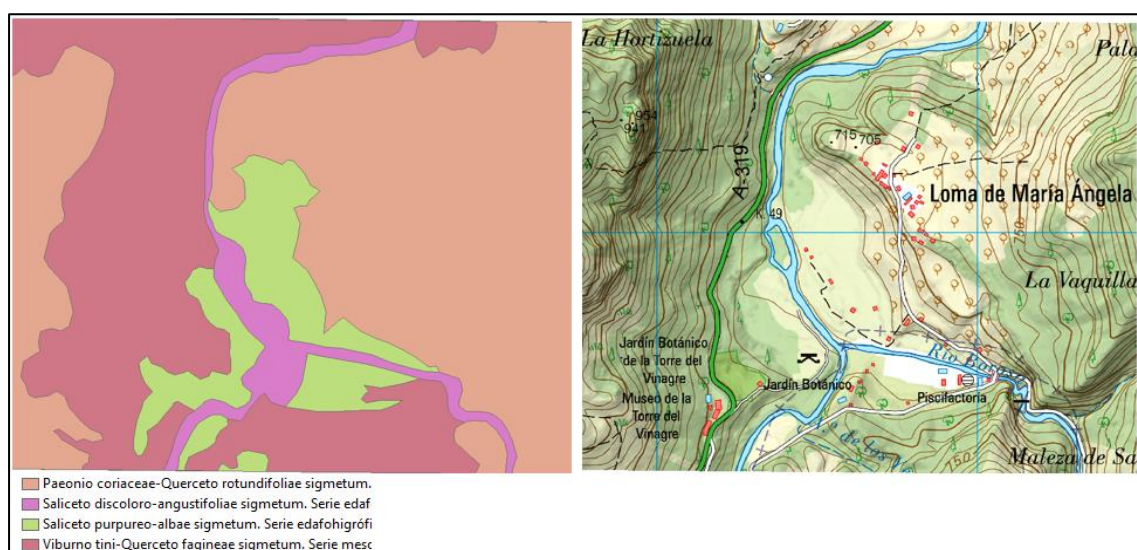


Figura 16. Vegetación Loma de Mari- Ángela.

Todo esto queda reflejado en el inventario de la vegetación afectada que fue realizado in-situ durante la salida de campo inicial para conocer el entorno. Dicha vegetación queda recogida en la tabla 12.

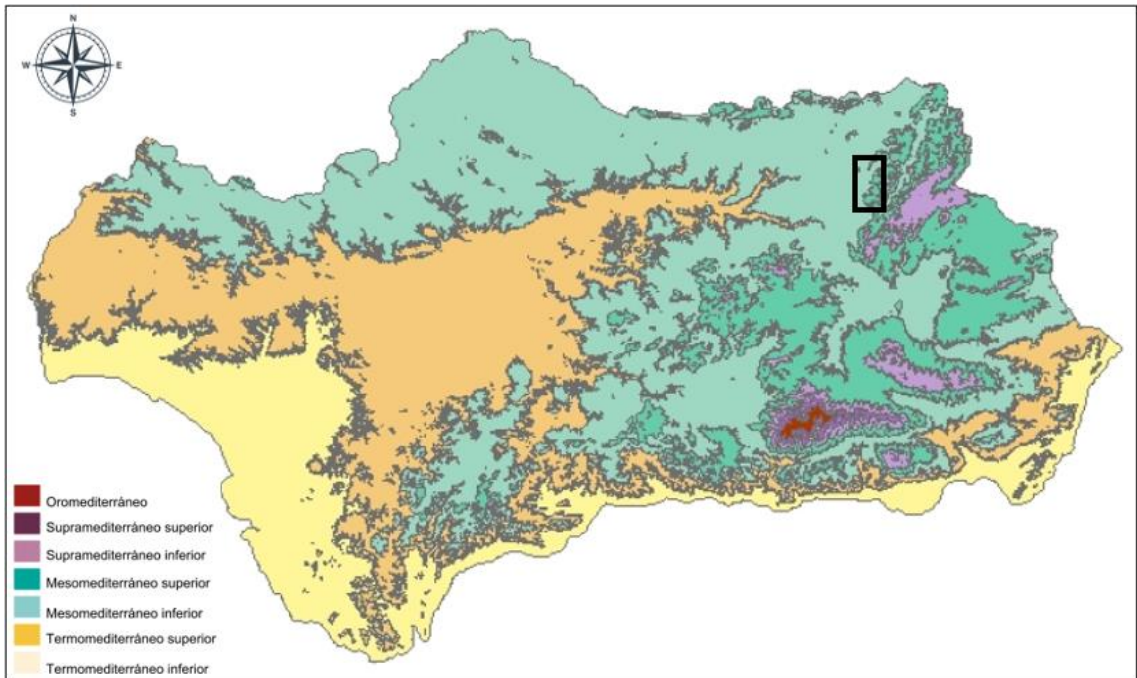


Figura 17. Pisos bioclimáticos de Andalucía. Fuente: REDIAM.

Tabla 12. Inventario preliminar de vegetación presente en la visita in situ.

Inventario preliminar		
Especie	Nombre vernáculo	Unidades
Quercus faginea/Q. coccifera	Quejigo/Coscoja	2
Populus nigra	Álamo negro	8
Pinus halepensis	Pino de Halepo	2
Crataegus monogyna	Majuelo	5
Salix babylonica	Sauce llorón	2

Junto con otras especies accesorias tales como pequeñas herbáceas y la propia vegetación del cauce del río. Esta recopilación, junto con el mapa de pisos bioclimáticos (Figura 17) que proporciona la Red De Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), podemos confirmar que la principal geoserie y series del área de estudio serán:

- Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila
 - o Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.

- Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila del Quejigo (*Quercus faginea*): Viburno tini-Quercetum fagineae.
- Serie riparia mesomediterránea iberolevantina y bética oriental subhúmedo-húmeda basófila de la mimbre roja (*Salix purpurea* subsp. *lambertiana*): Saliceto neotrichae S.
- Serie riparia mesomediterránea iberolevantina y bética basófila del álamo blanco (*Populus alba*): Rubio tinctori-Populeto albae S.
- Serie riparia mesomediterránea iberolevantina y bética basófila del álamo blanco (*Populus alba*): Rubio tinctori-Populeto albae S.

De esta manera, se establece una asociación determinada entre las especies potenciales

- **Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila**

Distribución: Ocupa gran parte de la porción Iberolevantina de la Península Ibérica, y alcanza las zonas orientales de la provincia Bética. Se ha detectado en Andalucía en los sectores Manchego, Hispalense, Subbético, Guadiciano-Bacense, Alpujarreño Gadorense y Malacitano-Almijarense.

Factores que la determinan: Aparece en niveles medios y bajos de ríos que surcan materiales carbonatados bajo termotipo mesomediterráneo, con caudal permanente, aunque con fuertes estiajes.

Descripción de la geoserie: La primera banda de vegetación es una sauceda de escasa altura dominada por *Salix neotrichae* y la segunda banda está encabezada por las choperas blancas de *Populus alba* (Figura 18). Existe una tercera banda, generalmente destruida por la actividad agrícola correspondiente a las olmedas de *Ulmus minor*.

Extensión y grado de conservación/factores de amenaza: Se trata de una geoserie muy extendida en el territorio andaluz oriental por la abundancia de cursos de agua que aparecen en territorios básicos y bajo ombrótipo mesomediterráneo. No obstante, se halla muy deteriorada al ocupar suelos de elevado potencial agrícola (vegas de los ríos), siendo poco frecuentes las choperas blancas de gran extensión, y mucho menos las olmedas, dado el menor poder de propagación del olmo respecto al chopo (y por otros procesos en los que no entramos, como enfermedades, etc.) .

Así mismo, la regulación hidrológica de los cauces, siendo el Guadalquivir uno de los ríos más regulados de toda Europa (Bohorquez et al., 2015) (Calero et al., 2015), ha



Figura 18. Sauceda. Fuente web Diputación Provincial de Málaga

generado un impacto muy profundo en todas las comunidades de la geoserie, especialmente en los tramos medios – bajos de los ríos (en la zona de estudio, dado que se trata del cauce alto del Guadalquivir y la protección debida al Parque Natural este efecto, así como la agricultura es menos perceptible, siendo más importantes las acciones de deforestación debidas al uso turístico del Parque).

Variabilidad: Las choperas blancas del mesomediterráneo inferior aparecen con adelfa (*Nerium oleander*) en lo que se considera una variante ecológica en transición hacia las choperas hispalenses más termófilas.

