



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila),
paraje “La Jarilla”.

Alumno: Iván de Propios Herrero

Tutor: Joaquín Navarro Hevia

Director: Jorge Mongil Manso

Octubre de 2017



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila), paraje “La
Jarilla”.**

Documento N°1: Memoria

Alumno: Iván de Propios Herrero

**Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Director: Jorge Mongil Manso**

Octubre de 2017

ÍNDICE DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

1.	Introducción.....	1
1.1.	Objeto del proyecto	1
1.2.	Antecedentes	1
1.3.	Justificación.....	2
1.4.	Objetivos	2
2.	Descripción del área de objeto del proyecto	2
2.1.	Localización del área de estudio.....	2
2.2.	Descripción del área de estudio	3
2.2.1.	Parámetros morfológicos de la cuenca.....	3
2.2.2.	Parámetros físicos relacionados con la red de drenaje.....	6
2.2.3.	Clima	8
2.2.4.	Geología y litología.....	10
2.2.5.	Edafología	11
2.2.6.	Vegetación y usos del suelo	13
2.2.7.	Fauna	15
2.2.8.	Análisis de aguaceros	16
2.2.9.	Características socioeconómicas	19
3.	Estudio de alternativas	21
3.1.	Diques para la corrección del cauce.....	21
3.1.1.	Elección de la fábrica	21
3.1.2.	Elección del tipo de perfil.....	22
3.2.	Repoblación	23
3.2.1.	Elección de especies.....	23
3.2.2.	Preparación del terreno	25
3.2.3.	Implantación vegetal.....	25
3.2.4.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	26
3.3.	Cuidados posteriores.....	26
3.3.1.	Protectores de plántulas.....	26
3.3.2.	Riegos	27
4.	Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras.....	28
5.	Normas para la ejecución y puesta en marcha de las obras.....	28
6.	Normas de explotación.....	28
7.	Estudio de seguridad y salud.....	28
8.	Presupuesto.	28
8.1.	Presupuesto general de ejecución material	28
	Grupo de inversión 1: Diques	28
	Grupo de inversión 2: Repoblación.....	28
	Grupo de inversión 3: Seguridad y salud	28
8.2.	Presupuesto general de ejecución por contrata.....	29
9.	Evaluación del proyecto.	29
9.1.	Evaluación económica del proyecto	29
9.2.	Evaluación social del proyecto	30
9.3.	Evaluación ambiental del proyecto	30

1. INTRODUCCIÓN

Según Ferrer (2009), una restauración hidrológico-forestal es el conjunto de planes, trabajos, o actuaciones necesarias para la conservación, defensa y recuperación de la estabilidad y fertilidad del suelo, la regulación de escorrentías, la consolidación de cauces fluviales y laderas, la contención de sedimentos y acarreos y, en general, la defensa del suelo contra la erosión, mediante el empleo principalmente de la vegetación.

Es de gran importancia destacar el papel que han desempeñado los proyectos de restauraciones hidrológico-forestales en la historia de la ingeniería forestal, desde el establecimiento de las primeras escuelas.

Las primeras restauraciones hidrológico-forestales nacen en Europa a mediados del siglo XIX, como consecuencia de una deforestación severa en sus principales cadenas montañosas.

En la provincia de Ávila tenemos un claro ejemplo de estas importantes modificaciones históricas del terreno, afectada por un clima mediterráneo más o menos continentalizado, con precipitaciones escasas y/o mal distribuidas; una topografía accidentada que caracteriza a la provincia y que favorece los procesos de erosión hídrica; y el factor antrópico.

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la restauración ambiental de las laderas de la cuenca alta del río Corneja, ubicadas en el término municipal de Tórtoles de la Sierra, en la provincia de Ávila.

Se llevará a cabo la restauración hidrológico-forestal de las cárcavas formadas por la red de drenaje del Río Corneja. Las cárcavas que se localizan en estas laderas fueron restauradas tras el proyecto de restauración hidrológico-forestal del ingeniero de montes David Azcarretazabal (1964), excepto la cárcava afectada por el presente proyecto, ya que su origen fue posterior a esta restauración.

Con este proyecto se pretende otorgar soluciones técnicas que acaben con los procesos erosivos de la zona, o al menos minimizarlos, con el fin de mejorar los recursos naturales y paisajísticos del municipio. Para ello se llevará a cabo la construcción de una serie de diques a lo largo de la cárcava para la detección y el control de sedimentos, además de una repoblación de carácter protector que ayudará a consolidar dichas laderas.

1.2. Antecedentes

Las laderas de la cuenca alta del río Corneja hace unos ciento cincuenta años se encontraban cubiertas por bosques densos de encina y roble. Pero su gestión tradicional produjo la destrucción de estos prácticamente en su totalidad, debido a aprovechamientos irracionales de leña y madera, roturaciones, sobrepastoreo e incendios, fundamentalmente. Puesto que estas laderas se encontraban desprovistas de su protección natural, sufrieron intensos procesos erosivos cuya consecuencia fue la aparición de numerosas cárcavas y barrancos, y el consiguiente arrastre de materiales al río Corneja y, de éste, al Tormes. Ante esta situación, entre 1964 y 1971, la Confederación Hidrográfica del Duero proyectó una restauración hidrológico-forestal que afecta a unas 4.500 ha. Resultando un bosque de pinos y la retención de sedimentos en más de un centenar de diques forestales, que supusieron notables beneficios sobre el suelo y el ciclo hidrológico.

1.3. Justificación

Técnicamente el Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal de esta cárcava queda justificado por el cumplimiento de sus objetivos: la recuperación de la masa forestal y la protección del suelo frente a la erosión. Además, protegiendo el suelo frente a la erosión se conserva el primer horizonte, sustento de la ganadería de la zona.

Bajo el punto de vista social, aporta una serie de beneficios tangibles. Las actuaciones diseñadas en el Proyecto favorecerán la calidad de vida de los habitantes de la zona, su entorno y podrán repercutir en el turismo.

En cuanto a los aspectos económicos se refiere, este proyecto supone evidentes beneficios para la economía de la zona. Será necesario la contratación de mano de obra durante las fases de ejecución y mantenimiento, aumentará el alimento para la ganadería, y favorecerá al turismo rural.

1.4. Objetivos

Los principales fines perseguidos con la redacción de este proyecto son:

- Acabar con la erosión y la pérdida de suelo.
- Mejorar la situación florística de la zona, y crear masa forestal en la zona que actualmente se encuentra degradada.
- Mejorar y aumentar la población de la fauna (refugios, comida...), que aumentará el aprovechamiento cinegético.
- Mejorar la calidad del agua del Río Corneja.
- Frenar el impacto paisajístico que crea la erosión en esta zona.
- Crear puestos de trabajo temporales.
- Reutilizar los terrenos actualmente en desuso.
- Mejorar la superficie forestal municipal.
- Promover una mejora edáfica, que favorezca el establecimiento de vegetación natural de la zona con una mayor madurez ecológica.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE OBJETO DEL PROYECTO

2.1. Localización del área de estudio

La zona de estudio se encuentra situada, como se muestra en la Figura 1, en el centro-oeste de la provincia de Ávila, en la Comarca de El Barco de Ávila-Piedrahíta, en laderas situadas al Norte de la localidad de Tórtolos, término municipal al que pertenece la zona. El paraje en el que se encuentra se denomina "La Jarilla" y es adyacente al cauce del Río Corneja. (*Documento Nº3. Plano Nº1. Plano de localización; Plano Nº 2. Plano de Situación; Plano Nº3. Plano de emplazamiento*).

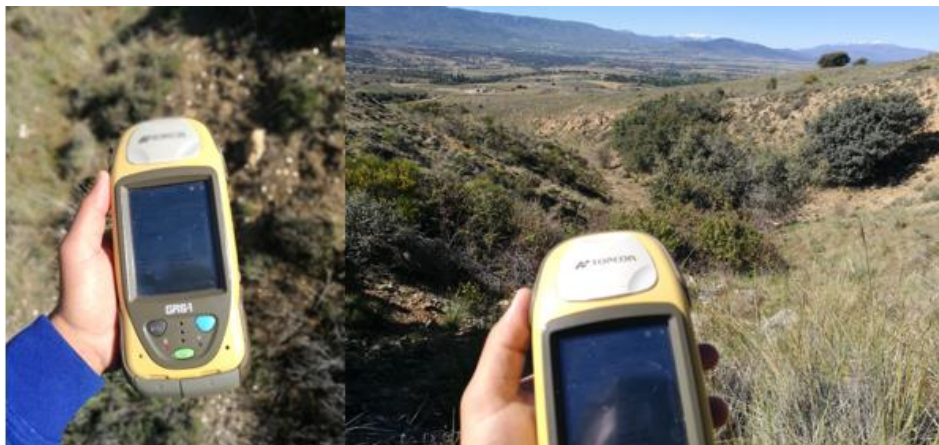


Figura 2. Delimitación de la divisoria de la cuenca con GPS submétrico.

La cuenca vertiente define un comportamiento determinado relacionado con la cantidad de precipitaciones que recoge. Su forma, relieve, edafología y vegetación influyen de forma determinante tanto en el volumen de escurrimientos como en su distribución en el tiempo (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Los parámetros físicos, reflejan las características de la cuenca en cuanto a su forma y su influencia en la respuesta a las precipitaciones.

Para observar la definición de los índices, los cálculos y la interpretación de estos, véase Anejo I. Estudio de la cuenca.

2.2.1.1. Parámetros de forma

a) Superficie de la cuenca

La superficie de la cuenca vertiente es de 7,715 ha.

Según la Directiva Marco 2000/60/CE, la superficie de nuestra cuenca se clasifica como pequeña, al ser una superficie inferior a los 10 km². (Documento Nº3. Plano Nº4. Delimitación de la cuenca).

b) Índice de compacidad o de Gravelius (1914)

La forma de la cuenca influye directamente en los escurrimientos que se producen. Para el estudio de la forma de una cuenca, se utiliza el índice de Gravelius KG (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Para la cuenca de estudio:

Tabla 1. Cálculo del Índice de compacidad o de Gravelius en función de la superficie y el perímetro de la cuenca.

Superficie (m ²)	Perímetro (m)	Índice de compacidad
77145,27	2138,91	2,16

Nuestra cuenca está clasificada como cuenca de forma alargada.

c) Índice de Gravelius (1954)

Este índice, igualmente propuesto por Gravelius, indica la tendencia de la cuenca a soportar grandes crecidas (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Tabla 2. Cálculo del coeficiente de forma para la cuenca objeto de estudio.

Longitud de la cuenca (m)	Área de captación (m ²)	Coeficiente de forma
743,81	77145,27	0,14

Alumno/a: Iván de Propios Herrero
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La cuenca de estudio es muy poco achatada. Estos valores bajos del coeficiente de forma, indican una escasa tendencia a soportar aguaceros intensos, lo que supone una alta peligrosidad torrencial.

d) Índice de alargamiento

Este índice propuesto por Horton, muestra el comportamiento de forma de la cuenca e indica la tipología de la geometría de la cuenca, pero esta vez no respecto a su redondez, sino a su tendencia a ser de forma alargada, en relación a su longitud axial, y al ancho máximo de la cuenca (*Martínez de Azagra y Navarro, 1996*).

Tabla 3. Índice de alargamiento para la cuenca objeto de estudio..

Longitud máxima (km)	Ancho máximo (km)	Índice de alargamiento
743,81	181,11	4,11

Se trata de una cuenca muy alargada.

e) Rectángulo equivalente

El rectángulo equivalente de una cuenca, se define como aquel rectángulo que tiene idéntica superficie y perímetro que la cuenca estudiada, e igual distribución hipsométrica. Debido a esto, este rectángulo también poseerá el mismo coeficiente de Gravelius.

Las dimensiones del rectángulo equivalente de la cuenca son $L = 991,66$ m y $I = 77,79$ m.

f) Factor topográfico de la cuenca según el modelo MUSLE (1975)

El factor MUSLE para la cuenca de estudio es 17,08.

2.2.1.2. Parámetros de relieve

g) Desniveles máximos

Tabla 4. Datos de relieve (cota máxima, mínima y desnivel máximo) para la cuenca de estudio.

Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Desnivel máximo (m)
1410,10	1244,26	206,84

a) Curva hipsométrica

La curva hipsométrica, ofrece una visión acerca del relieve y de la altimetría de la cuenca de estudio. Por encima de la altitud mínima de la cuenca, lo que se corresponde a la sección de control, se halla la totalidad de la superficie de esta. Si se asciende hacia el punto más alto de la cuenca y desde ahí, se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica. Se sitúa en el eje de abscisas la superficie calculada, y en el de ordenadas la altitud en metros. (*Ver Figura 1, Anejo I. Estudio de la cuenca, Documento Nº2. Anejos a la memoria*).

b) Curva de frecuencias

Esta curva, se obtiene representando sobre el eje de ordenadas el porcentaje de superficie total de la cuenca comprendida entre dos curvas de nivel consecutivas. (*Ver Figura 2, Anejo I. Estudio de la cuenca, Documento Nº2. Anejos a la memoria*).

c) Altura media

La altura media para nuestra cuenca es de 80,96 m.

d) Índice de pendiente media de la cuenca

La pendiente media de nuestra cuenca es del 34,87 %.

e) Coeficiente de masividad de Martonne

Es la relación existente entre la altura media y la superficie horizontal de la cuenca. En el caso de nuestra cuenca es de 1049,45 m/km².

Se puede observar que el coeficiente de Martonne toma valores altos, lo que indica que hay un descenso elevado en altitud en relación a la pequeña extensión de superficie.

f) Coeficiente orográfico o de Fournier

Este índice se define como el producto de la altura media por el coeficiente de Martonne. Para nuestra cuenca este valor es de 869,43 m²/ha y al ser mayor de 6 podemos decir que tiene un relieve muy acentuado.

Según Fournier, al ser mayor de 6 m²/ha, se trata de una cuenca de relieve acentuado.

2.2.2. Parámetros físicos relacionados con la red de drenaje.

a) Longitud del cauce principal

La longitud del cauce principal es de 442,23 metros. (Ver Figura 13, Anejo I. Estudio de la cuenca, Documento Nº2. Anejos a la memoria).

b) Clasificación de Strahler

La distribución de las corrientes en las cuencas sigue unas pautas de organización y jerarquía que son importantes a la hora de entender el funcionamiento de la red de drenaje. Se denominan corrientes de primer orden las que no reciben ningún afluente. Cuando se juntan dos corrientes de primer orden se forma una corriente de segundo orden y así sucesivamente. En nuestro caso la organización final es la que se muestra en la Figura 3.

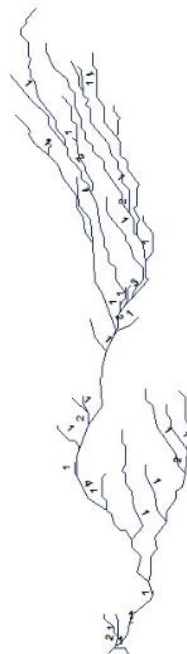


Figura 3. Clasificación de Strahler para la cuenca de estudio.

c) Pendiente media del cauce principal

Este factor determina el carácter del cauce. Para la cuenca de estudio es del 14,40%, y al ser mayor de 6% nos indica que geomorfológicamente se comporta como un torrente.

d) Densidad de drenaje

Se define como el cociente de la longitud de todos los cauces entre la superficie de la cuenca. Tiene un valor en nuestra cuenca de $43,17 \text{ km/km}^2$, lo que nos indica que la densidad de drenaje es alta, propia de materiales blandos erosionables, con cubierta escasa y poca permeabilidad. Este tipo de drenaje es característico de zonas áridas.

e) Índice de sinuosidad

El índice de sinuosidad, relaciona la longitud real del cauce, con la longitud en línea recta desde su nacimiento hasta la sección de cierre. Para nuestra cuenca toma el valor de 1,93.

Que el índice de sinuosidad sea mayor a uno, indican que los cursos de agua principales de la cuenca estudiada forman un canal transicional.

f) Radio de bifurcación

El radio de bifurcación permite entender algunas variaciones geo-ecológicas que se producen en el interior de la cuenca, en concreto, cambios importantes en el sustrato rocoso y de los grupos de suelo dominantes. El radio de bifurcación medio para la cuenca de estudio es de 1,68.

g) Coeficiente de torrencialidad

El coeficiente de torrencialidad mide el grado de torrencialidad de la cuenca, y depende de la densidad de drenaje, del número de cauces que llegan al cauce principal y la superficie de la cuenca. En nuestra cuenca alcanza un valor de 19026,18.

h) Canal de alimentación

El canal de alimentación indica la superficie de cuenca que corresponde a cada kilómetro de río. Para nuestra cuenca es de $0,021 \text{ km}^2/\text{km}$.

i) Alejamiento medio

Relaciona el recorrido de los cauces colectores de drenaje en el interior de la cuenca, y para nuestra cuenca es de 2,68.

j) Forma y textura de la red de drenaje

Aplicando el modelo Horton-Strahler, se determina que la clase de orden de corriente es de orden bajo, dado que está formado por tributarios de orden 1, 2, 3 y 4.

Se puede clasificar la cuenca como de textura fina, dada la densidad de drenaje calculada. Esta clasificación indica que se trata de una zona con alta escorrentía superficial, y con suelos de baja-media permeabilidad.

k) Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo de circulación de agua procedente de la escorrentía superficial hasta la sección de cierre o de control. Este tiempo de concentración será importante para minimizar las consecuencias de las avenidas.

Para el caso de la cuenca de estudio el tiempo de concentración es de 116,56 minutos.

l) Distancia de escorrentía

Es la relación existente entre la longitud de todos los cursos de agua de la cuenca, y su superficie. La distancia de escorrentía de nuestra cuenca es de 0,012 km.

2.2.3. Clima

a) Datos utilizados

Para la realización del estudio climatológico se han seleccionado: el observatorio de Navacedilla de Corneja (ver Tabla 5) para los datos termopluviométricos y el ubicado en Ávila (ver Tabla 6) para los datos de insolación y vientos. (Ver Documento Nº2. *Anejos a la memoria, Anejo II. Estudio climatológico, 1.2. Elección del observatorio.*)

Tabla 5. Datos descriptivos del observatorio meteorológico de Navacedilla de Corneja (Ávila).

Nombre del observatorio	Navacedilla de Corneja
Provincia	Ávila
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2834
Tipo de observatorio	Termopluviométrico
Altitud	1250 msnm
Latitud	40° 29' 10''
Longitud	05° 11' 07''
Año inicial de toma de datos	1973

Tabla 6. Datos descriptivos del observatorio meteorológico de Ávila.

Nombre del observatorio	Ávila
Provincia	Ávila
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2444
Tipo de observatorio	Completo
Altitud	1130 msnm
Latitud	40° 39' 33''
Longitud	04° 40' 48''
Año inicial de toma de datos	1986

Los datos han sido facilitados por parte de la Agencia Estatal de Meteorología.

b) Estudio de precipitaciones

Para el estudio de las precipitaciones se utiliza la serie de 30 años (1986-2015) recogida en el observatorio de Navacedilla de Corneja (2834). Para completar los datos en los meses que faltaban se ha empleado la media de toda la serie de años para el mes correspondiente.

Tabla 7. Precipitaciones medias (mm).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P _{anual}
P _{media}	83,6	67,2	66,7	84,6	78,2	40,0	15,9	23,0	47,3	103,7	102,8	101,2	813,9

Como se puede observar la precipitación media anual es de 813,9 mm, siendo la precipitación en otoño de 253,7 mm, la de invierno 251,9 mm, la de primavera de 229,4 mm y la de verano de 78,8 mm.

c) Estudio de temperaturas

En la Tabla 8 se recoge el cuadro resumen de temperaturas por meses. En este resumen se representan las temperaturas: máxima absoluta (Ta), media de las máximas absolutas (T'a), media de las máximas (T), media (tm), media de las mínimas (t), media de las mínimas absolutas (t'a) y mínima absoluta, extraídas a partir de la serie de 20 años.

Tabla 8. Resumen de las temperaturas por meses, en °C. Ta (temperatura máxima absoluta), T'a (temperatura media de las máximas absolutas), T (temperatura media de las máximas), tm (temperatura media), t (temperatura media de las mínimas), t'a (temperatura media de mínimas absolutas), ta (temperatura mínima absoluta).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T'a	16,3	16,1	20,8	22,8	27,0	31,4	33,5	33,7	30,4	25,4	18,9	16,4
Ta	23,0	20,0	24,0	25,5	31,5	34,5	36,5	38,0	36,5	30,0	25,0	20,0
T	8,5	8,8	12,0	14,6	18,8	24,5	28,5	28,1	24,1	18,2	11,0	9,0
tm	3,2	3,1	5,9	8,2	11,7	16,6	19,1	19,1	15,9	11,4	5,6	3,6
t	-2,1	-2,5	-0,1	1,8	4,7	8,7	9,6	10,1	7,8	4,7	0,4	-1,9
t'a	-8,2	-7,9	-6,7	-3,8	-1,4	3,2	4,1	4,2	1,6	-1,5	-5,5	-7,7
ta	-14,0	-11,0	-12,0	-6,0	-3,5	0,0	2,0	0,0	0,0	-5,0	-11,0	-11,0

En la Tabla 9 se recoge el resumen de temperaturas por estaciones y anual. Las estaciones se clasifican a partir del primer día del primer mes del intervalo hasta el último día del último mes del intervalo, es decir, otoño, recoge los datos desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre.

Tabla 9. Resumen de las temperaturas por estación y anual (en negrita), en °C. Otoño (septiembre, octubre y noviembre), invierno (diciembre, enero y febrero), primavera (marzo, abril y mayo) y verano (junio, julio y agosto). Ta (temperatura máxima absoluta), T'a (temperatura media de las máximas absolutas), T (temperatura media de las máximas), tm (temperatura media), t (temperatura media de las mínimas), t'a (temperatura media de mínimas absolutas), ta (temperatura mínima absoluta).

	Otoño	Invierno	Verano	Primavera	Anual
Ta	24,9	16,3	32,9	23,5	24,4
T'a	30,5	21,0	36,3	27,0	28,7
T	17,7	8,8	27,1	15,1	17,2
tm	11,0	3,3	18,3	8,6	10,3
t	4,3	-2,2	9,5	2,1	3,4
t'a	-1,8	-7,9	3,8	-4,0	-2,5
ta	-5,3	-12,0	0,7	-7,2	-6,0

Se puede ver como como la temperatura media anual es de 10,3 °C.

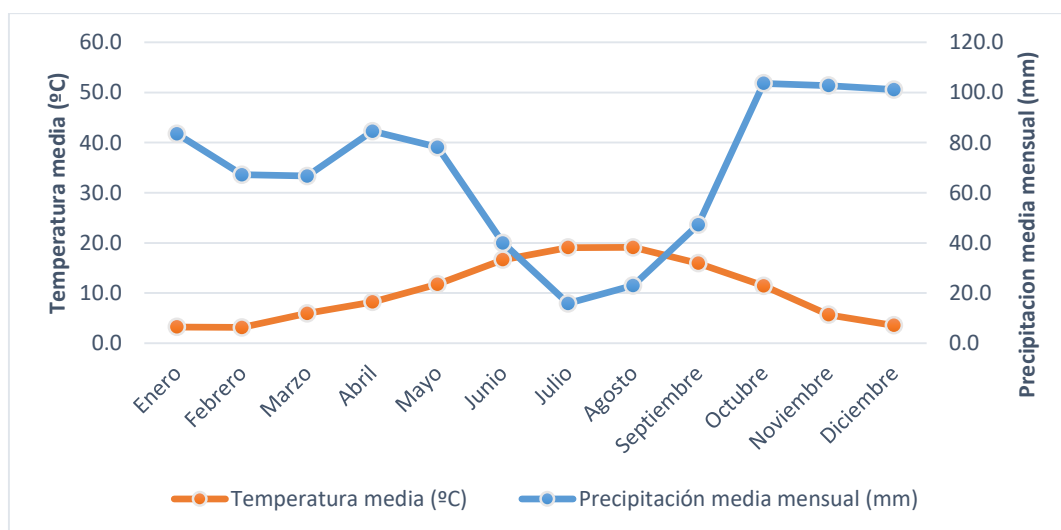


Figura 4. Climodiagrama Ombrotérmico de Gausson. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

A partir de la Figura 4 se observa que los meses de junio, julio, agosto y septiembre sufren sequía. Este periodo es conocido como periodo de sequía estival.

A continuación, en la Tabla 10, se resumen diferentes índices y clasificaciones climáticas que se han calculado para la zona de estudio.

Tabla 10. Tabla resumen con los índices climáticos y las clasificaciones climáticas calculadas anteriormente para la zona de estudio.

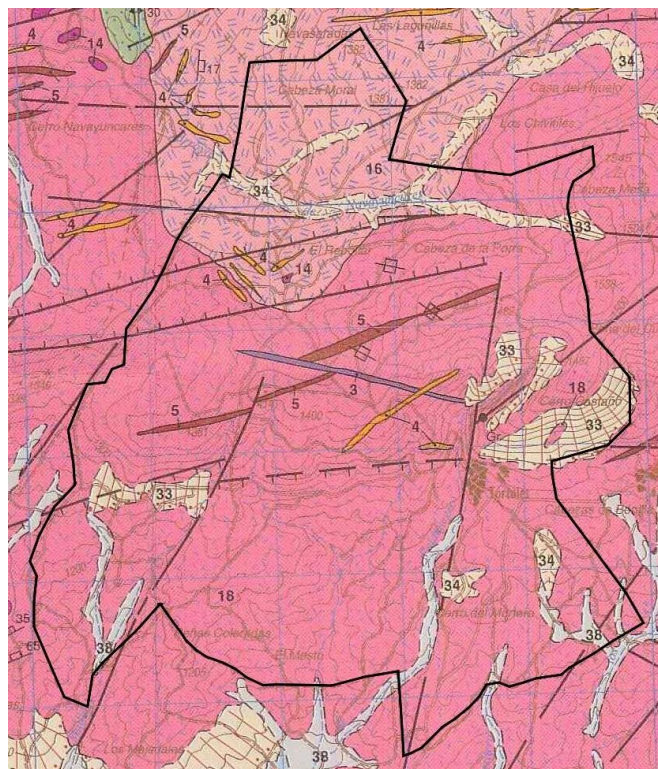
Índice o clasificación	Valor	Clasificación
Índice de oceanidad de Kerner	0,2	Muy continental.
Índice de continentalidad de Gorzynsky	21,43	Continental.
Índice climático de Lang	79,01	Zonas húmedas de bosques claros.
Índice climático de Martone	40,09	Húmedo.
Índice climático de Emberger	91,75	Subclima mediterráneo húmedo, con inviernos fríos y heladas muy frecuentes, con forma otoñal.
Índice climático de Vernet	-10,19	Mediterráneo
Clasificación climática de Köpen	C	Templado húmedo, Cálido mesotérmico.
	s	La estación seca es en verano.
	v	Veranos cálidos.

2.2.4. Geología y litología

En este apartado se trata de explicar la geología y litología de la zona de actuación.

Aparecen coluviones de arenas y limos, con cantos y bloques principalmente graníticos, además de zonas con arcillas, limos y arenas de deposición aluvial-coluvial, siguiendo algunos cursos fluviales. En las zonas más bajas del municipio se pueden encontrar algunos depósitos de limos, arenas y gravas (Figura 5). Los materiales sedimentarios a mayor altitud datan del Pleistoceno, mientras que la deposición de aquellos en el fondo del valle se produjo más recientemente.

Los coluviones de arenas y limos se generan principalmente al pie de las laderas y están con frecuencia relacionados con los materiales de los fondos de valle con los que se interdigitan. Se presentan en forma de bandas irregulares alargadas y en general paralelas a los cursos de agua. Su composición depende de la litología del sustrato, en este caso granítico, aunque siempre es heterométrica y con frecuentes bloques. Son depósitos poco coherentes con una potencia variable entre 1 y 3 m.



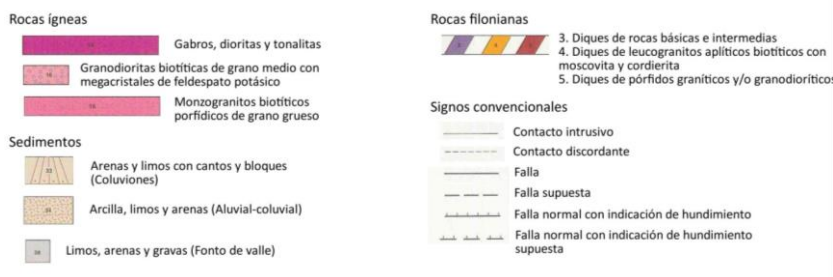


Figura 5: Mapa geológico del municipio de Tórtoles. Fuente: IGME, 2016.

2.2.5. Edafología

Los suelos desnudos de las cárcavas se podrían incluir dentro del orden de los entisoles, suborden orthents (NRCS, 2003) o leptosoles (FAO, 1998). Estos se caracterizan por no poseer horizontes de diagnóstico definidos, procedentes de una roca madre joven incoherente, en fuertes pendientes y sometidos a procesos de erosión y aporte.

Según el Mapa de Suelos de España (IGN, 2014), Figura 5, para la zona de estudio, los suelos, en general, son poco evolucionados, y se clasifican como entisoles, de acuerdo con el USDA (2014).

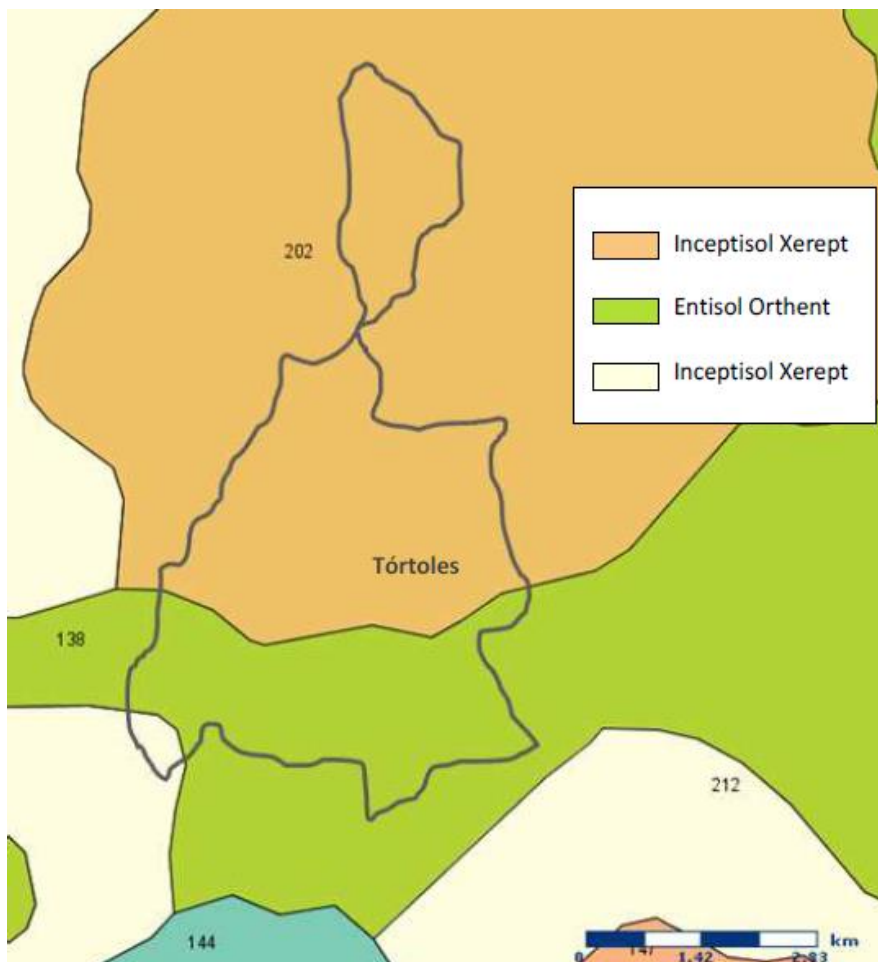


Figura 6. Mapa de suelos de la zona de estudio, escala 1:62.500 (IGN, 2014).

Los datos han sido cedidos por el Doctor Jorge Mongil Manso, profesor de la asignatura "Hidrología y conservación forestal" de la Universidad Católica de Ávila, y director del presente proyecto.

a) Estructura

La estructura del suelo está compuesta por una estructura granular fina en la superficie, debajo de esto se encuentra una capa granular gruesa, y debajo de esta una estructura granular gruesa y en bloques.

b) Profundidad del suelo

La profundidad del suelo es muy escasa, ya que este se pierde debido a los procesos erosivos que se dan en la cárcava, con lo que solo contamos con unos centímetros superficiales de costra y regolito. Aunque puede llegar a alcanzar varios metros en la zona restaurada, al norte y oeste de la zona de actuación.

c) Pedregosidad superficial

Constituyen un elemento inerte del suelo, y es un elemento diluyente de las propiedades del mismo. También es un factor influyente a la hora de seleccionar la maquinaria para la preparación del suelo, dado que puede condicionar los aperos utilizados.

La pedregosidad superficial para la zona de estudio es media.

d) Afloramientos rocosos

Los afloramientos rocosos, indican el porcentaje relativo de superficie de suelo cubierto de roca continua.

Es importante destacar que en la zona alta de la cárcava de estudio, y justo debajo de la zona restaurada anteriormente por Azcarretazabal (1964), se encuentra una pequeña zona con afloramientos rocosos.

e) Clasificación textural

La clase textural va de arenosa franca a franco arenosa. Partiendo las circunstancias que se dan en Tórtolos (materiales graníticos, un clima frío y seco y un relieve acentuado), ya se esperaba una textura gruesa de arenas. Los valores de arcilla medios según los criterios del USDA se mantienen entre el 6,7 y el 9,4 % y son los porcentajes de arena y limo los que experimentan mayores variaciones: varían del 66,0 al 81,9 % en el primer caso y entre 11,5 y 25,7 % en el caso del limo.

f) pH y conductividad hidráulica

El pH es un parámetro de gran importancia para un suelo, que mide la actividad de los H⁺ libres en la solución del suelo. El pH, influye directamente en la solubilidad de los iones presentes en un suelo, y en la disponibilidad de los mismos para la vegetación.

Según la clasificación de la salinidad de estos suelos, no existen limitaciones de carácter edáfico debido a la salinidad. Analizando los resultados de los análisis del contenido de sodio, se puede definir que estos suelos no son suelos salinos ni sódicos. Este factor también deberá ser considerado como limitante a la hora de elegir la especie de la repoblación.

g) Carbonatos totales

Según los datos cedidos por la Universidad Católica de Ávila, análisis realizados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, los carbonatos para las muestras

analizadas no sean detectables, por lo que suponemos que los niveles relativos sean tan bajos que no se puedan apreciar.

h) Elementos asimilables del suelo

Tabla 11. Resumen de elementos asimilables del suelo.

Elementos	Valores
Fósforo	11,9 a 15,1mg/kg
Potasio	147,5 mg/kg
Calcio	2,6 a 4,7 meq/100g
Magnesio	0,42-0,93 meq/100g
Sodio	0,04-0,17 meq/100g
Nitrógeno	0,10-0,14 %

i) Contenido de materia orgánica del suelo

La materia orgánica es escasa incluso en el horizonte superficial; de hecho, aunque en todos los perfiles aparece un horizonte A pero su espesor nunca alcanza más de 6 cm. El valor máximo encontrado es de 6,33 % en un suelo recubierto de pinocha bajo una zona restaurada y repoblada con *Pinus sylvestris* y con orientación sur. En el resto de localizaciones la materia orgánica del horizonte superior oscila en un intervalo de 1,83-2,56 %. Por otro lado, fuera de la somera influencia de los restos vegetales y animales depositados sobre la superficie del suelo, los valores de materia orgánica descienden hasta situarse alrededor del 0,5 % en todos los casos.

2.2.6. Vegetación y usos del suelo

Este apartado se encuentra desarrollado de una forma más amplia en el *Anejo IV. Estudio de la vegetación*.

2.2.6.1. Vegetación potencial

a) Ámbito biogeográfico

Esta clasificación se realiza según la propuesta por Rivas Martínez (1987) que para la zona de Tórtoles (Ávila) se corresponde con la siguiente:

- Reino Holárquico.
- Región Mediterránea.
- Subregión Mediterráneo Occidental.
- Superprovincia Mediterránea.
- Provincia Mediterránea Ibérica Occidental.
- Subprovincia Carpetano – Leonesa.
- Sector Guadarrámico.

b) Piso bioclimático

Según los valores recogidos en el Anejo IV. Estudio de la vegetación, estamos situados en el piso supramediterráneo inferior.

c) Series de vegetación

Según el mapa de las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), Tórtoles se sitúa en la serie:

- Serie supramediterránea carpetano-ibérico-leonesa y alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (18a). El nombre fitosociológico de esta serie es *Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae sigmetum*, con vegetación potencial de rebollares. Esta serie abarca el cuadrante nororiental del municipio de Tórtoles.

- El resto del término, al sur de la restauración y también en las partes más bajas de ésta, como es el entorno del Paraje "La Jarilla", analizada en este trabajo, así como en los territorios del oeste del municipio, aparece otra serie de vegetación diferente, más termófila, la serie supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de *Quercus rotundifolia* (actualmente *Quercus ilex ssp. ballota*) o encina (24a). El nombre fitosociológico de esta serie es *Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum* y su vegetación potencial son los encinares.

La identificación de estas dos series y su proximidad a la zona de estudio se puede ver en la Figura 7.



Figura 7. Series climatófilas presentes en el entorno de la zona de estudio.

2.2.6.2. Vegetación actual

La repoblación efectuada en 1964 es actualmente un pinar adulto de *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus halepensis*, a pesar de que en el proyecto original sólo figura que se plantaran *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus halepensis* (Azcarretazábal, 1964). De ellas todas aparecen más o menos en grupos y filas de repoblación (Figura 8), salvo el *Pinus pinaster* que aparece disperso en todo el monte sin un orden claro preestablecido y con un porte mayor y apariencia más vieja. Además, la repoblación se encuentra salpicada de ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*), sin duda introducido durante la ejecución de la restauración (Figura 9).



Figura 8. Repoblación de *Pinus nigra*.



Figura 9. Pies de *Cupressus arizonica*, de color verde azulado, entre los pinos.

Aparecen zonas con cierto regenerado natural de encina bajo *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster*, además de jaras y genistas en las zonas donde la luz atraviesa el dosel arbóreo. En algunas áreas, donde los pinos no han prosperado debido a que la roca subyacente está en la superficie o muy cerca, es frecuente observar grandes ejemplares de *Cistus laurifolius* e incluso algún *Sambucus nigra*.

2.2.7. Fauna

La fauna de la zona de actuación y sus alrededores, que se han podido observar de forma directa o mediante vestigios, se desarrollan en el Anejo V. Estudio de la Fauna.

La Comarca de El Barco de Ávila - Piedrahíta, presencia de diferentes aves rapaces, como pueden ser, el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*). También se observa otras especies de aves más habituales como son gorriones (*Passer domesticus*), urracas (*Pica pica*), palomas comunes (*Columba livia*) y palomas torcaces (*Columba palumbus*), cigüeñas (*Ciconia ciconia*), diferentes especies de córvidos, golondrinas (*Hirundo rustica*), etc.

Cabe destacar la presencia de la perdiz roja (*Alectoris rufa*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*).

En esta zona, se pueden observar numerosas especies de pequeños mamíferos, como conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), liebre (*Lepus granatensis*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), topillo campesino (*Microtus arvalis*), erizo (*Erinaceus*

europaeus), etc. También hay presencia por la zona de corzos (*Capreolus capreolus*), jabalíes (*Sus scrofa*) y zorros (*Vulpex vulpex*).

Los ataques de lobo ibérico (*Canis lupus*) al ganado de la zona han ido en aumento (UPA-COAG, 2016).

Además es importante destacar la presencia de zonas de protección cercanas a la de estudio (ZEPA, Área crítica, REN, LIC), ver *Documento Nº3. Planos, Plano 8. Zonas de protección*.

2.2.8. Análisis de aguaceros

En el Anejo VI. Análisis de aguaceros, aparece todo el proceso de cálculo necesario para estimar la precipitación máxima, para el diseño de obras hidráulicas o para la planificación hidrológica, que a su vez será útil para establecer las condiciones de riesgo y de garantía del diseño de obras hidráulicas e hidrológicas.

2.2.8.1. Cálculo de la precipitación máxima de avenida

La máxima precipitación de avenida caída en 24 horas, La máxima precipitación diaria se ha calculado realizando un análisis estadístico a partir de las distribuciones de probabilidad de Weibull y Gumbel y el test de bondad del ajuste de Kolmogorov – Smirnov con los valores de las precipitaciones máximas en 24 horas de la zona de estudio.

Para el cálculo de estos valores se han utilizado los datos de la estación pluviométrica de Navacedilla de Corneja (Ávila), con un periodo de retorno de 25 años. Este periodo de retorno ha sido seleccionado en función:

- Bajo riesgo que corren las poblaciones e infraestructuras cercanas.
- López Cadenas (1988) para obras de menor envergadura.
- Repoblación protectora, reducción de la escorrentía.

Por lo tanto, el resultado obtenido como precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 25 años será de 76,4 mm la cual tendrá una intensidad media de 3,2 mm/h.

2.2.8.2. Estimación de la escorrentía

La estimación de la escorrentía en la cuenca, se ha realizado por medio del Método del Número de Curva, que también se denomina Método de los Números Hidrológicos, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en el año 1972.

Este índice se basa en la generación de un valor numérico (Número de Curva), que refleja la capacidad de la cuenca vertiente para producir escorrentía durante un aguacero, y que viene definido, por el uso del suelo o tipo de cubierta vegetal, el tratamiento efectuado en el mismo, y el tipo de suelo y su capacidad de infiltración.

Como se puede observar en la Figura 10, se han distinguido 4 tipos de superficies:

- Suelo desnudo (cuadrícula negra): superficie en la que el suelo se encuentra totalmente expuesto a los procesos erosivos debido a la falta de protección vegetal.
- Suelo con poco pasto (cuadrícula naranja): Suelo en los que la vegetación herbácea cubre menos del 50% de la superficie total.
- Zona de cultivo (líneas marrones): Suelo destinado a la agricultura.

- Cultivos alineados, arbolado (líneas amarillas): Zona donde se llevó a cabo la anterior restauración.



Figura 10. Zonificación de la cuenca según el tipo de suelo.

El número de curva de la cuenca es de 90,31, obteniéndose un umbral de escorrentía (P_o) de 5,45 mm. Con lo cual la escorrentía que se produce con un aguacero de cálculo de 25 años es de 2,39 mm.

La precipitación producida por una intensidad de lluvia de 33,99 mm/h durante el tiempo de concentración de 0,78 horas será de 9,18 mm.

2.2.8.3. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía varía entre 0 y 1, ya que no puede escurrir más de lo que llueve. Este coeficiente es cero en caso de que la precipitación máxima diaria sea menor al umbral de escorrentía. En nuestro caso este coeficiente es de 0,77.

2.2.8.4. Caudal punta (Q_p)

El cálculo para obtener el caudal punta se va a realizar mediante el método racional de Temez, Para la cuenca de estudio el caudal punta es de 0,428 m³/s.

2.2.8.5. Estados erosivos

Es importante tener en cuenta los procesos erosivos de la cuenca y sus características, puesto que influyen en las actuaciones que se van llevar a cabo. Si analizamos la

erosión dentro de la cárcava, la parte con mayor erosión es la parte media-alta de esta, Figura 11.



Figura 11. Erosión en la zona media-alta.

La elevada carga ganadera, unida a los continuos deslizamientos que se producen en las zonas de más pendiente debido a la inestabilidad de las laderas y a la socavación que hace el agua en el lecho, han creado zonas donde la superficie está despoblada por completo, y donde se puede apreciar una erosión de tipo laminar, en regueros o pequeños desplazamientos, Figura 12.



Figura 12. Erosión laminar y en regueros.

Para conocer los datos reales vamos a emplear la MUSLE, ecuación que nos indicará las toneladas de sedimentos que salen fuera de la cuenca para un aguacero con un tiempo de retorno determinado, 25 años en nuestro caso.

$$Y = 11,8 \cdot (E_S \cdot Q_P)^{0,56} \cdot \bar{K} \cdot \bar{C} \cdot \bar{P} \cdot \overline{L \cdot S}$$

Donde:

Y: Toneladas emitidas fuera de cuenca en un aguacero de tiempo de retorno T.

E_S : Escorrentía superficial generada.

Q_P : Caudal para un tiempo de retorno T.

\bar{K} : Factor medio de erosionabilidad del suelo.

\bar{C} : Factor medio de protección de la vegetación.

\bar{P} : Prácticas medio de conservación de suelo.

$\overline{L \cdot S}$: Factor medio topográfico ladera.

Siendo para la cuenca de estudio:

$$Y = 11,8 \cdot (0,77 \cdot 0,428)^{0,56} \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 17,08 = 19,48 \text{ t}$$

Según los cálculos realizados en Anejo I. Estudio de la cuenca, la cárcava de estudio posee un grado de erosión hídrica moderada.

2.2.9. Características socioeconómicas

2.2.9.1. Población y densidad

La población del municipio de Tórtoles, el cual se sitúa cercano a la zona donde se sitúa la cuenca de estudio, es también una de las poblaciones que ha sufrido las consecuencias del éxodo rural, y el envejecimiento de su población. En el último siglo, esta localidad, ha visto disminuida su población a menos de una quinta parte de lo que era a principio de siglo.

Tabla 12. Evolución de la población por décadas durante el siglo XX y los comienzos del siglo XXI. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2016).

Año	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1990	2000	2010	2016
Nº habitantes	580	380	502	473	545	604	518	360	233	182	126	82	63

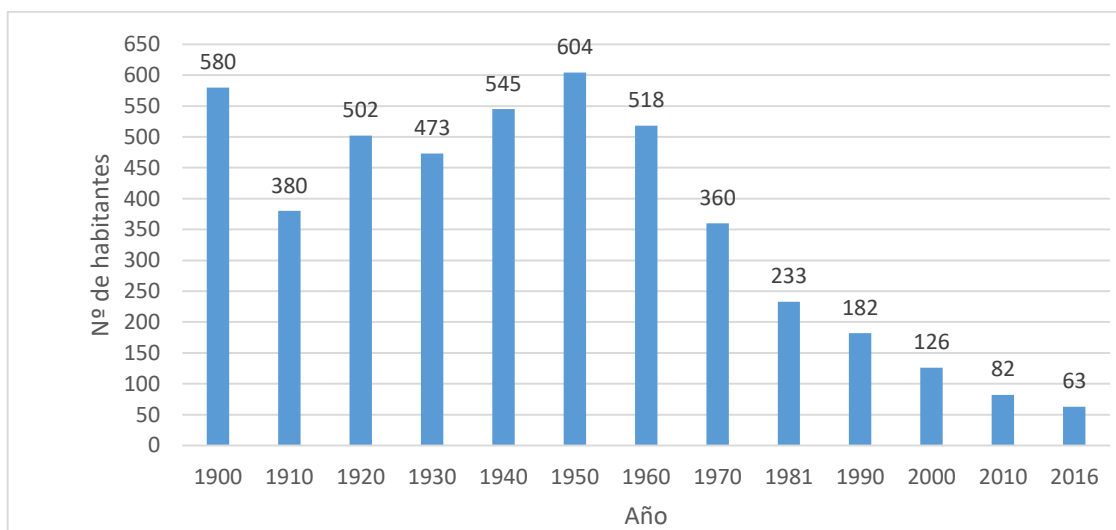


Figura 13. Dinámica de población durante el siglo XX y comienzos del siglo XXI. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2016).

En la última década, la población de este término municipal ha seguido disminuyendo ligeramente, alcanzando mínimos históricos durante los últimos años.

Tabla 13. Población de Tórtoles desde comienzos del siglo XXI. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2016).

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nº hab.	126	120	112	108	99	104	100	92	93	87	82	75	73	71	65	64	63

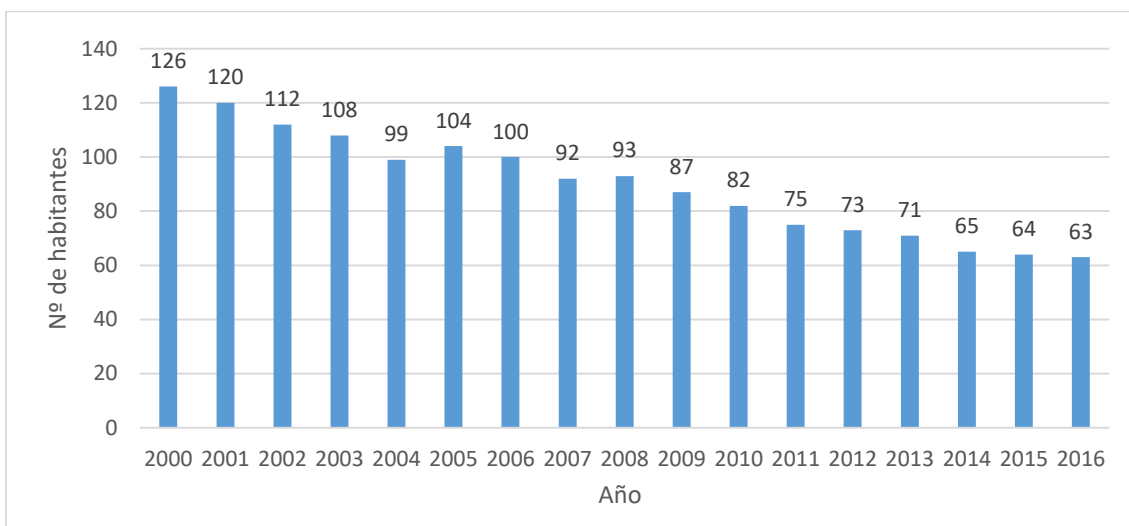


Figura 14. Población del municipio de Tórtolas desde comienzos del siglo XXI. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2016).

La población está demasiado bien distribuida, con una ligera mayoría de varones, además el descenso en la población es aproximadamente igualitario en ambos sexos.

Tabla 14. Población del municipio de Tórtolas durante el siglo XXI, catalogada por sexos. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, elaboración propia).

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Hombre	64	62	59	57	54	55	52	47	48	45	44	38	37	37	35	34	33
Mujeres	62	58	53	51	45	49	48	45	45	42	38	37	36	34	30	30	30

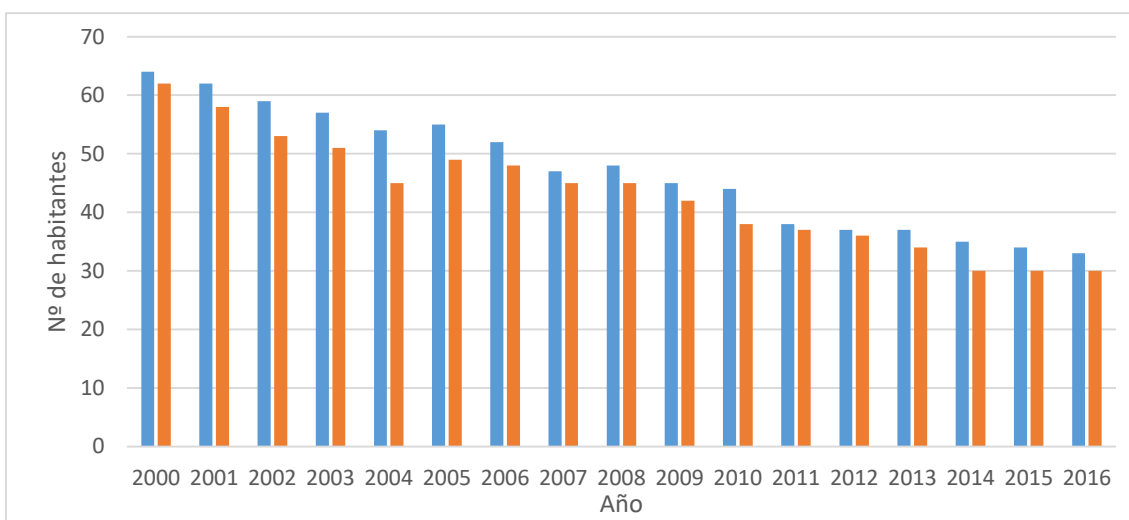


Figura 15. Población del municipio de Tórtolas desde comienzos del siglo XXI, catalogada por sexos. En azul se reflejan los datos referentes al sexo masculino, mientras que los datos referidos al sexo femenino aparecen en naranja. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2016.)

Tórtolas tiene una superficie de 2078 hectáreas (20,78 km²). Su densidad de población en la actualidad es de 3,03 habitantes por kilómetro cuadrado, muy baja en comparación con la densidad de población nacional (92 habitantes/km²), en comparación con la media de Castilla y León (26 habitantes/km²), y en comparación con la media de Ávila (20,19 habitantes/km²).

2.2.9.2. Economía

La economía de la zona se sustenta principalmente gracias al sector primario (agricultura y explotaciones ganaderas).

La actividad económica principal se centra en la agricultura con las ya citadas 3105,09 hectáreas de superficie agrícola, siendo la mayor parte de esta superficie de secano.

Otra de las actividades económicas importantes del municipio es la ganadería, actualmente en su mayoría ovina, aunque también se localizan pequeños rebaños de vacuno, ambas con pastoreo en la zona, y que pertenece a los vecinos del municipio.

También es importante destacar el papel de la construcción, aunque en los últimos años y debido a la crisis haya disminuido notablemente.

2.2.9.3. Infraestructuras

d) Carreteras y accesos a la zona de estudio

Existe una carretera asfaltada que llegue hasta la parte baja de la zona de estudio, y desde esta sale un camino.

La red de vías, es muy escasa por toda la zona. Sólo hay una carretera convencional, que entra y sale del municipio, que es la AV-P-638.

e) Infraestructuras urbanas

La zona, pese a ser un pueblo pequeño, tiene unas infraestructuras bastante completas.

Las viviendas poseen agua corriente y suministro eléctrico. El municipio, está completamente electrificado y con iluminación pública. Existe alcantarillado y pavimentación en todo el pueblo.

La asistencia médica, está asegurada en el pueblo. Existe un consultorio médico local, en el que podemos encontrar servicios para atender múltiples situaciones desafortunadas.

2.2.9.4. Actitud de la población frente a los trabajos forestales

Como en la anterior restauración la actitud de la población frente a los trabajos forestales es favorable, debido al gran trabajo que realizó *Azcarretazabal* (1964).

Los terrenos de la zona de actuación son improductivos por lo que no entrará en conflicto sobre su uso.

Será necesario la contratación de mano de obra durante las fases de ejecución y mantenimiento, aumentará el alimento para la ganadería, y favorecerá al turismo rural.

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de alternativas necesario para la realización de este proyecto se encuentra desarrollado en el Anejo VII. Estudio de alternativas.

3.1. Diques para la corrección del cauce

3.1.1. Elección de la fábrica

a) Identificación de las alternativas

- Mampostería en seco

- Mampostería hidráulica
- Mampostería gavionada
- Hormigón en masa
- Hormigón armado
- Tierra
- Escollera
- Elementos prefabricados

b) Restricciones impuestas por los condicionantes

- *Condicionantes internos:*
 - Secciones transversales irregulares.
 - Acceso con una dificultad media al interior de la concha erosiva.
 - Poca profundidad del suelo.
- *Condicionantes externos:*
 - En función de las etapas de funcionamiento de estas estructuras hidráulicas, se deduce la importancia de que los diques posean cierta permeabilidad para minimizar empujes y subpresiones, y evitar de esta forma la inestabilidad en las laderas.
 - Se requiere una vida útil de la fábrica de al menos 25 años.
 - Posible necesidad de tener que aumentar la obra.
 - A igualdad de resultados entre dos fábricas, se escogerá la que menor coste suponga.

c) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La principal función de estas obras es frenar la socavación, retener acarreos y sedimentos, además de consolidar las laderas de la concha erosiva, de esta forma se logrará frenar el avance de la cárcava, disminuir la emisión de sedimentos y la pendiente del cauce.

d) Elección definitiva de la fábrica

- Mampostería gavionada

La aplicación de los gaviones metálicos en la construcción diques, supone una gran técnica de corrección gracias a las ventajas económicas, técnicas y de construcción, que proporcionan estos materiales. Además, que no precisen de mano de obra especializada para su colocación, y que sea fácil de transportar a cualquier zona, son dos factores muy positivos para su elección.

También su flexibilidad, y la posibilidad de modificarlos y complementarlos, son varias de sus otras ventajas.

Este material, da lugar a diques con una estructura muy drenante y duradera, que se adapta bien al terreno.

Al construirse con materiales existentes en la zona, el impacto visual que produce, es mucho menor al que podría producir cualquier otro tipo de material de obra.

3.1.2. Elección del tipo de perfil

a) Identificación de alternativas

- Paramento de aguas arriba vertical y parámetro aguas abajo escalonado
- Paramento de aguas arriba escalonado y parámetro aguas abajo vertical

- Paramento de aguas arriba y parámetro aguas abajo escalonado

b) Restricciones impuestas por los condicionantes

Para la elección del tipo de perfil se valorará la necesidad de un volumen mínimo de obra, además de su efectividad y estética.

c) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Los objetivos que deben cumplir los diques son los de retener acarreo y sedimentos generar una cuña de sedimentos que estabilice y consolide las laderas de la concha erosiva. Así se evitaría la salida de gran parte de los sedimentos fuera de la cuenca y se crearían unas pendientes de compensación capaces de favorecer la revegetación, lográndose una parcial recuperación de la cárcava.

Para lograr estos objetivos cualquiera de los perfiles descritos anteriormente es válido.

d) Elección definitiva del tipo de perfil

- *Perfil 1: paramento de aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado*, con longitud de escalones constante.

Los diques de gaviones están formados por varias hiladas, y las más frecuentes son de un metro, dado que son las medidas estándar de fabricación de los gaviones.

Este tipo de obras no han de superar nunca los siete metros de altura, en este caso, las siete hiladas de gaviones.

Cada dique deberá cumplir la condición de no deslizamiento, y la condición de núcleo central, para que no se produzcan tensiones de tracción ni vuelco y el terreno debe resistir el peso de la obra.

3.2. Repoblación

3.2.1. Elección de especies

a) Identificación de alternativas

- *Pinus halepensis* Mill. (Pino de Alepo o pino carrasco)
- *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp *salzmannii* (Dunal) Franco (Pino salgareño)
- *Pinus pinaster* Aiton. (Pino marítimo, pino rodeno o pino negral)
- *Pinus sylvestris* L. (Pino albar, pino silvestre o pino de Valsain)
- *Quercus ilex* L. (Encina o carrasca)
 - *Quercus ilex* L. subsp. *ilex*
 - *Quercus ilex* subsp *ballota* (Desf.) Samp
- *Quercus faginea* Lam. (quejigo o roble carrasqueño)
 - *Quercus faginea* Lam. subsp *faginea*:
 - *Quercus faginea* subsp. *broteroi* (Cout.) A. Camus
- *Quercus pyrenaica* Willd. (Melojo o rebollo)
- *Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo o espino albar)
- *Cupressus arizonica* Green. (Arizónica o ciprés de Arizona)
- *Prunus spinosa* L. (Endrino)
- *Populus nigra* L. (Álamo negro o chopo negro)

b) Restricciones impuestas por los condicionantes

- Condicionantes internos:
 - Altitud: 1315 metros

- Precipitación media anual: 813,9 mm
- Precipitación estival: 78,8 mm
- Temperatura media anual: 10,3°C
- Temperatura media del mes más frío: 3,1°C
- Temperatura media del mes más cálido: 19,1°C
- Temperatura media de agosto: 19,1°C
- Duración de la sequía: junio-septiembre
- Suelo: Franco-arenosa
- pH: 5,82 - 6,19 (Ácido)
- Condicionantes internos:
 - El objetivo del proyecto es frenar la erosión y pérdidas de suelo de las laderas, y estabilizar estas, se deberá tender a escoger aquellas especies que puedan alcanzar el mayor crecimiento posible, con el menor porcentaje de marras posible, dado que cuanto antes se inicie la protección del suelo por medio de la vegetación, antes se iniciará la recuperación del suelo, y por tanto, durante un menor periodo de tiempo existirá riesgo erosivo.
 - Para favorecer el establecimiento de una masa forestal hasta ahora inexistente, que en futuro, se acerque lo más posible, a la vegetación climática, se utilizarán especies autóctonas de la zona.

c) Evaluación de alternativas

A continuación en la siguiente tabla, Tabla 15, se exponen los diferentes métodos aplicados en el presente estudio para la elección de especie.

Tabla 15. Resumen de los métodos de selección de la especie óptima para la repoblación. Donde ✓ sirve para identificar la especie válida, y ✗ para la especie no válida de acuerdo con el método de selección determinado.

Especies	Método			
	Crecimiento de la especie	Criba por factores del medio	Tablas de Rivas Martínez	Repoblaciones cercanas
<i>Castanea sativa</i>	✗	✗	✗	✗
<i>Crataegus monogyna</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Cupressus arizonica</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Eucalyptus</i>	✗	✗	✓	✗
<i>Pinus halepensis</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Pinus pinaster</i>	✓	✗	✓	✓
<i>Pinus pinea</i>	✓	✗	✓	✗
<i>Pinus radiata</i>	✓	✗	✗	✗
<i>Pinus sylvestris</i>	✓	✗	✗	✓
<i>Pinus uncinata</i>	✓	✗	✗	✓
<i>Populus nigra</i>	✗	✗	✗	✓
<i>Prunus spinosa</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>broteroi</i>	✓	✗	✓	✗
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>faginea</i>	✓	✓	✓	✗
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i>	✗	✗	✗	✗
<i>Quercus pyrenaica</i>	✗	✗	✗	✗

d) Elección definitiva de la especie

- *Pinus halepensis* Mill. (Pino de Alepo, pino carrasco)
- *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp (Encina)

3.2.2. Preparación del terreno

- a) Identificación de alternativas
 - Casillas o raspas
 - Ahoyado manual
 - Ahoyado con barrena
 - Ahoyado con barrón o plantamón
 - Ahoyado con retroexcavadora
 - Ahoyado con pico mecánico
 - Ahoyado con ripper
 - Subsolado lineal
 - Acaballonado superficial
 - Acaballonado con desfonde
 - Aterrazado con subsolado
 - Laboreo pleno

- b) Restricciones impuestas por los condicionantes

La elección del método de preparación del terreno se basará en los siguientes condicionantes, tanto internos como externos, que caracterizan la zona a forestar.

- Condicionantes internos:
 - Suelo poco profundo.
 - Textura franco-arenosa.
 - Con afloramientos rocosos de forma puntual.
 - Sequía estival.
- Condicionantes externos:
 - Han de tenerse en cuenta los métodos que menor erosión provoquen y que mejoren las condiciones hídricas del suelo.
 - Siempre que se dé una igualdad de resultado entre dos métodos se elegirá el que implique un rendimiento mayor y por lo tanto, un coste menor.

- c) Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto

La preparación física del suelo supone la creación de un suelo más propicio para que se pueda instalar mejor la cubierta forestal, ya que permite una mejor colonización por parte de las raíces y facilita la siembra o plantación. Además mejora el efecto hidrológico ya que aumenta la capacidad de retención e infiltración del agua. En general las preparaciones lineales causan un mayor impacto paisajístico, mientras que las puntuales necesitan mayor mano de obra.

- d) Evaluación definitiva de métodos
 - Ahoyado con ripper

3.2.3. Implantación vegetal

- a) Identificación de alternativas
 - Según la forma de implantación
 - Siembra
 - Plantación a raíz desnuda
 - Plantación en contenedor

- Según la forma de ejecución
 - Manual
 - Mecanizada
 - Simultánea
- b) Restricciones impuestas por los condicionantes:
 - Condicionantes internos:
 - Existencia de sequía estival y periodo de heladas.
 - Suelo franco-arenoso, con pedregosidad media, y poco contenido en materia orgánica.
 - Pendiente elevada.
 - Condicionantes externos:
 - Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo en el menor tiempo posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser máximo.
 - Abundante mano de obra rural con experiencia en labores forestales.
 - A igualdad de calidad, se elegirá el proceso de implantación de menor coste.

3.2.4. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal de esta repoblación es la protección del suelo y fijación de laderas, como se ha dicho anteriormente supone que se minimice el riesgo de fracaso de la repoblación, por lo que se busca obtener el menor número de marras posible. Para ello, en terrenos pobres el riesgo de marras disminuye utilizando plantas con cepellón.

- c) Evaluación de las alternativas
 - Siembra
 - Plantación a raíz desnuda
 - Plantación en contenedor
 - Manual
 - Mecanizada
 - Simultánea
- d) Elección definitiva de los métodos
 - Según la forma de implantación
 - Plantación en contenedor
 - Según la forma de ejecución
 - Manual

3.3. Cuidados posteriores

3.3.1. Protectores de plántulas

- a) Identificación de las alternativas
 - Cercado de malla conejera
 - Protectores individuales
- b) Restricciones impuestas por los condicionantes
 - Condicionantes internos:
 - Necesidad de proteger las plántulas jóvenes

- Presencia de fauna diversa en la zona
- Presencia de actividad cinegética en la zona
- Condicionantes externos:
 - Repoblación de carácter protector, lo que requerirá la mayor supervivencia posible de plántulas, por lo cual, la mejor protección

c) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Los protectores, deberán cumplir la función de proteger a las plántulas de sufrir daños por animales, para evitar la pérdida de aquellas.

d) Elección definitiva del método

- Protectores cilíndricos o prismáticos individuales.

3.3.2. Riegos

a) Identificación de las alternativas

- No realizar riegos
- Riego por goteo
- Riego a manta
- Cajas/ depósito de agua tipo "Water box"

b) Restricciones impuestas por los condicionantes

- Condicionantes internos:
 - Necesidad de un aporte de agua para las plántulas jóvenes.
 - Escasez de precipitaciones anuales.
 - Presencia de sequía estival.
- Condicionantes externos:
 - Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo lo más rápido posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser lo más alto posible.
 - Restauración de carácter protector, por lo que no supondrá ningún beneficio económico importante. Debido a esto, el proyecto de restauración deberá ser lo más económico posible.

c) Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El realizar o no riegos, y de qué tipo sean estos en el caso de realizarse, será un factor fundamental para el éxito de la repoblación.

d) Elección definitiva del método

Pese a que nos encontramos en una zona donde la pluviometría no es muy deficiente, pero la necesidad de frenar los procesos erosivos que se producen en la zona de este proyecto obliga a tener un alto porcentaje de éxito en la repoblación. De modo que no se realizarían riegos de mantenimiento en la repoblación, pero sí se aplicará una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

4. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS.

El este apartado se desarrolla el programa a seguir para la ejecución de las obras.

Tabla 16. Resumen del programa de ejecución y puesta en marcha de las obras.

	Junio		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				
	Semanas	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1. Restauración.																							
Excavación.																							
Diques. Construcción y colocación de gaviones.																							
Fase 2. Repoblación.																							
Preparación del terreno.																							
Plantación y riego de establecimiento.																							
Fase 3. Trabajos complementarios.																							
Colocación de protectores.																							

Para ver los detalles de este apartado, véase Anejo IX. Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras (Documento Nº 2. Anejos a la memoria).

5. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS.

La ejecución de los trabajos se adecuará a lo expuesto en el Documento Nº 4. Pliego de Condiciones.

6. NORMAS DE EXPLOTACIÓN.

La zona quedará acotada al pastoreo durante un periodo mínimo de 10 años a 15 años. No se podrán realizar actividades como acampada, extracción de leñas, apeo de arbolado. No se podrá realizar fuego en la zona.

7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Se deberán cumplir las condiciones y normas descritas en el Anejo XI. Estudio Básico de Seguridad y Salud (Documento Nº2. Anejos a la memoria).

8. PRESUPUESTO.

8.1. Presupuesto general de ejecución material

Grupo de inversión 1: Diques

Capítulo I: Excavación	1059,70 €
Capítulo II: Gaviones	133419,05 €
Total grupo de inversión 1	134478,75 €

Grupo de inversión 2: Repoblación

Capítulo III: Preparación del terreno	5969,04 €
Capítulo IV: Plantación	40223,86 €
Total grupo de inversión 2	46192,90 €

Grupo de inversión 3: Seguridad y salud

Capítulo V: Seguridad y salud	3613,43 €
Total grupo de inversión 3	3613,43 €

Total ejecución material	184285,08 €
---------------------------------	--------------------

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”, A **CIENTO OCHENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS (184285,08 €)**”.

8.2. Presupuesto general de ejecución por contrata

Presupuesto de ejecución por contrata	184285,08 €
Gastos generales (16 %)	29485,61 €
Beneficio industrial (6 %)	11057,10 €
I.V.A. (21 %)	36699,87 €

Total ejecución por contrata	263527,66 €
-------------------------------------	--------------------

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”, A **DOSCIENTOS SESENTA Y TRES MIL QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (263527,66 €)**”.

Palencia, Octubre de 2017

Fdo.: Iván de Propios Herrero

9. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

9.1. Evaluación económica del proyecto

El especial carácter de este proyecto dificulta su valoración económica, ya que los beneficios que reporta no resultan cuantificables de manera tangible y se traduce a todo lo que hoy se denomina como capital natural.

Con este proyecto se pretende otorgar soluciones técnicas que acaben con los procesos erosivos de la zona, o al menos minimizarlos, con el fin de mejorar los recursos naturales y paisajísticos del municipio. Frenando la erosión también evitaremos el crecimiento de la cárcava en sí, la cual avanza y destruye paulatinamente la zona de pasto y la zona de cultivo que se encuentra en la zona baja de la cárcava, convirtiendo terrenos productivos y de los que se obtiene un beneficio económico en una zona improductiva.

Entre los beneficios indirectos que aporta se encuentra los que vierten en el desarrollo económico de la zona: será necesario la contratación de mano de obra durante las fases

de ejecución y mantenimiento, además en el futuro se podrán obtener recursos maderables y no maderables procedentes de la masa forestal, repoblación, difícil de cuantificar económicamente, al mismo tiempo actuación favorecerá al turismo rural.

9.2. Evaluación social del proyecto

Desde el punto de vista social, las actuaciones diseñadas a lo largo del presente proyecto favorecerán la calidad de vida de los habitantes de la zona, que podrá disfrutar y participar del entorno en el que está enclavado el proyecto. También se ve fomentado el patrimonio natural de la zona al incluir especies en ella que generan biodiversidad, por lo tanto se considera que el proyecto posee valores sociables positivos.

9.3. Evaluación ambiental del proyecto

Como las obras se van a llevar a cabo con materiales similares a los que aparecen en la zona de estudio, ambientalmente el impacto va a ser mínimo.

Los beneficios ambientales que se obtendrán tras la actuación se deben al control de la erosión y de los sedimentos, ya que se impide que estos lleguen al río Corneja. Además la repoblación permite la creación de un refugio para la fauna, ayuda a que la vegetación colonice otras zonas acelerando de esta forma la sucesión vegetal, frena la erosión, acelera la creación de suelo, todo esto unido conlleva a una mejora en el paisaje de la zona.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila), paraje “La
Jarilla”.

Documento N^o2: Anejos a la memoria

Alumno: Iván de Propios Herrero
Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Director: Jorge Mongil Manso

Octubre de 2017

INDICE DOCUMENTO Nº2. ANEJOS A LA MEMORIA.

Anejo I. Estudio de la cuenca.

Anejo II. Estudio climático.

Anejo III. Estudio edáfico.

Anejo IV. Estudio de la vegetación y usos del suelo.

Anejo V. Estudio de la fauna.

Anejo VI. Análisis de aguaceros.

Anejo VII. Estudio de alternativas.

Anejo VIII. Ingeniería del proyecto.

Anejo IX. Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras.

Anejo X. Justificación de precios.

Anejo XI. Bibliografía.

Anejo XII. Anejo fotográfico.

Anejo I. Estudio de la cuenca.

ÍNDICE ANEJO I. ESTUDIO DE LA CUENCA.

1.	Situación	1
2.	Parámetros físicos de la cuenca vertiente	1
3.	Descripción de la cuenca.....	1
3.1.	Clasificación de la cuenca	1
3.2.	Índice de Compacidad o de Gravelius (1914)	1
3.3.	Índice de forma de Gravelius (1954).....	2
3.4.	Índice de alargamiento	3
3.5.	Rectángulo equivalente	4
3.6.	Parámetros de relieve	4
3.6.1.	Desniveles máximos.....	4
3.6.2.	Curva Hipsométrica	5
3.6.3.	Curva de frecuencias.....	6
3.6.4.	Altura media	6
3.6.5.	Índice de pendiente relativa.....	7
3.6.6.	Índice de pendiente media de la cuenca.....	7
3.6.7.	Coeficiente de masividad de Martonne.....	8
3.6.8.	Coeficiente Orográfico o de Fournier	8
3.7.	Parámetros físicos relacionados con la red de drenaje.....	9
3.7.1.	Esquema de la red de drenaje y longitud del cauce principal	9
3.7.2.	Clasificación de Strahler	9
3.7.3.	Pendiente media del cauce principal	10
3.7.4.	Densidad de drenaje	10
3.7.5.	Índice de sinuosidad.....	11
3.7.6.	Radio de bifurcación.....	12
3.7.7.	Coeficiente de torrencialidad	12
3.7.8.	Canal de alimentación	12
3.7.9.	Alejamiento medio.....	13
3.7.10.	Forma y textura de la red de drenaje	13
3.7.11.	Tiempo de concentración	13
3.7.12.	Distancia de escorrentía	14
3.8.	Estados erosivos	14
3.8.1.	Factor de erosionabilidad del suelo K.....	15
3.8.2.	Factor de vegetación C	16
3.8.3.	Factor de prácticas de conservación de suelos P	17
3.8.4.	Factor topográfico LxS	17
3.8.5.	Cálculo de la pérdida de suelo por erosión.....	18

1. SITUACIÓN

La zona de estudio se encuentra situada en el centro-oeste de la provincia de Ávila, en la Comarca de El Barco de Ávila-Piedrahíta, en laderas situadas al Norte de la localidad de Tórtolos, término municipal al que pertenece la zona. El paraje en el que se encuentra se denomina "La Jarilla" y es adyacente al cauce del Río Corneja (*Ver Documento N°3. Planos: Plano n° 1. Localización, Plano N° 2. Situación, y Plano N° 3. Emplazamiento*).

2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA VERTIENTE

Una cuenca vertiente o cuenca de drenaje es una zona de la superficie terrestre, en la cual el agua disponible de las precipitaciones caídas sobre ella, se dirige a un punto de salida, que se denomina sección de cierre (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

La cuenca vertiente, define su comportamiento en función de las precipitaciones que recibe, y transforma a estas en escurrimientos. Sus características, es decir, relieve, forma, naturaleza edáfica y vegetación, influyen de forma directa en el volumen de escurrimientos, y en la distribución de estos en el tiempo.

Los parámetros físicos que a continuación analizamos, reflejan las características de la cuenca, en cuanto a su forma y la influencia en la respuesta a las precipitaciones. Se deducen por medio de la cartografía, y están incluidos en todos los proyectos hidrológico-forestales. La metodología utilizada durante todo el estudio de los parámetros físicos se ha obtenido del libro de Andrés Martínez de Azagra y Joaquín Navarro Hevia (1996) "Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico".

3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

Las características de la cuenca vertiente son las que aparecen a continuación:

- Superficie de la cuenca: $77145,27 \text{ m}^2 = 7,715 \text{ ha}$
- Perímetro de la cuenca: $2138,91 \text{ m} = 2,139 \text{ km}$
- Altitud mínima (sección de cierre): $1244,26 \text{ m}$
- Altitud máxima: $1451,10 \text{ m}$
- Longitud del cauce principal: $442,23 \text{ m}$
- Cota máxima del cauce principal: $1436,24 \text{ m}$
- Longitud de todos los cauces: $3332,19 \text{ m}$
- Longitud de la cuenca: $743,81 \text{ m}$

3.1. Clasificación de la cuenca

Según la Directiva Marco 2000/60/CE, la superficie de nuestra cuenca se clasifica como pequeña, al ser una superficie inferior a los 10 km^2 .

3.2. Índice de Compacidad o de Gravelius (1914)

La forma de la cuenca, influye de forma directa en los escurrimientos que se producen. Esta característica viene representada por el índice de Gravelius. El índice de Gravelius (KG), es la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro de un círculo de área igual a la de la cuenca (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el de un círculo de igual superficie que la cuenca y tiene la siguiente expresión:

$$K_G = 0,28 \cdot \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}} \geq 1$$

El valor que toma esta expresión, como mínimo toma el valor de la unidad, y va aumentando, a medida que aumenta la irregularidad de la forma de la cuenca.

Donde:

K_G = Índice de Compacidad o de Gravelius

P = Perímetro de la cuenca

S = Superficie de la cuenca

De esta forma se pueden clasificar las cuencas como se muestra en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1. Valores que puede tomar el coeficiente de Gravelius dependiendo de su forma.

Coeficiente de Gravelius	Forma de la cuenca
$1 < K_G < 1,25$	Cuenca redonda
$1,25 < K_G < 1,50$	Cuenca ovalada
$1,50 < K_G < 1,75$	Cuenca oblonga
$K_G > 1,75$	Cuenca alargada

Para la cuenca tenemos:

P = 2138,91 m

S = 77145,27 m²

$$K_G = 0,28 \cdot \frac{2138,91}{\sqrt{77145,27}} = 2,16$$

Como se puede observar nuestra cuenca está clasificada como cuenca de forma alargada. Estos valores dan unas ideas aproximadas acerca de la laminación de hidrogramas.

3.3. Índice de forma de Gravelius (1954)

Este índice, también fue propuesto por Gravelius, y se estima a partir de la relación existente entre el ancho promedio del área de captación, y la longitud de la cuenca, que es aquella que se mide desde la sección de cierre, hasta el punto más alejado de esta (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

Se define como:

$$K_f = \frac{B}{L} = \frac{A/L}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

K_f = Índice de forma

B = Ancho promedio del área de captación

L = Longitud de la cuenca

A = Área de captación

Este índice, relaciona la forma de la cuenca con la de un cuadrado, correspondiendo un coeficiente de forma igual a la unidad para regiones con esta forma, que es imaginaria y no se encuentra en casos reales.

Tabla 2. Valores que puede tomar el índice de forma de Gravelius.

Coefficiente de Gravelius	Forma de la cuenca
$0,01 < K_f < 0,18$	Muy poco achatada
$0,19 < K_f < 0,36$	Ligeramente achatada
$0,37 < K_f < 0,54$	Moderadamente achatada

Para la cuenca tenemos:

$$L = 743,81 \text{ m}$$

$$A = 77145,27 \text{ m}^2$$

$$K_f = \frac{77145,27}{743,81^2} = 0,14$$

Según la clasificación del índice de forma de Gravelius, Tabla 2, la cuenca es muy poco achatada. Estos valores bajos del coeficiente de forma, indican una escasa tendencia a soportar aguaceros intensos, lo que supone una alta peligrosidad torrencial.

3.4. Índice de alargamiento

El índice de alargamiento es un parámetro que muestra el comportamiento de forma de la cuenca, pero esta vez, no respecto a su redondez, sino a su tendencia de ser alargada, en relación a su longitud axial, y al ancho máximo de la cuenca. Este índice propuesto por Horton, se calcula de acuerdo con la fórmula que se expresa a continuación.

Se define como:

$$I_a = \frac{L_m}{L}$$

Donde:

I_a = Índice de alargamiento

L_m = Longitud máxima de la cuenca

L = Ancho máximo de la cuenca

Aquellas cuencas que presentan valores mayores a la unidad presentan un área más larga que ancha, obedeciendo a una forma más alargada. Aquellas cuencas que presentan un área con más anchura que longitud, están directamente relacionada con la forma redondeada valores cercanos a la unidad.

Este índice permite hacer referencia a la dinámica rápida o lenta del agua en los drenajes y su potencial erosivo o de arrastre.

Tabla 3. Valores para el índice de alargamiento de una cuenca.

Coefficiente de Gravelius	Forma de la cuenca
$0,0 < I_a < 1,4$	Cuenca poco alargada
$1,5 < I_a < 2,8$	Cuenca moderadamente alargada
$2,9 < I_a < 4,2$	Cuenca muy alargada

Para la cuenca tenemos que:

$$L_m = 743,81 \text{ m}$$

$$L = 181,11 \text{ m}$$

$$I_a = \frac{743,81}{181,11} = 4,11$$

Observando la Tabla 3, se puede determinar que se trata de una cuenca muy alargada.

3.5. Rectángulo equivalente

El rectángulo equivalente de una cuenca, se define como aquel rectángulo que tiene idéntica superficie y perímetro que la cuenca estudiada, e igual distribución hipsométrica. Debido a esto, este rectángulo también poseerá el mismo coeficiente de Gravelius.

Se define como:

$$(1) S = l * L \text{ y } (2) P = 2(l + L) \rightarrow l = \frac{S}{L}$$

$$\rightarrow 2 \left(l = \frac{S}{L} \right) = 2 \left(\frac{L^2 + S}{L} \right) = P \rightarrow 2L^2 + 2S - PL = 0$$

Resolviendo la ecuación: $L = \frac{P \pm \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$

$$\text{Lado mayor: } L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

$$\text{Lado menor: } l = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

Donde:

S = Superficie de la cuenca

P = Perímetro de la cuenca

Si $P^2 < 16S \rightarrow$ No existe el rectángulo equivalente

Si $P^2 = 16S \rightarrow$ L = l Tenemos un cuadrado

Para la cuenca tenemos:

$$S = 77145,27 \text{ m}^2$$

$$P = 2138,91 \text{ m}$$

$$\text{Lado mayor: } L = \frac{2138,91 + \sqrt{2138,91^2 - 16 * 77145,27}}{4} = 991,66 \text{ m}$$

$$\text{Lado menor: } l = \frac{2138,91 - \sqrt{2138,91^2 - 16 * 77145,27}}{4} = 77,79 \text{ m}$$

Determinados l y L, a continuación se lleva sobre el lado mayor los distintos valores Sn/l sientos Si (i= 1,2...n) la superficie de la cuenca por encima de la cota tomada, al igual que se hace con la curva hipsométrica. Se trazan sobre estos puntos líneas paralelas al lado menor para representar las curvas de nivel de la cuenca.

3.6. Parámetros de relieve

3.6.1. Desniveles máximos

Los desniveles máximos, dan una idea de la magnitud del relieve, ya que los valores característicos de la cuenca son la cota máxima, la cota mínima y el desnivel máximo.

Tabla 4. Cálculo del desnivel máximo para nuestra cuenca.

Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Desnivel máximo (m)
1451,10	1244,26	206,84

3.6.2. Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica, ofrece una visión acerca del relieve y de la altimetría de la cuenca de estudio. Por encima de la altitud mínima de la cuenca, lo que se corresponde a la sección de control, se halla la totalidad de la superficie de esta. Si se asciende hacia el punto más alto de la cuenca y desde ahí, se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica. Se sitúa en el eje de abscisas la superficie calculada, y en el de ordenadas la altitud en metros.

En la Tabla 5 se observan los datos para el diseño de las curvas hipsométricas.

Tabla 5. Datos necesarios para calcular la curva hipsométrica de la cuenca de estudio.

COTAS	Área Parcial (km ²)	Área Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie (km ²)	Área entre C.N. (%)	Área sobre C.N. (%)
1244-1260	0,57	0,57	7,71	7,41	100,00
1260-1290	2,43	3,00	7,14	31,47	92,59
1290-1310	0,95	3,95	4,71	12,37	61,12
1310-1340	1,02	4,97	3,76	13,26	48,75
1340-1370	0,76	5,74	2,74	9,89	35,49
1370-1400	0,72	6,46	1,97	9,34	25,60
1400-1430	0,91	7,37	1,25	11,80	16,26
1430-1451	0,34	7,71	0,34	4,46	4,46

A continuación, en la Figura 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se representa la curva hipsométrica de la cuenca de estudio junto con su rectángulo equivalente, y justo debajo la curva de frecuencia de altitudes. Las mediciones se han realizado mediante un programa de información geográfica y considerando intervalos de 30 metros entre curvas de nivel.