Dentro de esa geoserie encontramos las siguientes series:

- **Serie riparia mesomediterránea iberolevantina y bética oriental subhúmedo-húmeda basófila de la mimbre roja (*Salix purpurea* subsp. *lambertiana*): Saliceto neotrichae S.**

En contacto directo con el agua, se desarrolla esta primera serie encabezada por saucedas de la asociación *Salicetum neotrichae*, orladas y sustituidas en caso de destrucción por zarzales termófilos del *Rubus ulmifolii*-*Coriarietum myrtifoliae*.

La vegetación herbácea de carácter helofítico se representa por espadañales de la asociación *Typha angustifoliae*-*Schoenoplectetum glauci*, esparganales del *Junco subnodulosi*-*Sparganietum erecti*, así como formaciones de grandes cárcices de *Cladion Caricetum hispida* e y junciales de *Cypero*- *Caricetum otrubae*. Otras comunidades helofíticas de menor talla son los junciales helofíticos de *Acrocladio*-*Eleocharitetum palustris* y las berredas de *Helosciaditetum nodiflori*.

En cuanto a la vegetación herbácea de carácter higrófilo con un cierto matiz de termofilia, destacan los gramales anfibios situados en primera línea en contacto con el agua de la asociación *Paspalo distychi*-*Agrostietum verticillati* y los herbazales de orilla de río del *Peucedano hispanici* *Sonchetum aquatilis*. La vegetación nitrófila se representa por formaciones megafórbicas del *Scrophulario auriculatae*-*Epilobietum hirsutiy* comunidades nitrófilas anfibias de desarrollo estival del *Xanthio italici*-*Polygonetum persicariae*.

- **Serie riparia mesomediterránea iberolevantina y bética basófila del álamo blanco (*Populus alba*): Rubio tinctori-Populeto albae S.**

La segunda banda de vegetación está encabezada por las choperas blancas del *Rubio tinctori*- *Populetum albae*, (variante termófila con *Nerium oleander* en el mesomediterráneo inferior) adaptadas a las aguas de curso lento, incluso algo salinas y poco oxigenadas, que se retiran durante la sequía estival.

Frecuentemente, en zonas aclaradas, alternan con las choperas unos tarayales subhalófilos de la asociación *Tamaricetum gallicae*, y hacia acúmulos de arena en los que se experimenta mayor nivel de sequía lo hacen con ciscales mayores (*Equiseto ramosissimi-Erianthetum ravennae*) y menores (*Panico repentis-Imperatetum cylindricae*) (Figura 19). Como orla de las choperas, en ocasiones procedentes de su degradación, aparecen los zarzales termófilos y basófilos de la asociación *Rubus ulmifolii-Coriarietum myrtifoliae*.

Por debajo de la chopera, en condiciones de umbría prosperan herbazales esciófilos del *Elymo hispanici-Brachypodietum sylvaticum* rodeándolas en exposiciones soleadas se encuentran los fenalares del *Mantisalco salmanticae-Brachypodietum phoenicoidis*.



Figura 19. Salado de Lebrija-Las Cabezas, afluentes tributarios del tramo final del río Guadalquivir (Sevilla). Vía web de turismo de la Diputación de Sevilla.

En cuanto a la vegetación herbácea higrófila, destacan los juncuales basófilos del *Cirsio monspessulani-Holoschoenetum vulgaris*, que por efecto de la nitrificación pueden originar juncuales nitrófilos de *Cirsio-Juncetum inflexi*. En situaciones más desfavorecidas, usualmente alteradas por el ganado pueden hallarse los gramales del *Trifolium fragiferi-Cynodontetum dactylonis*.

La vegetación nitrófila está muy diversificada, al existir cardales higrófilos de la asociación *Dipsaco fulloni-Cirsietum crinitae*, junto con comunidades megafórbicas propias de choperas cultivadas del *Urtico dioicae-Sambucetum ebuli*. Por otra parte, son frecuentes las formaciones de lianas nitrófilas de la asociación *Arundini donacis-Convolvuletum sepium*, que utilizan los cañaverales como soporte físico, y un buen número

de comunidades nitrófilas de hierbas anuales tanto de desarrollo primaveral (Galio aparines- C onietum maculati) como estival (S etario verticillatae- Echinochloetum cruris-galli).

Tal cantidad de comunidades nitrófilas indican la proximidad de actividades ganaderas y agrícolas tan frecuentes y agresivas en el ámbito de la vegetación riparia de tramos medios y bajos.

- **Serie edafohigrófila riparia mesomediterránea iberolevantina y bética oriental basófila del olmo común (Ulmus minor: Hedero-Ulmeto minoris S.**

La tercera banda de vegetación, sometida a inundaciones muy esporádicas, ocupa la terraza aluvial del río. Tiene suelos potentes y con una buena retención de agua, razón por la cual son muy útiles para laboreo.

En consecuencia, en los escasos retazos que aún quedan de vegetación, se desarrolla una vegetación arbórea de alta densidad y cobertura correspondiente a las olmedas del Hedero helicis-Ulmetum minoris, orladas por zarzales del Rubo ulmifolii-Corietum myrtifoliae. Todas las etapas herbáceas que cabrían citar en esta banda son coincidentes con la anterior.

- **Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila de la encina (Quercus rotundifolia): Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S. Faciación típica.**

Esta serie es propia de zonas mesomediterráneas de la provincia Bética, generalmente bajo ombrotipo seco, aunque también subhúmedo, sobre suelos ricos en bases provenientes de rocas carbonatadas (en ocasiones silíceas). La comunidad más evolucionada corresponde a un encinar (Paeonio-Quercetum rotundifoliae) (Figura 20).

Como orla y primera etapa de degradación de estos encinares encontramos coscojales (Crataego- Quercetum cocciferae), en ocasiones estas formaciones ocupan situaciones más desfavorables como crestas y afloramientos rocosos muy soleados, donde pueden adquirir cierto carácter de comunidad (Retametum sphaerocarphae) que se sitúan en suelos de poca pendiente, profundos, bajo ombrotipo estrictamente seco.

En zonas con suelos relativamente profundos, pero con una acusada xericidad encontramos espartales (Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae, Sideritido funkianae-Stipetum tenacissimae) o lastonares (Helictotricho filifolii Festucetum scariosae,

Festuco scariosae- Helictotrichetum arundam) que proliferan especialmente sobre sustratos de naturaleza margosa.



Figura 20. Encinar de Alicún de las Torres, Villanueva de las Torres (Granada) vía REDIAM

En los medios más degradados y de suelos más pobres y esqueléticos (leptosoles) tenemos romerales y tomillares (*Siderito incanae-Lavanduletum lanatae*, *Thymo orospedani-Cistetum clusii*, *Thymo gracilis- Lavanduletum lanatae*, *Ulici baetici Lavanduletum lanatae*, *Paronychio-Astragaletum tumidi*) que presentan una gran variabilidad en la extensión de la serie y que son los que dan, sin lugar a dudas, la mayor originalidad. Sobre suelos de naturaleza silíceas se pueden presentar bolinares (*Lavandulo caesia-Genistetum equisetiformis*) y sobre margas y suelos xericos comunidades de *Anthyllis cytisoides*.

En suelos muy erosionados, donde son frecuentes los afloramientos rocosos se sitúa un pastizal-tomillar (*Phlomido-Brachypodietum retus*). Cuando se rotura el matorral, bordes de caminos y pistas forestales, aparecen comunidades de caméfitos nitrófilo-colonizadores (*Artemisio glutinosae- Santolinetum canescentis*, *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*).

En zonas lluviosas el encinar se enriquece en quejigos (*Quercus faginea*), representando una faciación ombrófila en tránsito a la serie de los acerales-quejigales mesomediterráneos considerablemente compensada (precipitaciones más elevadas, suelos profundos, fondos de barrancos, orientaciones en umbría) el encinar se enriquece en *Q. faginea*, *Viburnum tinus*, *Pistacia terebinthus*, *Phillyrea la ifoia*, *Hedera helix*, *Arbutus unedo* y *Bupleurum fruticosum* entre otras especies de comportamiento marcadamente mesofítico.

- **Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila del Quejigo (*Quercus faginea*): *Viburno tini-Quercetum fagineae* Torres & Cano in Cano, Pinto, Valle, Torres, García-Fuentes, Salazar, Melendo & Mendes 2002**

Esta serie es propia de substratos básicos del mesomediterráneo subhúmedo bético.