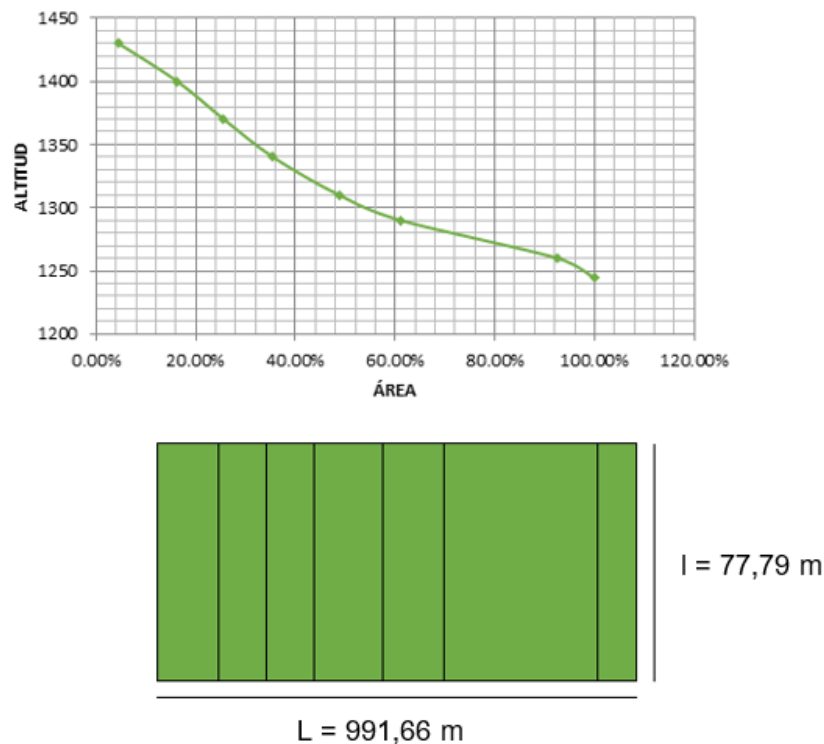


Figura 1. Curva hipsométrica y rectángulo equivalente para la cuenca de estudio.

Cuando se encuentra gran parte de la superficie de la cuenca a gran altitud, esta, es una cuenca de meseta. En cambio, si el río desciende en altitud muy rápidamente, se trata de una cuenca de valle aluvial. En nuestro caso, se trata de una cuenca de meseta, pues tiene más superficie a mayor altitud.

3.6.3. Curva de frecuencias

Esta curva, se obtiene representando sobre el eje de ordenadas el porcentaje de superficie total de la cuenca comprendida entre dos curvas de nivel consecutivas.

Para obtener la siguiente figura, Figura 2 , se han tomado los datos de la Tabla 5, Área entre curvas de nivel (%).

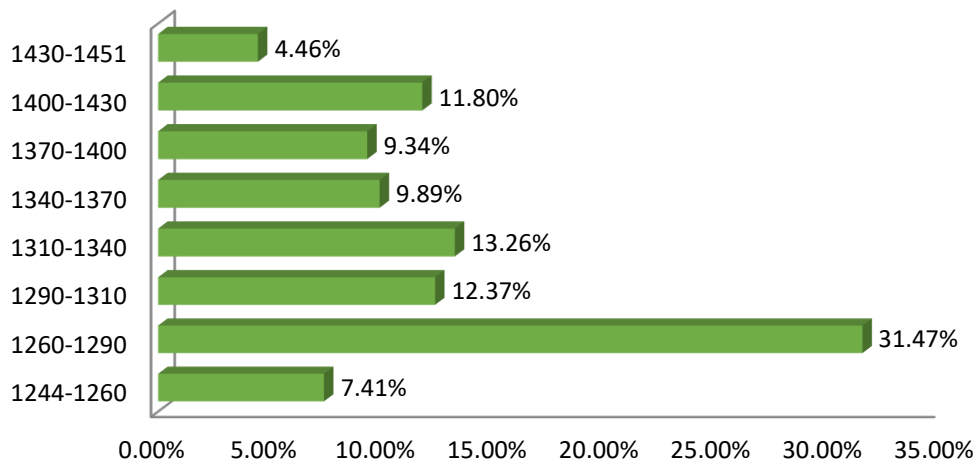


Figura 2. Curva de frecuencia de aptitudes para la cuenca de estudio.

3.6.4. Altura media

Con el área obtenida en la curva hipsométrica, que es representativa del volumen, dividiéndola por la superficie de la cuenca, se puede obtener la altura media, aunque otra expresión para obtenerla es:

$$A_m = \frac{\sum_1^n H_i \times S_i}{S}$$

Donde:

S = Superficie de la cuenca (m²)

S_i = Superficie entre dos curvas de nivel consecutivas (m²)

H_i = Altura media entre cada dos curvas de nivel consecutivas (descontando la cota de la sección de control) (m)

Para obtener la altitud media \bar{h} a la que se encuentra la cuenca, es necesario sumar la cota de la sección de control (H_{min}) al término A_m.

Para la cuenca tenemos una superficie de S = 77145,27 m², además tenemos la superficie entre curvas y la altura media entre curvas, en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos para el cálculo de la altura media de la subcuenca

Cotas	Superficie entre curvas (Si)	Altura media (Hi)	Si x Hi
1244-1260	5713,26	10,4358	59622,46
1260-1290	24264,12	30,7825	746910,30
1290-1310	9540,87	55,9583	533890,95
1310-1340	10222,80	79,3794	811479,80
1340-1370	7629,33	110,4506	842663,70
1370-1400	7202,52	141,0935	1016228,94
1400-1430	9135,97	171,7601	1569195,23
1430-1451	3436,12	193,7991	665917,93
Total	77145,27		6245909,31

$$A_m = \frac{6245909,31}{77145,27} = 80,96 \text{ m}$$

3.6.5. Índice de pendiente relativa

Este índice nos sirve como una primera aproximación de la pendiente media de la cuenca.

$$J_r = \sqrt{\frac{H_{MAX} - H_{min}}{L}} * 100$$

Siendo:

H_{MAX} = Altura máxima de la cuenca (m)

H_{min} = Altura mínima de la cuenca (m)

L = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente

Para la cuenca tenemos:

H_{MAX} = 1451,10 m

H_{min} = 1244,26 m

L = 991,66 m

$$J_r = \sqrt{\frac{1451,10 - 1244,26}{991,66}} * 100 = 45,67\%$$

3.6.6. Índice de pendiente media de la cuenca

Se ha utilizado el método más directo para calcular la pendiente media de la cuenca, que es, que dicha pendiente media es considerada como la media ponderada de todas las superficies individuales en las cuales la línea de máxima pendiente es constante.

Con ello, se llega a la siguiente expresión,

$$J_c = \frac{D * L_{TCN}}{S} * 100$$

Siendo,

D = equidistancia entre curvas de nivel

J = Pendiente media de la cuenca

S = Superficie de la cuenca

L_{TCN} = Longitud de todas las curvas de nivel

Para la cuenca tenemos:

Alumno/a: Iván de Propios Herrero

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

$$\begin{aligned} D &= 30 \text{ m} \\ S &= 77145,27 \text{ m}^2 \\ L_{TCN} &= 896,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$J_c = \frac{30 * 896,51}{77145,27} * 100 = 34,87 \%$$

3.6.7. Coeficiente de masividad de Martonne

La descripción de la pendiente media y la altura media de la cuenca, resulta insuficiente a la hora de describir y caracterizar el relieve de una cuenca. Debido a que es posible encontrar cuencas, con pendiente y altura media muy similares, pero que presentan una morfología muy distinta, es necesario el cálculo de este índice.

Este coeficiente se define como el cociente entre la altura media de la cuenca en metros, y la proyección horizontal de esta, en km².

$$tg \alpha = \frac{A_m}{S}$$

Donde:

A_m: Altura media de la cuenca
S: Superficie de la cuenca

Siendo para la cuenca:

$$\begin{aligned} A_m &= 80,96 \text{ m} \\ S &= 0,07714527 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

$$tg \alpha = \frac{80,96}{0,07714527} = 1049,45 \frac{m}{km^2}$$

Se puede observar que el coeficiente de Martonne toma valores altos, lo que indica que hay un descenso elevado en altitud en relación a la pequeña extensión de superficie.

3.6.8. Coeficiente Orográfico o de Fournier

Dado que pueden existir cuencas con diferente relieve, y el mismo coeficiente de masividad, es necesario calcular el coeficiente orográfico de Fournier. Este índice se define como el producto de la altura media por el coeficiente de Martonne.

$$C_o = A_m * tg \alpha$$

Donde:

A_m: altura media (m)
tg α: coeficiente de Martonne

Según Fournier, cuando:

Co > 6 m²/ha estamos ante cuencas de relieve acentuado.
Co < 6 m²/ha estamos ante cuencas de relieve poco pronunciado.

Siendo para la cuenca:

$$\begin{aligned} A_m &= 80,96 \text{ m} \\ tg \alpha &= 1049,45 \end{aligned}$$

$$C_o = 80,96 * 1049,45 = 84963,36 \frac{m}{km^2} = 849,63 \frac{m}{ha}$$

Según la clasificación de Fournier dada anteriormente, la cuenca, toma un coeficiente orográfico alto, y será por lo tanto una cuenca de relieve muy acentuado.

3.7. Parámetros físicos relacionados con la red de drenaje

La definición de una red hidrográfica o red de drenaje, es el camino natural, ya sea permanente en el tiempo, o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales hipodérmicos y subterráneos (Martínez de Azagra y Navarro, 1996).

A continuación vamos a caracterizar la red hidrográfica superficial con alguno de los parámetros más importantes para su definición.

3.7.1. Esquema de la red de drenaje y longitud del cauce principal

A continuación, en la Figura 3, podemos apreciar la red de drenaje para la cuenca de estudio.

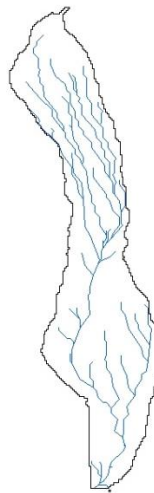


Figura 3. Red de drenaje.

Para calcular la red de drenaje se ha empleado sistemas de información geográfica, apoyado de un GPS de precisión submétrica. Con lo que hemos obtenido una longitud del cauce principal de 442,23 m.

3.7.2. Clasificación de Strahler

La distribución de las corrientes en las cuencas sigue unas pautas de organización y jerarquía que son importantes a la hora de entender el funcionamiento de la red de drenaje. Se denominan corrientes de primer orden las que no reciben ningún afluente. Cuando se juntan dos corrientes de primer orden se forma una corriente de segundo orden y así sucesivamente.

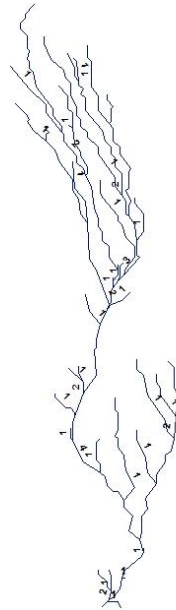


Figura 4. Clasificación de Strahler para la cuenca de estudio.

Atendiendo a esta clasificación, el número de cauces para el estado actual de la cuenca es:

- N₁: Número de cauces de primer orden = 34
- N₂: Número de cauces de segundo orden = 12
- N₃: Número de cauces de tercer orden = 7
- N₄: Número de cauces de cuarto orden = 14
- N_T: Número total de cauces = 67

3.7.3. Pendiente media del cauce principal

Este índice corresponde al cociente entre la diferencia de cotas extremas del curso principal, y su longitud. Cuando este coeficiente es mayor al 6%, se considera que el curso de agua tiene un carácter torrencial.

$$P_m = \frac{\text{Cota máxima} - \text{Cota mínima}}{\text{Longitud cauce principal}} * 100$$

Para la cuenca:

- Cota máxima = 1451,10 m
- Cota mínima = 1244,26 m
- Longitud cauce principal = 1436,24 m

$$P_m = \frac{1451,10 - 1244,26}{1436,24} * 100 = 14,40 \%$$

Como tenemos una pendiente media del 14,40%, y es mayor de 6% nos indica que geomorfológicamente se comporta como un torrente.

3.7.4. Densidad de drenaje

La densidad de drenaje se define como la relación existente entre la longitud total de todos los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$D_d = \frac{L_c (km)}{S(km^2)}$$

Donde:

L_c: Longitud de los cursos de agua de la cuenca (km)
S: Superficie de la cuenca (km²)

Siendo para la cuenca:

L_c= 3,33 Km
S= 0,07714527 Km²

$$D_d = \frac{3,33}{0,07714527} = 43,17 \frac{km}{km^2}$$

Tiene un valor en la cuenca de estudio de $43,17 \frac{km}{km^2}$, lo que nos indica que la densidad de drenaje es alta, propia de materiales blandos erosionables, con cubierta escasa y poca permeabilidad. Este tipo de drenaje es característico de zonas áridas.

3.7.5. Índice de sinuosidad

El índice de sinuosidad, relaciona la longitud real del cauce, con la longitud en línea recta desde su nacimiento hasta la sección de cierre. Este índice, nos indica la forma del cauce, para ello tenemos los valores en la siguiente tabla, Tabla 7:

Tabla 7. Índices de sinuosidad para cárcavas.

Tipos de canal	Valor del índice
Canal rectilíneo	1-1,2
Canal transicional	1,2-1,5
Canal regular	1,5-1,7
Canal irregular	1,7-2,1
Canal tortuoso	> 2,1

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$I_{sinuosidad} = \frac{L_{real} (m)}{L_{recta} (m)}$$

Donde:

L_{real}: Longitud real del cauce (m)
L_{recta}: Longitud en línea recta del cauce (m)

Siendo para la cuenca:

L_{real} = 1436,24 m
L_{recta} = 743,81 m

$$I_{sinuosidad} = \frac{1436,24}{743,81} = 1,93$$

Que el índice de sinuosidad sea mayor a uno, indican que los cursos de agua principales de la cuenca estudiada forman un canal transicional.

3.7.6. Radio de bifurcación

El radio de bifurcación permite entender algunas variaciones geocológicas que se producen en el interior de la cuenca, en concreto, cambios importantes en el sustrato rocoso y de los grupos de suelo dominantes.

Se define como la relación entre el número (N) de cauces de orden i, y el número (Ni+1) de cauces de orden i+1. Según Horton, esta relación es relativamente constante de un orden a otro.

$$Rb_i = \frac{N_i}{N_{i+1}}$$

Donde:

i: Orden de cauce (1,2,3...)

$$Rb_1 = \frac{N_1}{N_2} = \frac{34}{12} = 2,83$$

$$Rb_2 = \frac{N_2}{N_3} = \frac{12}{7} = 1,71$$

$$Rb_3 = \frac{N_3}{N_4} = \frac{7}{14} = 0,5$$

El radio de bifurcación medio es de 1,68.

3.7.7. Coeficiente de torrencialidad

El coeficiente de torrencialidad mide el grado de torrencialidad de la cuenca.

$$C_T = \frac{D_d * N}{S}$$

Donde:

D_d: Densidad de drenaje

N: Numero de cauces que llegan al cauce principal

S: superficie de la cuenca

Siendo para la cuenca:

$$D_d = 43,17 \frac{km}{km^2}$$

$$N = 34$$

$$S = 0,07714527 \text{ km}^2$$

$$C_T = \frac{43,17 * 34}{0,07714527} = 19026,18 * \frac{\text{cauce} * Km}{km^4} * \frac{\text{cauce}}{km}$$

3.7.8. Canal de alimentación

El canal de alimentación indica la superficie de cuenca que corresponde a cada kilómetro de río.

$$C_a = \frac{S}{L_r} = \frac{1}{D_d}$$

Donde:

D_d : Densidad de drenaje

Siendo para la cuenca:

$$D_d = 43,17 \frac{km}{km^2}$$

$$C_a = \frac{1}{43,17} = 0,021 km$$

3.7.9. Alejamiento medio

El alejamiento medio relaciona el recorrido de los cauces colectores de drenaje en el interior de la cuenca.

$$A_j = \frac{L_m}{\sqrt{S}}$$

Donde:

L_m : Longitud del cauce más largo de la cuenca

S : Superficie de la cuenca

Siendo para la cuenca:

$$L_m = 0,74381 km$$

$$S = 0,07714527 km^2$$

$$A_j = \frac{0,74381}{\sqrt{0,07714527}} = 2,68$$

3.7.10. Forma y textura de la red de drenaje

Se puede determinar que la red de drenaje está compuesta de un tipo de corrientes efímeras, ya que sólo en el temporal de lluvias, llevan agua.

Aplicando el modelo Horton-Strahler, se determina que la clase de orden de corriente es de orden bajo, dado que está formado por tributarios de orden 1, 2, 3 y 4.

Se puede clasificar la cuenca como de textura fina, dada la densidad de drenaje calculada. Esta clasificación indica que se trata de una zona con alta escorrentía superficial, y con suelos de baja-media permeabilidad.

El drenaje superficial es dendrítico o arborescente angular, ya que se caracteriza por formar ramificaciones arborescentes, en la que los cursos de agua tributarios confluyen en la corriente principal formando ángulos agudos. Esto también suele definir que los suelos de la cuenca son homogéneos.

3.7.11. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es una de las variables hidrológicas más importantes a determinar, tanto en la planificación de usos para el suelo, como en la gestión de recursos hídricos. También es un factor importante en la conservación de suelos y aguas, y en el control de la erosión y restauración de zonas degradadas.

El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo de circulación de agua procedente de la escorrentía superficial hasta la sección de cierre o de control. Este

tiempo de concentración será importante para minimizar las consecuencias de las avenidas.

$$T_c = 0,3 * \left(\frac{L_c (km)}{P_m^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

L_c : Longitud del cauce (km)

P_m : Pendiente media del curso (m/m)

Siendo para la cuenca de estudio:

$L_c = 0,442$ km

$P_m = 0,1414$ m/m

$$T_c = 0,3 * \left(\frac{0,442}{0,1414^{0,25}} \right)^{0,76} = 0,78 h * \frac{60 min}{1h} = 46,78 min$$

3.7.12. Distancia de escorrentía

Es la relación existente entre la longitud de todos los cursos de agua de la cuenca, y su superficie.

$$D_e = 0,5 * \frac{S}{L_r}$$

Donde:

L_r : Longitud de río

S : Superficie de la cuenca

Siendo para la cuenca de estudio:

$L_r = 3,33219$ km

$S = 0,07714527$ km²

$$D_e = 0,5 * \frac{0,07714527}{3,33219} = 0,012 km$$

3.8. Estados erosivos

Es importante tener en cuenta los procesos erosivos de la cuenca y sus características, puesto que influyen en las actuaciones que se van llevar a cabo. Si analizamos la erosión dentro de la cárcava, la parte con mayor erosión es la pare media-alta de esta, Figura 5.



Figura 5. Erosión en la zona media-alta.

La elevada carga ganadera, unida a los continuos deslizamientos que se producen en las zonas de más pendiente debido a la inestabilidad de las laderas y a la socavación que hace el agua en el lecho, han creado zonas donde la superficie está despoblada por completo, y donde se puede apreciar una erosión de tipo laminar, en regeros o pequeños desplazamientos, Figura 6.



Figura 6. Erosión laminar y en regeros.

Para conocer los datos reales vamos a emplear la MUSLE, ecuación que nos indicará las toneladas de sedimentos que salen fuera de la cuenca para un aguacero con un tiempo de retorno determinado.

$$Y = 11,8 \cdot (E_s \cdot Q_p)^{0,56} \cdot \bar{K} \cdot \bar{C} \cdot \bar{P} \cdot \bar{L} \cdot \bar{S}$$

Donde:

- Y: Toneladas emitidas fuera de cuenca en un aguacero de tiempo de retorno T.
- E_s : Escorrentía superficial generada.
- Q_p : Caudal para un tiempo de retorno T.
- \bar{K} : Factor medio de erosionabilidad del suelo.
- \bar{C} : Factor medio de protección de la vegetación.
- \bar{P} : Prácticas medio de conservación de suelo.
- $\bar{L} \cdot \bar{S}$: Factor medio topográfico ladera.

3.8.1. Factor de erosionabilidad del suelo K

Este factor indica el valor de la erosión por unidad de índice de erosión pluvial, para un suelo determinado.

Este valor se obtuvo mediante una fórmula:

$$K = 10^{-6} * 2,71M^{1,14} (12 - a) + 0,042 (b - 2) + 0,0323 (c - 3)$$

Donde:

$$M = (\% \text{ limo} + \% \text{ arena muy fina})(100 - \% \text{ arcilla})$$

a: materia orgánica del suelo

b: grado de estructura del suelo:

- 1: Granular muy fina ($\varnothing < 1$ mm)
- 2: Granular fina ($\varnothing = 1-2$ mm)
- 3: Granular media a gruesa ($\varnothing = 2-10$ mm)
- 4: Maciza o masiva ($\varnothing > 10$ mm)

c: grado de permeabilidad (Véase Figura 8)

- 1: Rápida a muy rápida (125-250 mm/h)
- 2: Moderadamente rápida (62 – 125 mm/h)
- 3: Moderada (20 – 62 mm/h)
- 4: Moderadamente lenta (5 - 20 mm/h)
- 5: Lenta (1.2 – 5 mm/h)
- 6: Muy lenta (< 1.2 mm/h)

Siendo para la cuenca de estudio:

$$M = 8509,97$$

$$a = 1,83$$

$$b = 2$$

$$c = 5$$

$$K = 10^{-6} * 2,71 * 8509,97^{1,14} (12 - 1,83) + 0,042 (2 - 2) + 0,0323 (5 - 3)$$

$$K = 0,90 \frac{t * m^2 * h}{ha * J * cm}$$

3.8.2. Factor de vegetación C

Es la relación existente entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un tipo de vegetación y con unas determinadas técnicas de cultivo y las pérdidas correspondientes al barbecho continuo, Figura 7.

FACTOR C									
VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS									
Cubierta vegetal			Cubierta en contacto con el suelo						
Tipo y altura de la cubierta	Recubrimiento (%)	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo						
			0	20	40	60	80	95-100	
Columna núm.	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cubierta inapreciable		G	.45	.20	.10	.042	.013	.003	
		W	.45	.24	.15	.090	.043	.011	
Plantas herbáceas y matorros (0,5 m.)	25	G	.36	.17	.09	.038	.012	.003	
		W	.36	.20	.13	.082	.041	.011	
	50	G	.26	.13	.07	.035	.012	.003	
		W	.26	.16	.11	.075	.039	.011	
		75	G	.17	.10	.06	.031	.011	.003
			W	.17	.12	.09	.067	.038	.011
Matorral (2 m.)	25	G	.40	.18	.09	.040	.013	.003	
		W	.40	.22	.14	.085	.042	.011	
	50	G	.34	.16	.085	.038	.012	.003	
		W	.34	.19	.13	.081	.041	.011	
		75	G	.28	.14	.08	.036	.012	.003
			W	.28	.17	.12	.077	.040	.011
Arbolado sin matorral pequeño apreciable (4 m.)	25	G	.42	.19	.10	.041	.013	.003	
		W	.42	.23	.14	.087	.042	.011	
	50	G	.39	.18	.09	.040	.013	.003	
		W	.39	.21	.14	.085	.042	.011	
		75	G	.36	.17	.09	.039	.012	.003
			W	.36	.20	.13	.083	.041	.011

G = cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 cm. de humus.
W = ídem por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Figura 7. Valores para el factor C de vegetación (Martínez y Navarro, 1996).

La cubierta de la cárcava de estudio está compuesta por plantas, herbáceas y matorros, lo que significa que $C=0,2$.

3.8.3. Factor de prácticas de conservación de suelos P

Puesto que no se realiza ningún tipo de práctica de conservación de suelos, el factor $P=1$.

3.8.4. Factor topográfico LxS

El factor topográfico de la MUSLE, viene definido por dos parámetros: longitud de pendiente (L) e inclinación de la pendiente (S).

La longitud de pendiente (L) es definida como la distancia horizontal desde el origen de un flujo hasta el punto, donde: El gradiente de la pendiente reduce lo suficiente para que la deposición comience, y el escurrimiento llega a ser concentrado en un canal definido.

La longitud de pendiente, es la proyección horizontal, no la distancia paralela a la superficie del suelo.

La inclinación de la pendiente (S) es el factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

La pendiente y la longitud de la pendiente son medidas perpendicular a las curvas de nivel.

El factor LS combinado en MUSLE representa la proporción de pérdida de suelo de una longitud e inclinación dada.

Se calcula a partir de la siguiente fórmula,

Para pendientes menores del 9%:

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13} \right)^{0,3} * (0,065 + 0,0454s + 0,0065s^2)$$

Para pendientes mayores del 9%

$$\overline{LxS} = \left(\frac{\gamma}{22,13} \right)^{0,3} * \left(\frac{S}{9} \right)^{1,3}$$

$$\text{Y siendo, } \gamma \text{ (m)} = 500 * \left(\frac{S(Km^2)}{Lríos(Km)} \right)^{0,3} \text{ y } S \text{ (\%)} = 500 * \left(\frac{Dcn(Km)*Ltcn(Km)}{S(Km^2)} \right) * 100$$

Siendo:

\overline{LxS} = Factor topográfico de la MUSLE

γ = Longitud media de la ladera

S = Pendiente media de la cuenca

Lríos = Longitud de los cursos de agua de la cuenca

Dcn: Distancia entre curvas de nivel

Ltcn: Longitud de todas las curvas de nivel

Para la cuenca tenemos:

$$Lríos = 3332,19 \text{ m}$$

$$S = 77145,27 \text{ m}^2$$

$$S (\%) = 31,30 \%$$

$$\gamma \text{ (m)} = 500 * \left(\frac{77145,27}{3332,19} \right)^{0,3} = 1283,35 \text{ m}$$

$$\overline{LxS} = \left(\frac{1283,35}{22,13} \right)^{0,3} * \left(\frac{31,30}{9} \right)^{1,3} = 17,08$$

3.8.5. Cálculo de la pérdida de suelo por erosión

$$Y = 11,8 \cdot (E_s \cdot Q_p)^{0,56} \cdot \bar{K} \cdot \bar{C} \cdot \bar{P} \cdot \overline{L \cdot S}$$

$$Y = 11,8 \cdot (0,77 \cdot 0,428)^{0,56} \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 17,08 = 19,48 \text{ t}$$

Se incluye en la clasificación de Fao – Pnuma – Unesco (1981) referente a las pérdidas de suelo como consecuencia de la erosión hídrica:

Tabla 8. Interpretación del grado de erosión hídrica en función de las pérdidas de suelo producidas.

Pérdidas de suelo	Grado de erosión hídrica
< 10	Ninguna o ligera
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muy alta

Según la Tabla 8, la cárcava de estudio posee un grado de erosión hídrica moderada.

Anejo II. Estudio climático.

ÍNDICE ANEJO II. ESTUDIO CLIMÁTICO.

1.	Datos utilizados	1
1.1.	Situación de la zona de estudio	1
1.2.	Elección del observatorio.....	1
2.	Estudio de las precipitaciones.	2
2.1.	Estudio de la dispersión	4
2.2.	Estudio de las precipitaciones máximas en 24 horas.....	7
2.3.	Estudio de las temperaturas	8
2.4.	Régimen de heladas.....	9
1.6.1.	Estimaciones directas.....	10
1.6.2.	Estimaciones indirectas.....	10
3.	Estudio de la radiación	13
4.	Estudio de la evapotranspiración potencial.....	15
5.	Estudio de los vientos.....	16
6.	Índices y clasificaciones climáticas	16
6.1.	Índices de continentalidad	16
6.1.1.	Índice de Oceanidad de Kerner	17
6.1.2.	Índice de Continentalidad de Gorzynski.....	17
6.2.	Índices climáticos	18
6.2.1.	Índice de Lang.....	18
6.2.2.	Índice de Martonne.....	18
6.2.3.	Índice de Emberger	19
6.2.4.	Índice de Vernet	20
6.3.	Climodiagrama ombrotérmico de Gaussen.....	21
6.4.	Clasificación climática de Köppen	22
6.5.	Cuadro resumen de índices y Clasificaciones climáticas	23

Este estudio permite conocer las características climáticas de la zona de actuación. Estas características van a ser decisivas en la elaboración y desarrollo del presente proyecto.

1. DATOS UTILIZADOS

1.1. Situación de la zona de estudio

La zona donde se va a ubicar la zona de actuación se encuentra en el término municipal de Tortoles (Ávila). Las coordenadas del centro de la parcela son UTM 30T X = 308.949; Y = 4.492.640, en el sistema de proyección ETRS89.

Se trata de un páramo arenoso a una altitud de 1315 metros sobre el nivel del mar. La exposición es a todos los vientos.

1.2. Elección del observatorio

La elección del observatorio se llevará a cabo considerando las características topográficas y altitudinales de la zona que son las que afectan a la representatividad de una estación meteorológica respecto a un área determinada (Gandullo Gutiérrez, 1994).

El criterio principal se tiene que basar en la consideración de las características geográficas del relieve. Según este criterio el observatorio deberá ubicarse en la misma cuenca hidrográfica, estar situado a una altitud similar a la parcela estudiada y localizado en la misma orientación en cuanto a la posición respecto a las cadenas montañosas importantes.

Otra característica importante está relacionada con la serie de datos que han recogido. Esta debe ser completa y actualizada. Se deben descartar aquellos observatorios con más de un año consecutivo sin registros o con falta de datos consecutivos en un mismo mes. En el caso de que existan lagunas esporádicas éstas se completaran con la media de la serie.

La serie de datos pluviométricos debe tener, como mínimo, 30 años, la de datos térmicos 15 años y el resto de parámetros superior a 10 años (Turrión Nieves, 2012).

El criterio de proximidad a la zona de estudio se tiene en cuenta si se presentan varios observatorios que reúnen las características definidas anteriormente.

A partir de los criterios definidos la elección del observatorio se declina por el ubicado en Navacepedilla de Corneja (ver Tabla 1) para los datos termopluiométricos y el ubicado en Ávila (ver Tabla 2) para los datos de insolación y vientos.

Tabla 1. Datos descriptivos del observatorio meteorológico de Navacepedilla de Corneja (Ávila).

Nombre del observatorio	Navacepedilla de Corneja
Provincia	Ávila
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2834
Tipo de observatorio	Termopluiométrico
Altitud	1250 msnm
Latitud	40° 29' 10''
Longitud	05° 11' 07''
Año inicial de toma de datos	1973

Tabla 2. Datos descriptivos del observatorio meteorológico de Ávila.

Nombre del observatorio	Ávila
Provincia	Ávila
Cuenca hidrográfica	Duero
Indicativo climatológico	2444
Tipo de observatorio	Completo
Altitud	1130 msnm
Latitud	40° 39' 33"
Longitud	04° 40' 48"
Año inicial de toma de datos	1986

Los datos han sido facilitados por parte de la Agencia Estatal de Meteorología.

En la Figura 1 se muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas respecto de la zona de actuación del proyecto.

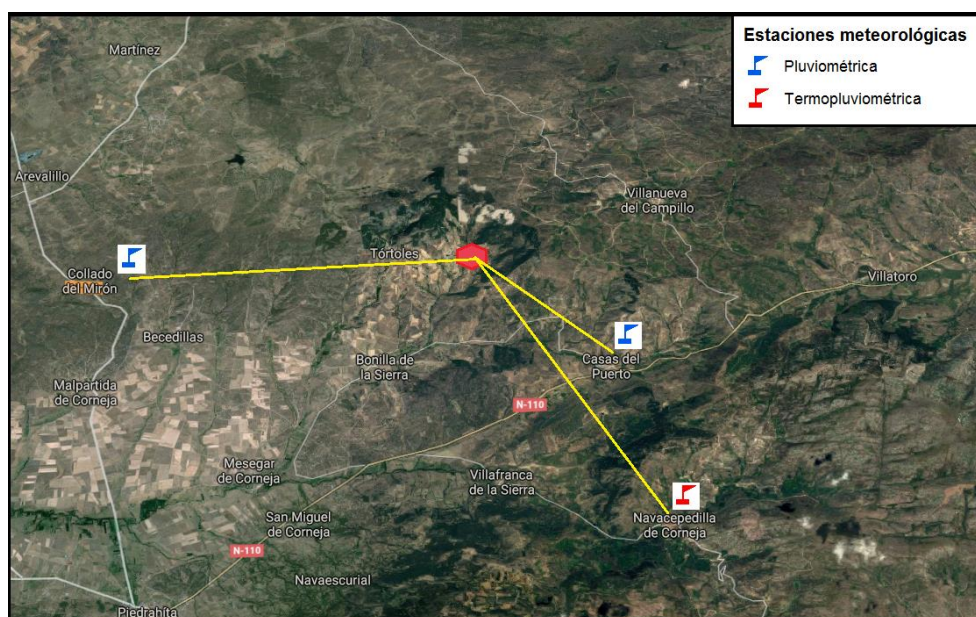


Figura 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas a nuestra zona de actuación (punto rojo).

2. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES.

Las precipitaciones junto con la temperatura van a condicionar las repoblaciones que se realizarán después de haber realizado la corrección de la cárcava.

Los rasgos más característicos de las precipitaciones son la irregularidad, la duración e intensidad y la disponibilidad hídrica.

Para el estudio de las precipitaciones se utiliza la serie de 30 años (1986-2015) recogida en el observatorio de Navacepedilla de Corneja (2834). Para completar los datos en los meses que faltaban se ha empleado la media de toda la serie de años para el mes correspondiente.

Debido a que la altitud que presenta la zona de actuación del proyecto es similar a la altitud del observatorio no se considera la corrección por gradiente altitudinal.

Los datos básicos de precipitación, media mensual (P_{media}) y media anual (P_{anual}) se calculan a partir de los datos de lluvias totales mensuales. En la Tabla 3 se recogen los valores de cada uno de estos parámetros.

Tabla 3. Precipitación para cada mes y año. Precipitación anual (P_{anual}) (en negrita) y precipitación media mensual (P_{media}) para cada mes (abajo) y precipitación media anual (sobre fondo gris). Determinadas a partir de la serie de datos 1986 - 2015 (30 años) por el observatorio de Navacedilla de Corneja (2834). Todas las medidas en mm. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P_{anual}
1986	54,8	110,7	34,4	74,8	0,9	0,0	7,0	6,7	94,3	36,3	35,4	61,2	516,5
1987	123,3	105,2	33,6	57,5	59,2	12,1	46,0	19,7	28,4	79,9	11,8	192,1	768,8
1988	116,9	26,0	14,6	131,9	136,7	106,7	22,0	0,0	6,7	57,9	60,7	4,6	684,7
1989	50,1	77,5	37,6	142,5	76,8	95,3	39,5	9,6	67,3	39,7	335,5	226,8	1198,2
1990	56,4	5,0	31,8	94,2	21,0	0,5	32,0	43,5	58,2	138,2	91,0	57,8	629,6
1991	57,0	76,6	161,2	72,7	9,6	5,3	34,7	0,0	53,0	105,8	46,6	39,6	662,1
1992	57,7	21,9	25,3	107,7	74,6	107,5	4,7	76,3	67,2	197,1	23,6	72,1	835,7
1993	25,3	39,4	23,5	74,1	158,0	50,3	3,2	0,0	24,7	298,7	106,9	49,6	853,7
1994	71,5	106,9	26,0	42,0	140,4	16,1	7,2	0,0	28,8	87,0	65,1	62,3	653,3
1995	51,9	79,9	51,4	29,1	87,3	153,8	37,1	31,8	43,9	8,4	127,3	163,0	864,9
1996	413,4	90,4	91,4	59,1	169,4	34,2	9,9	12,2	50,5	51,0	61,0	255,5	1298,0
1997	67,0	19,0	0,0	42,1	86,3	68,0	41,1	71,2	62,5	41,8	350,1	151,3	1000,4
1998	62,5	29,2	19,5	111,4	132,6	18,1	0,0	36,5	84,8	28,7	62,0	68,2	653,5
1999	54,8	42,9	51,8	66,4	77,9	13,4	9,6	8,5	108,6	106,5	38,9	67,7	647,0
2000	12,6	8,8	58,3	163,7	80,7	19,1	20,5	0,0	56,2	95,8	163,2	253,6	932,5
2001	153,4	95,6	165,3	8,6	67,2	21,9	35,0	2,3	23,1	135,5	11,5	14,5	733,9
2002	128,7	42,4	169,0	78,4	71,5	39,5	3,0	54,3	63,6	98,2	158,1	171,8	1078,5
2003	137,0	154,9	68,5	102,7	51,8	16,5	0,0	74,1	25,0	215,2	152,2	137,9	1135,8
2004	46,6	18,4	107,2	19,3	132,0	15,0	0,0	23,3	3,2	174,0	48,2	54,7	641,9
2005	1,3	63,0	38,7	56,1	38,5	15,4	0,0	15,7	16,5	281,5	84,4	119,1	730,2
2006	25,3	73,1	96,3	48,5	24,9	28,2	13,5	12,3	52,9	176,1	114,0	58,0	723,1
2007	32,4	118,4	47,6	117,2	137,4	38,8	1,1	61,3	22,7	63,6	89,5	18,6	748,6
2008	49,0	56,2	65,9	180,8	154,4	59,9	6,0	8,5	44,3	114,9	61,8	69,0	870,7
2009	123,5	45,2	39,6	63,9	36,7	32,7	0,0	7,0	14,9	49,1	78,2	193,9	684,7
2010	63,2	181,8	62,6	90,7	56,8	73,3	21,5	0,0	42,6	83,6	111,0	163,4	950,5
2011	54,6	64,4	120,0	62,2	76,8	21,6	10,0	55,2	4,1	46,7	142,0	25,3	682,9
2012	21,3	9,9	15,7	186,3	47,9	1,9	21,0	17,0	69,0	78,4	118,2	51,6	638,2
2013	158,3	71,3	177,9	60,0	77,0	38,4	21,0	6,5	88,7	65,2	41,6	130,8	936,7
2014	158,9	101,7	135,3	126,0	58,7	13,4	26,2	2,7	55,8	80,0	182,4	48,8	989,9
2015	77,9	79,1	30,7	67,1	1,9	82,4	3,3	33,2	57,2	75,7	110,3	52,4	671,2
P_{media}	83,6	67,2	66,7	84,6	78,2	40,0	15,9	23,0	47,3	103,7	102,8	101,2	813,9

En la Figura 2 se representan las precipitaciones medias mensuales.

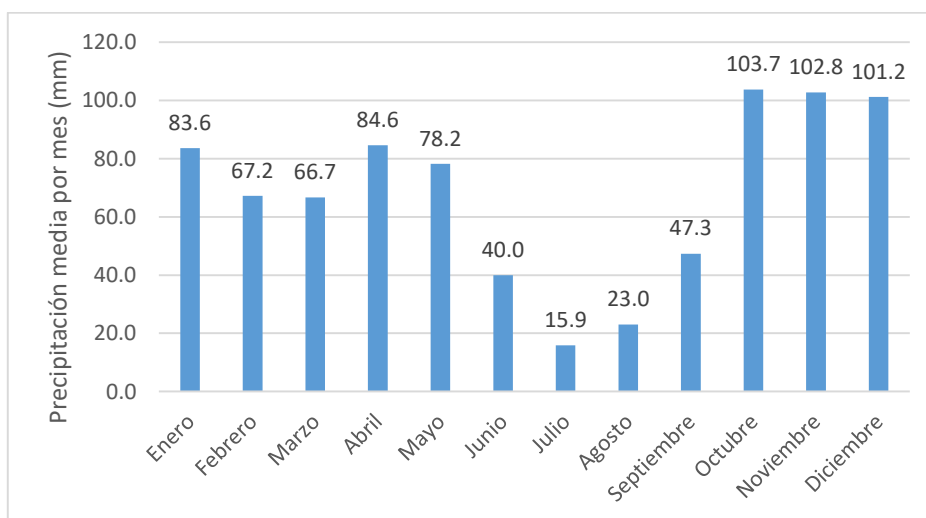


Figura 2. Precipitaciones medias mensuales para la serie de datos 1986 - 2015 (30 años) por el observatorio de Navacedilla de Corneja (2834).

La precipitación media anual es de 813,9 mm. Los meses en los que mayor precipitación se recoge son octubre, noviembre y diciembre con 103,7; 102,8 y 101,2 mm de media, respectivamente. El mes más seco es julio, en este mes la precipitación media es de 15,9 mm.

En la Figura 3, se recogen los datos de precipitaciones clasificados según las estaciones.

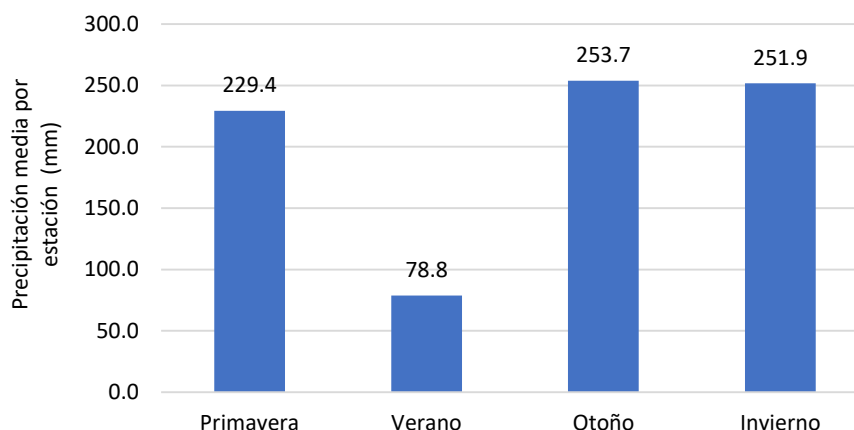


Figura 3. Distribución de las precipitaciones por estación. En negrita valor de la precipitación en mm para cada estación. Primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto), otoño (septiembre, octubre y noviembre) e invierno (diciembre, enero y febrero). (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

Como se puede observar la precipitación media anual es de 813,9 mm, siendo la precipitación en otoño de 253,7 mm, la de invierno 251,9 mm, la de primavera de 229,4 mm y la de verano de 78,8 mm.

2.1. Estudio de la dispersión

Para realizar una restauración hidrológico-forestal de cárcavas, es imprescindible tener en cuenta las precipitaciones caídas, pues de estas depende la escorrentía que se produce en la cuenca, escorrentía que es a su vez responsable de su erosión (Principios generales de la restauración hidrológico-forestal; El sistema corrector de cuencas torrenciales, MAPAMA 2016). Por lo cual es necesario determinar la distribución de las precipitaciones. A partir de la distribución se puede clasificar los años en muy secos, secos, normales, húmedos y muy húmedos.

Para llevar a cabo el estudio de la dispersión se realiza un análisis de percentiles, en los estudios de precipitación se utilizan los quintiles. Estos dividen la serie en cinco partes iguales (Valiente, 2001). Con el estudio de los quintiles se determina la probabilidad de que las precipitaciones anuales o mensuales sean menores de un determinado valor y se clasifican los distintos años en función de su precipitación. Se asocian probabilidades de ocurrencia de precipitaciones de un determinado volumen para cada mes.

El quintil 1 se asocia con una probabilidad menor del 20 %, es decir la probabilidad de que el volumen de precipitación, para el mes correspondiente, sea menor que el valor del quintil 1 es del 20 %. Los valores de probabilidad aumentan en un 20 % para el quintil inmediatamente superior. Para el quintil 2 existe un 40 % de probabilidad de que la precipitación sea menor al valor de ese quintil. Para el quintil 5 la probabilidad de que la precipitación sea menor al valor es del 100 %.

A partir de la clasificación en quintiles se puede calificar como: muy seco (precipitación menor al quintil 1), seco (precipitación entre el primer quintil y el segundo), normal (precipitación entre el segundo quintil y el tercero), húmedo (entre el tercer y el cuarto quintil) y muy húmedo (precipitación mayor del cuarto quintil).

La posición de cada quintil dentro de la serie de datos se determina a partir del cociente del número de años de la serie, en este caso 30, entre los cinco quintiles y multiplicado por el número del quintil. Así, para el quintil 1 su posición es entre el dato 6 y 7 de la serie.

En la Tabla 4 se recogen los datos de precipitación para la serie de 30 años ordenados de forma ascendente para cada mes y para la precipitación anual (P_{anual}). Además, se calculan los quintiles y la mediana.

Tabla 4. Precipitaciones mensuales y anuales para la serie de 30 años, ordenadas de menor a mayor, quintiles (Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 y Q_5), mediana y precipitación media para cada mes y anual (P_{media} y P_{anual}) (en negrita). Todas las medidas en mm. El cálculo de los quintiles y la mediana se ha realizado mediante la media aritmética de los valores inmediatamente superior e inferior a la posición del quintil. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PANUAL
1	1,3	5,0	0,0	8,6	0,9	0,0	0,0	0,0	3,2	8,4	11,5	4,6	43,5
2	12,6	8,8	14,6	19,3	1,9	0,5	0,0	0,0	4,1	28,7	11,8	14,5	116,8
3	21,3	9,9	15,7	29,1	9,6	1,9	0,0	0,0	6,7	36,3	23,6	18,6	172,7
4	25,3	18,4	19,5	42,0	21,0	5,3	0,0	0,0	14,9	39,7	35,4	25,3	246,8
5	25,3	19,0	23,5	42,1	24,9	12,1	0,0	0,0	16,5	41,8	38,9	39,6	283,7
6	32,4	21,9	25,3	48,5	36,7	13,4	1,1	0,0	22,7	46,7	41,6	48,8	339,1
Q1	39,5	24,0	25,7	52,3	37,6	13,4	2,1	1,2	22,9	47,9	44,1	49,2	359,7
7	46,6	26,0	26,0	56,1	38,5	13,4	3,0	2,3	23,1	49,1	46,6	49,6	380,3
8	49,0	29,2	30,7	57,5	47,9	15,0	3,2	2,7	24,7	51,0	48,2	51,6	410,7
9	50,1	39,4	31,8	59,1	51,8	15,4	3,3	6,5	25,0	57,9	60,7	52,4	453,4
10	51,9	42,4	33,6	60,0	56,8	16,1	4,7	6,7	28,4	63,6	61,0	54,7	479,9
11	54,6	42,9	34,4	62,2	58,7	16,5	6,0	7,0	28,8	65,2	61,8	57,8	495,9
12	54,8	45,2	37,6	63,9	59,2	18,1	7,0	8,5	42,6	75,7	62,0	58,0	532,6
Q2	54,8	50,7	38,2	65,2	63,2	18,6	7,1	8,5	43,3	77,1	63,6	59,6	549,7
13	54,8	56,2	38,7	66,4	67,2	19,1	7,2	8,5	43,9	78,4	65,1	61,2	566,7
14	56,4	63,0	39,6	67,1	71,5	21,6	9,6	9,6	44,3	79,9	78,2	62,3	603,1
15	57,0	64,4	47,6	72,7	74,6	21,9	9,9	12,2	50,5	80,0	84,4	67,7	642,9
Mediana	57,4	67,9	49,5	73,4	75,7	25,1	10,0	12,3	51,7	81,8	87,0	68,0	659,5
16	57,7	71,3	51,4	74,1	76,8	28,2	10,0	12,3	52,9	83,6	89,5	68,2	676,0
17	62,5	73,1	51,8	74,8	76,8	32,7	13,5	15,7	53,0	87,0	91,0	69,0	700,9
18	63,2	76,6	58,3	78,4	77,0	34,2	20,5	17,0	55,8	95,8	106,9	72,1	755,8
Q3	65,1	77,1	60,5	84,6	77,5	36,3	20,8	18,4	56,0	97,0	108,6	95,6	797,2
19	67,0	77,5	62,6	90,7	77,9	38,4	21,0	19,7	56,2	98,2	110,3	119,1	838,6
20	71,5	79,1	65,9	94,2	80,7	38,8	21,0	23,3	57,2	105,8	111,0	130,8	879,3
21	77,9	79,9	68,5	102,7	86,3	39,5	21,5	31,8	58,2	106,5	114,0	137,9	924,7
22	116,9	90,4	91,4	107,7	87,3	50,3	22,0	33,2	62,5	114,9	118,2	151,3	1046,1
23	123,3	95,6	96,3	111,4	132,0	59,9	26,2	36,5	63,6	135,5	127,3	163,0	1170,6
24	123,5	101,7	107,2	117,2	132,6	68,0	32,0	43,5	67,2	138,2	142,0	163,4	1236,5
Q4	126,1	103,5	113,6	121,6	134,7	70,7	33,4	48,9	67,3	156,1	147,1	167,6	1290,4
25	128,7	105,2	120,0	126,0	136,7	73,3	34,7	54,3	67,3	174,0	152,2	171,8	1344,2
26	137,0	106,9	135,3	131,9	137,4	82,4	35,0	55,2	69,0	176,1	158,1	192,1	1416,4
27	153,4	110,7	161,2	142,5	140,4	95,3	37,1	61,3	84,8	197,1	163,2	193,9	1540,9
28	158,3	118,4	165,3	163,7	154,4	106,7	39,5	71,2	88,7	215,2	182,4	226,8	1690,6
29	158,9	154,9	169,0	180,8	158,0	107,5	41,1	74,1	94,3	281,5	335,5	253,6	2009,2
Q5	413,4	181,8	177,9	186,3	169,4	153,8	46,0	76,3	108,6	298,7	350,1	255,5	2417,8

Tabla 5. Resumen quintiles (muy seco (Q1), seco (entre Q1 y Q2), normal (entre Q2 y Q3), húmedo (entre Q3 y Q4) y muy húmedo (mayor del Q4)), mediana y precipitación media para cada mes y anual (P_{media} y P_{anual}). Todas las medidas en mm. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P_{anual}
P_{media}	83,6	67,2	66,7	84,6	78,2	40,0	15,9	23,0	47,3	103,7	102,8	101,2	813,9
Q1	39,5	24,0	25,7	52,3	37,6	13,4	2,1	1,2	22,9	47,9	44,1	49,2	359,7
Q2	54,8	50,7	38,2	65,2	63,2	18,6	7,1	8,5	43,3	77,1	63,6	59,6	549,7
Q3	65,1	77,1	60,5	84,6	77,5	36,3	20,8	18,4	56,0	97,0	108,6	95,6	797,2
Q4	126,1	103,5	113,6	121,6	134,7	70,7	33,4	48,9	67,3	156,1	147,1	167,6	1290,4
Q5	413,4	181,8	177,9	186,3	169,4	153,8	46,0	76,3	108,6	298,7	350,1	255,5	2417,8
Mediana	57,4	67,9	49,5	73,4	75,7	25,1	10,0	12,3	51,7	81,8	87,0	68,0	659,5

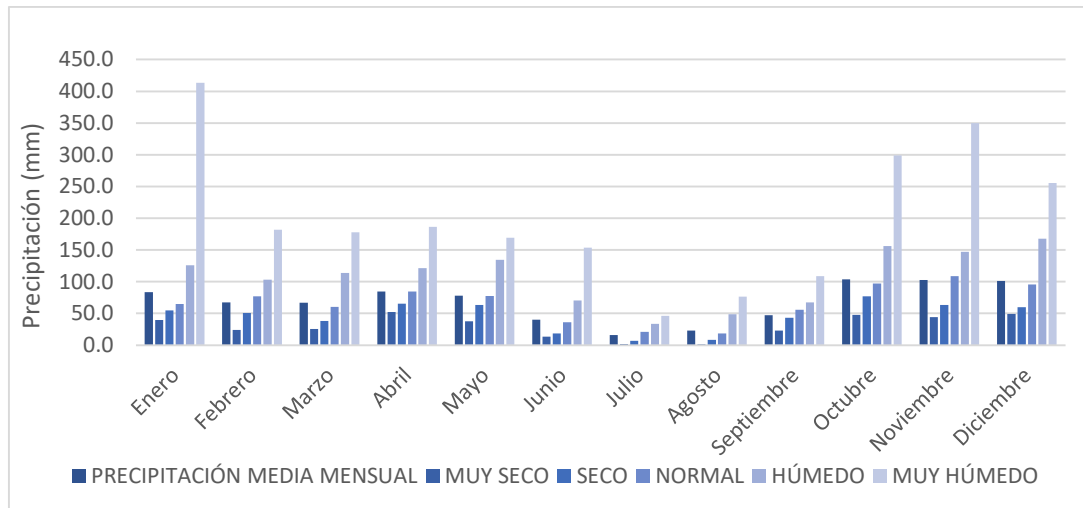


Figura 4. Estudio de la dispersión de las precipitaciones. Representación de la precipitación media mensual (mm) frente a la precipitación de los años muy secos, secos, normales, húmedos y muy húmedos, determinados a partir de los quintiles de la

En la Figura 4, se representa la dispersión interanual de las precipitaciones anuales. Se clasifican en función de su posición respecto a los quintiles: por debajo del quintil 1 corresponde con años muy secos, entre el quintil 1 y el 2 años secos, entre el 2 y el 3 años normales, entre el 3 y el 4 años húmedos, mayores que el quintil 4 años muy húmedos.

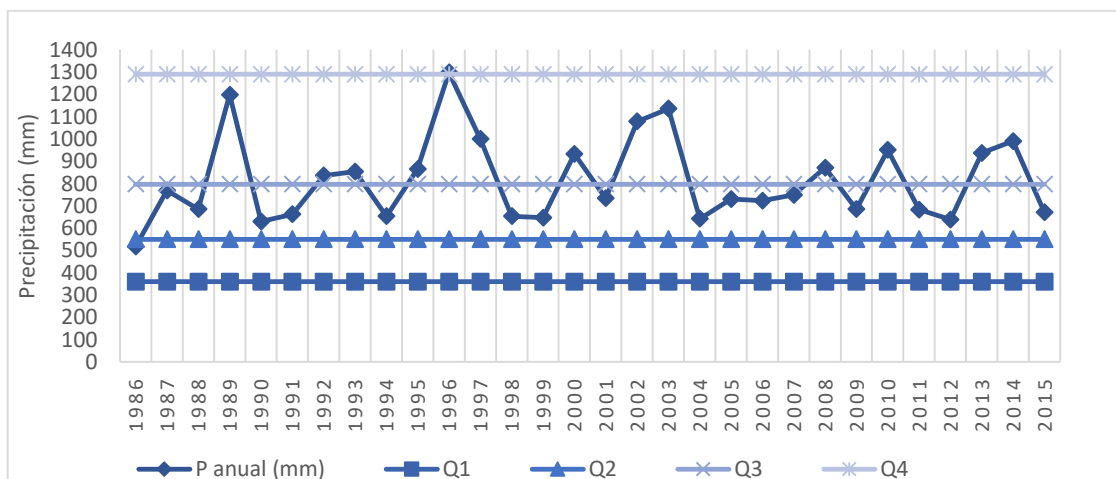


Figura 5. Dispersión interanual de la precipitación. Calculada a partir de la precipitación anual de cada año de la serie. La precipitación media anual por debajo del quintil 1 representa años muy secos, entre el quintil 1 y el 2 años secos, entre el 2 y el 3 años normales, entre el 3 y el 4 años húmedos y por encima del quintil 4 años muy húmedos.

En la Figura 5 se puede ver la dispersión de las precipitaciones anuales en la serie de 1986 a 2015.

2.2. Estudio de las precipitaciones máximas en 24 horas

La intensidad de lluvia influye notoriamente en el uso del suelo. Las lluvias violentas pueden originar importantes daños, degradación de la estructura del suelo, erosión, inundaciones, daños en cultivos, etc.

En la Tabla 6, aparece para cada mes el valor más alto de las precipitaciones máximas absolutas en 24 horas, la media mensual de los 30 años de que consta la serie, ambas en mm, y la frecuencia, el número de veces que cada mes presentó el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24h en la serie de años considerada.

Tabla 6. Cuadro resumen de precipitaciones máximas en 24 horas [mm/24h]. Donde Máx. Pmax. 24h, hace referencia al valor más alto de las precipitaciones máximas absolutas en 24 horas, en mm; Med. Pmax. 24 horas, hace referencia a la precipitación media mensual de los 30 valores de los que consta la serie, en mm; y la frecuencia, el número de veces que cada mes presentó el valor más alto de las precipitaciones máximas en 24h durante esos 30 años.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Máx. Pmax. 24h	89.2	73	57.5	54	51.1	68.4	28.8	52	67.5	59	76	55.5
Med. Pmax. 24h	24.2	21.0	22.7	20.9	21.9	16.0	10.1	13.2	21.1	30.0	27.8	27.3
Frecuencia	3	1	1	2	1	1	0	0	3	8	4	6

En la se recogen los valores de las precipitaciones máximas absolutas en 24 horas para cada mes y la frecuencia en la que se repiten en ese mes durante los 30 años de la serie.

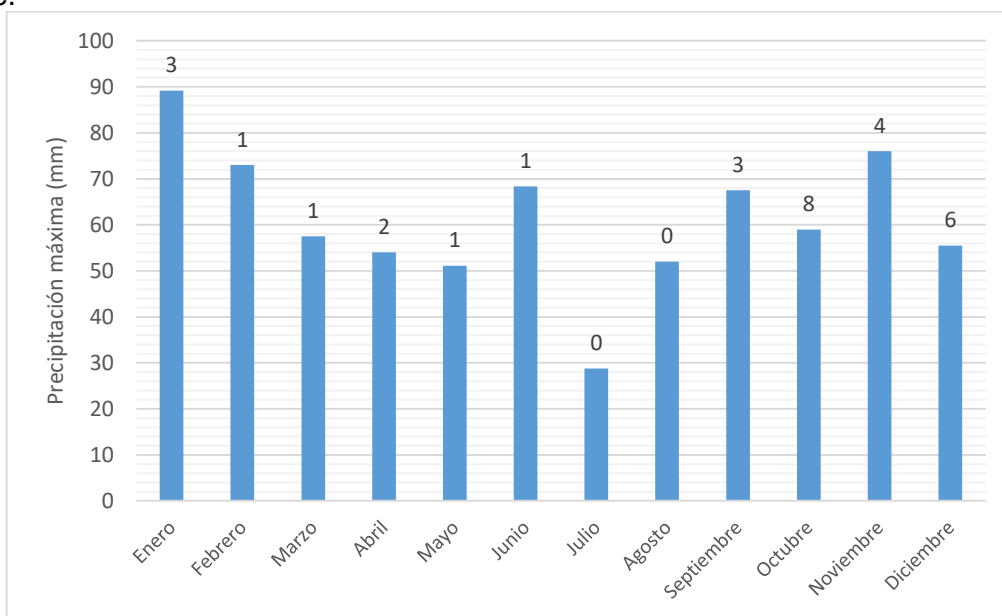


Figura 6. Precipitación máxima absoluta en 24 horas para cada mes del año (barras), en mm, y frecuencia (número en negrita situado encima de las barras) en que se repite la precipitación máxima para ese mes del año en la serie de 30 años (1986 – 2015). Fuente: (Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

En la Figura 6 se puede observar que en el mes de enero se alcanza el valor más alto de precipitación máxima absoluta en 24 horas. Además, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, hay una mayor frecuencia de precipitaciones máximas en 24 horas.

2.3. Estudio de las temperaturas

El estudio de las temperaturas junto al estudio de las precipitaciones son los elementos más importantes a la hora de definir el clima de una zona.

La variación espacial en las temperaturas está directamente relacionada con la latitud, la proximidad al mar y el relieve. En la elección del observatorio se han tenido en cuenta estos criterios, por ello se ha elegido el de Navacedilla de Corneja (2834). Este observatorio se encuentra en la cuenca hidrográfica del Duero con una altitud de 1250 metros sobre el nivel del mar frente a los 1315 metros de la zona de actuación, además presenta la misma orientación, todos los vientos, y están próximos entre sí, 12,5 kilómetros en línea recta.

Los observatorios meteorológicos registran la temperatura del aire medida a 1,5 metros del suelo, por lo que serán estos datos de temperatura los empleados en este estudio (Font Tullot, 1983).

Se utilizan los datos recogidos durante la serie de 15 años, desde 2001 al 2015.

En la Tabla 11 se recoge el cuadro resumen de temperaturas por meses. En este resumen se representan las temperaturas: máxima absoluta (T_a), media de las máximas absolutas ($T'a$), media de las máximas (T), media (tm), media de las mínimas (t), media de las mínimas absolutas ($t'a$) y mínima absoluta, extraídas a partir de la serie de 20 años.

Tabla 7. Resumen de las temperaturas por meses, en °C. T_a (temperatura máxima absoluta), $T'a$ (temperatura media de las máximas absolutas), T (temperatura media de las máximas), tm (temperatura media), t (temperatura media de las mínimas), $t'a$ (temperatura media de mínimas absolutas), ta (temperatura mínima absoluta).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
$T'a$	16,3	16,1	20,8	22,8	27,0	31,4	33,5	33,7	30,4	25,4	18,9	16,4
T_a	23,0	20,0	24,0	25,5	31,5	34,5	36,5	38,0	36,5	30,0	25,0	20,0
T	8,5	8,8	12,0	14,6	18,8	24,5	28,5	28,1	24,1	18,2	11,0	9,0
tm	3,2	3,1	5,9	8,2	11,7	16,6	19,1	19,1	15,9	11,4	5,6	3,6
t	-2,1	-2,5	-0,1	1,8	4,7	8,7	9,6	10,1	7,8	4,7	0,4	-1,9
$t'a$	-8,2	-7,9	-6,7	-3,8	-1,4	3,2	4,1	4,2	1,6	-1,5	-5,5	-7,7
ta	-14,0	-11,0	-12,0	-6,0	-3,5	0,0	2,0	0,0	0,0	-5,0	-11,0	-11,0

En la se representan los datos de temperaturas recogidos en la Tabla 7 , con el objetivo de observar la variación de las temperaturas a lo largo del año.

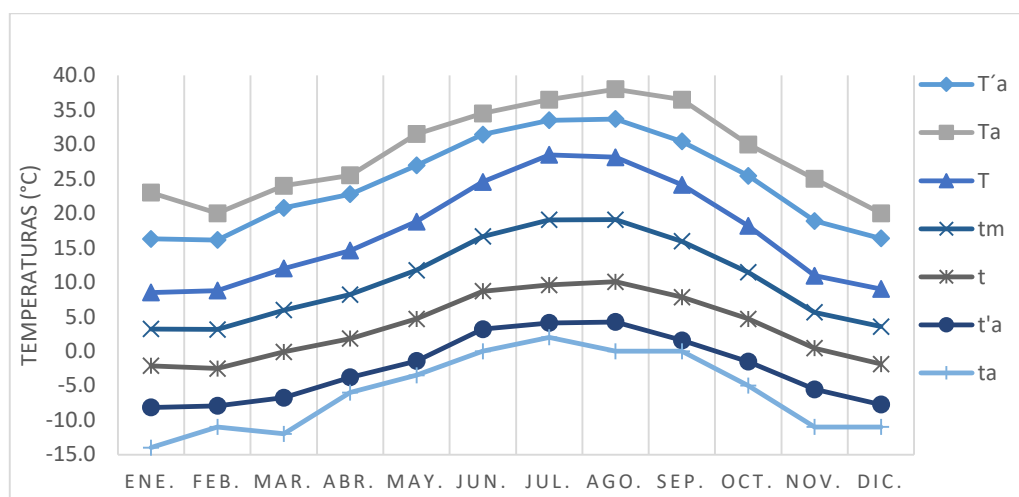


Figura 7. Resumen de temperaturas por meses, en °C. Ta (temperatura máxima absoluta), T'a (temperatura media de las máximas absolutas), T (temperatura media de las máximas), tm (temperatura media), t (temperatura media de las mínimas), t'a (temperatura media de mínimas absolutas), ta (temperatura mínima absoluta). (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

En la Figura 7 se puede observar que en el mes de agosto se alcanzan la temperatura máxima absoluta más elevada, 38 °C; por el contrario, la temperatura mínima absoluta, se alcanza en el mes de enero, -14 °C.

En la Tabla 8 se recoge el resumen de temperaturas por estaciones y anual. Las estaciones se clasifican a partir del primer día del primer mes del intervalo hasta el último día del último mes del intervalo, es decir, otoño, recoge los datos desde el 1 de septiembre hasta el 30 de noviembre.

Tabla 8. Resumen de las temperaturas por estación y anual (en negrita), en °C. Otoño (septiembre, octubre y noviembre), invierno (diciembre, enero y febrero), primavera (marzo, abril y mayo) y verano (junio, julio y agosto). Ta (temperatura máxima absoluta), T'a (temperatura media de las máximas absolutas), T (temperatura media de las máximas), tm (temperatura media), t (temperatura media de las mínimas), t'a (temperatura media de mínimas absolutas), ta (temperatura mínima absoluta).

	Otoño	Invierno	Verano	Primavera	Anual
Ta	24,9	16,3	32,9	23,5	24,4
T'a	30,5	21,0	36,3	27,0	28,7
T	17,7	8,8	27,1	15,1	17,2
tm	11,0	3,3	18,3	8,6	10,3
t	4,3	-2,2	9,5	2,1	3,4
t'a	-1,8	-7,9	3,8	-4,0	-2,5
ta	-5,3	-12,0	0,7	-7,2	-6,0

De la Tabla 8 cabe destacar la temperatura media anual, 10,3 °C.

2.4. Régimen de heladas

Dentro del estudio de las temperaturas, un condicionante del tipo de cultivo a implantar es la probabilidad de heladas.

En este estudio los periodos de heladas se van a definir mediante el método directo, y mediante el método indirecto, esto es posible debido a que la estación de Navacepedilla de Corneja recoge una serie de datos de heladas de 15 años (2001 - 2015).

La estimación de los periodos de heladas se realiza teniendo en cuenta el año agrícola (comienza en septiembre).

1.6.1. Estimaciones directas

En la se recogen las fechas de los distintos periodos de heladas estudiados.

Tabla 9. Datos de heladas obtenidos en el estudio de las mismas durante el periodo 2001 - 2015. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

Fecha más temprana de la primera helada	12 de septiembre de 2008
Fecha más tardía de la primera helada	5 de noviembre de 2014
Fecha más temprana de última helada	30 de abril de 2013
Fecha más tardía de última helada	3 de agosto de 2002
Fecha media de la primera helada	4 de octubre
Fecha media de última helada	20 de mayo
Mínima absoluta alcanzada y fecha	-14°C en enero de 2003
Periodo medio de heladas	Del 4 de octubre al 20 de mayo
Periodo máximo de heladas	Del 12 de septiembre al 3 de agosto
Periodo mínimo de heladas	Del 5 de noviembre al 30 de abril

1.6.2. Estimaciones indirectas.

Los métodos de estimación indirecta se suelen emplear cuando no se dispone de datos directos de heladas, pero en este caso se realizará como una segunda comprobación.

- **Criterio de Emberger**

Los Regímenes de Heladas según Emberger, dividen el año en cuatro períodos con distinto riesgo de heladas: periodo de heladas seguras (Hs) (temperatura media de las mínimas inferior a 0 °C), periodo de heladas muy probables (Hp) (temperatura media de las mínimas entre 0 y 3 °C), periodo de heladas probables (H'p) (temperatura media de las mínimas entre 3 y 7 °C), y periodo libre de heladas (d) (temperatura media de las mínimas superior a 7 °C).

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas (t), reflejadas en la Tabla 7, suponiendo que éstas se producen el día 15 de cada mes, las fechas de inicio y finalización del correspondiente período se estiman por interpolación lineal. El período libre de heladas de Emberger es utilizado para la estimación de la duración del período de actividad vegetativa en fruticultura (Gil-Albert, 1986).

En base a los criterios expuestos con anterioridad, se han clasificado de manera indirecta los periodos de helada para nuestra zona de actuación. Todos los cálculos realizados para obtener los periodos según Emberger, están redondeados a favor de la seguridad.

- Comienzo del Periodo de heladas seguras (Hs): se produce entre el 15 de noviembre y el 15 de diciembre. El día en que la temperatura alcanza el valor de 0 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{0,4 - (-1,9)}{30} = \frac{0,4 - 0}{X} \rightarrow X = 5,22; \text{ redondeando a favor de la seguridad: 5 días.}$$

15 de noviembre + 5 días = 20 de noviembre.

- Final del Periodo de heladas seguras (Hs): se produce entre el 15 de marzo y el 15 de abril. El día en que la temperatura alcanza el valor de 0 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{1,8-(-0,1)}{31} = \frac{0-(-0,1)}{X} ; \rightarrow X= 1,63; \text{ redondeando a favor de la seguridad: 2 días.}$$

15 de marzo + 2 días = 17 de marzo.

- Comienzo del primer tramo del Periodo de heladas muy probables (Hp): se produce entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre. El día en que la temperatura alcanza el valor de 3 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{4,7-0,4}{31} = \frac{4,7-3,0}{X} \rightarrow X= 12,25; \text{ redondeando a favor de la seguridad: 13 días.}$$

15 de octubre + 13 días = 28 de octubre.

- Final del primer tramo del Periodo de heladas muy probables (Hp): se ha calculado al determinar el periodo de heladas seguras, siendo el 20 de noviembre.

- Comienzo del segundo tramo del Periodo de heladas muy probables (Hp): se ha calculado al determinar el periodo de heladas seguras, siendo el 17 de marzo.

- Final del segundo tramo del Periodo de heladas muy probables (Hp): se produce entre el 15 de abril y el 15 de mayo. El día en que la temperatura alcanza el valor de 3 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{4,7-1,8}{30} = \frac{3,0-1,8}{X} \rightarrow X= 12,41; \text{ redondeando a favor de la seguridad: 12 días.}$$

15 de abril + 12 días = 27 de abril.

- Comienzo del primer tramo del Periodo de heladas probables (H'p): se produce entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre. El día en que la temperatura alcanza el valor de 7 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{7,8-4,7}{30} = \frac{7,8-7,0}{X} \rightarrow X= 7,74; \text{ redondeando a favor de la seguridad: 8 días.}$$

15 de septiembre + 8 días = 23 de septiembre.

- Final del primer tramo del Periodo de heladas probables (H'p): se ha calculado al determinar el periodo de heladas seguras, siendo el 28 de octubre.

- Comienzo del segundo tramo del Periodo de heladas probables (H'p): se ha calculado al determinar el periodo de heladas seguras, siendo el 27 de abril.

- Final del segundo tramo del Periodo de heladas probables (H'p): se produce entre el 15 de mayo y el 15 de junio. El día en que la temperatura alcanza el valor de 7 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{8,7-4,7}{31} = \frac{7,0-4,7}{X} \rightarrow X= 20,93; \text{ redondeando a favor de la seguridad: 20 días.}$$

15 de mayo + 20 días = 4 de junio.

A raíz de estos cálculos, se muestra en la Tabla 10, los resultados finales en el área de actuación del Proyecto según el Criterio de Emberger.

Tabla 10. Resultados criterio de Emberger: periodo de heladas seguras (Hs) (temperatura media de las mínimas inferior a 0 °C), periodo de heladas muy probables (Hp) (temperatura media de las mínimas entre 0 y 3 °C), periodo de heladas probables (H'p) (temperatura media de las mínimas entre 3 y 7 °C, y periodo libre de heladas) (d) (temperatura media de las mínimas superior a 7 °C). Fuente: (Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

Periodo de heladas seguras (Hs)	Del 20 de noviembre al 17 de marzo
Periodo de heladas muy probables (Hp)	Del 17 de marzo al 27 de abril y del 28 de octubre al 20 de noviembre
Periodo de heladas probables (H'p)	Del 27 de abril al 4 de junio y del 23 de septiembre al 28 de octubre
Periodo libre de heladas (d)	Del 4 de junio al 23 de septiembre

• Criterio de Papadakis

Según el método de las estaciones libres de heladas según Papadakis, se divide el año en tres estaciones: estación media libre de heladas (EMLH) (temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a 0 °C), estación disponible libre de heladas (EDLH) (temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a 2 °C) y estación mínima libre de heladas (EmLH) (temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a 7 °C).

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas (t'a), recogidas en la Tabla 7. Se supone que éstas se producen el día primero del mes cuando la marcha de las temperaturas es ascendente, y el último día del mes cuando disminuyen. Las fechas de comienzo y final de los diferentes intervalos se calculan por interpolación lineal. Papadakis opta por temperaturas más extremas que describirán mejor los sucesos de helada y considera, con criterio agronómico, que en la estación mínima libre de heladas es posible el cultivo de especies muy sensibles a la helada y en la disponible de otras especies; la estación disponible representaría la posibilidad de cultivos de verano normales. La estación media prácticamente no la considera.

En base a los criterios de Papadakis, se han clasificado de manera indirecta los periodos de helada de nuestra zona de actuación. Todos los cálculos realizados para obtener dichos periodos están redondeados a favor de la seguridad.

- Fecha de inicio de la estación media libre de heladas (EMLH): se produce entre el 1 de mayo y el 1 de junio. El día en que la temperatura alcanza el valor de 0 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{3,2-(-1,4)}{31} = \frac{0-(-1,4)}{X} ; \rightarrow X= 9,43; \text{redondeando a favor de la seguridad: 10 días.}$$

1 de mayo + 10 días = 11 de mayo.

- Fecha final de la estación media libre de heladas (EMLH): se produce entre el 1 de septiembre y el 1 de octubre. El día en que la temperatura alcanza el valor de 0 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{1,6-(-1,5)}{31} = \frac{1,6-0}{X} ; \rightarrow X= 15,48; \text{redondeando a favor de la seguridad: 15 días.}$$

1 de septiembre + 15 días = 16 de septiembre.

- Fecha de inicio de la estación disponible libre de heladas (EDLH): se produce entre el 1 de mayo y el 1 de junio. El día en que la temperatura alcanza el valor de 2 °C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{3,2-(-1,4)}{31} = \frac{2,0-(-1,4)}{X} ; \rightarrow X= 22,91; \text{redondeando a favor de la seguridad: 23 días.}$$

1 de mayo + 23 días = 24 de mayo.

- **Fecha final de la estación disponible libre de heladas (EDLH):** se produce entre el 1 de agosto y el 1 de septiembre. El día en que la temperatura alcanza el valor de 2°C se calcula por interpolación lineal:

$$\frac{4,2-1,6}{31} = \frac{4,2-2,0}{X} ; \rightarrow X= 26,23; \text{ redondeando a favor de la seguridad: } 26 \text{ días.}$$

1 de agosto + 26 días = 27 de agosto.

A raíz de estos cálculos, se muestra a continuación (Tabla 11), los resultados finales de nuestra zona de actuación según el Criterio de Papadakis.

Tabla 11. Resultados criterio de Papadakis: estación media libre de heladas (EMLH) (temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a 0 °C), estación disponible libre de heladas (EDLH) (temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a 2 °C) y estación mínima libre de heladas (EmLH) (temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a 7 °C). Fuente: (Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

Estación media libre de heladas (EMLH)	Del 11 de mayo al 16 de septiembre
Estación media disponible libre de heladas (EDLH)	Del 24 de mayo al 27 de agosto
Estación mínima libre de heladas (EmLH)	No puede ser calculada, ningún mes tiene t' > 7 °C

3. ESTUDIO DE LA RADIACIÓN

La dinámica climática se ve directamente influenciada por la radiación. La radiación es la energía que llega a la Tierra en forma de ondas electromagnéticas. Esta se utiliza para realizar clasificaciones climáticas y para cuantificar ciertos rasgos climáticos como la evapotranspiración (Doorenbos and Pruitt, 1976).

Dado que no existen datos de radiación suficientes en las estaciones meteorológicas, se emplean las medidas de insolación y se relacionan a través de la fórmula de Angstrom- Prescott (Allen et al., 2006).

La fórmula de Angstrom- Prescott, relaciona los términos, que se definen a continuación, en la siguiente ecuación (Doorenbos and Pruitt, 1976):

$$R = R_A \cdot \left(a + b \cdot \frac{n}{N} \right)$$

El término R es la radiación recibida en la superficie terrestre, en MJ·m⁻²·día⁻¹; R_A es la radiación que recibe la parte superior de la atmósfera, se mide en las mismas unidades que la radiación recibida, MJ·m⁻²·día⁻¹; n es la insolación medida en el observatorio en h·día⁻¹ y N es la insolación máxima posible.

La insolación se ve condicionada por las condiciones atmosféricas y la declinación solar, que depende de la latitud y la época del año (Pereira et al., 2015).

Los coeficientes a y b indican la fracción de la radiación (R_A) que alcanza la superficie terrestre en días despejados. Estos coeficientes toman distintos valores según la bibliografía, en este caso, se emplean los valores definidos por (Doorenbos and Pruitt, 1976), que son a = 0,25 y b = 0,50. La elección de estos valores se justifica por ser los mismos que emplean en el método estándar para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (Allen et al., 2006).

La radiación solar en la parte superior de la atmósfera está determinada por el ángulo con el que inciden los rayos solares sobre la superficie. Este ángulo varía en función de la latitud, la época del año y el momento del día. En (Allen et al., 2006) aparecen los datos de radiación en la parte superior de la atmósfera para las latitudes pares, en

nuestro caso para 40°. La zona de actuación del proyecto se encuentra a 40° 33' 42.5'', es decir, 40,562°, por lo tanto, tomaremos los valores de la latitud 40° para saber la radiación (R_A) del lugar.

Tabla 12. Radiación en la parte superior de la atmósfera diaria (R_A), en MJ·m⁻²·día⁻¹, para la latitud 40° del Hemisferio Norte para el día 15 de cada mes¹. Fuente: (Allen et al., 2006; Pereira et al., 2015).

Latitud (°)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
40	15,0	20,4	27,2	34,7	39,7	41,9	40,8	36,7	30,0	22,5	16,3	13,6

¹Los valores de R_g para el día 15 de cada mes proveen una buena estimación (error <1%) de R_A promedio de todos los días del mes. Solamente en casos de latitudes muy elevadas (mayores a 55° N o S) y durante los meses invernales, las desviaciones podrían ser mayores al 1 %.

Los valores de insolación media diaria se calculan a partir de los datos facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología, para la serie de 30 años (1986 - 2015) recogidos en el observatorio de Ávila. En la Tabla 13 se recogen los valores de la insolación media diaria y el cálculo medio para cada mes, en la serie de 30 años.

Tabla 13. Valores de la insolación media diaria (n), en h·día⁻¹, para cada mes para la serie de 30 años de 1986 a 2015. En negrita aparecen los datos calculados. Fuente: (Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1986	3,7	5,2	5,9	4,7	5,1	6,5	7,8	5,7	7,4	6,2	3,0	5,8
1987	3,7	5,0	4,3	5,7	5,6	4,4	7,7	5,9	6,1	6,3	3,2	0,0
1988	4,5	4,3	5,7	5,7	5,2	6,8	8,0	8,8	6,8	7,4	4,0	4,3
1989	4,8	3,1	5,6	4,9	6,9	8,4	8,4	8,3	5,3	5,9	5,6	5,0
1990	4,2	4,5	6,3	5,2	5,5	7,1	6,2	6,6	6,5	3,2	4,1	4,1
1991	3,6	5,4	6,8	5,7	4,3	4,7	7,8	8,6	7,3	5,6	5,1	6,5
1992	6,5	4,9	6,2	4,3	6,1	6,8	8,0	7,6	6,6	6,4	2,5	1,6
1993	5,0	6,1	6,3	4,4	6,5	7,2	7,9	7,0	6,7	4,4	5,7	4,7
1994	4,6	4,1	3,4	6,3	7,0	7,6	7,2	7,9	6,7	4,7	4,6	4,6
1995	5,0	6,1	5,4	6,6	5,8	4,2	7,3	6,8	7,2	3,8	5,9	3,4
1996	6,7	5,2	5,7	5,2	4,9	6,0	8,1	7,1	5,8	3,9	4,0	4,5
1997	5,0	5,3	6,7	6,3	5,5	7,8	8,3	8,2	6,3	5,3	5,8	4,5
1998	4,9	5,4	7,0	7,2	6,5	6,5	7,5	8,0	6,4	6,4	3,8	2,7
1999	3,0	5,3	5,3	6,2	5,7	7,8	7,7	7,7	6,4	6,5	4,5	2,1
2000	3,3	6,5	8,3	5,9	4,8	6,1	6,5	6,8	6,3	5,8	3,0	3,3
2001	3,3	5,9	6,0	4,4	4,6	7,7	8,7	7,5	5,5	6,3	5,1	5,0
2002	5,5	5,2	5,7	6,8	5,7	7,4	8,0	7,6	5,9	3,9	4,3	4,3
2003	5,7	6,4	6,0	3,8	5,2	7,7	7,8	8,1	7,2	4,8	3,4	2,6
2004	3,0	5,1	3,9	7,1	5,3	7,7	7,0	7,5	6,7	4,9	4,5	5,1
2005	4,2	5,6	5,1	6,1	5,6	6,9	8,0	7,3	5,6	5,4	3,7	3,3
2006	3,8	3,4	5,1	5,1	7,1	6,7	8,1	6,7	6,3	4,5	3,8	3,2
2007	3,9	5,5	4,5	6,2	4,9	7,7	7,9	7,6	7,2	4,8	5,3	3,7
2008	5,4	5,5	6,1	5,9	5,8	7,3	7,9	7,7	7,2	5,1	4,2	4,6
2009	3,4	5,7	5,7	6,5	6,6	6,6	7,1	8,2	6,1	5,0	4,3	4,4
2010	5,5	5,2	5,7	6,8	5,7	7,4	8,0	7,6	5,9	3,9	4,3	4,3
2011	6,7	5,2	5,7	5,2	4,9	6,0	8,1	7,1	5,8	3,9	4,0	4,5
2012	5,4	5,5	6,1	5,9	5,8	7,3	7,9	7,7	7,2	5,1	4,2	4,6
2013	3,7	4,7	5,9	4,7	5,1	6,5	7,8	5,7	7,4	6,2	3,0	5,8
2014	4,9	5,4	7,0	7,2	6,5	6,5	7,5	8,0	6,4	6,4	3,8	2,7
2015	3,0	5,3	5,3	6,2	5,7	7,8	7,7	7,7	6,4	6,5	4,5	2,1
n	4,5	5,2	5,8	5,7	5,7	6,8	7,7	7,4	6,5	5,3	4,2	3,9

En la Tabla 14, los datos de la insolación máxima posible (N), determinados a partir de los datos obtenidos en la bibliografía para la latitud 40°N (Allen et al., 2006).

Tabla 14. Insolación máxima diaria (N), en h·día⁻¹, para la latitud 40° del Hemisferio Norte para el día 15 de cada mes¹. Fuente: (Allen et al., 2006).

Latitud (°)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
40	9,5	10,5	11,7	13,1	14,2	14,8	14,6	13,6	12,2	10,9	9,7	9,2

¹Los valores de N para el día 15 de cada mes proveen una buena estimación (error <1%) de N promedio de todos los días del mes. Solamente en casos de latitudes muy elevadas (mayores a 55° N o S) y durante los meses invernales, las desviaciones podrían ser mayores al 1 %.

A partir de los valores calculados en la Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14, y con los coeficientes a y b (0,25 y 0,50, respectivamente) se sustituye en la fórmula de Angstrom-Prescott para calcular la radiación de cada mes.

En la Tabla 15 se recogen los datos de radiación calculados para cada mes de la serie de 30 años de datos (1986-2015) de insolación y de los valores de radiación en las capas superiores de la atmósfera y de insolación máxima diaria para la latitud 40,562° N.

Tabla 15. Radiación diaria (N) en MJ·m⁻²·día⁻¹ en la zona de actuación del proyecto. Calculado aplicando la fórmula de Angstrom-Prescott a partir de los datos de las Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14, y con los coeficientes a = 0,25 y b = 0,50.

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
7,30	10,15	13,54	16,22	17,89	20,10	20,96	19,16	15,49	11,10	7,60	5,91

Como es de esperar los valores máximos de radiación se producen durante el verano, el valor máximo se alcanza en el mes de julio, 20,96 MJ·m⁻²·día⁻¹.

A partir de los datos de radiación se puede calcular la evapotranspiración potencial.

4. ESTUDIO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

El estudio de la radiación solar (R) permite, entre otras caracterizaciones climáticas, el cálculo de la evapotranspiración potencial.

La radiación medida en MJ·m⁻²·día⁻¹ se convierte a evaporación equivalente en mm día⁻¹, aplicando un factor de conversión igual a la inversa del calor latente de vaporización, 1/λ = 0,408 (Allen et al., 2006), por lo tanto la evapotranspiración equivalente se calcula como:

$$\text{Evapotranspiración equivalente (mm} \cdot \text{día}^{-1}) = 0,408 \cdot R \text{ (MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1})$$

A partir de los valores de radiación para la zona de actuación del proyecto (ver Tabla 15) se calcula la evapotranspiración equivalente, aplicando el factor de conversión.

Tabla 16. Valores de evapotranspiración equivalente en mm·día⁻¹ para cada mes del año. Calculado a partir de la radiación en la zona de explotación, medida en MJ·m⁻²·día⁻¹, aplicando el factor de corrección para pasar a mm·día⁻¹.