Se caracteriza por bosque mixto marescente de elevada cobertura. El estrato arbóreo, generalmente cerrado, es dominado por *Quercus faginea* subsp. *faginea* y *Quercus faginea* subsp. *alpestris*. Bajo su dosel, se encuentra un sotobosque rico en arbustos latifoliados de hojas coriáceas, como *Viburnus tinus* o *Arbutus unedo*, así como un estrato lianoide rico en especies como *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa*, *Clematis flamula*, *Smilax aspera*, *Hedera helix*, entre otras.

Flora amenazada

En el ámbito nacional, el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, creado en el artículo 30.1 de la Ley 4/1989 de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, y sus correspondientes modificaciones posteriores, recogen una serie de especies amenazadas, cuya característica común es la escasez de sus poblaciones.

A estos efectos, las especies, subespecies o poblaciones que se incluyan en dichos catálogos deberán ser clasificadas en alguna de las siguientes categorías:

- En peligro de extinción, reservada para aquellas cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.
- Sensibles a la alteración de su hábitat, referida a aquellas cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.
- Vulnerables, destinada a aquellas que corren el 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, en la que se podrán incluir las que, sin estar contempladas en ninguna de las precedentes, sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico ecológico, cultural, o por su singularidad.

La nueva Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Según su artículo 55, establece que el Catálogo Español de Especies Amenazadas incluirá los taxones o

poblaciones de la biodiversidad amenazada, incluyéndolos en algunas de las categorías siguientes:

E.-En peligro de extinción

V. -Vulnerable

Las especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas y que estén catalogadas en alguna categoría no regulada en el artículo 55, mantendrán dicha clasificación, con los efectos que establezca la normativa vigente en el momento de entrada en vigor de esta Ley, en tanto no se produzca la adaptación a la misma.

No se encuentran especies presentes en el ámbito de estudio incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas. Del inventario del MMARM (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino) se han obtenido la siguiente relación para la cuadrícula de la zona afectada (Tabla 13) (Transición Ecológica, 2017).

Tabla 2. Flora amenazada del entorno y comunidades asociadas.

ESPECIE	CATEGORÍA	COMUNIDAD VEGETAL	HÁBITAT
<i>Narcissus longispathus</i>	EN B1b(iii,v)c(iv)+2b(iii,v)c(iv)	En formaciones de grandes cárices y juncas higrófilos	Cursos de agua permanentes y fuente.
<i>Atropa baetica</i>	EN B2ab(i,iii,iv); D	Pinsapares, pinares, quejigares, etc.)	Claros de bosques
<i>Evonymus latifolius</i>	CR B2ab(iii,iv); C2a(i)	Olmedas, quejigales	Zonas frescas y umbrías, cerca de cursos de agua

Para determinar las categorías, se han seguido los siguientes criterios propuestos por la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN) (Figuras 21 y 22).

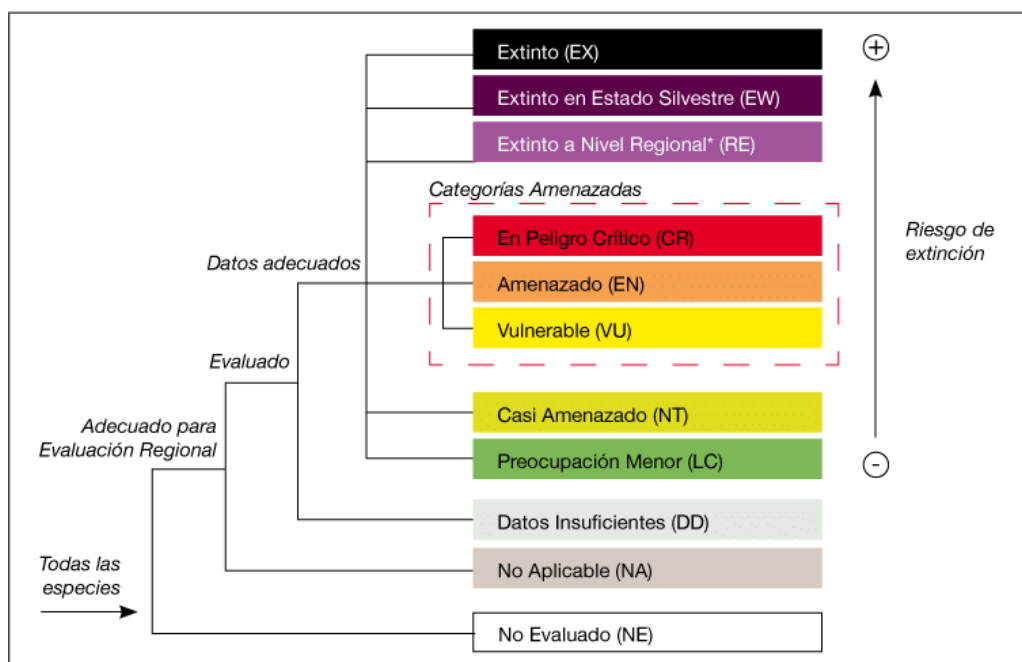


Figura 21. Criterios para la determinación de categorías de protección. Fuente: Web UICN.

A. Reducción del tamaño poblacional. Reducción del tamaño de la población basada en cualquiera de los subcriterios A1 a A4. El nivel de reducción se mide considerando el período más largo, ya sea 10 años o 3 generaciones.			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
A1	≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
A2, A3 & A4	≥ 80%	≥ 50%	≥ 30%
A1 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, en el pasado donde las causas de la reducción son claramente reversibles Y entendidas y conocidas Y han cesado. A2 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, en el pasado donde las causas de la reducción pudieron no haber cesado O no ser entendidas y conocidas O no ser reversibles. A3 Reducción del tamaño de la población que se proyecta, se infiere o se sospecha será alcanzada en el futuro (hasta un máximo de 100 años) [(a) no puede ser usado]. A4 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida, proyectada o sospechada donde el período de tiempo considerado debe incluir el pasado y el futuro (hasta un máx. de 100 años en el futuro), y donde las causas de la reducción pueden no haber cesado O pueden no ser entendidas y conocidas O pueden no ser reversibles.		Con base en y especificando cualquiera de los siguientes puntos: (a) observación directa [excepto A3] (b) un índice de abundancia apropiado para el taxón (c) una reducción del área de ocupación (AOO), extensión de presencia (EOO) y/o calidad del hábitat (d) niveles de explotación reales o potenciales (e) como consecuencia de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	
B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) Y/O área de ocupación (B2)			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
B1. Extensión de presencia (EOO)	< 100 km²	< 5.000 km²	< 20.000 km²
B2. Área de ocupación (AOO)	< 10 km²	< 500 km²	< 2.000 km²
Y por lo menos 2 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) Severamente fragmentada, O Número de localidades	= 1	≤ 5	≤ 10
(b) Disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat; (iv) número de localidades o subpoblaciones; (v) número de individuos maduros			
(c) Fluctuaciones extremas en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) número de localidades o subpoblaciones; (iv) número de individuos maduros			

C. Pequeño tamaño de la población y disminución.			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
Número de individuos maduros	< 250	< 2.500	< 10.000
Y por lo menos uno de C1 o C2			
C1. Una disminución continua observada, estimada o proyectada (hasta un máximo de 100 años en el futuro) de al menos:	el 25% en 3 años o 1 generación (lo que fuese más largo)	el 20% en 5 años o 2 generaciones (lo que fuese más largo)	el 10% en 10 años o 3 generaciones (lo que fuese más largo)
C2. Una disminución continua observada, estimada, proyectada o inferida Y por lo menos 1 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) (i) Número de individuos maduros en cada subpoblación	≤ 50	≤ 250	≤ 1.000
(ii) % de individuos en una sola subpoblación =	90–100%	95–100%	100%
(b) Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros			
D. Población muy pequeña o restringida			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
D. Número de individuos maduros	< 50	< 250	D1. < 1.000
D2. Solo aplicable a la categoría VU Área de ocupación restringida o bajo número de localidades con una posibilidad razonable de verse afectados por una amenaza futura que podría elevar al taxón a CR o EX en un tiempo muy corto.	-	-	D2. típicamente: AOO < 20 km² o número de localidades ≤ 5
E. Análisis Cuantitativo			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
Indica que la probabilidad de extinción en estado silvestre es:	≥ 50% dentro de 10 años o 3 generaciones, lo que fuese más largo (100 años max.)	≥ 20% dentro de 20 años o 5 generaciones, lo que fuese más largo (100 años max.)	≥ 10% dentro de 100 años

Figura 22. Criterios para la determinación de categorías de protección. Fuente: Web UICN

Una vez que se han determinado las especies potencialmente impactadas, su situación general y qué protección posee cada una de ellas. Se procede a la identificación y valoración de los impactos.

5.2. Identificación y valoración de impactos potenciales

A continuación, se analizan las interacciones acción-factor una a una, explicando los mecanismos por los cuales se produce el impacto, y estableciendo una valoración del impacto según la matriz de Leopold (Leopold et al., 1971), tal y como se muestra en la tabla 14, donde se han detallado los impactos por elemento, subcomponente, componente, así como el impacto total del proyecto se ha tenido en cuenta las tres fases o procesos: Acciones previas, proceso constructivo y Demolición.

Los resultados arrojan que el impacto total del proyecto, según los parámetros usados, obtiene un impacto negativo con un valor de -2246, que, a grandes rasgos nos confirma que el impacto de la construcción sobre el medioambiente es negativo. Sin embargo, el análisis requiere una visión más detallada de cara a concretar medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Atendiendo a la clasificación propuesta, los impactos por componente alcanzan los siguientes valores:

- Componente físico: -1443

- Componente biótico: -507
- Componente calidad del paisaje: -296

Siendo el componente físico el más afectado por acciones tales como la pérdida de suelo fértil y la erosión subyacente. Esto queda confirmado a través de los resultados por subcomponente, siendo el suelo el más afectado (de forma permanente), al que le sigue el agua, aunque el impacto producido sobre esta es de tipo temporal, así como el producido al medio aéreo:

- Suelo: -792
- Agua: -271
- Aire: -380

De forma particular, los elementos del paisaje que han obtenido mayor puntuación y que, por tanto, se ven más afectados son:

- Pérdida de Materia Orgánica: -297
- Árboles: -78
- Aves: -76
- Calidad de paisaje: -296

Tabla 3. Matriz de Leopold

Actividades del proyecto Componentes Ambientales			Acciones previas		Proceso constructivo														Demolición		Impacto por elemento	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto del proyecto
			Desbroce		Eliminación material inservible		Desmonte		Transporte		Cimentación		Terraplenado		Excavaciones		Pavimentación							
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I							
Componentes físicos	Suelo	Residuos	-1	1	-9	4	-1	4	-1	2	-10	2	-2	1	-1	4	-6	6	-1	1	-106	-792	-1443	-2246
		Erosión	-3	6	-1	1	-10	6	-1	3	-10	3	-10	6	-10	4	-6	6	-1	1	-249			
		Compactación	-3	6	-1	1	-1	-1	2	3	-1	3	-10	6	-1	4	-10	6	-1	1	-140			
		Pérdida de M.O	-7	6	-1	1	-10	6	-1	3	-10	1	-10	6	-10	6	-10	6	-1	1	-297			
	Agua	Contaminación	-1	1	-3	4	-7	4	-1	3	-8	1	-3	2	-8	4	-8	2	-10	2	-126	-271		
		Calidad del agua	-2	4	-3	4	-9	4	-1	3	-8	1	-4	2	-9	4	-7	2	-10	2	-145			
	Aire	Ruido	-6	4	-4	2	-7	5	-5	6	-2	1	-4	1	-7	4	-2	2	-10	2	-155	-380		
		Gases	-3	1	-3	1	-5	1	-5	4	-1	1	-1	1	-7	4	-4	2	-4	2	-77			

		Partículas	-5	1	-3	1	-5	5	-9	4	-1	1	-5	2	-10	4	-4	2	-10	2	-148		
Componentes bióticos	Flora	Residuos	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	6	-4	1	-1	2	-1	2	-19	-283	-507
		Árboles	-10	6	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	6	-4	1	-1	2	-1	2	-78		
		Arbustos	-10	6	-1	1	-1	6	-1	1	-1	1	-1	6	-4	1	-1	2	-1	2	-83		
		Plantas acuáticas	-3	3	-1	1	-1	6	-1	1	-1	1	-1	6	-4	1	-1	2	-1	2	-32		
		Especies protegidas	-8	6	-1	1	-1	6	-1	1	-1	1	-1	6	-4	1	-1	2	-1	2	-71		
	Fauna	Aves	-10	6	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	4	-4	1	-1	2	-1	2	-76	-224	
		Mamíferos	-3	1	-1	1	-1	5	-1	1	-1	1	-1	4	-4	1	-1	2	-1	2	-23		
		Anfibios	-4	2	-1	1	-1	5	-1	1	-1	1	-1	4	-7	1	-1	2	-1	2	-31		
		Reptiles	-4	2	-1	1	-6	5	-1	1	-1	1	-1	4	-4	1	-1	2	-1	2	-53		
		Peces	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	4	-7	1	-1	2	-1	2	-20		
		Moluscos	-1	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	4	-7	1	-1	2	-1	2	-21		
Componentes paisajísticos		Calidad del paisaje	-8	6	-1	1	-9	6	-2	1	-8	4	-8	6	-9	5	-9	6	-6	2	-296	-296	-296

Por otro lado, los resultados ofrecidos por la Matriz de Importancia quedan recogidos en la tabla 15, donde se muestran las actividades que adquieren un carácter crítico para el medio ambiente, siendo importante prestarles atención durante el desarrollo de la obra, junto con los resultados la matriz de Leopold.

Se obtiene que:

Las actividades con una importancia Baja para el medio ambiente son:

- La eliminación de material inservible
- Transporte

Siendo ambas actuaciones de tipo puntual y transitorias en el tiempo, por lo que una vez retirado el material inservible y terminada la obra, los cambios producidos por esas actuaciones, volverán a su estado habitual.

Por otro lado, con importancia moderada se clasifica como la demolición del vado inundable ya que, de la misma manera que las actuaciones de baja importancia, es una acción puntual y transitoria en el tiempo. Por último, las acciones críticas son:

- Desmonte
- Cimentación
- Excavaciones

Todas ellas se caracterizan por ser acciones que producen un cambio negativo permanente en el medio, que coincidiendo con los resultados de la matriz de Leopold son aquellos que producen un mayor impacto. Frente a estas actuaciones, de obligado cumplimiento por otro lado, para llevar a puerto la obra, se propondrán medidas preventivas y compensatorias en el siguiente apartado.

La puntuación global es de 509 puntos, se trata, en general, de un impacto negativo sobre los espacios naturales, directo, permanente, a largo plazo, de magnitud mínima, simple, sinérgico y recuperable.

El principal espacio natural es el LIC Sierras de Cazorla, Segura y las Villas ES0000035, (92AO). Fue declarado Parque Natural por Decreto 10/1986, de 5 de febrero. Recogido en el inventario de la Ley 2/1989, de 18 de julio. De todo el análisis previo, no se hace constar afección significativa a ninguna especie en peligro de extinción o de interés. No obstante, deberán adoptarse toda medida preventiva y correctora.

A tener en cuenta es que el vado existente para paso de vehículos supone un obstáculo a la dinámica natural del río, fragmentado la continuidad y extensión del

espacio fluvial; modificando la composición y estructura del lecho del río al tener que realizarse dragados periódicos.

Su eliminación y sustitución por un puente, a pesar de los inevitables impactos que la construcción de la nueva infraestructura produciría (y este estudio pretende minimizar, corregir y/o compensar), supondrá la recuperación de la dinámica natural del río y la posterior restauración natural de la zona de dominio público hidráulico ocupada.

Además, con la eliminación de esta infraestructura transversal, se da cumplimiento a las directrices de las directivas marco de aguas y Hábitat, así como a las normas y objetivos del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. La valoración, por tanto, de este impacto es compatible y resulta de la escasa afección que la infraestructura tendrá sobre el espacio natural y, atendiendo a las puntuaciones locales de cada uno de las actuaciones, conjunto con los resultados obtenidos con la matriz de Leopold, se califica el proyecto de obra como APTO.

Tabla 4. Matriz de Importancia.