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2,98	4,14	5,53	6,62	7,30	8,20	8,55	7,82	6,32	4,53	3,10	2,41

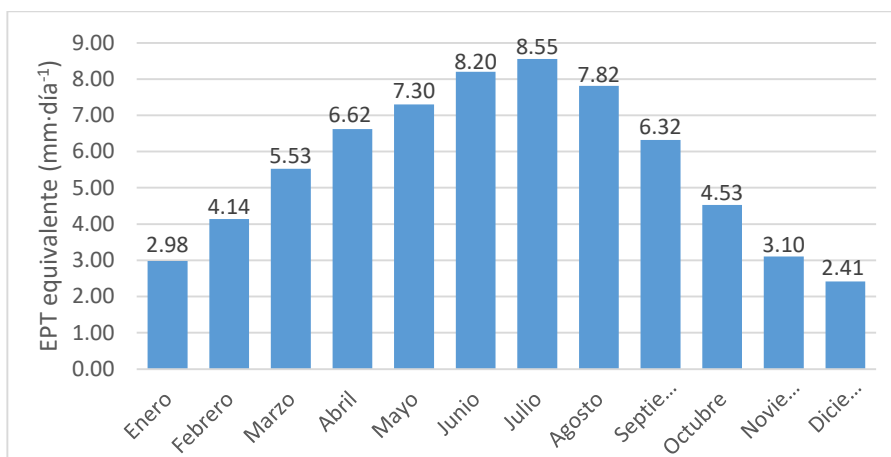


Figura 8. Valores de evapotranspiración equivalente en mm·día⁻¹ para cada mes del año. Calculado a partir de la radiación en la zona de explotación, medida en MJ · m² · día⁻¹, aplicando el factor de corrección para pasar a mm · día⁻¹.

Debido a que la máxima radiación se produce durante el verano, la mayor evapotranspiración también se va a producir en esta época del año. Esta alcanza su valor máximo en el mes de julio con un valor de 8,55 mm · día⁻¹.

5. ESTUDIO DE LOS VIENTOS

Para el estudio de los datos sobre viento de la zona de actuación se utiliza la serie de 1989 - 2000 (12 años) recogidos por el observatorio de Ávila (2444), (Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

En la Tabla 17 se recogen los datos de dirección dominante de los vientos, velocidad máxima y dirección de esa velocidad máxima, porcentaje de calmas para cada mes y la media anual para la serie de datos estudiada.

Tabla 17. Estudio de los vientos. Dirección dominante, velocidad máxima (Vmax), Dirección de la velocidad máxima (Dirección Vmáx) y porcentaje de calmas para cada mes y anual. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

	Dirección dominante	Vmáx (Km/h)	Dirección Vmáx	% Calmas
Enero	SSE	32-50	SE	20,3
Febrero	SSE	32-50	SE-W	18,0
Marzo	SE	32-50	SE	17,0
Abril	WNW	20-32	WNW	11,7
Mayo	SSE	32-50	SSE	11,6
Junio	NW	20-32	SE	14,4
Julio	NNW	20-32	SE-SSE	16,8
Agosto	NNW	20-32	SE	19,7
Septiembre	SSE	20-32	SE-SSE	19,8
Octubre	SSE	32-50	SE-SSE	16,8
Noviembre	SSE	32-50	SE	17,4
Diciembre	SSE	32-50	SE	17,2
Anual	SSE	32-50	SE-SSE	16,7

A partir de la Tabla 17 se puede concluir que la dirección normal del viento es del sureste.

6. ÍNDICES Y CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

6.1. Índices de continentalidad

Los índices de continentalidad intentan determinar la influencia que tienen las masas de agua en la amplitud térmica anual (Grieser et al., 2006).

El índice más utilizado es el de Gorzynski aunque el que mejor se adapta a la Península Ibérica es el índice de Kerner (Turrión Nieves, 2012). Se van a estudiar ambos índices con el objeto de poder comparar el índice de Gorzynski con el de otras zonas.

6.1.1. Índice de Oceanidad de Kerner

Este índice se basa en la comparación de las temperaturas medias del mes de octubre (t_{mX}) y del mes de abril (t_{mIV}) con las temperaturas medias del mes más cálido (t_{m12}) y del mes más frío (t_{m1}) en función a la siguiente ecuación (Turrión Nieves, 2012):

$$CK = \left(\frac{t_{mX} - t_{mIV}}{t_{m12} - t_{m1}} \right)$$

En la Tabla 18 se recoge la clasificación del clima en función a este índice.

Tabla 18. Clasificación del clima según el índice de oceanidad de Kerner. Fuente: (Turrión Nieves, 2012).

Valor del Índice de Kerner (CK)	Tipo de clima
$CK \geq 26$	Marítimo
$18 \leq CK < 26$	Semimarítimo
$10 \leq CK < 18$	Continental
$CK < 10$	Muy continental

A partir de la Tabla 7 se extraen los datos necesarios para calcular el índice de Kerner, temperatura media del mes de octubre ($t_{mX} = 11,4 \text{ °C}$), del mes de abril ($t_{mIV} = 8,2 \text{ °C}$), del mes más cálido ($t_{m12} = 19,1 \text{ °C}$) y del mes más frío ($t_{m1} = 3,1 \text{ °C}$). Sustituyendo se obtiene:

$$CK = \left(\frac{11,4 \text{ °C} - 8,2 \text{ °C}}{19,1 \text{ °C} - 3,1 \text{ °C}} \right) = 0,2$$

Según el valor del índice de Kerner clasificado a partir de la Tabla 18, el clima de la zona es muy continental.

6.1.2. Índice de Continentalidad de Gorzynski

El Índice de Continentalidad de Gorzynski relaciona la diferencia entre la temperatura media máxima (t_{m12}) y mínima (t_{m1}) con la amplitud del ciclo anual de radiación. El ciclo anual de radiación se calcula como el seno de la latitud (L). La ecuación para calcular el índice de Gorzynski es la siguiente:

$$Ig = \left[1,7 \cdot \left(\frac{t_{m12} - t_{m1}}{\text{sen } L} \right) \right] - 20,4$$

En la Tabla 19 se recoge la clasificación del clima en función a este índice.

Tabla 19. Clasificación del clima según el índice de continentalidad de Gorzynski. Fuente: (Turrión Nieves, 2012).

Valor del Índice de Gorzynski (Ig)	Tipo de clima
$Ig < 10$	Marítimo
$10 \leq CK < 20$	Semimarítimo
$20 \leq CK < 30$	Continental
$Ig \geq 10$	Muy continental

A partir de la Tabla 7 se extraen los datos necesarios para calcular el índice de Gorzynski, temperatura media del mes más cálido ($t_{m12} = 19,1 \text{ °C}$) y del mes más frío ($t_{m1} = 3,1 \text{ °C}$). La latitud de la zona de explotación es de $40,56^\circ$ (ver apartado 3). Sustituyendo en la ecuación se obtiene:

$$I_g = \left[1,7 \cdot \left(\frac{19,1^\circ\text{C} - 3,1^\circ\text{C}}{\text{sen } 40,56^\circ} \right) \right] - 20,4 = 21,43$$

Según el valor del índice de Gorzynski clasificado a partir de la Tabla 19, el clima de la zona es continental.

6.2. Índices climáticos

6.2.1. Índice de Lang

Este índice realiza una clasificación del territorio a partir de la relación entre la precipitación anual (P (mm)) y la temperatura media anual (tm (°C)) en las categorías recogidas en la Tabla 20. La ecuación que emplea es la siguiente:

$$I = \frac{P}{T}$$

Tabla 20. Clasificación del clima según el índice de Lang. Fuente: (Turrión Nieves, 2012).

Valor del Índice de Lang (I)	Tipo de clima
0 – 20	Desiertos
20 – 40	Zonas áridas
40 – 60	Zonas húmedas de estepa o sábana
60 – 100	Zonas húmedas de bosques claros
100 – 160	Zonas húmedas de grandes bosques
> 160	Zonas perhúmedas de prados y tundra

A partir de los datos de la Tabla 3, se extrae la precipitación media anual (813,9 mm) y de la Tabla 8, se extrae la temperatura media anual (10,3 °C). Sustituyendo en la ecuación:

$$I = \frac{813,9 \text{ mm}}{10,3^\circ\text{C}} = 79,01$$

Según el Índice de Lang y a partir de la clasificación de la Tabla 20, la zona es húmeda de bosques claros.

6.2.2. Índice de Martonne

El Índice de Martonne (I) relaciona la precipitación media anual (P (mm)) y la temperatura media anual (tm (°C)) incrementada 10 °C para evitar valores negativos en las zonas más frías del planeta. La ecuación que utiliza es la siguiente:

$$I = \frac{P \text{ (mm)}}{(t_m + 10^\circ\text{C})}$$

Tabla 21. Clasificación del clima según el índice de Martonne. Fuente: (Turrión Nieves, 2012).

Valor del Índice de Martonne (I)	Tipo de clima
< 5	Desiertos
5 – 10	Semidesierto
10 – 20	Semiárido (tipo mediterráneo)
20 – 30	Subhúmedo
30 – 60	Húmedo
> 60	Perhúmedo

A partir de los datos de la Tabla 3, se extrae la precipitación media anual (813,9 mm) y de la Tabla 8, se extrae la temperatura media anual (10,3 °C). Sustituyendo en la ecuación:

$$I = \frac{813,9 \text{ mm}}{(10,3 \text{ °C} + 10 \text{ °C})} = 40,09$$

Según el Índice de Martonne y a partir de la clasificación de la Tabla 21, la zona presenta un clima húmedo.

6.2.3. Índice de Emberger

Este índice permite clasificar en seis subclimas (sahariano, mediterráneo árido, mediterráneo semiárido, mediterráneo templado, mediterráneo húmedo y mediterráneo de alta montaña) dentro del ámbito mediterráneo. Para realizar esta clasificación se deben introducir los valores del índice de Emberger (Q) (en el eje de ordenadas) y de la temperatura media del mes más frío (en el eje de abcisas) en la Figura 9, en función de la zona donde se corten ambas rectas así será el subclima. En relación a la zona de corte, más o menos cerca de las líneas de división, se establecen las variedades: superior, media e inferior.

El valor del índice de Emberger (Q) se calcula a partir de la precipitación anual (P (mm)), la temperatura media máxima del mes más cálido (T_{12} (°C)), la temperatura media mínima del mes más frío (t_1 (°C)) y una constante (K). El valor de la constante K depende de la temperatura media mínima del mes más frío (t_1 (°C)):

- Si $t_1 > 0 \text{ °C}$ → K = 100 y t_1 y T_{12} se expresan en °C.
- Si $t_1 < 0 \text{ °C}$ → K = 2000 y t_1 y T_{12} se expresan en K.

La ecuación del Índice de Emberger es:

$$Q = \frac{K \cdot P}{(T_{12}^2 - t_1^2)}$$

A partir de la Tabla 3 se extrae la precipitación anual (P = 813,9 mm), de la Tabla 7 se extrae la temperatura media máxima del mes más cálido ($T_{12} = 28,5 \text{ °C}$) y la temperatura media mínima del mes más frío ($t_1 = -2,5 \text{ °C}$). Como la temperatura media mínima del mes más frío es negativa ($t_1 < 0 \text{ °C}$) entonces, K = 2000 y t_1 y T_{12} se expresan en K. Se tiene que $T_{12} = 28,5 \text{ °C} + 273,15 = 301,65 \text{ K}$ y $t_1 = -2,5 \text{ °C} + 273,15 = 270,65 \text{ K}$. Sustituyendo en la ecuación:

$$Q = \frac{2000 \cdot 813,9 \text{ mm}}{(301,65^2 - 270,65^2)} = 91,75$$

Introduciendo el valor de Q (91,75) en el eje de ordenadas y la temperatura media mínima del mes más frío (-2,5) en el eje de ordenadas en la Figura 9 se obtiene que la zona de explotación presenta un subclima mediterráneo húmedo.

A su vez, cada subclima se clasifica en función del tipo de invierno, a partir de la temperatura media mínima del mes más frío (t_1 (°C)). En la Tabla 22 se recoge la clasificación de Emberger según el tipo de invierno.

Tabla 22. Clasificación de Emberger del tipo de invierno y de heladas a partir de la temperatura media mínima del mes más frío (t_1 (°C)). (Fuente: Turrión Nieves, 2012).

Tª media mínima del mes más frío (t_1 (°C))	Tipo de invierno	Heladas
$t_1 < -3$	Muy frío	Muy frecuentes e intensas
$-3 \leq t_1 < 0$	Frío	Muy frecuentes
$0 \leq t_1 < 3$	Fresco	Frecuentes
$3 \leq t_1 < 7$	Templado	Débiles
$t_1 \geq 7$	Cálido	Libre de heladas

Como la temperatura media mínima del mes más frío es $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ el invierno es frío y con heladas muy frecuentes.

La forma que presenta se define en función de la estación que presenta el máximo de precipitaciones. En este caso, en la Figura 3 se observa que la precipitación máxima por estación se produce en otoño, por tanto, la forma es otoño.

Según el índice de Emberger se clasifica la zona de explotación como subclima mediterráneo húmedo, con inviernos fríos y heladas muy frecuentes, con forma otoñal.

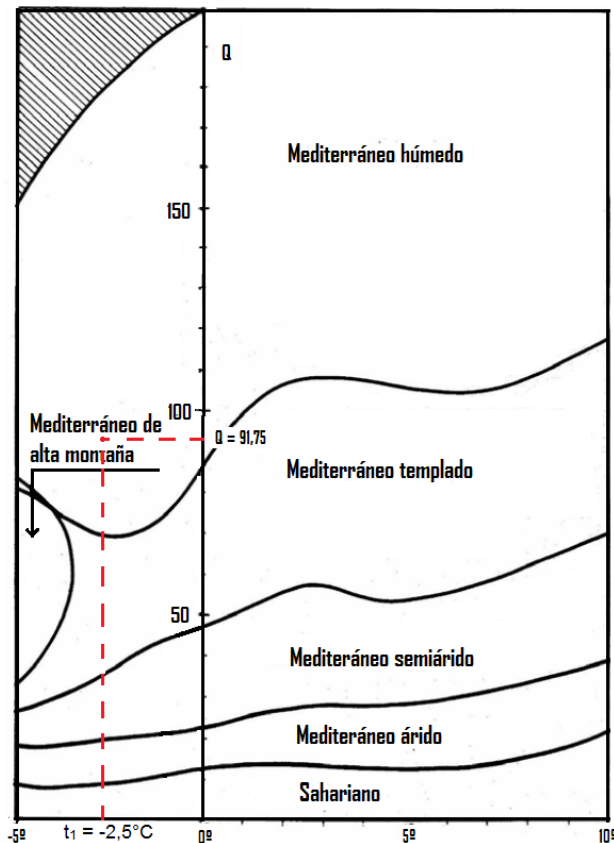


Figura 9. Diagrama de Emberger para la determinación del subclima para el clima mediterráneo. En el eje de abscisas se representa la temperatura media del mes más frío (t_1 ($^{\circ}\text{C}$)) y en el eje de ordenadas el valor del Índice de Emberger (Q). El cruce de las dos rectas indica el tipo de subclima. (Elaborado a partir de Turrión Nieves, 2012).

6.2.4. Índice de Vernet

Este índice permite clasificar la zona de explotación en función con los regímenes hídricos europeos (ver Tabla 22).

Este índice depende de la precipitación de la estación más lluviosa (H (mm)), la precipitación de la estación más seca (h (mm)), la precipitación media anual (P (mm)), la precipitación estival (P_v (mm)) y la media de las temperaturas máximas estivales (T'_v ($^{\circ}\text{C}$)). Los meses de verano son junio, julio y agosto. La ecuación que se utiliza es:

$$I = \frac{(H - h) \cdot T'_v}{P \cdot P_v}$$

El signo positivo o negativo depende de la época en que se produce el mínimo pluviométrico, de esta forma, si el verano es la primera o segunda estación con el mínimo pluviométrico anual el índice es negativo.

Tabla 23. Regímenes Hídricos Europeos en función al valor del índice de Vernet. Mediterráneo (mínimo de precipitaciones y sequía estival), Oceánico (distribución uniforme de las precipitaciones a lo largo del año) y Continental (distribución uniforme de las precipitaciones a lo largo del año) y sus variaciones intermedias. (Fuente: (Turrión Nieves, 2012).

Valor del índice de Vernet (I)	Régimen hídrico
> 2	Continental
0 – 2	Oceánico – Continental
-1 – 0	Pseudoceánico
-2 – -1	Oceánico – Mediterráneo
-3 – -2	Submediterráneo
< -3	Mediterráneo

A partir de la Tabla 3 y la Figura 9 se obtienen los valores de las precipitaciones requeridas para el cálculo del índice de Vernet. La estación más lluviosa es el otoño (H = 86,4 mm), la estación más seca es el verano (h = 26,3 mm), la precipitación media anual es de 813,9 mm y la media de las temperaturas máximas de verano es de 36,3°C (ver Tabla 7). El índice tiene valor negativo porque el verano es la estación que presenta el mínimo pluviométrico. Sustituyendo en la ecuación:

$$I = -100 \cdot \frac{(86,4 \text{ mm} - 26,3 \text{ mm}) \cdot 36,3 \text{ }^\circ\text{C}}{813,9 \text{ mm} \cdot 26,3 \text{ mm}} = -10,19$$

La zona de estudio presenta clima mediterráneo según el índice de Vernet.

6.3. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

El climodiagrama de Gausson se construye a partir de las precipitaciones y temperaturas medias para cada mes. Se debe tener en cuenta que la escala del eje secundario, eje de temperaturas, será el doble que la del eje principal, eje de precipitaciones, de modo, que la representación de ambas mantenga la relación, precipitaciones igual a dos veces la temperatura media ($P = 2t_m$).

Al presentar esta relación se pueden determinar visualmente los meses del año en los que se produce sequía. Esto sucede cuando la curva de la precipitación se encuentra por debajo de la curva que representa dos veces la temperatura (Turrión Nieves, 2012).

A continuación se adjunta el climodiagrama de Gausson, Figura 10.

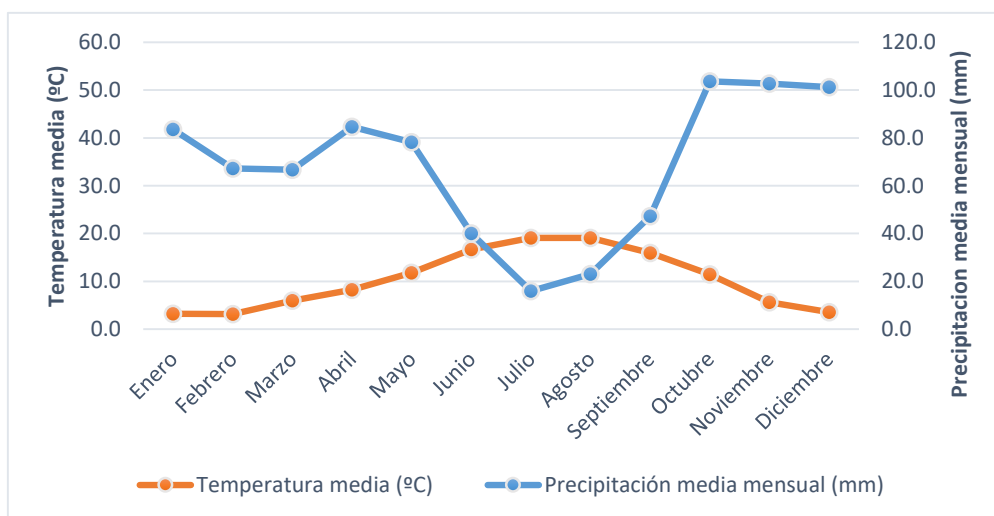


Figura 10. Climodiagrama Ombrotérmico de Gausson. (Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2015).

A partir de la Figura 10 se observa que los meses de junio, julio, agosto y septiembre sufren sequía. Este periodo es conocido como periodo de sequía estival.

6.4. Clasificación climática de Köppen

Köppen definió cinco climas a nivel mundial a partir de observaciones empíricas de temperaturas y precipitaciones mensuales (Chen and Chen, 2013). Estos climas coinciden con los cinco grandes tipos de vegetación, son el clima tropical lluvioso, el clima seco, el templado húmedo o cálido mesotérmico, el clima boreal y el clima polar (Stern et al., 2000). Los codificó de la A a la E, desde el Ecuador hasta los Polos (Köppen et al., 1930).

A continuación, se definen los criterios de clasificación definidos para la clasificación del clima en grupo (ver Tabla 24), subgrupo (ver Tabla 25) y subdivisión (ver Tabla 26).

Tabla 24. Criterios para definir el grupo climático según la clasificación de Köppen. Temperatura del mes más frío (t_{m1} (°C)), temperatura del mes más cálido (t_{m12} (°C)), temperatura media anual (t_m (°C)), Precipitación anual (P (cm)), Sumatorio de la precipitación media de los 6 meses más fríos (P_n (cm)), Sumatorio de la precipitación los 6 meses más cálidos (P_{ve} (cm)). (Fuente: Turrión Nieves, 2012).

Grupo	t_{m1} (°C)	t_{m12} (°C)	Sequedad	Nomenclatura
A	> 18	-	-	Tropical lluvioso
B	-	-	$P_{in} > 0,75P$ y $P < 2t_m$ $P_{ve} > 0,75P$ y $P < 2t_m + 28$ $P < 2t_m + 14$	Seco
C	$0 < t_{m1} < 18$	> 10		Templado húmedo, Cálido mesotérmico
D	< 0	> 10		Boreal, de nieve y bosque, microtérmico
E		< 10		Polar

Tabla 25. Criterios para definir el subgrupo climático según la clasificación de Köppen. Precipitación anual (P (cm)), Precipitación de verano (P_v (mm)), Precipitación de invierno (P_i (mm)), Precipitación media máxima de los seis meses más fríos (P_{i6} (cm)), Precipitación media máxima de los seis meses más cálidos (P_{v6} (cm)), Precipitación media mínima de los seis meses más fríos (P_{i1} (cm)), Precipitación media mínima de los seis meses más cálidos (P_{v1} (cm)), Precipitación media del mes más seco (P_1 (cm)), temperatura media anual (t_m (°C)). (Fuente: Turrión Nieves, 2012).

Subgrupo	Posible	Condición	Significado
s (sommer)	A, C, D	$P_{i6} > 3P_{v1}$	La estación seca es en verano
w (winter)	A, C, D	$P_{v6} > 10P_{i1}$	La estación seca es en invierno
f (fehlt)	A, C, D	$P_1 > 6$	No hay estación seca, ni en verano ni en invierno
m (Mosum)	A	$6 > P_1 > 10 - 0,04P$ $P < t_m$ y $P_{in} > 0,7P$	-
W (Wüste)	B	$P < t_m + 14$ y $P_{ve} > 0,7P$ $P < t_m + 7$ $t_m < P < 2t_m$	Precipitación máxima en invierno Precipitación máxima en verano Precipitaciones uniformemente distribuidas
S (Steppe)	B	$t_m + 14 < P < 2t_m + 28$ $t_m + 7 < P < 2t_m + 14$	Precipitación máxima invernal Precipitación máxima en verano Precipitación uniforme

Tabla 26. Criterios para definir la subdivisión según la clasificación de Köppen. Temperatura media del mes más cálido (t_{m12} (°C)), temperatura media del cuarto mes más cálido (t_{m9} (°C)), temperatura media del tercer mes más cálido (t_{m10} (°C)), temperatura media del segundo mes más cálido (t_{m11} (°C)), temperatura media del mes más frío (t_{m1} (°C)), temperatura media anual (t_m (°C)). (Fuente: Turrión Nieves, 2012).

Subdivisión	Condición	Grupos posibles	Significado
a	$t_{m12} > 22$ °C	C, D	Veranos calurosos
b	$t_{m9} > 10$ °C	C, D	Veranos cálidos
c	t_{m10} o t_{m11} o $t_{m12} > 10$ °C	C, D	Veranos cortos y frescos
d	$t_{m1} < 3,8$ °C	D	Inviernos muy fríos
h	$t_m > 18$ °C	B	Inviernos secos y calurosos
k	$t_m < 18$ °C y $t_{m12} > 18$ °C	B	Inviernos secos y fríos

En la Tabla 27 se recogen los datos de las variables climáticas necesarios para llevar a cabo la clasificación climática de Köppen.

Tabla 27. Datos de las variables climáticas necesarias para llevar a cabo la clasificación climática de Köppen a partir de la Tabla 3 y de la Tabla 6. (Elaborado a partir de Turrión Nieves, 2012).

Variabes climáticas	Valor
Temperatura media del mes más frío en °C (t_{m1})	3,1
Temperatura media del mes más cálido en °C (t_{m12})	19,1
Temperatura media del segundo mes más cálido en °C (t_{m11})	16,6
Temperatura media del tercer mes más cálido en °C (t_{m10})	15,9
Temperatura media del cuarto mes más cálido en °C (t_{m9})	11,7
Temperatura media anual en °C (t_m)	10,3
Precipitación media anual en cm (P)	81,4
Precipitación media del mes más seco en mm (P_1)	1,6
Sumatorio de las precipitaciones medias de los 6 meses más fríos en cm (P_{in})	26,0
Sumatorio de las precipitaciones medias de los 6 meses más cálidos en cm (P_{ve})	55,5
Precipitación media máxima de los 6 meses más fríos en cm (P_{i6})	10,3
Precipitación media máxima de los 6 meses más cálidos en cm (P_{v6})	10,4
Precipitación media mínima de los 6 meses más fríos en cm (P_{i1})	6,7
Precipitación media máxima de los 6 meses más cálidos en cm (P_{v1})	1,6

A partir de los datos de la Tabla 27 y comparando con los criterios definidos en la Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26, obtenemos la siguiente tabla resumen, Tabla 28.

Tabla 28. Tabla resumen con la clasificación de Köppen. (Elaborado a partir de Turrión Nieves, 2012).

Clasificación	
Grupo:	Templado húmedo, Cálido mesotérmico (C)
Subgrupo:	La estación seca es en verano (s)
Subdivisión:	Veranos cálidos (b)
C s b	

6.5. Cuadro resumen de índices y Clasificaciones climáticas

En la Tabla 29 se recogen los datos de los diferentes índices y clasificaciones climáticas que se han calculado en los apartados anteriores.

Tabla 29. Tabla resumen con los índices climáticos y las clasificaciones climáticas calculadas anteriormente para la zona de estudio.

Índice o clasificación	Valor	Clasificación
Índice de oceanidad de Kerner	0,2	Muy continental.
Índice de continentalidad de Gorzynsky	21,43	Continental.
Índice climático de Lang	79,01	Zonas húmedas de bosques claros.
Índice climático de Martone	40,09	Húmedo.
Índice climático de Emberger	91,75	Subclima mediterráneo húmedo, con inviernos fríos y heladas muy frecuentes, con forma otoñal.
Índice climático de Vernet	-10,19	Mediterráneo
Clasificación climática de Köpen	C	Templado húmedo, Cálido mesotérmico.
	s	La estación seca es en verano.
	v	Veranos cálidos.

Anejo III. Estudio edáfico

ÍNDICE ANEJO III. ESTUDIO EDÁFICO

1.	Clasificación de los suelos de la cuenca.....	1
2.	Análisis del suelo.....	2
2.1.	Descripción del perfil	2
2.2.	Datos obtenidos en el laboratorio	3
3.	Propiedades físicas del suelo	4
3.1.	Profundidad del suelo.....	4
3.2.	Pedregosidad superficial	5
3.3.	Afloramientos rocosos	5
3.4.	Clasificación textural.....	5
4.	Propiedades químicas del suelo	6
4.1.	pH y Conductividad hidráulica	6
4.2.	Carbonatos totales	8
4.3.	Elementos asimilables del suelo.....	8
4.3.1.	Fósforo	8
4.3.2.	Potasio	8
4.3.3.	Calcio	8
4.3.4.	Magnesio.....	9
4.3.5.	Sodio.....	9
4.3.6.	Nitrógeno.....	9
4.4.	Contenido de materia orgánica del suelo (MO).....	9
5.	Resultados de los análisis realizados por el centro tecnológico agrario y agroalimentario (ITAGRA).....	10

Este estudio permite conocer las características edáficas de la zona de actuación, las cuales van a ser decisivas en la elaboración y desarrollo del presente proyecto.

La disgregación y descomposición sufrida por la roca madre a causa de la acción conjunta de los agentes atmosféricos (sol, viento, lluvia...) y los bióticos a lo largo de millones de años ha generado un suelo de aspecto arenoso, en ocasiones de granos sueltos, con cantos de diverso tamaño dentro y sobre él (Azcarretazábal, 1964).

En el momento en que se inició la restauración Azcarretazábal (1964) habla de una cubierta de suelo vegetal bastante espesa en aquellos sitios que no están erosionados, apta para vegetación de especies frutales, pero insuficiente para la introducción inmediata de especies de frondosas como el roble o la encina.

1. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CUENCA

Los suelos desnudos de las cárcavas son, en general, poco evolucionados, y pueden clasificarse como Entisoles, de acuerdo con la Soil Taxonomy (SSDS, 2010). Esta juventud o falta de evolución típica de los Entisoles es debida a los procesos erosivos desarrollados durante décadas en los lugares sin cubierta forestal densa. Solo poseen un horizonte A óchrico, de escaso espesor, y/o un C, o incluso carecen de ellos. Se han formado por meteorización de la roca madre subyacente, sea esta granito u otras rocas magmáticas, o coluviones procedentes precisamente de esa alteración. En general poseen más de un 70 % de arena, con texturas que van de franco-arcillo-arenosa a arenosa, y un pH alrededor de 6. Debido a las fuertes pendientes y existencia de fragmentos de roca el suborden correspondiente es Orthent.

Según el Mapa de Suelos de España (IGN, 2014), Figura 1, para la zona de estudio, los suelos, en general, son poco evolucionados, y se clasifican como entisoles, de acuerdo con el USDA (2014a).

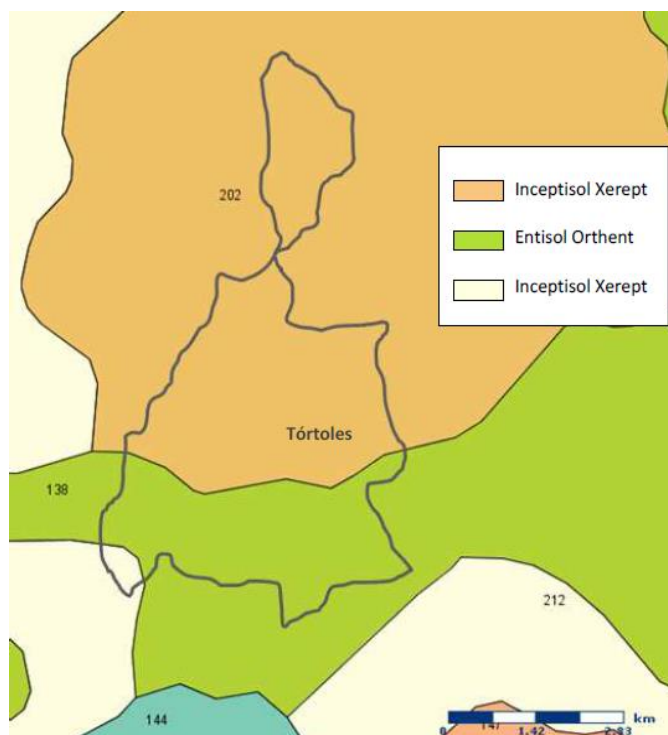


Figura 1. Mapa de suelos de la zona de estudio, escala 1:62.500 (IGN, 2014).

Este tipo de suelos se clasifica por su juventud o falta de evolución, debida a los procesos erosivos desarrollados durante décadas en los lugares sin cubierta forestal densa.

Sólo poseen un horizonte A óchrico, de escaso espesor, y/o un C, o incluso carecen de ellos. Se han formado por meteorización de la roca madre subyacente, sea ésta granito u otras rocas magmáticas, o coluviones procedentes precisamente de esa alteración. En general poseen más de un 70 % de arena, con texturas que van de franco-arcillo-arenosa a arenosa, y un pH alrededor de 6. Debido a las fuertes pendientes y a la existencia de fragmentos de roca el suborden correspondiente es Orthent. En aquellos lugares en los que, gracias a la repoblación, se ha conseguido una cubierta forestal densa, estos Orthents evolucionan positivamente, debido sobre todo al aporte de materia orgánica y a unas condiciones de mayor humedad y menor insolación. Así, el horizonte A es cada vez de mayor espesor (>2 cm) y más oscuro, y con una capa por encima de restos vegetales en proceso de descomposición de más de 3 cm de espesor (Mongil Manso, 2015) .

2. ANÁLISIS DEL SUELO

2.1. Descripción del perfil

En este apartado, se van a mostrar las características físicas, y la descripción completa del perfil estudiado.

Los datos han sido cedidos por el Doctor Jorge Mongil Manso, profesor de la asignatura "*Hidrología y conservación forestal*" de la Universidad Católica de Ávila, y director del presente proyecto.

- **Perfil: AV-19**

Situación (Paraje y Municipio): Paraje "La Jarilla", Tórtoles

Provincia: Ávila

Geología: Coluviones con arena y limos

Altitud: 1296 metros

Topografía: Ladera

Pendiente: 30%

Orientación: Sur

Drenaje: Bueno

Uso del suelo: raso forestal

Vegetación: Matorral de tomillo, cantueso y otras especies

Autores descripción y fecha: Jorge Mongil Manso - 07/02/2012

Descripción de los horizontes del perfil:



Figura 2. Perfil de la zona de estudio. Fuente: Mongil Manso, 2015.

Horizonte 1 (0-6 cm): A

Humedad: seco. *Color:* marrón 10YR5/3. *Moteado:* Inexistentes. *Elementos gruesos:* frecuentes de feldespatos y granito, algunos cantos. *Textura:* arenosa. *Estructura:* granular fina. *Plasticidad:* poco consistente en seco. *Porosidad:* media. *Actividad biológica* (abundancia y tipo): No existente. Raíces escasas, muy finas, de herbáceas. *Actividad humana:* inexistente. *Materia orgánica:* poca.

Horizonte 2 (6-30 cm): Bw1

Humedad: seco. *Color:* Límite difuso a un horizonte marrón amarillento 10YR5/4. *Moteado:* Inexistentes. *Elementos gruesos:* frecuentes de gravilla y feldespatos. *Textura:* arenosa. *Estructura:* granular gruesa. *Plasticidad:* más consistente que el anterior. *Porosidad:* media. *Actividad biológica* (abundancia y tipo): No existente. Raíces muy abundantes, finas y muy finas, de matorral. *Actividad humana:* inexistente. *Materia orgánica:* escasa.

Horizonte 3 (30-42 cm): Bw2

Humedad: seco. *Color:* Límite difuso a un horizonte marrón amarillento oscuro 10YR4/4. *Moteado:* Inexistentes. *Elementos gruesos:* menos frecuentes, grava media. *Textura:* arenosa. *Estructura:* granular gruesa y en bloques. *Plasticidad:* más consistente que el anterior. *Porosidad:* muy baja. *Actividad biológica* (abundancia y tipo): No existente. Raíces escasas, finas y muy finas, de matorral. *Actividad humana:* inexistente. *Materia orgánica:* escasa.

2.2. Datos obtenidos en el laboratorio

Los análisis requeridos para la caracterización del suelo han sido realizados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA). Para ello se han analizado los 4 horizontes del perfil. En cada uno de ellos se valoraron: pH, conductividad eléctrica, textura, materia orgánica oxidable, carbonatos, caliza activa, fósforo asimilable, potasio asimilable, calcio asimilable y magnesio asimilable.

Los resultados obtenidos se muestran en Tabla 1:

Tabla 1. Informe de resultados obtenidos del análisis del suelo. (Fuente: Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, ITAGRA, 2012.)

DETERMINACIÓN	HORIZONTE 1 (0-6 cm)	HORIZONTE 2 (6-30 cm)	HORIZONTE 3 (30-42 cm)
Elementos gruesos (%)	32,9	48,7	45,8
Arena fina (%)	19,7	12,5	15,7
Arena ISSS (%)	83,7	84,7	79,7
Limo ISSS (%)	10,6	7,6	10,6
Arcilla (%)	5,7	7,7	9,7
Arena USDA (%)	76,0	79,0	73,0
Limo USDA (%)	18,3	13,3	17,3
Arena muy fina USDA (%)	6,0	3,0	5,0
Textura ISSS	Arenoso-franco	Arenoso-franco	Arenoso-franco
Textura USDA	Franco-Arenoso	Franco-arenoso	Franco-arenoso
pH	6,14	5,79	6,18
Conductividad (mS/cm)	0,07	0,02	0,02
Materia orgánica oxidable (%)	2,56	0,46	0,44
Carbonatos (g/100g)	No detectable	No detectable	No detectable
Caliza activa (g/100g)	No realizado	No realizado	No realizado
Fósforo asimilable (mg/kg)	15,6	16,3	18,0
Potasio asimilable (mg/kg)	215	116	153
Calcio asimilable (meq/100g)	4,7	2,6	3,6
Magnesio asimilable (meq/100g)	0,93	0,47	0,42
Sodio asimilable (meq/100g)	0,08	0,09	0,13
Nitrógeno total (g/100g)	0,17	0,05	0,04

3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida la capacidad de estos, para soportar muchos de los usos a los que se ven sometidos. Las propiedades físicas de un suelo determinan: capacidad portante para sostener estructuras, la facilidad de penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y almacenamiento de agua, la retención de nutrientes, etc.

3.1. Profundidad del suelo

La profundidad de un suelo es una característica física de mucha importancia, ya que determina la capacidad de agua que el suelo puede almacenar para las plantas, y también condiciona la vegetación que se va a situar sobre él, debido a que debe cumplir las condiciones de profundidad óptimas para las raíces.

Para clasificar el perfil estudiado, se utiliza la clasificación de Storey (1970), que le clasifica según los centímetros de profundidad que alcanza, Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de la Storey para la profundidad de los suelos.

Clase	Profundidad (cm)	Clase
1	0 – 30	Poco profundo
2	30 – 60	Somero
3	60 – 90	Moderadamente profundo
4	90 – 120	Profundo
5	> 120	Muy profundo

En la Tabla 3, aparece la clasificación del perfil estudiado:

Tabla 3. Profundidad y clasificación del perfil analizado.

Profundidad (cm)	Clase
42	Somero

La profundidad del suelo es muy escasa, ya que este se pierde debido a los procesos erosivos que se dan en la cárcava, aunque puede llegar a alcanzar varios metros en la zona restaurada, al norte y oeste de la zona de actuación.

3.2. Pedregosidad superficial

La pedregosidad de un horizonte, tiene importancia debido a que constituyen un elemento inerte del suelo, y es un elemento diluyente de las propiedades del mismo. También es un factor influyente a la hora de seleccionar la maquinaria para la preparación del suelo, dado que puede condicionar los aperos utilizados.

En función del tamaño que tienen estos elementos gruesos se clasifican de la siguiente forma:

- Gravas ($\varnothing = 0,2 - 6$ cm)
- Cantos ($\varnothing = 6 - 20$ cm)
- Bloques ($\varnothing = 20 - 60$ cm)
- Grandes bloques ($\varnothing > 60$ cm)

Además de su tamaño, es importante conocer la abundancia de estos elementos gruesos. Para clasificar la pedregosidad superficial del perfil, se ha utilizado la clasificación creada por el USDA (1980) que se indica en la Tabla 4:

Tabla 4. Clasificación USDA de la pedregosidad del suelo (1980).

Superficie cubierta (%)	Descripción
0	Ninguna
0 – 2	Muy poca
2 – 5	Poca
5 – 15	Media
15 – 40	Mucho
40 – 80	Abundante
> 80	Dominante

En la Tabla 5, se recogen los datos del estudio de la pedregosidad superficial en el perfil de estudio:

Tabla 5. Descripción de la pedregosidad del perfil analizado.

Superficie cubierta (%)	Descripción
5 – 15	Media

3.3. Afloramientos rocosos

Los afloramientos rocosos, indican el porcentaje relativo de superficie de suelo cubierto de roca continua.

Es importante destacar que en la zona alta de la cárcava de estudio, y justo debajo de la zona restaurada anteriormente por Azcarretazábal (1964), se encuentra una pequeña zona con afloramientos rocosos.

3.4. Clasificación textural

La textura se debe al tamaño de los elementos que integran el suelo. Es la cantidad de arena, limo y arcilla existente en el suelo. La importancia de su estudio está en la influencia que esta tienen en la cantidad de agua que puede almacenar el suelo, el movimiento de agua en el suelo y la facilidad de abastecimiento de nutrientes, agua y

aire. La textura se estudia a través de la curva granulométrica y se clasifica según el triángulo textural USDA.

En el análisis de ITAGRA, nos proporciona los porcentajes de arena, limo y arcilla (clasificación USDA), con los que se realizan las curvas granulométricas y la clasificación textural de cada suelo.

Atendiendo a los suelos muestreados, puede decirse que la clase textural va de arenosa franca a franco arenosa (Figura 3). Partiendo las circunstancias que se dan en Tórtoles (materiales graníticos, un clima frío y seco y un relieve acentuado), ya se esperaba una textura gruesa de arenas. Los valores de arcilla medios según los criterios del USDA se mantienen entre el 6,7 y el 9,4 % y son los porcentajes de arena y limo los que experimentan mayores variaciones: varían del 66,0 al 81,9 % en el primer caso y entre 11,5 y 25,7 % en el caso del limo.

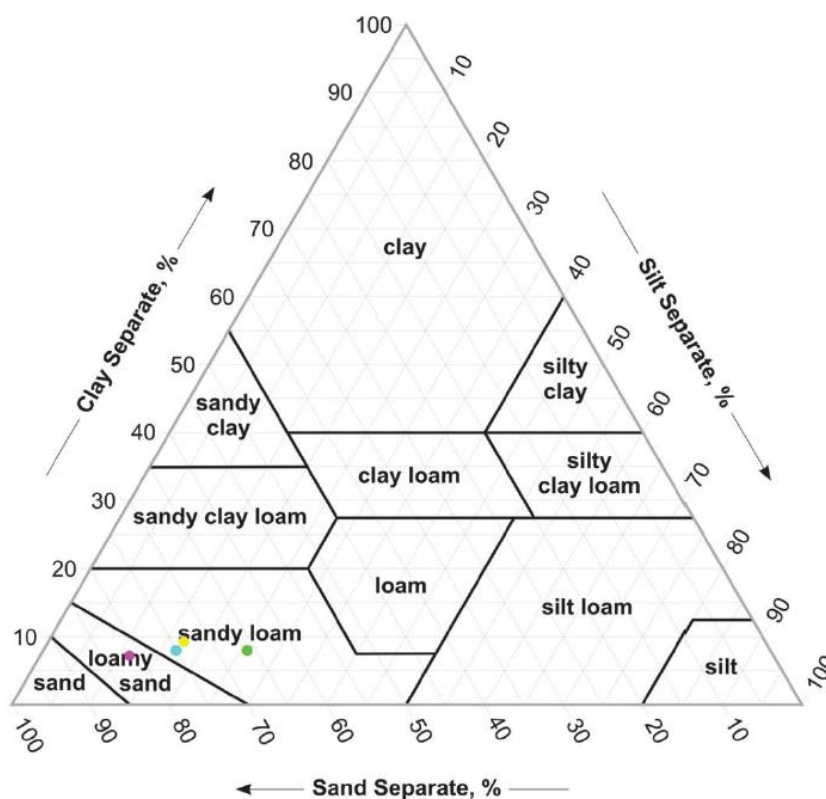


Figura 3. Clasificación textural media de los suelos analizados según los criterios USDA. Fuente: Mongil Manso, 2015.

4. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Las propiedades químicas del suelo, están basadas en la existencia de una serie de mecanismos de naturaleza electro-química, propios de los coloides edáficos, los cuales permiten la retención y el intercambio eléctrico de los iones en disolución, evitando su pérdida por lavado.

4.1. pH y Conductividad hidráulica

El pH es un parámetro de gran importancia para un suelo, que mide la actividad de los H^+ libres en la solución del suelo. El pH, influye directamente en la solubilidad de los iones presentes en un suelo, y en la disponibilidad de los mismos para la vegetación.

También tiene una influencia en los procesos genéticos del suelo y en el desarrollo de la actividad microbiana del mismo. Para la clasificación de los valores de pH, se toma como referencia la clave dispuesta por la USDA en 1996.

Tabla 6. Clasificación y carácter de los valores de pH.

pH	Carácter
< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
5,0 – 5,5	Fuertemente ácido
5,5 – 6,0	Medianamente ácido
6,0 – 6,5	Ligeramente ácido
6,5 – 7,3	Neutro
7,3 – 7,8	Medianamente básico
7,8 – 8,4	Básico
8,4 – 9,0	Ligeramente alcalino
9,0 – 10,0	Alcalino
> 10,0	Fuertemente alcalino

Los análisis realizados en el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA), proporcionaron se recogen en la Tabla 7:

Tabla 7. Clasificación de la acidez del suelo, según el estudio realizado por el ITAGRA.

Horizontes	pH	Carácter
1	6,14	Ácido
2	5,79	Ácido
3	6,18	Ácido

El pH del suelo analizado es medianamente-ligeramente ácido, cómo ya se suponía debido a la naturaleza granitoide del material originario de los mismos.

La conductividad eléctrica, es un parámetros que determina el porcentaje de sales que se encuentran en la solución del suelo, y se puede interpretar de tal forma que indique si el suelo tendrá o no problemas de salinidad.

Si un suelo tiene problemas de salinidad, las consecuencias serán:

- Disminución del desarrollo vegetal.
- Disminución del potencial osmótico del medio, que provoca la disminución del potencial hídrico del suelo.
- Toxicidad.

La conductividad eléctrica se mide en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C de temperatura puesto que varía en función de esta.

Para la clasificación de la salinidad del suelo se utiliza la Tabla 8:

Tabla 8. Clasificación de la salinidad del suelo según la conductividad eléctrica.

CE (extracto) (mS/cm) (25 °C)	Clase
< 0,75	No salino
0,75 – 2	Ligeramente salino
2 – 4	Moderadamente salino
4 – 8	Fuertemente salino
8 – 15	Muy fuertemente salino
>15	Extremadamente salino

Los análisis realizados en el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA), proporcionaron los resultados del perfil en la Tabla 9:

Alumno/a: Iván de Propios Herrero
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 9. Clasificación de la salinidad y conductividad de los horizontes analizados por el ITAGRA.

Horizonte	Conductividad (mS/cm)	Clase
1	0,07	No salino
2	0,02	No salino
3	0,02	No salino

Analizando la clasificación de la salinidad de estos suelos, no existen limitaciones de carácter edáfico debido a la salinidad. Analizando los resultados de los análisis del contenido de sodio, se puede definir que estos suelos no son suelos salinos ni sódicos. Este factor también deberá ser considerado como limitante a la hora de elegir la especie de la repoblación.

4.2. Carbonatos totales

El contenido en carbonatos totales permite establecer la posible fuente de bases, singularmente de calcio y de magnesio. La mayoría del calcio de un suelo, aparece como carbonato cálcico (CaCO_3) en forma de caliza activa. En función del contenido de carbonato en los suelos, en la Tabla 10, estos se clasifican de la siguiente manera siguiendo la metodología de Marañés (1998):

Tabla 10. Niveles de contenido en carbonatos del suelo.

Niveles relativos	CaCO_3 equivalente (%)
Muy alto	0 – 5
Bajo	5 – 10
Normal	10 – 25
Alto	25 – 40
Muy alto	> 40

Según los datos cedidos por la Universidad Católica de Ávila, análisis realizados por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, los carbonatos para las muestras analizadas no sean detectables, por lo que suponemos que los niveles relativos sean tan bajos que no se puedan apreciar.

Debido a que los suelos eran ácidos, era de esperar que los valores de carbonatos fueran mínimos. Este parámetro, influirá de forma totalmente determinante en la elección de las especies para la repoblación de la zona.

4.3. Elementos asimilables del suelo

4.3.1. Fósforo

Los niveles de fósforo asimilable son bajos en los suelos orientados al norte oscilando entre los 11,9 y los 5,1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, y la cantidad está dentro de los límites normales cuando el terreno está orientado hacia el sur (17,5 – 17,7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

4.3.2. Potasio

El potasio asimilable se mantiene en niveles medios-bajos, siendo el valor medio de los suelos analizados de 147,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

4.3.3. Calcio

En el caso del calcio, los niveles son muy bajos, de 4,7 meq/100g para el horizonte 1, de 2,6 meq/100g para el horizonte 2 y de 3,6 meq/100g para el horizonte 3.

4.3.4. Magnesio

En el caso del magnesio, los niveles son muy bajos, van desde los 0,42 meq/100g en el horizonte 3, a los 0,93 en el horizonte 1.

4.3.5. Sodio

Los niveles de sodio son muy bajos, oscilando entre los 0,04 meq/100g y los 0,17 meq/100g.

4.3.6. Nitrógeno

La cantidad de nitrógeno total desciende con la profundidad, tomando un valor medio en el horizonte más superficial del suelo de 0,14 %, nivel que se reduce hasta el 0,04 % en el interior del suelo.

4.4. Contenido de materia orgánica del suelo (MO)

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc. Se debe diferenciar entre sustancias húmicas y no húmicas, siendo mayoritariamente las húmicas.

La cantidad y propiedades de la materia orgánica del suelo ayudan a definir los procesos de formación y las propiedades bioquímicas, químicas y físicas. El análisis de la materia orgánica resulta fundamental para obtener información indirecta de las propiedades del suelo, al influir, por ejemplo, en la retención de agua, así como en la estructuración del suelo y su aireación.

El análisis de la Materia Orgánica del Suelo, también fue realizado por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. Los resultados se exponen en la Tabla 11:

Tabla 11. Análisis de la Materia Orgánica del Suelo realizados por el ITAGRA.

Horizonte	MO oxidable (g/100g)	Nivel
1	2,54	Bajo
2	0,46	Muy bajo
3	0,44	Muy bajo

La materia orgánica es escasa incluso en el horizonte superficial; de hecho, aunque en todos los perfiles aparece un horizonte A pero su espesor nunca alcanza más de 6 cm. El valor máximo encontrado es de 6,33 % en un suelo recubierto de pinocha bajo una zona restaurada y repoblada con *Pinus sylvestris* y con orientación sur. En el resto de localizaciones la materia orgánica del horizonte superior oscila en un intervalo de 1,83-2,56 %. Por otro lado, fuera de la somera influencia de los restos vegetales y animales depositados sobre la superficie del suelo, los valores de materia orgánica descienden hasta situarse alrededor del 0,5 % en todos los casos.

5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR EL CENTRO TECNOLÓGICO AGRARIO Y AGROALIMENTARIO (ITAGRA).



* 114675*



INFORME DE RESULTADOS

Cliente : Jorge Mongil Manso Domicilio : C/ Canteros s/n Univ. Católica de Ávila Población : 05005 Ávila (ÁVILA)	Núm.Boletín: 8320 Reg. Salida: 2664 Nº Muestra: 114675 Registro muestra : 08/11/2011 Inicio análisis : 02/12/2011 Finalización análisis : 02/01/2012
Muestra de : Suelo	Referencia : AV-19-1

Ac	Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
*	Elementos gruesos	32.9 g/100g		Tamiz 2 mm
*	Arena fina	19.72 g/100g		Tamiz 100 µm
	pH (1,2,5)	6.14 ±0.10	[1]	Potenciometría PNT-S-01
*	Conductividad	0.07 mS/cm		Conductímetro (1,2,5)
*	Arena ISSS	83.72 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Limo ISSS	10.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Arcilla ISSS	5.72 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Textura ISSS	Franco arenoso		
	Materia orgánica oxidable	2.56 ±0.57 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
*	Carbonatos	No detectable g CaCO ₃ /100 g		Bernard. PNT-S-03
*	Caliza activa	No realizado, CT<10% g/100g		Bernard
	Fósforo asimilable	15.6 ±3.4 mg/kg		Olsen. PNT-S-04
	Potasio asimilable	215 ±22 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
*	Calcio asimilable	4.7 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
	Magnesio asimilable	0.93 ±0.18 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
*	Sodio asimilable	0.08 meq/100g		Emisión atómica
*	Nitrógeno total	0.17 g/100g		Kjeldahl modificado

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 21.5° C

OBSERVACIONES: Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire

Pág. 1 / 2

ITAGRA.CT- Av/ de Madrid, 44 (La Yutera) 34004 Palencia Fax 979 165 970-Tfno.979 108 446 - E-mail: laboratorios@itagra.com - www.itagra.com



* 114675*

INFORME DE RESULTADOS



Cliente : Jorge Mongil Manso	Núm.Boletín: 8320	Reg. Salida: 2664
Nº Muestra: 114675		
Muestra de : Suelo		

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.
Las determinaciones marcadas con * están fuera del alcance de acreditación.

Emitido por:

Laboratorio

PALENCIA, 03 de Enero de 2012

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN



* 114676*



INFORME DE RESULTADOS

Cliente : Jorge Mongil Manso Domicilio : C/ Canteros s/n Univ. Católica de Ávila Población : 05005 Ávila (ÁVILA)	Núm.Boletín: 8321 Reg. Salida: 2664 Nº Muestra: 114676 Registro muestra : 08/11/2011 Inicio análisis : 02/12/2011 Finalización análisis : 02/01/2012
Muestra de : Suelo	Referencia : AV-19-2

Ac	Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
*	Elementos gruesos	48.7 g/100g		Tamiz 2 mm
*	Arena fina	12.52 g/100g		Tamiz 100 µm
*	pH (1,2,5)	5.79	[1]	Potenciometría PNT-S-01
*	Conductividad	0.02 mS/cm		Conductímetro (1:2,5)
*	Arena ISSS	84.72 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Limo ISSS	7.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Arcilla ISSS	7.72 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Textura ISSS	Fianco arenoso		
*	Materia orgánica oxidable	0.46 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
*	Carbonatos	No detectable g CaCO3/100 g		Bernard. PNT-S-03
*	Caliza activa	No realizado, CT<10% g/100g		Bernard
	Fósforo asimilable	16.3 ±3.4 mg/kg		Olsen. PNT-S-04
	Potasio asimilable	116 ±9 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
*	Calcio asimilable	2.6 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
	Magnesio asimilable	0.47 ±0.04 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
*	Sodio asimilable	0.09 meq/100g		Emisión atómica
*	Nitrógeno total	0.05 g/100g		Kjeldahl modificado

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 21.5° C

OBSERVACIONES: Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire



* 114676*



INFORME DE RESULTADOS

Ciente : Jorge Mongil Manso	Núm.Boletín: 8321	Reg. Salida: 2664
Nº Muestra: 114676		
Muestra de : Suelo		

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.
Las determinaciones marcadas con * están fuera del alcance de acreditación.

Emitido por:

Laboratorio

PALENCIA, 03 de Enero de 2012

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN

Pág. 2 / 2

ITAGRA.CT- Av de Madrid, 44 (La Yutera) 34004 Palencia Fax 979 165 970-Tfno.979 108 446 - E-mail: laboratorios@itagra.com - www.itagra.com



centro tecnológico agrario y agroalimentario

* 114677*



INFORME DE RESULTADOS

Cliente : Jorge Mongil Manso Domicilio : C/ Canteros s/n Univ. Católica de Ávila Población : 05005 Ávila (AVILA)	Núm.Boletín: 8322 Reg. Salida: 2664 Nº Muestra: 114677 Registro muestra : 08/11/2011 Inicio análisis : 02/12/2011 Finalización análisis : 02/01/2012
Muestra de : Suelo	Referencia : AV-19-3

Ac	Nombre Determinación	Resultado	Com.	Método
*	Elementos gruesos	45.8 g/100g		Tamiz 2 mm
*	Arena fina	15.72 g/100g		Tamiz 100 µm
	pH (1,2,5)	6.18 ±0.10	[1]	Potenciometría PNT-S-01
*	Conductividad	0.02 mS/cm		Conductímetro (1:2,5)
*	Arena ISSS	79.72 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Limo ISSS	10.56 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Arcilla ISSS	9.72 g/100g		Densímetro Bouyoucos
*	Textura ISSS	Franco arenoso		
*	Materia orgánica oxidable	0.44 g/100g		Volumetría redox. PNT-S-05
*	Carbonatos	No detectable g CaCO ₃ /100 g		Bernard. PNT-S-03
*	Caliza activa	No realizado, CT<10% g/100g		Bernard
	Fósforo asimilable	18.0 ±3.4 mg/kg		Olsen. PNT-S-04
	Potasio asimilable	153 ±22 mg/kg		Emisión atómica. PNT-S-07
*	Calcio asimilable	3.6 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
	Magnesio asimilable	0.42 ±0.04 meq/100g		Absorción atómica. PNT-S-06
*	Sodio asimilable	0.13 meq/100g		Emisión atómica
*	Nitrógeno total	0.04 g/100g		Kjeldahl modificado

[1]: La determinación de pH se ha realizado a 19.9° C

OBSERVACIONES: Los resultados están expresados sobre suelo seco al aire



* 114677*

INFORME DE RESULTADOS



Cliete : Jorge Mongil Manso	Núm.Boletín: 8322	Reg. Salida: 2664
Nº Muestra: 114677		
Muestra de : Suelo		

La muestra fue facilitada por el propio cliente. El análisis sólo da fe de la muestra recibida.
Este boletín no se puede reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito de la entidad emisora.
Las determinaciones marcadas con * están fuera del alcance de acreditación.

Emitido por:

Laboratorio

PALENCIA, 03 de Enero de 2012

Director técnico del laboratorio

MARTA SÁNCHEZ MARTÍN

Pág. 2 / 2

ITAGRA.CT- Av/ de Madrid, 44 (La Yutera) 34004 Palencia Fax 979 165 970-Tfno.979 108 446 - E-mail: laboratorios@itagra.com - www.itagra.com

Anejo IV. Estudio de la vegetación y usos del suelo

ÍNDICE ANEJO III. ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

1.	Vegetación potencial	1
1.1.	Ámbito biogeográfico.....	1
1.1.1.	Región fitogeográfica.....	1
1.1.2.	Provincia fitogeográfica.	1
1.2.	Bioclimatología.	2
1.3.	Serie climatológica.	3
2.	Vegetación actual.....	5

Este estudio permite conocer la vegetación de la zona de actuación. Estas especies van a jugar un papel importante a la hora de la elección de las especies para la repoblación del presente proyecto.

1. VEGETACIÓN POTENCIAL

La vegetación potencial se define como aquella comunidad vegetal estable que existiría en una zona, como consecuencia de la evolución geobotánica progresiva, en el caso de no haberse producido influencias, alteraciones o transformaciones artificiales en el medio debido a la actuación del hombre, o a ciertas perturbaciones naturales (volcanes, inundaciones, incendios...).

En este proyecto, se persigue lograr implantar una comunidad vegetal permanente en la zona.

1.1. Ámbito biogeográfico.

El ámbito biogeográfico consiste en realizar una clasificación de una región concreta en función de sus aspectos geográficos y climáticos. Rivas Martínez (1987) propone una clasificación para el continente europeo, que es la que se ha decidido utilizar para clasificar la zona de estudio.

1.1.1. Región fitogeográfica.

- Reino Holárquico.
- Región Mediterránea.
- Subregión Mediterráneo Occidental.

1.1.2. Provincia fitogeográfica.

- Superprovincia Mediterránea.
- Provincia Mediterránea Ibérica Occidental.
- Subprovincia Carpetano – Leonesa.
- Sector Guadarrámico.

Las series de vegetación presentes en el municipio, y a su vez características de todas estas divisiones, se presentan en la Figura 1, obtenida a partir del Mapa de vegetación potencial de Rivas-Martínez (1987).

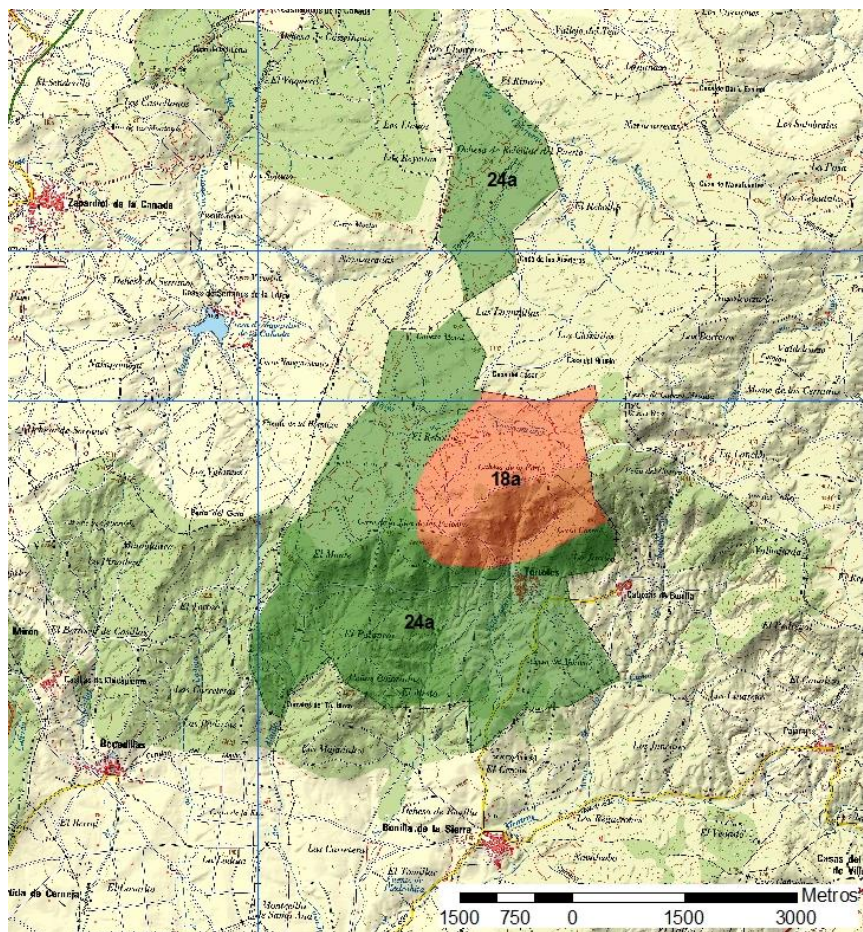


Figura 1. Series de vegetación del municipio de Tórtoles.

1.2. Bioclimatología.

La bioclimatología permite establecer dentro de cada región biogeográfica una serie de pisos bioclimáticos. Éstos se definen como cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden en una serie altitudinal. En la práctica se delimitan en función de aquellas fitocenosis que presentan claras correlaciones con determinados intervalos termoclimáticos.

El piso bioclimático se determina atendiendo a la clasificación de la zona según el índice de termicidad (It) propuesto por Rivas-Martínez (1987).

$$It = (T + M + m) * 10$$

Donde:

- T = temperatura media anual = 10,3 °C.
- M = media de las máximas del mes más frío = 8,5 °C.
- m = media de las mínimas del mes más frío = - 2,5 °C.

Entonces:

$$It = (T + M + m) * 10 = (10,3 + 8,5 + (-2,5)) * 10 = 163$$

$$8 < T < 13$$

$$2 < M < 9$$

$$-4 < m < -1$$

$$60 < It < 210$$

Según los valores anteriores estamos situados en el piso supramediterráneo, pudiendo distinguir entre tres horizontes:

61 < I_t < 110 Superior

111 < I_t < 160 Medio

161 < I_t < 210 Inferior

Por lo que estamos situados en un piso supramediterráneo inferior.

1.3. Serie climatológica.

Según el mapa de las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), Tórtoles se sitúa en la serie:

- Serie supramediterránea carpetano-ibérico-leonesa y alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (18a). El nombre fitosociológico de esta serie es *Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae sigmetum*, con vegetación potencial de rebollares. Esta serie abarca el cuadrante nororiental del municipio de Tórtoles.
- En cambio, en el resto del término, al sur de la restauración y también en las partes más bajas de ésta, como es el entorno del Paraje "La Jarilla", analizada en este trabajo, así como en los territorios del oeste del municipio, aparece otra serie de vegetación diferente, más termófila, la serie supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de *Quercus rotundifolia* (actualmente *Quercus ilex* ssp. *ballota*) o encina (24a). El nombre fitosociológico de esta serie es *Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum* y su vegetación potencial son los encinares.

La identificación de estas dos series y su proximidad a la zona de estudio se puede ver en la Figura 2.



Figura 2. Series climatofílicas presentes en el entorno de la zona de estudio

Una vez determinadas cada una de las series que influyen en nuestra zona de estudio, se pasa a describir cada una de ellas.

Las series supramediterráneas silicícolas del rebollo se hallan muy extendidas por todo el piso de vegetación supramediterráneo, en particular sobre suelos silíceos pobres en bases y en áreas de ombroclima subhúmedo y húmedo. La restauración se encuentra en el ombrotipo subhúmedo inferior como se vio en el apartado de la caracterización climática. Tienen su óptimo dentro de la región Mediterránea precisamente en la provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa, donde tienen su centro genético y de dispersión, aunque también aparecen en otras provincias. La etapa madura de estas series corresponde a robledales densos, bastante sombríos, creadores de tierras pardas con mull. Las etapas de sustitución son, en primer lugar, los matorrales retamoides o piornales, que prosperan todavía sobre suelos mulliformes bien conservados y los brezales o jarales, que corresponden a etapas degradadas, donde los suelos tienden a podsolizarse por la influencia de una materia orgánica bruta.

Concretamente, según Rivas-Martínez (1987), las especies indicadoras de la serie presente en Tórtoles serían las siguientes:

Bosque: *Quercus pyrenaica*, *Luzula forsteri*, *Physospermum cornubiense*, *Geum sylvaticum*.

Matorral denso: *Cytisus scoparius*, *Genista florida*, *Genista cinerascens*, *Adenocarpus hispanicus*.

Matorral degradado: *Cistus laurifolius*, *Lavandula pedunculata*, *Arctostaphylos uva-ursi* var. *crassifolia*, *Santolina rosmarinifolia*.

Pastizales: *Stipa gigantea*, *Agrostis castellana*, *Trisetum ovatum*.

La vocación del territorio es ganadera y forestal, aunque la agricultura cerealista puede ser una alternativa aceptable en los suelos más profundos.

La serie de encinares de *Quercus ilex* ssp. *ballota* es muy común en toda la Península Ibérica. Existen desde el piso termomediterráneo al supramediterráneo sobre todo tipo de sustratos. Además, *Quercus ilex* ssp. *ballota* está sustituyendo a *Quercus ilex* ssp. *ilex* en el cuadrante nororiental de la Península, dominando en ocasiones una encina híbrida entre ambas subespecies.

Las series de carrascales supramediterráneos en su conjunto tienen preferencia por territorios de clima continental, en los que suelen haber desplazado a arcaicos bosques esteparios periglaciares de sabinas albares y enebros, hoy reliquias en la Península. En los territorios más lluviosos o menos continentales las series de carrascales supramediterráneos han sido agredidas y sustituidas a su vez por las de robledales. Sólo se hallan bien implantadas en estaciones rupestres o sobre suelos más xerofíticos que la media, por lo que en ocasiones tienen más un significado de comunidades permanentes (series edafoxerófilas) que de clímax climáticas (series climacifilas).

Las series supra-mesomediterráneas silicícolas secas y subhúmedas, o topográficamente húmedas, de la encina *Quercus ilex* ssp. *ballota*, corresponden en su estado maduro a bosques densos de encinas, en los que pueden hallarse en ciertos

casos enebros o quejigos. Existen tres series de estas características en la Península, bien independizadas entre sí por sus particularidades florísticas, etapas de sustitución y geografía. La más continental es la que aparece en Tórtoles. Es esencialmente supramediterránea excepto en el sector Guadarrámico donde alcanza el horizonte superior mesomediterráneo. En ella los piornales con *Genista cinerascens*, *Genista florida*, *Cytisus scoparius ssp. scoparius* y, en ocasiones, *Adenocarpus hispanicus* representan la primera etapa de regresión de las faciociones más ombrófilas y frías, en tanto que los retamares llevan *Retama sphaerocarpa*, *Cytisus scoparius*, *Genista cinerascens* y *Adenocarpus aureus*. Tras la etapa de berciales de *Stipa gigantea* y *S. lagascae*, los jarales pringosos de *Cistus ladanifer* y más rara vez *C. laurifolius* o su híbrido *C. x cyprius*, llevan sobre todo *Lavandula pedunculata*, que pone de relieve los estadios más degradados de esta serie continental. La lavanda es un matorral muy abundante en las laderas degradadas cercanas al pueblo de Tórtoles, en las que además grandes cárcavas indican procesos avanzados de erosión superficial.

Las especies indicadoras de la serie de encinar presente en el municipio de Tórtoles para cada etapa de sustitución son las siguientes:

Bosque: *Quercus ilex ssp. ballota*, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera etrusca*, *Paeonia broteroi*.

Matorral denso: *Cytisus scoparius*, *Retama sphaerocarpa*, *Genista cinerascens*, *Adenocarpus aureus*.

Matorral degradado: *Cistus ladanifer*, *Lavandula pedunculata*, *Rosmarinus officinalis*, *Helichrysum serotinum*.

Pastizales: *Stipa gigantea*, *Agrostis castellana*, *Poa bulbosa*.

La vegetación edafohigrófila supramediterránea consiste en fresnedas de *Fraxinus angustifolia*, saucedas arbóreas de *Salix atrocinerea*, alisedas de *Alnus glutinosa* y saucedas arbustivas de *Salix salviifolia*, cervunales de *Nardus stricta*, prados de siega de *Cynosurus cristatus*, juncales de *Juncus acutiflorus* y de *Juncus effusus*. Los abedulares de *Betula celtiberica* aparecen esporádicamente a lo largo del piso supramediterráneo (Sardinero, 2004).

En el piso supramediterráneo inferior seco las comunidades herbáceas se ven sustituidas por vallicares de *Agrostis castellana*, prados de siega de *Arrhenatherum bulbosum*, juncales glaucos de *Juncus inflexus*, y juncales churreros de *Scirpus holoschoenus* (Sardinero, 2004).

2. VEGETACIÓN ACTUAL

La repoblación efectuada en 1964 es actualmente un pinar adulto de *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus halepensis*, a pesar de que en el proyecto original sólo figura que se plantaran *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus halepensis* (Azcarretazábal, 1964). De ellas todas aparecen más o menos en grupos y filas de repoblación (Figura 3), salvo el *Pinus pinaster* que aparece disperso en todo el monte sin un orden claro preestablecido y con un porte mayor y apariencia más vieja. Por ello, se puede suponer que la estación es favorable al pino resinero, que pudo existir en el monte de una forma espontánea, mientras que el resto de especies fueron introducidas mediante repoblación. En particular resulta llamativa la presencia del pino carrasco, propio del levante peninsular y fuera de sus estaciones naturales. Además,

la repoblación se encuentra salpicada de ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*), sin duda introducido durante la ejecución de la restauración (Figura 4).



Figura 3. Repoblación con diferentes especies del género *Pinus*.



Figura 4. Pies de *Cupressus arizonica*, de color verde azulado, entre los pinos.

En general, la estructura muy densa del marco de plantación, con 3.333 pies·ha⁻¹ según el proyecto original (Azcarretazábal, 1964) y sin evidencias ni referencias a posteriores trabajos de clara, implica la creación de sotobosques muy pobres en especies (Figura 5). Aparecen zonas con cierto regenerado natural de encina bajo *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* (Figura 6), además de jaras y genistas en las zonas donde la luz atraviesa el dosel arbóreo. En algunas áreas, donde los pinos no han prosperado debido a que la roca subyacente está en la superficie o muy cerca, es frecuente observar grandes ejemplares de *Cistus laurifolius* e incluso algún *Sambucus nigra*.

Por un lado, esta estructura densa implica la poda natural de los *Pinus sylvestris*, mientras que para el *Pinus nigra*, necesita de podas (Figura 6). La elevada densidad de la masa provoca una excesiva competencia, haciendo además, que los árboles crezcan demasiado esbeltos y frágiles pudiendo ser fácilmente descepadados por rachas de viento inusualmente fuertes.



Figura 5. Zona de la restauración en la que el desarrollo del sotobosque es nulo.



Figura 6. Regenerado de encina en la zona 2 del estudio (Jorge Mongil).



Figura 7. Zona de la restauración donde la visibilidad queda limitada por la presencia de ramas bajas secas en los pinos.

En la parte alta de la restauración podemos encontrar berciales de *Stipa gigantea*, allá donde existen claros debido a los canchales (Figura 8). Otras zonas de claros, pero con suelos más evolucionados, quedan ocupadas por jarales (Figura 9) de *Cistus laurifolius* y *Cistus monspeliensis* que aparecen formando manchas monoespecíficas, con nula o muy poca mezcla entre las dos especies, o por torvisco (*Daphne gnidium*).



Figura 8. La *Stipa gigantea* prospera en las zonas altas y rocosas.



Figura 9. Jarales (en primer plano) en las zonas altas de la restauración.

La mejora local de las condiciones edáficas en los barrancos y cárcavas, donde la humedad del suelo es mayor y el terreno suele estar más sombreado, permiten el establecimiento de diversas especies más exigentes que los pinos como son *Populus nigra*, *Salix fragilis*, *Salix atrocinerea* o *Salix caprea*, diversas especies de los géneros *Rosa* y *Rubus*, así como algunos ejemplares de *Crataegus monogyna* (Figura 10 e Figura 11). No quedan vestigios de las alisedas o fresnedas que en la antigüedad debieran haber cubierto las zonas ribereñas.



Figura 10. Líneas de vegetación caducifolia formadas a lo largo de las gargantas (Luis I. Resina).



Figura 11. Líneas de vegetación caducifolia formadas a lo largo de las gargantas (Verónica Cruz).

En la Figura 12 y Figura 13, se puede apreciar como la construcción de diques gavionados ha supuesto no sólo una mejora de las características hidrológicas y edáficas, sino también la creación de un hábitat propicio para especies que no hubieran podido establecerse en las anteriores condiciones de insolación, humedad edáfica o pendiente.



Figura 12. Ejemplo de los cambios de vegetación que se producen en las cárcavas intervenidas con diques gavionados.



Figura 13. Ejemplos de los cambios de vegetación que se producen en las cárcavas intervenidas con diques gavionados.

Años después de la restauración de 1964 se realizaron plantaciones de chopos en las cuñas de sedimentos retenidas por los diques (Figura 14).



Figura 14. Plantación de chopos en la cuña de sedimentos de un dique en Tórtoles (Jorge Mongil).

En los acarreos retenidos por los diques, en exposiciones particularmente favorables, se pueden observar cerezos (*Prunus avium*), cuyo origen pudiera ser tanto natural, pues la zona del Valle del Corneja es lugar de procedencia de semillas de cerezo silvestre, como escapado de cultivo debido a que en los prados y huertas cercanas es posible encontrar dicha especie cultivada, sobre todo cerca de las lindes (Figura 15). Sin embargo, dada la cantidad de cerezos dispersos que se encuentran por todo del monte y que pertenecen a clases de edad claramente distintas y diversas, es probable que el cerezo sea una especie espontánea en la zona.



Figura 15. Cambios de vegetación originados por la presencia de prados intercalados en la repoblación, donde se pueden apreciar chopos, zarzas, espinos, sauces, etc. formando las lindes, así como distintas especies de frutales como cerezos o nogales.

En la Tabla 1 se recoge una lista de las especies observadas durante las salidas de campo.

Tabla 1: Listado de especies observadas en la restauración de Tórtoles y las inmediaciones.

Familia	Especie
Aceraceae	<i>Hedera helix</i>
Cistaceae	<i>Cistus laurifolius</i>
	<i>Cistus monspeliensis</i>
Cupressaceae	<i>Cupressus arizonica</i>
Fabaceae	<i>Cytisus scoparius</i>
	<i>Ulex sp.</i>
Fagaceae	<i>Quercus ilex ssp. ilex</i>
	<i>Quercus pyrenaica</i>
Juglandiaceae	<i>Juglans regia</i>

Alumno/a: Iván de Propios Herrero
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Tabla 2. (Cont.) Listado de especies observadas en la restauración de Tórtoles y las inmediaciones.

Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i>
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i>
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Pinus sylvestris</i>
Poaceae	<i>Stipa gigantea</i>
Ranunculaceae	<i>Delphinium halteratum</i>
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus avium</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Rosa gr. canina</i> <i>Rubus ulmifolius</i>
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> <i>Salix atrocinerea</i> <i>Salix caprea</i> <i>Salix fragilis</i>
Thymelaceae	<i>Daphne gnidium</i>
Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i>

Para completar este listado, en la Tabla 3 se han recogido las especies observadas e identificadas para la zona de estudio, así como la vocación vegetal del terreno que indican en caso de que lo hagan según Rivas-Martínez (1987).

Tabla 3: Especies identificadas en cada zona de estudio y vocación climática que indican.

Familia	Especie	Vocación
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	<i>Q. ilex</i>
Leguminosae	<i>Cytisus scoparius</i> <i>Genista hispanica ssp. hispanica</i> <i>Astragalus granatensis</i> <i>Astragalus sp.</i>	<i>Q. pirenaica/Q. ilex</i>
Cistaceae	<i>Halimium umbellatum</i>	
Labiatae	<i>Lavandula pedunculata</i> <i>Thymus mastichina</i> <i>Thymus zygis</i>	<i>Q. pirenaica/Q. ilex</i>
Compositae	<i>Helichrysum stoechas</i> <i>Taraxacum sp.</i> <i>Artemisia sp.</i>	
Cruciferae	<i>Biscutella valentina</i>	
Scrophulariaceae	<i>Digitalis purpurea</i>	

Anejo V. Estudio de la fauna.

ÍNDICE ANEJO V. ESTUDIO DE LA FAUNA.

1.	Introducción.....	1
2.	Inventario general.....	1
2.1.	Anfibios	1
2.2.	Reptiles	1
2.3.	Aves	2
2.4.	Mamíferos	3
3.	Posible incidencia del proyecto de fauna.....	3
4.	Posible incidencia de la fauna sobre los trabajos	4
5.	Importancia cinegética de la zona	4
6.	Importancia de las zonas de protección de aves cercana.....	4
6.1.	Zona ZEPA.....	4
6.2.	Área crítica	4
6.3.	REN	4
6.3.1.	Fauna.....	5
6.3.2.	Valores que justifican su declaración.....	5
6.4.	Zona LIC	5

Este estudio permite conocer la fauna de la zona de actuación y sus alrededores. Para ello se han podido observar de forma directa o mediante vestigios, las especies que en dicho anexo aparecen.

1. INTRODUCCIÓN

La Comarca de El Barco de Ávila - Piedrahíta, presencia de diferentes aves rapaces, como pueden ser, el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*). También se observa otras especies de aves más habituales como son gorriones (*Passer domesticus*), urracas (*Pica pica*), palomas comunes (*Columba livia*) y palomas torcaces (*Columba palumbus*), cigüeñas (*Ciconia ciconia*), diferentes especies de córvidos, golondrinas (*Hirundo rustica*), etc.

Cabe destacar la presencia de la perdiz roja (*Alectoris rufa*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*).

En esta zona, se pueden observar numerosas especies de pequeños mamíferos, como conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), liebre (*Lepus granatensis*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), topillo campesino (*Microtus arvalis*), erizo (*Erinaceus europaeus*), etc. También hay presencia por la zona de corzos (*Capreolus capreolus*), jabalíes (*Sus scrofa*) y zorros (*Vulpes vulpes*).

Ultimamente, los ataques de lobo ibérico (*Canis lupus*) al ganado de la zona han aumentado.

2. INVENTARIO GENERAL

En este apartado se va a realizar un inventario general de las especies de vertebrados presentes en la cuenca.

Además, se especifican las categorías a las que pertenecen en el estado de conservación de la UICN, referidas en el Libro Rojo de los Vertebrados de España (1992) del ICONA, y complementadas en el caso de las aves con el Libro Rojo de las Aves de España (2004).

Las diferentes categorías específicas de conservación son:

- Ex:** Especie extinguida
- E:** Especie en peligro
- V:** Especie vulnerable
- R:** Especie rara
- I:** Especie indeterminada
- K:** Especie insuficientemente conocida
- NA:** Especie no amenazada
- C:** Especie cinegética
- NT:** Casi amenazado
- NE:** No evaluado

2.1. Anfibios

Sapo común (*Bufo bufo*) (NA)

Rana común (*Rana perezi*) (NA)

2.2. Reptiles

Culebra de escalera (*Elaphe scalaris*) (NA)

Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*) (NA)
Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*) (NA)
Lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*) (NA)

2.3. Aves

Perdiz roja (*Alectoris rufa*) (NA)
Ánade real (*Anas platyrhynchos*) (NA)
Mochuelo común (*Athene noctua*) (No aparece)
Cigüeña común (*Ciconia ciconia*) (V)
Águila culebrera (*Circaetus gallicus*) (I)
Aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) (V)
Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) (K)
Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) (V)
Paloma común (*Columba livia*) (No aparece)
Paloma torcaz (*Columba palumbus*) (No aparece)
Codorniz (*Coturnix coturnix*) (NA)
Cernícalo primilla (*Falco naumanni*) (V)
Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (V)
Golondrina común (*Hirundo rustica*) (No aparece)
Milano real (*Milvus milvus*) (K)
Gorrión común (*Passer domesticus*) (NA)
Perdiz pardilla (*Perdix perdix*) (V)
Urraca (*Pica pica*) (No aparece)
Estornino negro (*Sturnus unicolor*) (NA)
Abejaruco europeo (*Merops apiaster*) (NE)
Abubilla (*Upupa epops*) (No aparece)
Agateador común (*Certhia brachydactyla*) (NE)
Alcaudón común (*Lanius senator*) (NT)
Alondra común (*Alauda arvensis*) (NE)
Alondra totovía (*Lullula arborea*) (NE)
Arrendajo (*Garrulus glandarius*) (NE)
Avión común (*Delichon urbicum*) (NE)
Busardo ratonero o ratonero común (*Buteo buteo*) (NT)
Carbonero común (*Parus major*) (NE)
Carbonero garrapinos (*Periparus ater*) (K)
Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) (V)
Chochín (*Troglodytes troglodytes*) (NE)
Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) (V)
Codorniz común (*Coturnix coturnix*) (K)
Cogujada común (*Galerida cristata*) (NE)
Cogujada montesina (*Galerida theklae*) (NE)
Colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*) (V)
Collalba gris (*Oenanthe oenanthe*) (NE)
Cuco común (*Cuculus canorus*) (NE)
Cuervo (*Corvus corax*) (NE)
Curruca mosquitera (*Sylvia borin*) (NE)
Escribano hortelano (*Emberiza hortulana*) (NE)
Escribano montesino (*Emberiza cia*) (NE)
Escribano soteño o escribano de garganta (*Emberiza cirrus*) (NE)
Gorrión chillón (*Petronia petronia*) (NE)
Gorrión común (*Passer domesticus*) (NE)
Grajilla occidental (*Corvus monedula*) (NE)
Lavandera blanca o aguzanieves (*Motacilla alba*) (NE)

Lavandera boyera (*Motacilla flava*) (NE)
Mirlo común (*Turdus merula*) (K)
Mochuelo común (*Athene noctua*) (K)
Mosquitero papialbo (*Phylloscopus bonelli*) (K)
Oropéndola europea u oriol (*Oriolus oriolus*) (NE)
Paloma doméstica (*Columba livia*) (NE)
Paloma torcaz (*Columba palumbus*) (NE)
Paloma zurita (*Columba oenas*) (K)
Pardillo común (*Linaria cannabina*) (No aparece)
Petirrojo europeo (*Erithacus rubecula*) (K)
Pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*) (NE)
Pito real (*Picus viridis*) (NE)
Ruiseñor común (*Luscinia megarhynchos*) (NE)
Tarabilla común (*Saxicola torquatus*) (NE)
Terrera común (*Calandrella brachydactyla*) (V)
Triguero (*Miliaria calandra*) (NE)
Vencejo común (*Apus apus*) (NE)
Verdecillo (*Serinus serinus*) (NE)
Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) (NE)
Zarcero común (*Hippolais polyglotta*) (NE)
Zorzal charlo (*Turdus viscivorus*) (NE)
Zorzal común (*Turdus philomelos*) (NE)

2.4. Mamíferos

Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) (NA)
Lobo (*Canis lupus*) (V)
Corzo (*Capreolus capreolus*) (NA)
Erizo común (*Erinaceus europaeus*) (NA)
Liebre (*Lepus granatensis*) (NA)
Topillo campesino (*Microtus arvalis*) (NA)
Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (NA)
Jabalí (*Sus scrofa*) (NA)
Topo (*Talpa europaea*) (NA)
Zorro (*Vulpes vulpes*) (NA)

3. POSIBLE INCIDENCIA DEL PROYECTO DE FAUNA

El proyecto de restauración e implantación de vegetación, no interferirá en la vida de las diferentes especies animales, sino que beneficiará su hábitat, ya que les proporcionará un área de campeo cubierta, frente a los campos agrícolas cercanos, aumentando la seguridad en sus desplazamientos, y un hábitat diferente para su desarrollo.

La restauración hidrológico-forestal de la cárcava, mejorará la calidad del suelo y de las aguas, y una disminución del peligro que suponen las grandes avenidas para la fauna.