ACTIVIDAD	Signo	Extensión	Persistencia	Sinergia	Efecto	Recuperabilidad	Intensidad	Momento	Reversibilidad	Acumulación	Periodicidad	Resultado	Clasificación
Desbroce	-	4	4	2	4	4	7	8	2	4	4	61	Severo
Eliminación de material inservible	-	1	1	1	1	2	1	4	1	1	4	20	Bajo
Desmonte	-	8	4	4	4	8	7	8	4	4	4	77	Crítico
Transporte	-	1	2	1	4	1	1	4	1	4	1	23	Bajo
Cimentación	-	2	4	4	4	8	12	8	4	4	4	80	Crítico
Terraplenado	-	4	4	4	4	4	7	8	4	4	4	65	Severo
Excavaciones	-	4	4	2	4	8	12	8	4	4	4	82	Crítico
Pavimentación	-	4	4	4	4	8	6	8	4	4	4	66	Severo
Demolición vado inundable	+	2	4	2	4	2	3	1	4	1	4	35	Moderado
											Total	509	

6. Discusión de resultados. Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Revegetación.

La aptitud del proyecto lleva consigo asociada la adopción de una serie de precauciones cuyos objetivos sean, en la medida de lo posible, prevenir, corregir o minimizar el impacto producido por las diferentes actuaciones. Para este trabajo de Fin de Máster, y cumpliendo con uno de los objetivos secundarios propuestos, se establecen las siguientes medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

La propuesta de las medidas, para evitar o las afecciones, requiere una visión de conjunto, interdisciplinar, ya que se han de tomar en consideración tanto las acciones correctoras, tendentes a disminuir el impacto ambiental, como los condicionantes técnicos y económicos que afectan a la obra en general y a cada zona concreta en particular.

6.1. Medidas preventivas

En este apartado se pretende establecer unas condiciones que permitan que la puesta en práctica de la construcción y explotación de esta obra se realice de la forma más compatible posible con el medio ambiente, y que las afecciones potenciales identificadas en el capítulo anterior puedan ser minimizadas.

Al diseñar las medidas preventivas es necesario tener en cuenta la escala espacial y temporal de su aplicación. A la hora de establecer cualquier tipo de medida para una determinada alteración debida a cualquier actividad, hay que tener en cuenta tres aspectos importantes:

- Es preferible actuar en el diseño del proyecto para que no se produzca una alteración, que tener que corregirla a posteriori.
- Sobre determinadas alteraciones, si llegan a producirse, no existe posibilidad de recurrir a medidas correctoras.
- Algunas medidas correctoras deberán ser aplicadas o no, en función de los resultados que se deriven de la aplicación del Programa de Vigilancia.

Fauna

La fauna terrestre se vería afectada como consecuencia de las obras, al ver alterados sus hábitats, por los movimientos de tierra, ocupación del suelo, mayor

presencia humana, etc. lo que podría repercutir en una alteración en las pautas de comportamiento de la fauna.

Por este motivo, y observando el impacto sobre las aves en la matriz de Leopold, se han previsto medidas de control previo al inicio de las obras la presencia de nidos en árboles afectados, así como la existencia de madrigueras o nidos en el suelo donde se van a localizar las actuaciones.

Si estos nidos son de especies amenazadas se deberán dejar, mientras que si son de otras especies se procederá a desmantelarlos, aunque en ambos casos se consensuará la actuación y se solicitará autorización de la Delegación Provincial y del Parque Natural competentes en la materia. Además, se han de temporizar las actuaciones para incidir lo mínimo en los períodos más sensibles para la fauna.

Por otro lado, las especies ligadas al medio acuático son las que en principio se van a ver menos afectadas, ya que no se tiene previsto ocupar la vegetación más próxima de ribera ni alterar los márgenes del río

Otro aspecto a destacar sería el calendario de obras, donde se propone la realización de los trabajos cercanos al cauce evitando la época de la freza de los peces. Para el resto de las especies, la mayor alteración se producirá si se afectan a áreas de cría, especialmente en el caso de aves. No obstante, se estima que, mediante el control previo al inicio de las obras de la presencia de nidos en árboles afectados, así como la existencia de madrigueras o nidos en el suelo donde se van a localizar las actuaciones (Tabla 16).

Tabla 5. Periodos más sensibles para la fauna.

Temporalización de las obras	
Fauna	Periodos más sensibles
Aves	Primavera/verano
Mamíferos	Primavera/verano
Peces	Otoño

Se recomienda coordinar el calendario de obras que evite las épocas de cría ya que se trata de un impacto negativo, directo en el caso de la alteración de biotopos e indirecto en la modificación del comportamiento de la fauna, aunque de carácter temporal, limitado a la época de obras. Se puede considerar que la alteración se manifestará a corto y medio plazo, siendo la magnitud media y de carácter sinérgico, aunque con capacidad de reversibilidad y recuperación.

ii) Incendios forestales

Durante la fase de obras, para el uso de la maquinaria, aunque sea fuera de la época de peligro alto, se deberán cumplir unas mínimas medidas preventivas y de seguridad ante el riesgo de incendios forestales, que son de obligado cumplimiento y deben quedar recogidas e incorporadas en un Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para la ejecución de las obras:

La empresa adjudicataria mantendrá la maquinaria en las condiciones adecuadas de revisión periódica y mantenimiento que establezcan las propias condiciones de uso de la máquina, para evitar que se produzca fuego como consecuencia del mal mantenimiento y limpieza de piezas mecánicas y sistema eléctrico. Por otro lado, establecerá un Plan de Vigilancia, en el que se dispondrá al menos una persona que, además del que maneja la maquinaria, se mantenga alerta mientras trabaja la maquinaria.

Durante la ejecución de las actuaciones debe permanecer la maquinaria y el personal suficiente para sofocar cualquier conato de incendio de forma accidental (dotado de la herramienta de extinción y el equipo de trabajo y de protección individual necesario para la extinción de incendios).

El personal que maneja cada máquina y el personal encargado de la vigilancia deben contar con los medios de extinción mínimos, que al menos son dos mochilas extintoras cargadas de agua y dos batesfuegos

Se mantendrán limpios de vegetación los lugares de manipulación de motosierras, aparatos de soldadura, radiales, grupos electrógenos, y motores o equipos eléctricos o de explosión y, además, no se podrá utilizar la maquinaria en días de fuerte viento, altas temperaturas o muy baja humedad.

En cualquier caso, y en todo momento, el servicio de la Delegación Provincial de Medio Ambiente, a través de los agentes forestales y medioambientales presentes, si aprecian razones que desaconsejen o hagan peligroso el uso de la maquinaria, podrá suspender o aplazar los trabajos hasta que desaparezcan aquellas.

Asimismo, se establece que son actividades prohibidas todo el año:

- La quema de restos vegetales con cualquier finalidad.
- Hacer hogueras y fogatas
- Arrojar basuras fuera de los contenedores

- Aparcar vehículos en caminos, pistas forestales y cortafuegos.

iii) Ruido y partículas

El movimiento de tierras genera ruido que supone molestias para la fauna, que puede verse obligada a desplazarse a otras zonas, y para la población receptora del ruido. Del movimiento de tierras y de la acumulación de éstas, se generan nubes de polvo, condiciones que se acentúan cuando coinciden condiciones de sequedad y fuertes vientos.

iv) Arrastre de partículas por el viento o el agua

Los impactos se producen en puntos diferentes a los del movimiento de tierras, por nubes de polvo cuando son arrastrados por el viento o por contaminación por sólidos en suspensión en las cuencas receptoras si son arrastrados por el agua. Se mantendrá un equipo con cisterna para riego periódico de viales.

Este impacto se puede como negativo, directo, temporal, a corto y medio plazo, reversible, recuperable, notable y simple. En fase de operación y mantenimiento se podría considerar como negativo, directo, permanente, a largo plazo, irreversible, irrecuperable, notable y simple.

v) Contaminación acústica

La actuación se encuentra situada dentro del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas por lo que se considera dentro del área de sensibilidad acústica tipo I (Área de Silencio) con valores límite de 55 dbA en periodo diurno y 40 dbA en periodo nocturno, límites establecidos en el Decreto 26/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación acústica de Andalucía. Durante la construcción se deberán adoptar todas las medidas para no superar estos límites.

6.2. Medidas correctoras

En general, las medidas correctoras sobre la vegetación y el suelo ya descritas tendrán una repercusión positiva sobre el paisaje:

Se buscará que el acabado de los taludes de los accesos permanentes sea suave, uniforme y totalmente acorde con la superficie del terreno y la obra, sin grandes contrastes, y ajustándose a los planos, buscando formas redondeadas, evitando aristas y formas antinaturales, en la medida de lo posible.

Para evitar el impacto visual generado por la infraestructura, se emplean formas constructivas que permitan su plena integración ambiental y paisajística. Para ello, se

ha optado por un talud revegetado y que las paredes de los apoyos del puente estén revestidas de piedra del lugar. La estructura del puente se pintará de color pardo o del que en su momento el responsable técnico del Parque Natural estime más oportuno.