La inclusión en la repoblación de especies arbóreas de fruto y/o semilla comestible, aumentará las posibilidades alimenticias de la fauna.

Se producirán ciertos impactos negativos, con la construcción de las obras hidráulicas de control del cauce, o con las obras de ejecución de las vías de acceso, o problemas de alimentación y/o refugio en el transcurso de las obras, pero son muy puntuales en tiempo y espacio, existiendo terreno suficiente para la dispersión.

Alumno/a: Iván de Propios Herrero

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

4. POSIBLE INCIDENCIA DE LA FAUNA SOBRE LOS TRABAJOS

No existirán problemas en las obras transversales de control de cauce, pero sí es posible que existan daños en el repoblado, ya que los pequeños roedores podrían alimentarse de la masa de brinzales jóvenes, o ser estos ramoneados por fauna silvestre o ganado.

Se colocaran mallas protectoras para fauna en la repoblación para evitar posibles daños a las plantas.

5. IMPORTANCIA CINEGÉTICA DE LA ZONA

Caza menor: cabe destacar la importancia de aves como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y la codorniz (*Coturnix coturnix*). Por otra parte es necesario tener en cuenta la importancia tanto del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) como de la liebre (*Lepus granatensis*), para este tipo de caza.

Caza mayor: por la zona destaca la presencia de corzos (*Capreolus capreolus*) y jabalíes (*Sus scrofa*), con elevado valor cinegético.

6. IMPORTANCIA DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN DE AVES CERCANA

6.1. Zona ZEPA

Es importante destacar la presencia de una zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), a menos de 15 kilómetros en línea recta de la zona de estudio. Esta zona ocupa una superficie de 7545,12 hectáreas, y se denomina "Dehesa de los Ríos Gamo y Margañán".

Respecto a la fauna, el principal valor en la zona es la presencia de milano real (*Milvus milvus*), águila real (*Aquila chysaetos*), águila imperial ibérica (*Aquila heliaca adalberti*), cigüeña negra (*Ciconia nigra*), cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), halcón peregrino (*Falco peregrino*) y buitre negro (*Aegypius monachus*). (Documento N°3. Planos: Plano N°8. Zonas protegidas).

6.2. Área crítica

Contamos con la presencia de un área crítica, área de recuperación del águila imperial, a menos de 15 kilómetros en línea recta de la zona de estudio.

Esta zona ocupa una superficie de 5560,92 hectáreas, y se identifica con el código AV-11, y que coincide en parte con la zona ZEPA denominada "Dehesa de los Ríos Gamo y Margañán".

6.3. REN

"Sierras de Parameda y Serrota" es un Espacio Natural Protegido que pertenece a la REN (Red de Espacios Naturales), que se encuentra menos de 10 kilómetros en línea recta de la zona de estudio. Esta zona ocupa una superficie de 22.375,94 hectáreas.

Actualmente cuenta con el PORN (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) en estado de tramitación, iniciado y pendiente de declaración.

6.3.1. Fauna

Desde el punto de vista faunístico sobresalen las aves por su número y valor, especialmente las comunidades de paseriformes y rapaces. Los paseriformes están ampliamente distribuidos, tanto en el piso basal como en los piornales, pedrizas, cervunales y praderías.

Uno de los grupos de mayor valor faunístico son las comunidades de rapaces, donde destacan sobre todo el águila imperial ibérica (*Aquila heliaca adalberti*), el buitre negro (*Aegypius monachus*), el buitre leonado (*Gyps fulvus*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el (*Falco peregrino*), etc., que vuelan estos parajes desde sus asentamientos más meridionales.

Junto a ellos existen otras especies muy valiosas de la fauna ibérica como la cigüeña negra (*Ciconia nigra*), alimoche (*Neophron percnopterus*), sisón (*Tetrax tetrax*), búho real (*Bubo bubo*), águila culebrera (*Circaetus gallicus*), gavilán (*Accipiter nisus*), alcotán (*Falco subbuteo*), etc.

Por lo que respecta a los mamíferos reseñar la presencia del gato montés (*Felis silvestris*) y del introducido visón americano (*Neovison vison*), junto a un buen número de micromamíferos.

También entre los anfibios y reptiles hay especies valiosas como la salamandra común ibérica (*Salamandra salamandra*), gallipato (*Pleurodeles waltl*), tritón ibérico (*Lissotriton boscai*), lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*), lagartija serrana (*Iberolacerta monticola*), etc.

6.3.2. Valores que justifican su declaración

Las cumbres de estas Sierras están arrasadas por la erosión del glaciar cuaternario, siendo la Sierra de la Paramera un ejemplo magnífico. Las cumbres de la Cordillera Central fueron retocadas por los hielos cuaternarios, no quedando ajenos estos dos hechos. Este macizo aislado, conoció la presencia de los hielos, los cuales dejaron labrados en estas rocas cristalinas cinco aparatos glaciares, siendo el más importante el glaciar de los Hornillos. A ello se une una importante comunidad de aves, donde destacan los paseriformes y las rapaces.

6.4. Zona LIC

Existen tres zonas LIC (Lugar de Interés Comunitario), en las cercanías del área de estudio.

Estas son: "Riberas del río Tormes y afluentes", "Riberas del río Adaja y afluentes", y "Sierras de Parameda y Serrota", todas estas a menos de 10 kilómetros en línea recta de la zona de estudio. Estas zonas han sido elaboradas por los Estados miembros a partir de los criterios establecidos en la Directiva Hábitat. En España, cada Comunidad Autónoma (en este caso, la Junta de Castilla y León), se hizo cargo de la gestión de sus territorios. El criterio para determinar estas zonas, es poseer especies animales o vegetales amenazados o representativos de un determinado ecosistema. (Documento N°3. Planos: Plano N°8. Zonas protegidas).

Anejo VI. Análisis de aguaceros.

ÍNDICE ANEJO VI. ANÁLISIS DE AGUACEROS.

1.	Método Gumbel.....	1
1.1.	Distribución de las frecuencias observadas.....	1
1.2.	Validez del ajuste.....	3
1.3.	Cálculo de la precipitación de periodo de retorno (T).....	4
1.4.	Intensidad media diaria (Id) para T.....	5
1.5.	Intensidad media de la lluvia durante el tiempo de concentración (Itc) para T ...	5
2.	Método del número de curva.....	6
3.	Coefficiente de escorrentía.....	9
4.	Caudal en punta (QP).....	9

En este apartado, se pretende estimar la precipitación máxima, para el diseño de obras hidráulicas o para la planificación hidrológica. También va a servir para establecer las condiciones de riesgo y de garantía del diseño de obras hidráulicas e hidrológicas.

La metodología utilizada durante todos los cálculos de este anejo, se han obtenido de Martínez de Azagra y Navarro Hevia (1996) "Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico".

1. MÉTODO GUMBEL

Este método se va a utilizar para calcular la precipitación diaria máxima para un periodo de retorno determinado. Su función de distribución es la siguiente:

Para comenzar los cálculos, las precipitaciones máximas en 24 horas se ordenan de menor a mayor y se procede a calcular la distribución de frecuencias mediante la Formula de Weibull.

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}}$$

Dónde α y μ son los parámetros que hay que estimar a partir de la muestra. Debido a que la serie de datos es mayor de 30 años se trabaja con la desviación típica $S(N)$ y con los siguientes estimadores (MARTINEZ DE AZAGRA Y NAVARRO, 1996):

$$\mu = \bar{P} - 0,450047 * S$$

$$\alpha = 1,28255 * \frac{1}{S}$$

$$S = \sqrt{\sum \frac{P_i^2}{N} - P^2}$$

1.1. Distribución de las frecuencias observadas

A continuación se ordenan los datos de precipitaciones máximas diarias y se obtienen sus frecuencias podemos obtener la frecuencias para estos episodios de lluvia.

La fórmula que se utiliza para obtener las frecuencias es la fórmula de Weiboull:

$$Fr = \frac{n}{N+1}$$

Dónde: n: Es el número de orden de la serie de valores muestrales ordenados en sentido creciente.

N: número total de valores de la serie.

En la Tabla 1, se muestra la serie de datos ordenada de menor a mayor con su frecuencia correspondiente.

Tabla 1. Frecuencia observada para la precipitación máxima en 24 horas de cada año.

Año	Pmax24,d	Fr obs. acumulada
2009	25,5	0,032
2010	29,0	0,065
1994	33,8	0,097
2008	35,5	0,129
1990	36,5	0,161
2015	38,5	0,194
2011	39,7	0,226
2002	42,2	0,258
2006	42,5	0,290
2001	44,0	0,323
1998	44,5	0,355
1993	47,5	0,387
2003	48,3	0,419
2012	49,2	0,452
1988	51,1	0,484
1989	51,1	0,516
2013	52,3	0,548
1986	53,2	0,581
1991	54,0	0,613
2000	54,0	0,645
2014	54,0	0,677
1987	55,5	0,710
1992	56,5	0,742
2004	57,6	0,774
2005	59,0	0,806
1997	61,0	0,839
2007	65,0	0,871
1999	67,5	0,903
1995	68,4	0,935
1996	89,2	0,968
Pmedia	50,2	

Para obtener S sea realizado con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\sum \frac{P_i^2}{N} - \bar{P}^2}$$

Dónde: P_i : Es la precipitación máxima diaria.
 N : Número de datos de la serie.
 \bar{P} : Precipitación máxima diaria media.

Tenemos: $S = \sqrt{2684,74 - 2520,04} = 12,83$

Tras calcular la desviación típica ya se pueden calcular el resto de variables que se necesitan para la función de Gumbel.

$$\alpha = 1,28255 * \frac{1}{12,83} = 0,10$$

$$\mu = 50,2 - 0,450047 * 12,83 = 44,41$$

De esta manera y conociendo ya todas sus variables, la función de Gumbel es:

$$F(x) = e^{-e^{-0,10(x-44,41)}}$$

Dónde: X: Precipitación máxima diaria.

F(x): Probabilidad de que se produzca un evento de lluvia \leq X.

1.2. Validez del ajuste

Para saber la validez del ajuste se aplica el test de Kolmogorov – Smirnov. Este test compara la mayor diferencia obtenida entre la frecuencia observada y la obtenida por la función.

En la Tabla 2, se muestra los resultados obtenidos, apareciendo subrayada la mayor diferencia obtenida entre la frecuencia máxima observada y la obtenida en la función.

Tabla 2. Resultado de la diferencia de la frecuencia observada y la obtenida de la función.

Año	Pmax24,d	Fr obs. acumulada	F(x)	Fr.obs – F(x)
2009	25,5	0,032	0,001	0,0313
2010	29,0	0,065	0,009	0,0555
1994	33,8	0,097	0,056	0,0408
2008	35,5	0,129	0,087	0,0420
1990	36,5	0,161	0,110	0,0513
2015	38,5	0,194	0,164	0,0295
2011	39,7	0,226	0,201	0,0248
2002	42,2	0,258	0,287	0,0289
2006	42,5	0,290	0,298	0,0077
2001	44,0	0,323	0,353	0,0304
1998	44,5	0,354	0,371	0,0162
1993	47,5	0,387	0,480	0,0929
2003	48,3	0,419	0,508	0,0886
2012	49,2	0,452	0,538	0,0864
1988	51,1	0,484	0,599	0,1151
1989	51,1	0,516	0,599	0,0829
2013	52,3	0,548	0,635	0,0866
1986	53,2	0,581	0,660	0,0794
1991	54,0	0,613	0,681	0,0681
2000	54,0	0,645	0,681	0,0358
2014	54,0	0,677	0,681	0,0036
1987	55,5	0,710	0,719	0,0093
1992	56,5	0,741	0,742	0,0001
2004	57,6	0,774	0,765	0,0092
2005	59,0	0,806	0,793	0,0135
1997	61,0	0,839	0,827	0,0117
2007	65,0	0,871	0,880	0,0090
1999	67,5	0,903	0,905	0,0018
1995	68,4	0,935	0,913	0,0225
1996	89,2	0,968	0,989	0,0213

El número de Kolmogorov depende del número de datos, en este caso N = 30 y de la significación de $\alpha = 0,1$.

Para calcular el número de kolgomorov –Smirnov acudimos a la Tabla 3 (MARTÍNEZ DE AZAGRA Y NAVARRO, 1996).

Tabla 3. Tabla para el cálculo del número de Kolmogorov-Smirnov para el test de bondad. Martínez de Azagra y Navarro (1996).

Tamaño de la muestra (N)	Nivel de significación α				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,226	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,706	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,210	0,220	0,240	0,270	0,320
30	0,190	0,200	0,220	0,240	0,290
35	0,180	0,190	0,210	0,230	0,270
Más de 35	1,07/ \sqrt{N}	1,14/ \sqrt{N}	1,22/ \sqrt{N}	1,36/ \sqrt{N}	1,63/ \sqrt{N}

De la figura anterior obtenemos la siguiente fórmula:

$$D(30; 0,1) = \frac{1,22}{\sqrt{N}} = \frac{1,22}{\sqrt{30}} = 0,223$$

Con lo cual $0,0248 < 0,223$ por lo que el ajuste es válido.

1.3. Cálculo de la precipitación de periodo de retorno (T)

Para el diseño de los diques se ha elegido un periodo de retorno de 25 años ya que no existe riesgo para poblaciones e infraestructuras cercanas importantes. Además este periodo de retorno se encuentra dentro del establecido por López Cadenas (1988), para los diques de gaviones que se pueden considerar de envergadura pequeña.

Una vez que se ha fijado el periodo de retorno se puede determinar el valor de $F(x)$ de la siguiente forma.

$$T = \frac{1}{1 - F(x)} \rightarrow F(x) = \frac{T - 1}{T}$$

Dónde: T: Periodo de retorno (años).

De esta forma $F(x)$ para un periodo de retorno de 25 años toma el valor de 0,96

Una vez conocido el periodo de retorno y $F(x)$ podemos saber cuál es la precipitación de periodo de retorno 25 años ya que:

$$0,96 = e^{-e^{-0,10(x-44,41)}}$$

Despejamos "x", tenemos:

$$x \text{ (mm)} = \frac{-\ln(-\ln(0,96))}{0,10} + 44,41 \rightarrow x = 76,4 \text{ mm}$$

De esta forma la precipitación para nuestra zona con periodo de retorno 25 años es de 76,4 mm.

1.4. Intensidad media diaria (I_d) para T

Para calcular la intensidad media diaria se divide la precipitación máxima diaria entra las horas que tiene un día, de tal forma que:

$$I_d = \frac{Pd}{24} = \frac{76,4}{24} = 3,2 \text{ mm/h}$$

1.5. Intensidad media de la lluvia durante el tiempo de concentración (I_{tc}) para T

Para calcular la intensidad media diaria se divide la precipitación máxima diaria entra las horas que tiene un día, de tal forma que:

$$I_{tc} = I_d * k \frac{28^{0,1-T_c^{0,1}}}{28^{0,1}-1}$$

Dónde: I_{tc} : Intensidad del aguacero durante el tiempo de concentración (mm/h).
 T_c : Tiempo de concentración de la cuenca = 0,78 h
 K: Coeficiente adimensional (A través de la Figura 1). K=10
 I_d : Intensidad máxima diaria (mm/h). $I_d = 3,183 \text{ mm/h}$



Figura 1. Mapa del factor de regionalización para España. (NAVARRO, 1999).

De esta forma nuestra expresión queda de la siguiente forma:

$$I_{tc} = 3,2 * 10^{\frac{28^{0,1}-0,78^{0,1}}{28^{0,1}-1}} = 33,99 \text{ mm/h}$$

La precipitación producida por una intensidad de lluvia de 33,99 mm/h durante el tiempo de concentración de 0,78 horas será de 26,51 mm.

2. MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA

La estimación de la escorrentía en la cuenca, se ha realizado por medio del Método del Número de Curva, que también se denomina Método de los Números Hidrológicos, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en el año 1972.

Este índice se basa en la generación de un valor numérico (Número de Curva), que refleja la capacidad de la cuenca vertiente para producir escorrentía durante un aguacero, y que viene definido, por el uso del suelo o tipo de cubierta vegetal, el tratamiento efectuado en el mismo, y el tipo de suelo y su capacidad de infiltración. Estos valores se encuentran en las Figuras 2 y 3.

Tabla 1.a: Números de Curva en condiciones medias de humedad de suelo (NI) según SCS (en Horton de Azoga y Navarro-Nave, 1996)				Tabla 1.a (cont.): Números de Curva en condiciones medias de humedad de suelo (NI) según SCS (en Horton de Azoga y Navarro-Nave, 1996)										
TIPO DE VEGETACIÓN	LABOREO	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	TIPO DE SUELO				TIPO DE VEGETACIÓN	LABOREO	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	TIPO DE SUELO				
			A	B	C	D				A	B	C	D	
Barbecho	denudado	-	77	86	91	94	Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia	C	poBRE	64	75	83	85	
	CR	poBRE	76	85	90	93		C	bUENO	55	65	78	83	
	CR	bUENO	74	81	88	90		C+T	poBRE	63	76	80	83	
Cultivos alineados	R	poBRE	72	81	88	91	Pastizales o pastos naturales	poBRES	reguBRES	68	79	86	89	
	R	bUENO	67	78	85	89				69	79	84	88	
	R+CR	poBRE	71	80	87	90				bUENOS	39	61	74	80
	R+CR	bUENO	64	75	82	85	Pastizales	C	poBRES	47	67	81	88	
	C	poBRE	70	79	84	88		C	reguBRES	25	59	75	83	
	C	bUENO	65	75	81	86		C	bUENOS	6	25	70	79	
	C+CR	poBRE	69	78	83	87	Pastos permanentes	-	-	30	58	71	78	
	C+CR	bUENO	64	74	81	85	Natural-herbaza, siendo el material preponderante	poBRES	48	67	77	83		
	C+T	poBRE	66	74	80	82		reguBRES	35	56	70	77		
	C+T	bUENO	62	71	78	81		bUENOS	5	30	48	65	73	
	C+T+CR	poBRE	65	73	79	81	Combinación de arbolado y herbaza, cultivos agrícolas forrajeros	poBRES	57	73	82	86		
	C+T+CR	bUENO	61	70	77	80		reguBRES	43	65	76	82		
R	poBRE	65	76	84	88	bUENOS		32	58	72	79			
Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o sin definir.	R	bUENO	63	75	83	87	Montes con pastos (aprovechamiento silvopastorales)	poBRES	45	66	77	83		
	R+CR	poBRE	64	75	83	86		reguBRES	36	60	73	79		
	R+CR	bUENO	60	72	80	84		bUENOS	25	55	70	77		
	C	poBRE	63	74	81	85	Bosques	I muy poBRES	56	73	86	91		
	C	bUENO	61	73	81	84		II poBRES	46	68	78	84		
	C+CR	poBRE	62	73	81	84		III reguBRES	36	60	70	76		
	C+CR	bUENO	60	72	80	83		IV buenas	26	52	63	69		
	C+T	poBRE	61	72	79	82		V muy buenas	15	44	54	61		
	C+T	bUENO	59	70	78	81		Caseríos	-	59	74	82	86	
	C+T+CR	poBRE	60	71	78	81			Caminos en tierra	-	72	82	87	89
	C+T+CR	bUENO	58	68	77	80			Caminos en firme	-	74	84	90	92
	Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia.	R	poBRE	66	77	85		89						
R		bUENO	59	72	81	85								

Figura 2. Tabla general para la determinación del número de curva en condición II de humedad.

Cond. II N (II)	Cond. I N (I)	Cond. III N (III)
100	100	100
99	97	100
98	94	99
97	91	99
96	89	99
95	87	98
94	85	98
93	83	98
92	81	97
91	80	97
90	78	96
89	76	96
88	75	95
87	73	95
86	72	94
85	70	94
84	68	93
83	67	93
82	66	92
81	64	92
80	63	91
79	62	91
78	60	90
77	59	89
76	58	89
75	57	88
74	55	88
73	54	87
72	53	86
71	52	86
70	51	85
69	50	84
68	48	84
67	47	83
66	46	82
65	45	82
64	44	81
63	43	80
62	42	79
61	41	78
60	40	78

Figura 3. Tabla para la conversión de las diferentes condiciones de humedad (Martínez y Navarro, 1996).

Los números de curvan tratan de describir la capacidad de generar escorrentía que tiene la cuenca. Para obtener el número de curva de nuestra cuenca dividimos esta en los diferentes tipos de suelo que encontramos, de esta forma obtenemos la superficie de cada tipo de suelo, y con una media ponderada obtenemos el número de curva final para nuestra cuenca.

Como se puede observar en la Figura 4, se han distinguido 4 tipos de superficies:

- Suelo desnudo (cuadrícula negra): superficie en la que el suelo se encuentra totalmente expuesto a los procesos erosivos debido a la falta de protección vegetal.
- Suelo con poco pasto (cuadrícula naranja): Suelo en los que la vegetación herbácea cubre menos del 50% de la superficie total.
- Zona de cultivo (líneas marrones): Suelo destinado a la agricultura.
- Cultivos alineados, arbolado (líneas amarillas): Zona donde se llevó a cabo la anterior restauración.



Figura 4. Zonificación de la cuenca según el tipo de suelo.

Tabla 4. Clasificación de los complejos hidrológicos USDA de suelo-vegetación.

Uso del suelo	Grupo USDA de suelo	Superficie (km ²)	Superficie (%)
Suelo desnudo	D	0,031	40,26
Suelo con poco pasto	D	0,004	5,19
Zona de cultivo	D	0,003	3,90
Cultivos alineados	D	0,039	50,65

Se calculará primero el número de curva para la condición hidrológica para la condición II, ya que con la condición III se obtienen valores demasiado altos y poco acordes a la realidad, lo que llevaría a un sobredimensionamiento de las obras.

- **Condición II**

Primero calculamos la media ponderada del número de curva para nuestra cuenca:

$$N_{II} = \frac{(94 \cdot 40,26) + (89 \cdot 5,19) + (84 \cdot 3,9) + (88 \cdot 50,65)}{100} = 90,31$$

De tal forma que una vez que tenemos el número de curva de la cuenca, pasamos a hallar S:

$$S_{II} = \frac{25400 - 254 \cdot 90,31}{90,31} = 27,25 \text{ mm}$$

Una vez obtenido el valor de S pasamos a hallar el valor del umbral de escorrentía P_o (mm) (Altura de lluvia a partir de la cual se produce escorrentía) mediante la siguiente fórmula:

$$P_{oII} = 0,2 * 27,25 = 5,45 \text{ mm}$$

Teniendo ya los datos del umbral de escorrentía y la precipitación de la cuenca podemos obtener la escorrentía superficial con la siguiente ecuación:

$$E_{sII} = \frac{(P - P_o)^2}{P + 4P_o} = \frac{(26,51 - 5,45)^2}{26,51 + 4 * 5,45} = 9,18 \text{ mm}$$

Siendo: P: Precipitación de cálculo (mm).
Po: Umbral de escorrentía: altura de la lluvia a partir de la cual se produce escorrentía superficial.

3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Una vez obtenida la escorrentía se pasa a calcular el coeficiente C mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{(Pd - P_o) * (Pd + 23 * P_o)}{(Pd + 11 * P_o)^2}$$

Siendo: Pd: Precipitación máx. diaria para un tiempo de retorno T (mm).
Po: Umbral de escorrentía (mm).

- **Condición II**

$$C = \frac{(76,395 - 5,45) * (76,395 + 23 * 5,45)}{(76,395 + 11 * 5,45)^2} = 0,77$$

4. CAUDAL EN PUNTA (Qp)

El cálculo para obtener los caudales puntas de las tres condiciones se va a realizar mediante el método racional de Temez, el cual tiene la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * S * I}{3}$$

Dónde: Q: caudal punta para el periodo de retorno T (m^3/s)
C: Coeficiente de escorrentía superficial.
S: Superficie de la cuenca (km^2).
I: Intensidad de lluvia para un episodio de duración igual al tiempo de concentración (mm/h).

- **Condición II**

$$Q = \frac{0,77 * 0,077 * 21,637}{3} = 0,428 \text{ m}^3/s$$

Anejo VII. Estudio de alternativas.

ÍNDICE ANEJO VII. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

1.	Diques para la corrección del cauce.....	1
1.1.	Elección de la fábrica	1
1.1.1.	Identificación de las alternativas.....	1
1.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	1
1.1.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	2
1.1.4.	Evaluación de las alternativas	2
1.1.5.	Elección definitiva de la fábrica	3
1.2.	Elección del tipo de perfil.....	3
1.2.1.	Identificación de alternativas (Martinez de Azagra y Diez, 2012).....	3
1.2.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	4
1.2.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	4
1.2.4.	Evaluación de alternativas.....	4
1.2.5.	Elección definitiva del tipo de perfil.....	5
2.	Repoblación	5
2.1.	Elección de especies.....	5
2.1.1.	Identificación de alternativas	5
2.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	8
2.1.3.	Evaluación de alternativas.....	9
2.1.4.	Elección definitiva de la especie.....	11
2.2.	Preparación del terreno	12
2.2.1.	Identificación de alternativas	12
2.2.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	17
2.2.3.	Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto.....	17
2.2.4.	Evaluación de alternativas.....	17
2.2.5.	Evaluación definitiva de métodos	19
2.3.	Implantación vegetal.....	19
2.3.1.	Identificación de alternativas	19
2.3.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes:.....	20
2.3.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	21
2.3.4.	Evaluación de las alternativas	21
2.3.5.	Elección definitiva de los métodos.....	22
3.	Cuidados posteriores.....	22
3.1.	Protectores de plántulas.....	22
3.1.1.	Identificación de las alternativas	22
3.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	22
3.1.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	22
3.1.4.	Elección definitiva del método	23
3.2.	Riegos.....	23
3.2.1.	Identificación de las alternativas	23
3.2.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	23
3.2.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivosdel proyecto	24
3.2.4.	Evaluación de las alternativas	24
3.2.5.	Elección definitiva del método	24

1. DIQUES PARA LA CORRECCIÓN DEL CAUCE

Tras la visita de campo a nuestra zona de estudio, y tras realizar el estudio de ésta, se puede afirmar que la zona de estudio cuenta con una torrencialidad elevada, por lo que se pone en manifiesto la necesidad de actuar en esta zona mediante alguna clase de hidrotecnia en las cárcavas cercanas al municipio de Tórtolas, localizadas en el Paraje "La Jarilla".

1.1. Elección de la fábrica

1.1.1. Identificación de las alternativas

Para dicha actuación a continuación se muestra las diferentes alternativas que se consideran en la construcción del dique:

- Mampostería en seco:

El material utilizado son piedras, que se van colocando unas encima de otras, sin ningún tipo de unión.

- Mampostería hidráulica:

Similar al anterior pero para la unión entre piedras se utiliza cemento.

- Mampostería gavionada:

Se emplean jaulas prismáticas rectangulares metálicas, con dimensiones estándar, que se rellenan de piedras.

- Hormigón en masa:

Mezcla de piedras, cemento y arena que se les da forma con un encofrado.

- Hormigón armado:

Hormigón con acero o armadura metálica para dar mayor resistencia a la estructura.

- Tierra:

Realización mediante compactación de varias capas de tierra.

- Escollera:

Muros formados por grandes bloques de roca, obtenidos mediante voladura, o escollera, de peso superior a 250 kg y de forma más o menos prismática.

- Elementos prefabricados:

Formado por paneles prefabricados embalsados entre sí, habiendo sido manufacturados previamente en fábrica.

1.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

A la hora de elegir el tipo de fábrica, es imprescindible tener en cuenta los condicionantes internos y externos que caracterizan el proyecto. A continuación se muestran los condicionantes para nuestra obra:

- Condicionantes internos:

- Secciones transversales irregulares.
- Acceso con una dificultad media al interior de la concha erosiva.
- Poca profundidad del suelo.

- Condicionantes externos:
 - En función de las etapas de funcionamiento de estas estructuras hidráulicas, se deduce la importancia de que los diques posean cierta permeabilidad para minimizar empujes y subpresiones, y evitar de esta forma la inestabilidad en las laderas.
 - Se requiere una vida útil de la fábrica de al menos 25 años.
 - Posible necesidad de tener que aumentar la obra.
 - A igualdad de resultados entre dos fábricas, se escogerá la que menor coste suponga.

1.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La principal función de estas obras es frenar la socavación, retener acarreo y sedimentos, además de consolidar las laderas de la concha erosiva, de esta forma se logrará frenar el avance de la cárcava, disminuir la emisión de sedimentos y la pendiente del cauce.

Con el fin de alcanzar estos objetivos y teniendo en cuenta los condicionantes del proyecto, los tipos de fábrica más interesantes serán aquellos que aprovechan los materiales de la zona, se adaptan al relieve de la zona tienen una vida útil de al menos 25 años.

1.1.4. Evaluación de las alternativas

A continuación reflejamos las conclusiones, una vez comparada cada alternativa:

- Mampostería en seco:

El tiempo para su construcción y la posibilidad de sobreelevación son discretos, y partiendo de una vida útil de 25 años, el mantenimiento del dique y la posibilidad de mecanización son mediocres.

- Mampostería hidráulica:

El transporte de los materiales necesarios para su construcción, el mínimo equipamiento, y la posibilidad de sobreelevación, son discretos.

- Mampostería gavionada:

Partiendo de una vida útil de 50 años, el mantenimiento de los diques, el tiempo requerido para la construcción y las posibilidades de sobreelevación y mecanización son buenos. Posee una vida útil superior a 35-40 años, y el material, es permeable.

- Hormigón en masa:

El transporte de material hasta la zona de construcción, el mínimo equipamiento, y la posibilidad de sobreelevación son discretos.

- Hormigón armado:

En general todas las condiciones de este material son discretas o mediocres, excepto la vida útil y la resistencia de la obra.

- Tierra:

La vida útil, mantenimiento y metodología son discretos.

- Escollera:

La vida útil, mantenimiento, adaptación a la sección, metodología y posibilidad de sobreelevación son discretos.

- Elementos prefabricados:

En general todas las condiciones de este material son discretas o mediocres.

1.1.5. Elección definitiva de la fábrica

Finalmente para la construcción se ha elegido la mampostería gavionada ya que ofrece mayor estabilidad que los diques de tierra durante la vida útil de la obra. Las posibilidades de sobreelevación son mayores que en los otros tipos de fábricas.

La aplicación de los gaviones metálicos en la construcción diques, supone una gran técnica de corrección gracias a las ventajas económicas, técnicas y de construcción, que proporcionan estos materiales. Además, que no precisen de mano de obra especializada para su colocación, y que sea fácil de transportar a cualquier zona, son dos factores muy positivos para su elección.

También su flexibilidad, y la posibilidad de modificarlos y complementarlos, son varias de sus otras ventajas.

Este material, da lugar a diques con una estructura muy drenante y duradera, que se adapta bien al terreno.

Al construirse con materiales existentes en la zona, el impacto visual que produce, es mucho menor al que podría producir cualquier otro tipo de material de obra.

Un gavión consiste en una caja (jaula) prismática rectangular, elaborada por un enrejado metálico de mallas hexagonales, confeccionado con alambre galvanizado. Las medidas estándar para ellos, es:

Largo: de 2 a 4 metros

Ancho: de 1 a 1,5 metros

Alto: de 0,5 a 1 metros (habitualmente: 1 metros)

Es importante destacar que el proyecto de restauración elaborado por Azcarretazabal (1964), en la localidad de Tórtoles, cuenta con este tipo de obras. Según la tesis doctoral: *“Control de la erosión ejercido por los diques forestales de la restauración hidrológico-forestal de Tórtoles (Ávila)”* (Virginia Díez Gutiérrez, 2015), se puede concluir que los diques de mampostería gavionada de la restauración hidrológico-forestal de Tórtoles han desarrollado hasta el momento un papel muy eficaz y positivo en el control y retención de sedimentos en las pequeñas cuencas de cárcavas y barrancos donde se ubican.

1.2. Elección del tipo de perfil

1.2.1. Identificación de alternativas (Martinez de Azagra y Diez, 2012)

Con el fin de alcanzar el mínimo volumen de obra posible, la estructura de esta, debe tender hacia una forma triangular, por lo cual hemos de considerar los perfiles que a continuación aparecen:

- Paramento de aguas arriba vertical y parámetro aguas abajo escalonado:
 - Escalones de longitud variable.
 - Escalones de longitud constante.

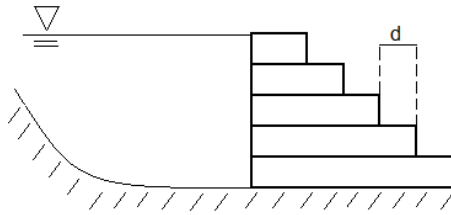


Figura 1. Dique Tipo 1. Paramento aguas arriba vertical y aguas abajo escalonado.

- Paramento de aguas arriba escalonado y parámetro aguas abajo vertical:

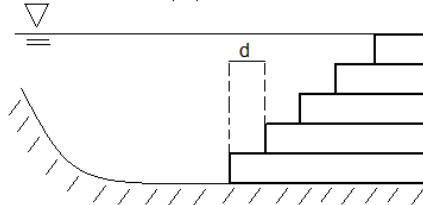


Figura 2. Dique Tipo 2. Paramento aguas arriba escalonado y paramento aguas abajo vertical.

- Paramento de aguas arriba vertical y aguas abajo escalonado:

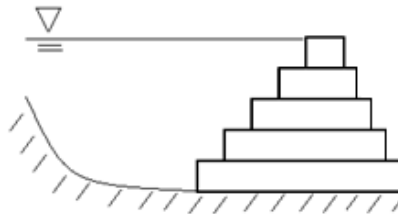


Figura 3. Dique Tipo 3. Paramento aguas arriba y paramento aguas abajo escalonado.

1.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Para la elección del tipo de perfil se valorará la necesidad de un volumen mínimo de obra, además de su efectividad y estética.

1.2.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Los objetivos que deben cumplir los diques son los de retener acarreos y sedimentos generar una cuña de sedimentos que estabilice y consolide las laderas de la concha erosiva. Así se evitaría la salida de gran parte de los sedimentos fuera de la cuenca y se crearían unas pendientes de compensación capaces de favorecer la revegetación, lográndose una parcial recuperación de la cárcava.

Para lograr estos objetivos cualquiera de los perfiles descritos anteriormente es válido.

1.2.4. Evaluación de alternativas

- Paramento de aguas arriba vertical y paramento de aguas abajo escalonado:
Para este tipo de perfil encontramos dos variantes:
 - *Escalones de longitud variable*: mínimo volumen de obra
 - *Escalones de longitud constante*: volumen de obra ligeramente superior al anterior, pero alcanza parámetros más estéticos.

Este perfil permite vertidos escalonados, con lo que se puede evitar el cuenco amortiguador.

Los arrastres pueden impactar en el paramento de aguas abajo, por lo que han de tenerse en cuenta ya que la zona de actuación tiene zonas con pequeños afloramientos rocosos, y estos podrían provocar daños en el enrejado metálico.

- Paramento de aguas arriba escalonado y paramento de aguas abajo vertical: Este tipo de perfil evita la ruina de la obra a causa del impacto de los arrastres en el paramento de aguas abajo.

Los principales inconvenientes son:

- Mayor volumen de obra.
- Obligatoriedad de realizar un análisis de socavación obligado.
- Mayor probabilidad de ocurrencia del cuenco amortiguador.

- Paramento de aguas arriba y de aguas abajo escalonado: Aproximación del perfil 2 al perfil 1, pero ha de realizarse un cambio en el paramento aguas abajo, que debe tener los escalones de menor longitud para evitar daños, y de longitud constante por cuestiones estéticas.

En este tipo de perfil, el volumen de obra es mayor.

1.2.5. Elección definitiva del tipo de perfil

En este caso, el perfil seleccionado para la obra, será el *perfil 1: paramento de aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado*, con longitud de escalones constante. De esta forma, el volumen de la obra será menor, y tendrá un menor impacto paisajístico al tener mayor valor estético.

Los diques de gaviones están formados por varias hiladas, y las más frecuentes son de un metro, dado que son las medidas estándar de fabricación de los gaviones.

Este tipo de obras no han de superar nunca los siete metros de altura, en este caso, las siete hiladas de gaviones.

Cada dique deberá cumplir la condición de no deslizamiento, y la condición de núcleo central, para que no se produzcan tensiones de tracción ni vuelco.

2. REPOBLACIÓN

2.1. Elección de especies

2.1.1. Identificación de alternativas

A continuación, se va a llevar a cabo un análisis de las características ecológicas de las diferentes especies vegetales posibles, basado de forma mayoritaria en las indicaciones dadas por el cuaderno de zona nº 30 (Sierra de Ávila), del Programa Regional de Forestación de Tierras Agrarias y Mejora de los Bosques en Zonas Rurales (Junta de Castilla y León, 1994), y en las características de la estación forestal en la que se encuentra la zona en cuanto a clima, suelo, antecedentes en otras repoblaciones, etc.

- *Pinus halepensis* Mill. (Pino de Aleppo o pino carrasco): El pino carrasco se localiza en las colinas y laderas secas y soleadas, desde el nivel del mar hasta los 1600 metros de altitud. Prefiere los terrenos calizos, y es el pino peninsular más resistente a la sequía. Se adapta a suelos extremadamente pobres, y soporta bien una cierta cantidad de yeso (López, 2013).

Alumno/a: Iván de Propios Herrero

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Aparece en toda la Península Ibérica, principalmente en la mitad oriental (Ruiz de la Torre, 2006).

Según Ruiz de la Torre, 2006, el *Pinus halepensis* es una especie caracterizada como termófilo, xerófilo y basófilo; que a su vez es fácilmente adaptable a suelos impermeables y muy secos; y que vive en zonas de gran erosionabilidad, extendiéndose incluso por cárcavas densísimas.

- *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pino salgareño):

Esta especie de pino, aparece en todo tipo de terrenos, aunque muestra una clara preferencia por los terrenos calizos. Habita en altitudes entre los 800 y los 1500 metros, subiendo hasta los 2000 metros en ciertas ocasiones. Es muy resistente a la sequía y a los grandes fríos invernales (López, 2013).

En la Península Ibérica se puede encontrar en las montañas del centro y de la mitad oriental (López, 2013).

- *Pinus pinaster* Sol. In Aiton. (Pino marítimo, pino rodeno o pino negral):

El pino marítimo o negral, aparece desde el nivel del mar hasta unos 1700 metros de altitud, principalmente en terrenos silíceos. Prefiere suelos sueltos y arenosos. Requiere luz para su crecimiento, y es resistente a la sequía y las heladas (López, 2013).

En la Península Ibérica, aparece en casi toda la Península, aunque no es natural en la mayor parte del norte (López, 2013).

- *Pinus sylvestris* L. (Pino albar, pino silvestre o pino de Valsáin):

El pino de valsáin o silvestre, aparece desde los 500 metros hasta los 2100 metros, alcanzando su óptimo en los 1500 metros. Soporta cualquier tipo de suelo, pero necesita humedad. Resistente a heladas pero no a una prolongada sequía estival (López, 2013).

Su área natural en la Península Ibérica se extiende por el centro y cuadrante nordeste, con enclaves en el sur de España y norte de Portugal (López, 2013).

- *Quercus ilex* L. (Encina o carrasca):

La encina, aparece en bosques mediterráneos, en todo tipo de sustratos, tanto en zonas de clima suave, como en zonas de climas extremados y continentales. Aparece desde el nivel del mar, hasta aproximadamente los 1400 metros, aunque se han encontrado ejemplares aislados a más de 1900 metros (López, 2013).

Esta especie está adaptada a soportar fuertes sequías estivales, y climas duros continentales. En España se encuentra en todas las regiones, siendo muy escasa en Galicia (López, 2013).

Según Ruiz de la Torre, 2006, esta especie se suele considerar como uno de los árboles más característicos de España.

Rehúye los terrenos encharcados y tolera mal los margosos o arcillosos excesivamente compactos, faltando en los suelos salinos o muy yesosos (Ruiz de la Torre, 2006).

Se distinguen dos subespecies:

- *Quercus ilex* L. subsp. *ilex*: Aparece en zonas costeras o próximas a la costa de clima mediterráneo templado y algo húmedo, siendo su presencia escasa

en el interior. Posee cierta preferencia por los sustratos calizos. Aparece desde el nivel del mar hasta unos 1200 metros de altitud (López, 2013).

- *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp: Aparece en zonas interiores de clima más o menos continental, o en zonas litorales con veranos cálidos y secos, en todos los sustratos. Aparece desde el nivel del mar hasta unos 2000 metros de altitud (López, 2013).

- *Quercus faginea* (quejigo o roble carrasqueño):

Habita en la mayor parte de la Península Ibérica, faltando principalmente en el extremo noroeste. Crece entre los 200 y los 1500 metros de altitud (López, 2013).

Especie frugal y xerófila, presenta adaptación a una gran amplitud térmica, propia de climas continentales, con tendencia a la orofilia y microtermia. Puede crecer en sustratos muy variados, abundando en los silíceos, pero manifestando predilección por los calizos o arcilloso-calizos. Vive bien sobre margas y yesos. Soporta temperaturas mínimas de hasta -12°C (Ruiz de la Torre, 2006).

Se distinguen dos subespecies principales:

- *Quercus faginea* Lam. subsp. *faginea*: Habita en el centro, norte, este y sur de la Península (López, 2013). Resiste sequías estivales, y abarca una gran variedad de climas (Ruiz de la Torre, 2006).
- *Quercus faginea* subsp. *broteroi* (Cout.) A. Camus: Esta subespecie tiene un carácter más mesofítico, requiere climas más suaves y húmedos de influencia oceánica (López, 2013).

- *Quercus pyrenaica* Willd. (Melojo o rebollo):

Esta especie aparece principalmente en laderas y faldas de montañas silíceas, siendo su presencia más rara en calizas o dolomías cristalinas, a una altitud de 400-1600 metros. Prefiere suelos sueltos y de textura arenosa y está muy bien adaptada a climas continentales (López, 2013).

En España aparece en el centro y la mitad norte de la Península (López, 2013).

- *Crataegus monogyna* Jacq. (Majuelo o espino albar):

Esta especie crece en todo tipo de terrenos, desde el nivel del mar hasta por encima de los 1800 metros de altitud, tanto en climas fríos como en cálidos (López, 2013).

Habita en toda la superficie europea y prácticamente por toda la Península (López, 2013).