6.2.1. Medidas compensatorias. Restauración paisajística.

Como medidas compensatorias al proyecto en la Red Natura 2000, se han considerado la restauración paisajística de la infraestructura y ecológica del espacio fluvial.

La restauración paisajística del entorno afectado por la construcción de una infraestructura forma parte del conjunto de medidas compensatorias de los efectos ambientales derivados del proceso constructivo. Con frecuencia, pasan a constituir finalmente un elemento de interés paisajístico que se asocia a la calidad de la propia infraestructura, y que contribuyen a la seguridad y confortabilidad de sus usuarios.

Un requisito indispensable para la aplicación de las técnicas de restauración es la adecuada gestión del sustrato vegetal en el proceso constructivo. El correcto decapado, acopio y posterior extendido de la tierra vegetal en la fase de obra garantiza la implantación de la cubierta vegetal de herbáceas y arbustiva existente en el banco de semillas del propio sustrato. Con ello disminuye la inversión en restauración.

En este sentido la unidad de extendido de tierra vegetal debe aparecer como unidad de obra independiente en el capítulo de movimientos de tierra del presupuesto, y no simplemente como parte la unidad de obra de m³ de excavación de terrenos. La selección y posterior aplicación de las distintas técnicas de restauración debe estar vinculada directamente con las características litológicas y de pendiente de las distintas superficies, establecidas en los anejos de geología y geotecnia del proyecto de construcción de la obra civil.

En todo caso la realización de estas plantaciones debe acometerse con la apertura de hoyos de dimensiones adecuadas a la especie a incorporar, y con la adición de los materiales (abonos, mejorantes del suelo, etc.) y riegos.

La plantación de especies vegetales de pequeño porte (desde 1 savia hasta 40-60 cm.) está especialmente recomendada para zonas de difícil conservación, seleccionando especies adaptadas al medio que se desarrollarán plenamente en un periodo de 2-3 años. Éste es el método seleccionado para la restauración vegetal de taludes, entorno del antiguo paso sobre el río y zonas de ocupación temporal tal y como se muestra en la figura 23.

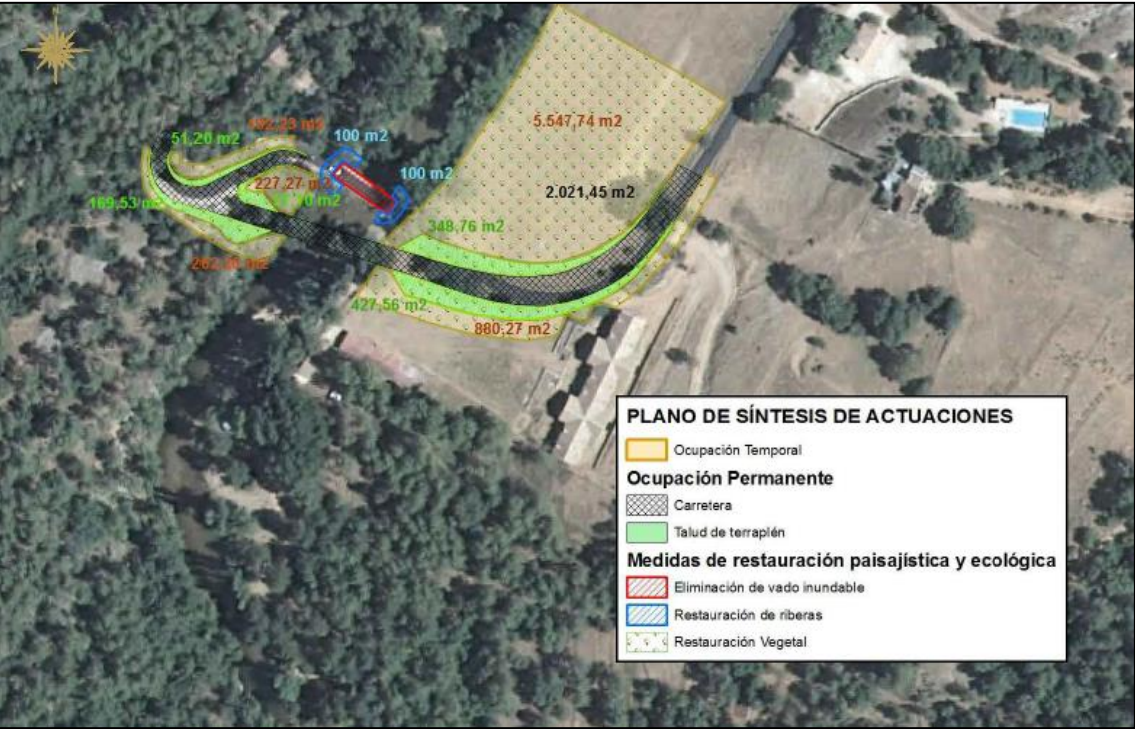


Figura 23. Plano de síntesis con las medidas de restauración.

Una vez finalizada, la construcción del puente y retirada toda la maquinaria, se procede a la revegetación del terreno. En total, se propone la revegetación de un total de 8179,29 m². Del total, 200 m² a revegetación de ribera, 668,99 m², 7310,3 m² a la restauración de la zona de ocupación, tal y como se muestra en la tabla 17.

Tabla 6. Áreas de revegetación por tipo.

Revegetación de ribera	Revegetación de terraplén	Revegetación zona ocupación
100	51,2	5547,74
100	169,53	880,2
	57,1	262,86
	348,6	227,27
	42,56	392,23
TOTAL = 200 m²	TOTAL = 668,99 m²	TOTAL = 7310,3 m²
TOTAL REVEGETACIÓN OBRA = 8179,29 m²		

Por ello, cada zona debe estar regida por su propio plan de revegetación.

Revegetación de terraplén:

Para la zona de terraplén (Figura 24), se propone tratamiento a través de la gestión y extendido de tierra vegetal y una realización del ahoyado manual para la plantación de las distintas especies. Se recomienda, además, el aporte de sustrato ecológico.



Figura 24. Localización de futuro terraplén. Fecha: 04/05/2022

Los hoyos tendrán unas dimensiones de 30x30x30 cm. En la plantación, los operarios mediante barrón, plantamón, azadón o similar abrirán la tierra removida e introducirán la planta situando ésta de modo vertical al plano, compactando la superficie alrededor y realizando pequeñas microcuencas o alcorques para el aprovechamiento del agua suministrada y pluvial.

Posteriormente a la colocación de la planta se hará un aporte de sustrato ecológico para dar a las plantas suficientes nutrientes en la primera época de desarrollo de estas. La distribución de la plantación será aleatoria consiguiéndose de esta forma una plena integración en el paisaje:

- Densidades de plantación = 4 Ud./m' matorral arbustivo.

- Especies de: *Crataegus monogyna subsp. Brevispina*, *Lonicera arborea*, *Rosa pouzinni*, *Rosa canina*, *Genista cinerea subsp. speciosa*, *Ononis aragonensis*, *Rhamnus saxatilis*, *Cytisus scoparius subsp. reverchonii*, *Genista longipes*, *Genista scorpius*, *Cistus clusii*, *Hormathophylla spinosa*, *Lavandula latifolia*, *Salvia lavandulifolia subsp. blacoana*, *Thymus mastichina*, *Thymus orospedanus*

Revegetación zona ocupación temporal:

Al igual que para la zona de terraplén, para la zona de ocupación temporal (suelo sobre la carretera y al entorno del río) (Figura 25), se propone la gestión y extendido de tierra vegetal, la realización del ahoyado manual y plantación de las distintas especies con aporte de sustrato ecológico.

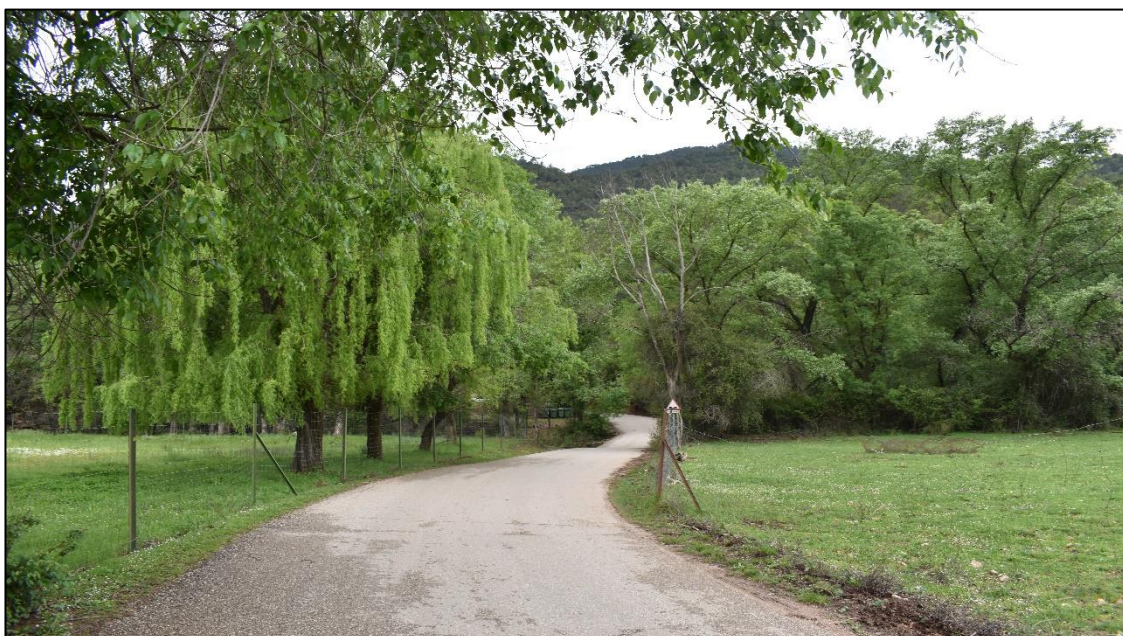


Figura 25. Zona de ocupación temporal. Fecha: 04/05/2022

Los hoyos tendrán unas dimensiones de 30x30x30 cm para arbustos y de 80x80x80 cm para árboles. En la plantación, los operarios mediante barrón, plantamón, azadón o similar abrirán la tierra removida e introducirán la planta situando ésta de modo vertical al plano, compactando la superficie alrededor y realizando pequeñas microcuencas o alcorques para el aprovechamiento del agua suministrada y pluvial.

Posteriormente a la colocación de la planta se hará un aporte de sustrato ecológico para dar a las plantas suficientes nutrientes en la primera época de desarrollo de estas. La distribución de la plantación será aleatoria consiguiéndose de esta forma una plena integración en el paisaje.

- Densidades de plantación = 4 Ud./m' matorral y arbustos. 45 uds. árboles. 10-12cm Ø.

- Especies de: *Quercus rotundifolia*, *Quercus faginea*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Lonicera arborea*, *Rosa pouzinni*, *Rosa canina*, *Genista cinerea* subsp. *especiosa*, *Ononis aragonensis*, *Rhamnus saxatilis*, *Cytisus scoparius* subsp. *reverchonii*, *Genista longipes*, *Genista scorpius*, *Cistus clusii*, *Hormathophylla spinosa*, *Lavandula latifolia*, *Salvia lavandulifolia* subsp. *blacoana*, *Thymus mastichina*, *Thymus orospedanus*.

El estudio de impacto ambiental recoge también la posibilidad de trasplante de varios ejemplares del género *Quercus* presentes en la visita in situ a la zona de afectación.

Los tratamientos propuestos para ello son: Escayolado previo, poda y tratamiento antitranspirante para trasplantes de ejemplares en el entorno de la traza de la carretera (zonas verdes ocupadas temporalmente y que posean un horizonte edáfico suficiente para su desarrollo radicular).

Revegetación del entorno de vado inundable y río:

Del mismo modo que en las anteriores zonas, en la sección del vado inundable y río (Figura 26) se procede a la gestión y extendido de tierra vegetal mediante ahoyado manual, así como la plantación de las distintas especies con aporte de sustrato ecológico.



Figura 26. Localización del vado inundable. Fecha: 04/0/2022.

Los hoyos tendrán unas dimensiones de 30x30x30 cm para arbustos y de 80x80x80 cm para árboles. En la plantación, los operarios mediante barrón, plantamón, azadón o similar abrirán la tierra removida e introducirán la planta situando ésta de modo vertical al plano, compactando la superficie alrededor y realizando pequeñas microcuencas o alcorques para el aprovechamiento del agua suministrada y pluvial.

Posteriormente a la colocación de la planta se hará un aporte de sustrato ecológico para dar a las plantas suficientes nutrientes en la primera época de desarrollo de estas. La distribución de la plantación será aleatoria consiguiéndose de esta forma una plena integración en el paisaje.

- Densidades de plantación= 4 Ud./m' matorral y arbustos. 16 uds. árboles. 10-12 cm Ø.
- Estaquillado con planta viva de *Salix alba* (1' línea de ribera), plantación arbórea en 2' línea de ribera (*Populus nigra*, *P.alba*, *Fraxinus excelsior*, plantaciones arbustivas en 2' línea de ribera (*Rubus ulmitolius*, *Rosa canina*, *Sambucus sp.*

7. Conclusiones

Este Trabajo de Fin de Máster es un compendio de todos los conocimientos adquiridos en el grado y máster aplicados de forma práctica a un caso real, tras su desarrollo, se concluye que:

1. Se confirma la hipótesis de que el impacto ambiental esperado será bajo.
2. La construcción del puente tendrá una adecuada integración en el paisaje.
3. El medio biótico, concretamente, el suelo, es el más afectado por la obra.
4. Las medidas preventivas minimizan en todo lo posible la producción de molestias o perturbaciones en el perímetro de la obra
5. Las medidas correctoras y compensatorias que se pretenden abordar repercuten de forma positiva en el entorno natural circundante.
6. El empleo de vegetación autóctona y el trasplante de las especies susceptibles para ello, aumenta el valor biológico.

Bibliografía

- (FHA), F. H. (2007). Roadside Revegetation: An Integral Approach to Establishing Native Plants. U.S. Department of transportation.
- ALLPE, I. y. (2021). *Inventario Ambiental en Estudios de Impacto Ambiental*. Obtenido de ALLPE: <https://www.allpe.com/>
- Ana B, V. M. (2003). *Geodiversidad y Patrimonio de Andalucía. Itinerario Geológico por Andalucía, guía práctica de campo*.
- Andalucía, J. d. (s.f.). *Red de Información Ambiental de Andalucía*. Obtenido de <http://www.ideandalucia.es/catalogo/inspire/srv/api/records/62bbaf30b135eb8554eca858db4049c802089634>
- Barea-Azcón, e. a. (2008). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*.
- Bohorquez et al., P. C.-G. (2015). Simulación numérica de la dinámica fluvial y su interacción con presas: efecto de la colmatación de embalses y agradación del cauce. Proc. IV Jornadas de Ingeniería.
- Calero et al., d. M.-G. (2015). Evolución morfosedimentaria de la transformación de un embalse en un humedal (Embalse de Doña Aldonza, Alto Guadalquivir). Proc. IV Jornadas de Ingeniería del Agua.
- Carpena et al., R. T.-P.-G. (2021.). Rainfall-induced landslides and Erosion processes in the road network of the Jaén province (Southern Spain). . En *Hydrology 8*.
- Climate Data ORG. (2021). Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- Demartini, C. &. (2021). Geosynphytosociological Typology of French Atlantic Coastal Rocky-Cliff Vegetation. In Tools for Landscape-Scale Geobotany and Conservation. Springer, Cham.
- Dooling, R. P. (2016). . Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Effects of Highway and Road Construction Noise on Birds. California Department of Transportation, . 96 p.
- Dorronsoro, C. (s.f.). <http://edafologia.ugr.es/atlasoil/indice.html>.
- Envira Ingenieros asesores. (s.f.). Obtenido de <https://envira.es/es/estudio-impacto-ambiental/>
- Environmental Protection Agency. (1994). Evaluation of Ecological Impacts from Highway Development. USEPA.
- Fernández et al., T. P.-G.-L.-G.-P. (2020.). Multitemporal analysis of gully erosion in olive groves by means of digital elevation models obtained with aerial photogrammetric and LiDAR data.
- Fernández-Vítora V. C. et al., R. V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-prensa.

- Forman, R. a. (1998). Roads and their major effects. *Annual Review of Ecological Systems* 29, 207 – 231.
- Garmendia Salvador Alfonso et al., S. A. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Gómez Orea, D. (2004). *Recuperación de Espacios Degradados*. . Madrid: Mundi-Prensa.
- Hafeez et al., I. R. (2013). A field study of environmental degradation during road construction and its improvement due to sprinkling of water. *Life Sciences Journal* 10, 2 – 7.
- Ibáñez, J. J. (3 de octubre de 2021). <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/>.
Obtenido de <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/01/26/137868>
- Inviassa. (22 de diciembre de 2022). Obtenido de <https://inviassa.com/noticias/fases-proyecto-obra-civil>
- Iqbal et al., U. R. (2022). Prediction of Hydraulic Blockage at culverts using Lab Scale Simulated Hydraulic Data. . En *Urban Water Journal* 19 (págs. 686-699).
- Katz et al., H. D. (2014). Slope-area threshold of road-induce gully erosion and consequent hillslope-channel interactions. *Earth Surf. Process. . Landform* 39, 285-295.
- Laurance, W. (2015). Bad roads, Good Roads. I Willey & Sons Ltd. En *Handbook of Road Ecology* (Van der Ree, R. & Grilo, C., Eds). (págs. p. 10 – 15.). Chichester, UK.
- Leopold et al., L. B. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Vol. 28, No. 2). US Department of the Interior.
- Leopold L B et al ., F. E. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington D.C: U.S. Geological Survey Circular.
- Llorente A Gustavo et al., M. A. (1998). Inventario de las áreas importantes para los anfibios y reptiles de España. *Organismo Autónomo de Parques Nacionales*.
- Madroño, A. G. (2004). *Libro Rojo de las Aves de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SEO BirdLife.
- Medioambiente, S. G. (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*.
- Moral González, J. C. (2004). *Atlas de las Aves reproductoras de España*. Ministerio de Medio Ambiente,.
- Nyssen et al., J. P.-P. (2002). Impact of Road Building on Gully Erosion Risk: A case study from the northern Ethiopian Highlands. *Earth Surf. Process. Landforms* 2, 1267-128.

- Palomo LG & Gisbert, J. (2002). *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. Madrid: Dirección General de CONservación de la Naturaleza- SECEMSECEMU.
- Parris, K. (2015). *Ecological Impacts of Road Noise and Options for Mitigation*. In: *Handbook of Road Ecology* (Van der Ree, R. & Grilo, C., Eds). , Willey & Sons Ltd, Chichester, UK., p. 151 – 158.
- Parris, K. (2015.). *Ecological Impacts of Road Noise and Options for Mitigation*. *Handbook of Road Ecology* (Van der Ree, R. & Grilo, C., Eds)., Willey & Sons Ltd, Chichester, UK., p. 151 – 158.
- Parris, K. (2015.). *Ecological Impacts of Road Noise and Options for Mitigation*. In: *Handbook of Road Ecology* (Van der Ree, R. & Grilo, C., Eds). , 151 – 158.
- Parris, K. (2015.). *Ecological Impacts of Road Noise and Options for Mitigation*. Chichester, UK: Willey & Sons Ltd.,.
- Pleguezuelos, J. M. (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Madrid: Asociación Herpetológica Española.
- Purroy F.J. et al. (1997). Atlas de las aves de España. En S. B. Life.
- Rivas-Martínez, S. (2007). Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Itinera Geobotánica.
- Sanz de Galdeano and Alfaro, P. (2004). Tectonic significance of the present relief of the Betic Cordillera. En *Geomorphology* 63 (págs. 175–190).
- Smith and. van der Ree., R. (2015). Fields Methods to Evaluate the Impact of Roads on Wildlife. In: *Handbook of Road Ecology* (Van der Ree, R. & Grilo, C., Eds). Chichester, UK: Willey & Sons Ltd.
- Sun et al., C. Z. (2021). Road construction and air quality: Empirical study of cities in China. *Journal of Cleaning Production* 319, 12864.
- Tendero, J. C. (2004). *Manual de Restauracion Forestal*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente.
- Transición Ecológica, M. d. (2017). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Madrid.
- USDA-NRCS. (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds*. Washington: Technical Release.
- Van der Ree & R., G. C. (2015.). The Ecological Effects of Linear Infraestructures and Traffic. In: *Handbook of Road Ecology* (Van der Ree, R. & Grilo, C., Eds). Chichester, UK: Willey & Sons Ltd.
- Witheridge, G. (2017). *Erosion & Sediment control field guide for road construction. Catchments and Creeks, Pty Ltd. Brisbane, Australia. 123 p., Australia. 123 p.*

ASIGNATURAS CURSADAS

Cuatr.	Asignatura	Idioma	Créditos
1º	Técnicas geomáticas aplicadas al medio natural (GIS, teledetección y cartografía geoambiental)	Castellano / Inglés	4
1º	Recursos hídricos y ecosistemas acuáticos	Castellano / Inglés	4
1º	Métodos avanzados de análisis de datos ambientales	Castellano / Inglés	4
1º	Caracterización de los componentes físicos del hábitat	Castellano / Inglés	4
1º	Conservación y restauración de sistemas terrestres	Castellano / Inglés	4
1º	Caracterización de elementos bióticos del hábitat	Castellano / Inglés	4
2º	Modelización de la distribución potencial de especies y hábitats	Castellano / Inglés	4
2º	Prácticas externas. Puedes encontrar más información en el siguiente enlace (se abre en una ventana nueva).	Castellano / Inglés	4
2º	Explotación sostenible de suelos y agroecosistemas	Castellano / Inglés	4
1º, 2º	Trabajo fin de Máster. Puedes encontrar más información en el siguiente enlace (se abre en una ventana nueva).	Castellano / Inglés	12

Optativas Especialidad en Medio Físico

Cuatr.	Asignatura	Idioma	Créditos
2º	Riesgos asociados a la dinámica terrestre	Castellano / Inglés	3
2º	Explotación sostenible del patrimonio geológico	Castellano / Inglés	3

Optativas Especialidad en Elementos Bióticos

Cuatr.	Asignatura	Idioma	Créditos
2º	Enfermedades de la fauna silvestre	Castellano / Inglés	3
2º	Técnicas de conservación de fauna amenazada	Castellano / Inglés	3



LAURA GARCÍA MORCILLO

AMBIENTÓLOGA. MÁSTER EN
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

CONTACTO

- ✉ laura96baza@gmail.com
- ☎ 636 68 21 45
- 🚗 Permiso B y vehículo propio
- in <https://www.linkedin.com/in/lauragarciamorcillo/>

CONOCIMIENTOS INFORMÁTICOS

- ArcGis /QGIS
- Paquete Office
- Photoshop (nivel usuario)
- R Studio

IDIOMAS

B2 Aptis. British Council 2021

FORMACIÓN ADICIONAL

- Curso básico de prevención de Riesgos Laborales (Instituto de Medio Ambiente).
- Curso de Guía de ecoturismo en Geoparques: etnobotánica, fauna y flora (ENTURNA).
- Formación Medioambiente y Juventud, ¿Una relación amor-odio? (Conserjería de Igualdad, Políticas sociales y Conciliación).
- Integrante en la agrupación SOS Vencejos, con experiencia de 3 años en rehabilitación, cuidado y liberación de aves protegidas.

HABILIDADES

- Creatividad
- Organización
- Proactividad
- Compromiso

FORMACIÓN

Universidad de Jaén

- Grado en Ciencias Ambientales, 2016-2021
- Máster de Análisis, Conservación y Restauración de componentes físicos y Bióticos de los hábitats. 2021-Actualidad

EXPERIENCIA LABORAL

Técnico de campo en Proyecto Olivares Vivos. U.Jaén

MAYO 2019- FEBRERO 2020

- Asistente de Anillamiento científico y censo de aves
- Identificación y censo de flora y especies vegetales

Consultoría , Educación, Formación y Turismo Ambiental. Cea Acebuche

FEBRERO 2020- ABRIL 2020

- Colaboración en la puesta en marcha del programa de visitas de escolares que se desarrolla en el CEA El acebuche, participando activamente en la organización y elección de los talleres.
- Monitora de apoyo en talleres de sensibilización ambiental en centros educativos de Jaén que desarrollaban el programa IMPULSA.
- Monitora de apoyo en visitas a espacios naturales con la puesta en valor de su riqueza natural y etnográfica.

Técnico de Sistemas de Información Geográfica U.Jaén

OCTUBRE 2021- MARZO 2022

- Edición y elaboración de cartografías temáticas

Consultoría y Supervisión medioambiental de obras públicas

MARZO 2022- MAYO 2022

- Colaboración en la elaboración de documentación ambiental de proyectos.
- Estudio de la legislación aplicable.
- Colaboración en las tareas de dirección facultativa de obras lineales en los aspectos ambientales.
- Aplicación de normas ISO 9001 y 14001