- *Cupressus arizonica* Green. (Arizónica o ciprés de Arizona):

Cultivada de forma arbustiva y monótona para formar setos, y también como árbol ornamental o en pequeñas repoblaciones forestales. De forma silvestre forma bosquetes y se distribuye por laderas pedregosas y barrancos frescos. Árbol rústico resistente a la sequía, prefiere suelos profundos y arcillosos, aunque tolera terrenos calizos (López, 2013).

Habita en el norte de México y sudoeste de Estados Unidos (López, 2013).

- *Prunus spinosa* L. (Endrino)

Esta especie crece en setos, calveros de bosques y también con frecuencia en laderas pedregosas de las montañas; en cualquier tipo de terreno y en los pisos inferior y montano (López, 2013).

Asciende hasta los 1900 metros de altitud (López, 2013).

Habita en la mayor parte de Europa, y en la Península Ibérica está muy extendida (López, 2013).

- *Populus nigra* L. (Álamo negro o chopo negro)

Esta especie aparece en los sotos o riberas de los ríos, entre el nivel del mar y unos 1800 metros de altitud. Requiere lugares con mucha luz, puesto que no tolera la sombra (López, 2013).

No puede crecer en sustratos salinos, requiriendo además humedad en el suelo, por lo que los suelos que más le favorecen, son suelos sueltos y profundos, en especial formaciones aluviales de sedimentación reciente, con texturas terroso-arenosas y limosas. Es relativamente indiferente al régimen de precipitaciones (Ruiz de la Torre, 2006).

Especie naturalizada ampliamente por toda la Península Ibérica, apareciendo en todas las provincias (López, 2013).

2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

- Condicionantes internos:

A continuación se reflejan las características de la estación ecológica de la zona donde se va a llevar a cabo la repoblación:

- Altitud: 1315 metros
 - Precipitación media anual: 813,9 mm
 - Precipitación estival: 78,8 mm
 - Temperatura media anual: 10,3°C
 - Temperatura media del mes más frío: 3,1°C
 - Temperatura media del mes más cálido: 19,1°C
 - Temperatura media de agosto: 19,1°C
 - Duración de la sequía: junio-septiembre
 - Suelo: Franco-arenosa
 - pH: 5,82 - 6,19 (Ácido)
- Condicionantes internos:
 - Como se ha expuesto anteriormente, el objetivo del proyecto es frenar la erosión y pérdidas de suelo de las laderas, y estabilizar estas, se deberá tender a escoger aquellas especies que puedan alcanzar el mayor crecimiento posible, con el menor porcentaje de marras posible, dado que cuanto antes se inicie la protección del suelo por medio de la vegetación, antes se iniciará la recuperación del suelo, y por tanto, durante un menor periodo de tiempo existirá riesgo erosivo.
 - También, para favorecer el establecimiento de una masa forestal hasta ahora inexistente, que en futuro, se acerque lo más posible, a la vegetación climática, se utilizarán especies autóctonas de la zona.

2.1.3. Evaluación de alternativas

Puesto que se han seleccionado una serie de especies con posibilidad de ser introducidas en la repoblación demasiado extensa, estas deben someterse a una serie de métodos de selección para descartar aquellas que harían fracasar la repoblación, y así seleccionar aquellas que posean mayor probabilidad de éxito.

- Evaluación por crecimiento de la especie

Las especies del género *Pinus* son las que tienen una mayor garantía de arraigo dado su carácter pionero, su temperamento y su frugalidad. Al tener un crecimiento rápido en las primeras edades permiten proteger al suelo más tempranamente, teniendo el mismo efecto su carácter perennifolio.

- Método clásico o criba por factores del medio

Relacionando los requisitos ecológicos de las especies con las características de la estación, condicionantes internos, se determinará cuál de las especies anteriormente citadas son las más adecuadas para la repoblación y cuáles no lo son.

- Altitud:

Según este factor, se puede observar que la especie *Quercus ilex* subsp. *ilex* no es la especie más adecuada ya que su límite altitudinal superior se sitúa a 1200 metros, estando la zona de estudio a mayor altitud.

- Precipitaciones y sequía:

La especie *Pinus pinaster*, se encuentra en su límite de requerimientos hídricos por lo cual, no es adecuado.

La especie *Pinus sylvestris*, no tolera épocas de sequía estival prolongadas y necesita humedad, por lo cual no es adecuada para la zona de estudio.

Según este factor, se puede observar que la especie *Quercus faginea* subsp. *broteroi* no es la especie más adecuada, pues requiere climas más suaves y húmedos de influencia oceánica.

La zona es seca para la presencia *Populus* con lo cual, este también se desestima.

- Temperaturas:

Este factor, no excluye a ninguna especie que no haya sido ya excluida debido al incumplimiento de alguno de los factores anteriores para su implantación en esta repoblación.

- Suelo:

La especie *Quercus pyrenaica*, crece en suelos sueltos y arenosos, por lo que la textura del sustrato no es la adecuada para su implantación.

- Método de las tablas de juicio ecológico y biológico de Rivas-Martínez

En 1987, Rivas Martínez elabora unas tablas de juicio ecológicas y biológicas, en las que se clasifican las especies más comunes en las repoblaciones forestales, en función de la idoneidad en la serie de vegetación presente en la zona.

Estas tablas, establecen tres categorías diferentes para expresar la viabilidad de una especie para la repoblación y si es beneficiosa ecológicamente. Para ello establece Rivas Martínez (1987) establece cinco calificaciones desde el punto de vista ecológico:

- p+ → Posible y positiva ecológicamente
- p- → Posible pero inadecuada ecológicamente
- d+ → Dudosa viabilidad pero beneficiosa ecológicamente
- d- → Dudosa viabilidad pero perjudicial ecológicamente
- → Inviabile

Según el mapa de las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), nuestra zona de estudio, el Paraje “La Jarilla”, pertenece a la serie de vegetación supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de *Quercus rotundifolia* (actualmente *Quercus ilex* ssp. *ballota*) o encina (24a). El nombre fitosociológico de esta serie es *Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum* y su vegetación potencial son los encinares.

A continuación, en la Tabla 1, aparece la clasificación que aportan las tablas de juicio biológico, y en la Tabla 2, la clasificación que aportan las tablas de juicio ecológico, para la serie 24a:

Tabla 1. Clasificación que aportan las tablas de juicio biológico para la serie 24a.

Especies posibles	<i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus pinea</i> , <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>
Especies dudosas	<i>Pinus halepensis</i> , <i>Eucalyptus</i> , <i>Quercus faginea</i>
Especies no viables	<i>Pinus uncinata</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus radiata</i> , <i>Castanea sativa</i>

Tabla 2. Clasificación que aportan las tablas de juicio ecológico para la serie 24a.

Especies posibles positivas	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>
Especies posibles negativas	<i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus pinea</i>
Especies dudosas positivas	<i>Quercus faginea</i>
Especies dudosas negativas	<i>Pinus halepensis</i> , <i>Eucalyptus</i>
Especies no viables	<i>Pinus uncinata</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus radiata</i> , <i>Castanea sativa</i>

Estas tablas, no deben tomarse como un valor absoluto, sino como un valor orientativo, dado que existe mucha variabilidad dentro de cada serie de vegetación.

- Experiencias cercanas

Al norte y al oeste de la zona de actuación, tenemos el ejemplo cercano de la restauración hidrológico forestal llevada a cabo en este mismo municipio por el ingeniero de montes Azcarretazabal en el año 1964, en el que se repobló con *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus halepensis*, además de *Cupressus arizonica*.

En la zona de estudio y sus alrededores también se pueden encontrar individuos de *Crataegus monagyna* y *Quercus ilex*, tanto de forma aislada como en pequeños bosquetes.

A continuación en la siguiente tabla, *Tabla 3*, se exponen los diferentes métodos aplicados en el presente estudio para la elección de especie.

Tabla 3. Resumen de los métodos de selección de la especie óptima para la repoblación. Donde ✓ sirve para identificar la especie válida, y ✗ para la especie no válida de acuerdo con el método de selección determinado.

Especies	Método			
	Crecimiento de la especie	Criba por factores del medio	Tablas de Rivas Martínez	Repoblaciones cercanas
<i>Castanea sativa</i>	✗	✗	✗	✗
<i>Crataegus monogyna</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Cupressus arizonica</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Eucalyptus</i>	✗	✗	✓	✗
<i>Pinus halepensis</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Pinus pinaster</i>	✓	✗	✓	✓
<i>Pinus pinea</i>	✓	✗	✓	✗
<i>Pinus radiata</i>	✓	✗	✗	✗
<i>Pinus sylvestris</i>	✓	✗	✗	✓
<i>Pinus uncinata</i>	✓	✗	✗	✓
<i>Populus nigra</i>	✗	✗	✗	✓
<i>Prunus spinosa</i>	✓	✓	✗	✓
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>broteroi</i>	✓	✗	✓	✗
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>faginea</i>	✓	✓	✓	✗
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i>	✗	✗	✗	✗
<i>Quercus pyrenaica</i>	✗	✗	✗	✗

2.1.4. Elección definitiva de la especie

Analizando la tabla realizada en el punto anterior, las especies que se han elegido para efectuar la repoblación son la siguiente:

- *Pinus halepensis* Mill. (Pino de Alepo, pino carrasco)

La siguiente descripción está extraída de López (2013).

Es el pino menos robusto de la Península Ibérica, ya que como máximo alcanza una altura de 20 metros, Tiene el tronco erguido, frecuentemente con forma tortuosa y con una corteza blanquecina característica. La copa tiene forma redondeada o irregular, poco densa, con ramillas finas y grisáceas, concentrándose las hojas en la parte apical.

Las acículas son de corta duración, muy finas y flexibles, de 6-15 cm de largo por solo 0,5-1,1 mm de ancho, con una coloración verde clara, y agrupadas en parejas sobre un corto braquiblasto y rodeadas en la base por una vaina membranosa.

Las piñas son alargadas sobre un grueso pedúnculo de 1-2 cm, frecuentemente revueltas, de color pardo-rojizo o pardo-amarillento. Los piñones son pequeños, de 5-7 mm, largamente ovoides, grisáceos o negruzcos, con alas 4 ò 5 veces más larga que ellos.

Florece de marzo a mayo. Las piñas maduran al final del verano del segundo año, y disemina las semillas en la primavera siguiente.

La ecología de esta especie esta descrita en el punto 2.1.1 Identificación de alternativas.

- *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf,) Samp (Encina)

La siguiente descripción está extraída de López (2013).

Es un árbol o arbusto (chaparro o carrasca), de copa amplia y redondeada. La corteza es cenicienta o pardusca, agrietada. Las hojas son coriáceas, con borde ondulado, de liso a dentado. Son lisas por el haz y pubescente grisáceas en el envés.

Florece en los meses de marzo a junio; madura y disemina sus frutos de en los meses de octubre a noviembre.

Vive en la zona mediterránea, siendo indiferente al sustrato. Es resistente a la sequía y las heladas. Forma uno de los bosques característicos de la península.

2.2. Preparación del terreno

2.2.1. Identificación de alternativas

Para la preparación del terreno podemos emplear diferentes métodos, alternativos, los cuales se describen a continuación. La obtención de las distintas alternativas para preparación del terreno han sido obtenidas de "*La preparación del suelo en la repoblación forestal*", (Serrada, 2000).

- Casillas o raspas

Descripción: consisten en una cava superficial, en forma rectangular o cuadrada de 40x40 cm, realizada con azada, sin extraer la tierra removida. Se llaman someras cuando la profundidad es de 10 cm y picadas cuando alcanza 30 cm.

No se puede comprobar la profundidad, dado que no se extrae la tierra removida.

Método operativo: Previamente se debe realizar un marcado previo. Se utilizan cuadrillas de entre 15 y 25 trabajadores que deben avanzar en línea de máxima pendiente y de arriba hacia abajo

Herramientas: Azadas, pico y zapapico.

Condicionantes: Requiere un desbroce previo. No tiene limitaciones por pendiente, ni pedregosidad, ni afloramientos rocosos.

Efectos: Efecto hidrológico casi nulo. Efecto paisajístico inexistente.

Rendimiento: Para las someras 5-12 jornales/ha. Para las picadas 20 jornales/ha.

- Ahoyado manual

Descripción: Consisten en hoyos o cavidades realizadas manualmente con dimensiones aproximadas de 40x40x40 cm en los que la dimensión que debe ser más controlada es la profundidad.

Método operativo: Previamente se realiza un marcado previo. Se utilizan cuadrillas de trabajadores (entre 15 y 25) que deben avanzar en línea de máxima pendiente y de arriba hacia abajo.

Herramientas: Azada, pico, zapapico y pala.

Condicionantes: Se realiza cuando el terreno tiene buen tempero y no sufre heladas. No tiene limitaciones por pendiente, ni pedregosidad, ni afloramientos rocosos.

Efectos: Efecto hidrológico casi nulo. Efecto paisajístico muy reducido. Escaso mullido del suelo.

Rendimiento: 38-50 hoyos/jornal

- Ahoyado con barrena

Descripción: Ha de realizarse la apertura de hoyos cilíndricos de unos 30 cm de diámetro mediante barrenas helicoidales accionadas por un motor, la profundidad del ahoyado oscila entre 0,40 y 1,00 m. La barrena romboidal crea hoyos de forma cónica en la zona inferior y cilíndrica en la superior, con un diámetro máximo de 40 centímetros y una profundidad de 60 centímetros.

Método operativo: Se debe realizar un marcado previo de los hoyos. Los operarios avanzan y se estacionan en cada punto para perforar hasta la profundidad deseada. La tierra extraída queda depositada alrededor del hoyo, aunque nunca se extrae toda la tierra.

Herramientas: Barrena helicoidal o barrena romboidal, equipos portátiles o motoahoyadoras.

Condicionantes: El tempero debe ser muy favorable. No debe existir excesiva pedregosidad. Solo es efectivo en suelos profundos y poco arcillosos. Requiere desbroce previo.

Efectos: Efecto hidrológico casi nulo. Efecto paisajístico muy reducido.

Rendimiento: 26 horas/ha.

- Ahoyado con barrón o plantamón

Descripción: Consiste en la realización de hoyos de escasa anchura y profundidad suficiente mediante percusión sobre el suelo de una herramienta adecuada.

Método operativo: Consiste en levantar verticalmente la herramienta y dejarla caer sobre el suelo para que profundice entre 30 y 40 centímetros. Una vez introducida en el suelo, se le imprime movimiento (de giro al barrón y de vaivén al plantamón)

Herramientas: Barrón o plantamón.

Condicionantes: Tempero del terreno muy favorable. La plantación ha de ser simultánea. Limitación por alta pedregosidad en el perfil. La textura debe ser poco arcillosa para que no se genere una zona compactada alrededor del sistema radicular de la planta.

Efectos: Efectos hidrológicos, de mejora del suelo y paisajísticos inapreciables.

Rendimiento: 26 horas/ha.

- Ahoyado con retroexcavadora

Descripción: Se realiza un desbroce simultáneo. Consiste en la remoción del suelo, sin extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción de la cuchara de una retroexcavadora. El hoyo realizado, deberá ser refinado posteriormente, y se deberán ejecutar los regueros para formar una banqueta con microcuenca.

Método operativo: Se debe realizar un marcado previo. Posteriormente, la máquina avanza en línea de máxima pendiente hacia arriba, estacionándose de forma que desde un mismo punto puede realizar varios hoyos. En cada hoyo clava el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado (0,5-0,8 m de largo; 0,4-0,6 m de ancho; 0,4-0,6 m de profundo). Por último y realizado manualmente, se deberá elaborar una plataforma horizontal o a contrapendiente con unos canales laterales en ángulo de 45° que parten de todos los vértices superiores.

Maquinaria, herramientas y aperos: máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad y potencia de más de 100 CV. Azada.

Condicionantes: Limitación en pendiente poco estricta. Deben existir pocos afloramientos rocosos. Condiciones edáficas no limitantes.

Efectos: Efecto hidrológico favorable a la reducción de escorrentía. Efecto paisajístico apreciable pero no muy desfavorable. Mejoras de las condiciones del perfil es notable.

Rendimiento: 40-65 hoyos/hora.

- Ahoyado con pico mecánico

Descripción: Deben realizarse banquetas con microcuenca, mediante la remoción de la tierra de un prisma de dimensiones: 0,4-0,6 m de ancho, 0,4-0,8 m de largo y 0,3-0,5 de profundidad, sin extraerla, mediante un pico mecánico o pala percutora. A continuación, deberán realizarse una plataforma horizontal o con contrapendiente y unos regueros o canales laterales que arrancan de los dos vértices superiores, en ángulo de 45° mediante el uso de la azada.

Método operativo: Requiere la realización de un marcado previo. Si el matorral es denso, requiere de un desbroce previo. El trabajador clava el pico en el terreno hasta la profundidad deseada y realiza movimientos de oscilación que ayudan al mullido de la tierra. Repite la operación hasta que se alcanzan las dimensiones superficiales proyectadas. A continuación otro trabajador con azada forma la microcuenca.

Herramientas: Azadas. Picos mecánicos percutores con boca plana de 10 cm de ancho y vástago de longitud suficiente. Generador eléctrico.

Condicionantes: No tiene limitaciones importantes.

Efectos: Efecto hidrológico favorable. Efecto paisajístico poco apreciable. Mayor volumen removido que otras preparaciones puntuales.

Rendimiento: 18-36 hoyos/jornal

- Ahoyado con ripper

Descripción: Se debe realizar la apertura de hoyos mediante la introducción intermitente sobre el suelo de los subsoladores de un tractor de cadenas circulando en línea de máxima pendiente.

Método operativo: Situado el tractor en la parte alta de la ladera, circula en línea de máxima pendiente clavando, alternativamente y a distancia prefijada, los dos rejonos separados entre sí dos metros. Puede remontar de tres formas diferentes: marcha atrás

sin realizar labor, marcha atrás realizando labor, y marcha adelante invirtiendo la colocación de los rejonos.

Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor de cadenas de más de 120 CV, dotado con dos subsoladores o ripper separados 2 m sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica.

Condicionantes: Requiere un desbroce previo en el caso de una alta densidad de matorral. Limitación máxima de pendiente del 65%. Requiere que haya poca presencia de afloramientos rocosos.

Efectos: Reducido efecto hidrológico. Efecto paisajístico medio. Efectos sobre la planta favorables.

Rendimiento: Para unos 2000 hoyos/ha, de 7 a 15 horas/ha.

- Subsulado lineal

Descripción: Se realizan cortes perpendiculares en el suelo con una profundidad de 40-60 centímetros generalmente en curva de nivel, mediante un apero denominado subsolador o ripper.

Método operativo: Requiere un terreno previamente desbrozado o que no lo necesite. El tractor ha de circular en curva de nivel, dando uno, dos o tres surcos de subsolador. Trabaja en los dos sentidos.

Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor de cadenas de más de 120 CV con barra portaaperos de elevación hidráulica sobre la que se pueden instalar 1, 2 o 3 subsoladores separados 2 m cuando son dos y un metro cuando son tres.

Condicionantes: Limitación del 35% de pendiente (con el TTAE se puede alcanzar un 55%). No debe existir una abundancia de afloramientos rocosos.

Efectos: Efecto hidrológico notable. Efecto paisajístico inapreciable. Efectos sobre el perfil favorable (mejora la profundidad, la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración). Mejora el desarrollo de las plantas.

Rendimiento: Para ejecutar 5000 m/ha de subsulado con dos ripper se emplean del orden de 4 horas/ha.

- Acaballonado superficial

Descripción: También se denomina terraza volcada. Es una combinación entre decapado y subsulado en una misma faja, realizados en curva de nivel.

Método operativo: En una primera pasada en curva de nivel la pala produce un decapado que forma un caballón de restos vegetales y tierra en la parte inferior de la faja, cuya anchura total es de 3 a 2,5 m. En la segunda pasada y en sentido contrario levanta la pala y clava los subsoladores.

Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia dotado de pala o cuchilla frontal angledozer y tildozer y barra portaaperos trasera con elevación hidráulica con dos ripper separados dos metros.

Condicionantes: Limitación del 35% de pendiente (con el TTAE se puede alcanzar un 55%).

Efectos: Buen efecto hidrológico, efecto paisajístico notable, buena mejora del perfil.

Rendimiento: Para ejecuciones con 5000 m/ha de subsolado, con separación entre ejes de faja de 4 m, y entrefajas de 1 m, los rendimientos están entre 4 y 6 horas/ha.

- Acaballonado con desfonde

Descripción: Consiste en la formación de caballones según curvas de nivel de tamaño y anchura en función del tamaño del apero, a la vez que se forma un surco en la zona aguas arriba del caballón.

Método operativo: Requiere una roza previamente en el caso de que exista matorral muy denso. El tractor trabaja en curva de nivel manteniendo estrictamente la horizontalidad del surco, y trabajando en ida y vuelta.

Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia equipado con un arado forestal de vertedera bisurco y reversible.

Condicionantes: El tempero ha de ser bueno. Limitación de pendiente de 30%. Limitación por alta pedregosidad y afloramientos rocosos.

Efectos: Permite la plantación simultánea. Efecto hidrológico alto.

Rendimiento: Para 3000 m/ha de caballón, precisa 3 horas/ha. Efecto paisajístico apreciable. Efecto sobre la plantación favorable.

- Aterrazado con subsolado

Descripción: Consiste en la elaboración de terrazas horizontales o con contrapendiente, horizontales según curvas de nivel, mediante la ejecución de un desmonte y un terraplén, con anchura suficiente para la circulación del tractor que la construye y que son subsoladas en toda su longitud.

Método operativo: Desbroce simultáneo. Se debe empezar de la zona baja de la ladera hacia arriba. El tractor realiza en primer lugar la plataforma con la pala a base de extraer tierras en desmonte de la parte alta de la ladera y verterlas en terraplén sobre la parte baja. Cuando termina la plataforma, da la vuelta y vuelve a circular por ella con la pala levantada y subsolando a 50 o 60 cm de profundidad con los dos o tres ripper.

Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia provisto de pala o cuchilla frontal angledozer y tillozer y de barra portaaperos trasera de elevación hidráulica dotada de dos o tres ripper o subsoladores.

Condicionantes: Límite inferior de pendiente del 35% y superior de 60%.

Efectos: Gran efecto hidrológico. Gran impacto negativo.

Rendimiento: para 2.500 metros de terraza por ha (separación entre ejes de terraza de 4 m, normalmente esta separación es mayor), entre 6 y 12 horas/ha.

- Laboreo pleno

Descripción: Es un labor similar a la de los alzados que se utilizan en agricultura, cuya función es únicamente la remoción de la superficie del terreno.

Método operativo: Se realizan pasadas paralelas preferiblemente en curvas de nivel, removiendo el terreno.

Maquinaria, herramientas y aperos: Tractor agrícola de ruedas de más de 50 CV de potencia con arados de vertedera o de discos, de diferentes anchuras de labory pesos

Condicionantes: Pendiente máxima del 15%.

Efectos: Efecto hidrológico positivo. Aumenta la infiltración. Efecto paisajístico inapreciable.

Rendimiento: 4h/ha.

2.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

La elección del método de preparación del terreno se basará en los siguientes condicionantes, tanto internos como externos, que caracterizan la zona a forestar.

- Condicionantes internos:
 - Suelo poco profundo.
 - Textura franco-arenosa.
 - Con afloramientos rocosos de forma puntual.
 - Sequia estival.
- Condicionantes externos:
 - Han de tenerse en cuenta los métodos que menor erosión provoquen y que mejoren las condiciones hídricas del suelo.
 - Siempre que se dé una igualdad de resultado entre dos métodos se elegirá el que implique un rendimiento mayor y por lo tanto, un coste menor.

2.2.3. Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto

La preparación física del suelo supone la creación de un suelo más propicio para que se pueda instalar mejor la cubierta forestal, ya que permite una mejor colonización por parte de las raíces y facilita la siembra o plantación. Además mejora el efecto hidrológico ya que aumenta la capacidad de retención e infiltración del agua. En general las preparaciones lineales causan un mayor impacto paisajístico, mientras que las puntuales necesitan mayor mano de obra.

2.2.4. Evaluación de alternativas

A continuación se comparan los diferentes métodos y se exponen las conclusiones:

- Casillas o raspas
 - Escaso efecto hidrológico
 - Alto coste económico
 - Mejora del perfil reducida
- Ahoyado manual
 - Económicamente solo se recomienda en zonas a las que sea imposible el acceso para la maquinaria.

- Ahoyado con barrena
 - Requiere de suelos profundos, de calidad y sin pedregosidad.
 - Efecto hidrológico inapreciable
- Ahoyado con barrón o plantamón
 - Efectos hidrológicos inapreciables
 - La textura debe ser poco arcillosa
 - Requiere suelos de calidad y solo es efectivo en suelos profundos
- Ahoyado con retroexcavadora
 - Apropriado para terrenos con pendiente hasta el 40% aproximadamente
 - Efecto hidrológico favorable
 - Mejora notable de las condiciones del perfil
 - Se aplica comúnmente en repoblaciones protectoras en fuertes pendientes y zonas de alta torrencialidad
 - No requiere desbroce previo
- Ahoyado con pico mecánico
 - Elevado coste
 - Efecto hidrológico positivo
 - Posee mayor rendimiento y eficacia el ahoyado con retroexcavadora
- Ahoyado con ripper
 - Puede realizarse hasta en pendientes del 65%
 - Mayor rendimiento que otras preparaciones puntuales
 - No requiere desbroce previo
 - Efecto hidrológico positivo
- Subsolado lineal
 - Efecto hidrológico notable
 - Efecto positivo sobre el perfil
 - Limitación de pendiente al 35%
 - Gran impacto paisajístico
- Acaballonado superficial
 - Limitación al 35% de pendiente
 - Presenta dificultades en terrenos pedregosos
 - Efecto hidrológico muy positiva
- Acaballonado con desfonde
 - Limitación al 35% de pendiente
 - Presenta dificultades en terrenos pedregosos
 - Efecto hidrológico muy positiva
- Aterrazado con subsolado
 - Impacto paisajístico muy alto
 - Dificulta la transitabilidad del monte
 - Dificulta la naturalidad del monte
- Laboreo pleno
 - Efectos hidrológicos negativos
 - Limitación de pendiente máxima de 15%

2.2.5. Evaluación definitiva de métodos

Los métodos escogidos para preparar el terreno y sus características son las siguientes:

- Ahoyado con ripper

Sus descripciones ya se han realizado anteriormente, en el apartado 2.2.1. Identificación de alternativas.

2.3. Implantación vegetal

2.3.1. Identificación de alternativas

Para la implantación vegetal podemos distinguir distintos tipos, para ello hemos obtenido las distintas alternativas de “*Apuntes de repoblaciones forestales*”, (Serrada, 2000).

- Según la forma de implantación

- *Siembra:*

Este método se introduce la semilla en el suelo, que ha sido preparado previamente, a una profundidad y condiciones adecuadas para obtener la mayor probabilidad posible de nascencia y natural desarrollo.

Se puede realizar de forma manual o de forma mecanizada.

A continuación se indican las ventajas e inconvenientes de este método.

Ventajas (Serrada, 2000):

- Obtener a igual de esfuerzo, una elevada densidad en la masa.
- Al ser masas de mayor densidad, existirá una poda natural más precoz y eficaz.
- Las masas estarán mejor adaptadas a las variaciones de calidad del suelo.

Inconvenientes (Serrada, 2000):

- Mayores costos en operaciones selvícolas, y si estas no se ejecutan a tiempo, la masa puede entrar en decaimiento vegetativo.
- La preparación del suelo ha de ser muy cuidadosa para asegurar un buen contacto de la semilla con el terreno.
- Es necesario disponer de gran cantidad de semillas.
- Las plántulas recién germinadas tienen alto riesgo de daños.
- El resultado puede ser muy irregular en su distribución, por lo que aumentará la dificultad en la reposición de marras.

- *Plantación a raíz desnuda:*

Consiste en el proceso de trasplante sobre suelos previamente preparados de plantas que serán de edad variable, criadas en vivero, y extraídas sin la tierra que había estado envolviendo sus raíces (Serrada, 2000).

Este método es apto para zonas de clima húmedo o intermedio, siempre que este esté carente de aridez.

Resulta económicamente más caro que la siembra, pero la distribución en el resultado es más regular.

Favorece un desarrollo uniforme del sistema radicular. El porcentaje de éxito en el arraigo es menor que en la plata en contenedor.

La plantación ha de realizarse con especial cuidado, y con la planta a savia parada.

- *Plantación en contenedor:*

Este método consiste en el proceso de trasplante sobre suelos previamente preparados de plantas extraídas con un cepellón de tierra entremezclada con su sistema radicular, criadas en viveros dentro de envases (Serrada, 2000).

Se utilizan en climas secos o con gran irregularidad pluviométrica.

Económicamente es más costoso que los dos métodos anteriores, pero proporciona una mayor probabilidad de éxito en zonas difíciles. Además tanto el transporte como el almacenamiento son más sencillos.

La plantación no requerirá savia parada, pero si un trato cuidadoso.

Los inconvenientes son un mayor coste económico, y un menor rendimiento debido al mayor peso del material.

- Según la forma de ejecución:

- *Manual:*

Se introduce la planta en el suelo manualmente.

- *Mecanizada:*

Consiste en el trasplante mecánico mediante el arrastre con un tractor de máquinas plantadoras.

Obtiene mayor rendimiento con menor coste económico pero posee muchas limitaciones por las condiciones físicas del terreno, como pueden ser la pedregosidad, la pendiente, etc.

- *Simultánea:*

Consiste en la realización simultánea de la preparación del terreno y la plantación.

2.3.2. Restricciones impuestas por los condicionantes:

- Condicionantes internos:

- Existencia de sequía estival y periodo de heladas.
- Suelo franco-arenoso, con pedregosidad media, y poco contenido en materia orgánica.
- Pendiente elevada.

- Condicionantes externos:

- Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo en el menor tiempo posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser máximo.
- Abundante mano de obra rural con experiencia en labores forestales.
- A igualdad de calidad, se elegirá el proceso de implantación de menor coste.

2.3.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo principal de esta repoblación es la protección del suelo y fijación de laderas, como se ha dicho anteriormente supone que se minimice el riesgo de fracaso de la repoblación, por lo que se busca obtener el menor número de marras posible. Para ello, en terrenos pobres el riesgo de marras disminuye utilizando plantas con cepellón.

Las densidades altas en repoblación cubren antes los objetivos protectores, al lograrse antes una espesura completa. Sin embargo, estas densidades obligan a actuaciones posteriores más intensas.

En zonas pobres el riesgo de marras se minimiza utilizando plantas en contenedor.

La plantación manual, genera buenos efectos sociales, ya que genera un mayor número de puestos de trabajo.

2.3.4. Evaluación de las alternativas

- **Siembra:**
 - Limitaciones derivadas del sustrato, la compacidad, la pedregosidad y la pendiente.
 - Recomendado para especies de luz y crecimiento inicial rápido.
 - Mayor coste de tratamientos selvícolas.
 - Preparaciones de suelo más intensas y cuidadosas.
 - Necesidad de disponer una gran cantidad de semillas.
 - Es la opción que menor garantía de éxito da a la repoblación.
 - Es el método con menor coste.
- **Plantación a raíz desnuda:**
 - Requiere especial cuidado a la hora de realizar la plantación.
 - Requiere climas húmedos o continentales no áridos.
 - Garantía de arraigo menor que en plantación en contenedor.
- **Plantación en contenedor:**
 - Es la opción de mayor coste, pero también es la opción que asegura mayor probabilidad de éxito en la repoblación.
 - Se utiliza en terrenos pobres en materia orgánica.
 - Se utiliza en climas secos.
- **Manual:**
 - Se realiza en terrenos poco accesibles para las maquinas plantadoras.
 - Permite la creación de puestos de trabajos en la zona.
 - Calidad de plantación mayor que en los otros métodos.
 - Mayor coste que en otros métodos.
- **Mecanizada:**
 - Coste menor que en la plantación manual.
 - Limitación de pendiente y pedregosidad.
 - Menor calidad de plantación que el método manual.
- **Simultánea:**
 - Poco uso.

- Generalmente se usa en plantación de choperas.

2.3.5. Elección definitiva de los métodos

Dado que el objetivo principal de la repoblación es el de protección, se requerirá el mayor porcentaje de éxito posible, por lo que se realizará con planta en contenedor, ya que además del cumplimiento de los objetivos, también el clima de la zona es el adecuado para este método.

Dadas las condiciones físicas del terreno, la plantación se deberá realizar de forma manual. Además este método es una buena manera de potenciar puestos de trabajo para los habitantes de la zona, y mejorar la calidad de plantación.

Por lo tanto se realizará una plantación manual de planta en contenedor.

3. CUIDADOS POSTERIORES

3.1. Protectores de plántulas

3.1.1. Identificación de las alternativas

- Cercado de malla conejera:

Consiste en una malla flexible de 60 centímetros de altura que cercará el perímetro de la repoblación, aplicando después una caza con hurón en la zona interior (Serrada, 2000).

- Protectores individuales:

Malla de plástico de forma cilíndrica que puede ser de material flexible o de material rígido. En el caso de tratarse de material flexible, requerirá la presencia de unos tutores y en el caso de la malla rígida no serán necesarios (Serrada, 2000).

3.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

- Condicionantes internos:
 - Necesidad de proteger las plántulas jóvenes
 - Presencia de fauna diversa en la zona
 - Presencia de actividad cinegética en la zona
- Condicionantes externos:
 - Repoblación de carácter protector, lo que requerirá la mayor supervivencia posible de plántulas, por lo cual, la mejor protección

3.1.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

Los protectores, deberán cumplir la función de proteger a las plántulas de sufrir daños por animales, para evitar la pérdida de aquellas.

3.1.4. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

- Cercado de malla conejera:
 - Resulta más económico

- La instalación podrá ser realizada por cualquier trabajador sin formación específica en la materia.
- Su retirada es más sencilla
- Son menos específicos, dado que impiden el acceso a la zona a diferentes especies de animales, pese a que no se tenga certeza de que vayan a alimentarse de las plántulas.
- No introducen cambios en el porte de las plantas
- **Protectores individuales:**
 - El precio es mayor que en el cercado.
 - Protección eficiente frente a la predación por herbívoros.
 - Creación de un microclima por la condensación de agua, disminución de la velocidad del viento y reducción de las radiaciones de onda corta.
 - Mayor probabilidad de arraigo y menor probabilidad de marras.
 - Puede inducir un exceso de esbeltez en los tallos.
 - En caso de temperaturas muy altas, puede producirse un exceso de calentamiento de la planta dentro del tubo.

3.1.4. Elección definitiva del método

Dado la gran importancia que tiene la supervivencia del mayor número de plántulas posibles sin daños, se ha seleccionado como protector, los protectores cilíndricos o prismáticos individuales, por proporcionar una protección más eficiente.

3.2. Riegos

3.2.1. Identificación de las alternativas

- **No realizar riegos:**

No se realizarían riegos de mantenimiento en la repoblación. Sólo se realizaría una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

- **Riego por goteo:**

Es un método de irrigación que utiliza de forma óptima la cantidad de agua utilizada.

Mediante un sistema de tuberías y emisores (goteros), el agua se infiltra directamente hacia el sistema radicular de las plantas (Serrada, 2000).

- **Riego a manta:**

El riego a manta o por superficie, consiste en mojar toda la superficie de la repoblación para asegurar que todo el suelo, y toda la plantación pueda beneficiarse del agua (Serrada, 2000).

- **Cajas/ depósito de agua tipo "Water box":**

El wáter box, consiste en una caja de plástico que recoge el agua de rocío y de la lluvia, almacenándola en su interior, para suministrarla de forma controlada y duradera al árbol con el que ha sido plantado.

3.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

- **Condicionantes internos:**
 - Necesidad de un aporte de agua para las plántulas jóvenes.

- Escasez de precipitaciones anuales.
- Presencia de sequía estival.
- Condicionantes externos:
 - Repoblación de carácter protector, con la necesidad de lograr la mayor cubierta del suelo lo más rápido posible, por lo que el porcentaje de éxito debe ser lo más alto posible.
 - Restauración de carácter protector, por lo que no supondrá ningún beneficio económico importante. Debido a esto, el proyecto de restauración deberá ser lo más económico posible.

3.2.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El realizar o no riegos, y de qué tipo sean estos en el caso de realizarse, será un factor fundamental para el éxito de la repoblación.

3.2.4. Evaluación de las alternativas

- No realizar riegos:
 - Mayor porcentaje de marras.
 - Mayor riesgo de fracaso en la repoblación.
 - Coste económico inexistente.
- Riego por goteo:
 - Reducción de marras.
 - Muy válido para repoblaciones de baja densidad sobre terrenos accesibles.
 - Gran eficiencia en el riego.
 - Coste económico alto.
- Riego a manta:
 - Gran gasto de agua.
 - Deben de replantarse y ejecutarse las acequias y mecanismos de distribución previamente a la plantación.
 - Coste económico alto.
 - Posibilidad de exceso de agua en el sistema radicular.
- Cajas/ depósito de agua tipo "Water box":
 - Gran eficiencia en el riego.
 - Gasto de agua inexistente al utilizar agua de rocío y de lluvia
 - Gasto económico muy importante, pudiendo ser el coste de los wáter box mayor que el coste de todo el resto del proyecto de restauración.

3.2.5. Elección definitiva del método

Pese a que nos encontramos en una zona donde la pluviometría no es muy deficiente, pero la necesidad de frenar los procesos erosivos que se producen en la zona de este proyecto obliga a tener un alto porcentaje de éxito en la repoblación. De modo que no se realizarían riegos de mantenimiento en la repoblación, pero sí se aplicará una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

Anejo VIII. Ingeniería del proyecto.

ÍNDICE ANEJO VIII. INGENIERÍA DEL PROYECTO.

1.	Ubicación y diseño de diques	1
1.1.	Ubicación	1
1.2.	Datos para el diseño.....	1
1.3.	Construcción	24
1.4.	Rendimientos	24
2.	Repoblación	24
2.1.	Apeo de rodales	24
2.2.	Tratamiento de la vegetación preexistente y preparación del terreno	24
2.2.1.	Maquinaria y aperos	24
2.2.2.	Intensidad de la actuación	25
2.2.3.	Intensidad de la actuación	25
2.2.4.	Rendimientos	25
2.3.	Plantación	25
2.3.1.	Tipo de planta.....	25
2.3.2.	Necesidad de planta.....	26
2.3.3.	Procedencia de la planta	26
2.3.4.	Viveros:	26
2.3.5.	Organización, embalaje y transporte	26
2.3.6.	Época de plantación	27
2.3.7.	Maquinaria, herramientas y aperos	27
2.3.8.	Distribución de la planta	27
2.3.9.	Plantación	27
2.3.10.	Rendimiento	28
2.4.	Resumen de los medios humanos, medios materiales y medios mecánicos ...	28
2.4.1.	Medios humanos	28
2.4.2.	Medios mecánicos.....	28
3.	Trabajos complementarios	28
3.1.	Colocación de protectores	28
3.1.1.	Procedimiento	28
3.1.2.	Rendimiento	29

1. UBICACIÓN Y DISEÑO DE DIQUES

1.1. Ubicación

Los diques se emplazarán en el fondo de la cárcava, aprovechando la existencia de buenas cerradas, que posteriormente se abren de tal forma que se pueda generar una cuña grande de sedimento con el mínimo volumen de obra.

1.2. Datos para el diseño

Los diques se diseñarán como diques de mampostería de gaviones de perfil tipo 1, con paramento aguas arriba vertical, y paramento escalonado aguas abajo con gradones iguales. A continuación la Figura 1 muestra un esquema de este tipo de dique (Martínez de Azagra y Díez, 2012).

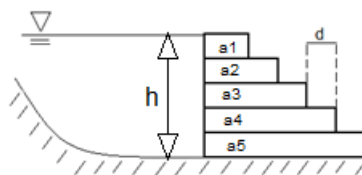
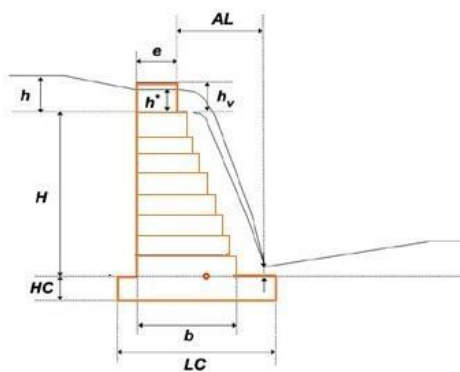


Figura 1. Esquema del Tipo 1 de dique de mampostería gavionada con paramento aguas arriba vertical y paramento escalonado aguas abajo con gradones iguales.

En la Figura 3 se muestra un esquema de un dique de gravedad, para indicar las partes de cada dique ya que estas, son iguales que las partes de un dique de gaviones, y sirve como aproximación para la mejor comprensión del diseño de los diques (Martínez de Azagra y Díez, 2012).



AL: Alcance de vertido
 e: espesor en coronación (en el caso del proyecto "a")
 h: Altura de vertido
 h*: Altura de carga en régimen crítico
 hv: Altura del vertedero
 H: Altura útil del dique
 HC: Profundidad de la zapata
 b: espesor en base
 LC: Longitud de la zapata

Figura 2. Partes de un dique de Gaviones. Fuente: Martínez de Azagra y Díez, 2012.

El peso específico del gavión se calcula de la siguiente forma:

$$\gamma_{gs} = \text{peso específico del gavión seco}$$

$$\gamma_{gs} = (1 - p) \cdot 2600 = 2600 \cdot (1 - 0,3) = 1820 \text{ kp/m}^3$$

Dónde: γ_s = peso específico de las piedras (2600 kp/m^3)
 p = porosidad (30 %)
 γ_{gA} = peso específico del gavión sumergido

Tenemos: $\gamma_{gA} = (\gamma_s - \gamma) \cdot (1 - p) = (2600 - 1100) \cdot (1 - 0,3) = 1050 \text{ kp/m}^3$

Dónde: γ_s = peso específico de las piedras (2600 kp/m^3)
 γ = peso específico del agua (agua con sedimentos) (1100 kp/m^3)
 p = porosidad (30 %)

Dado que la probabilidad de que el agua llegue a la mitad de la altura de los diques es muy baja, se trabajará con un valor intermedio entre gavión sumergido y gavión seco, a través de la siguiente fórmula:

$$\gamma_g = \frac{\gamma_{gs} - \gamma_{gA}}{2} = \frac{1820 - 1050}{2} = 1435 \text{ kp/m}^3$$

El coeficiente de rozamiento entre los gaviones y el terreno es $\vartheta_1 = 0,50$ y el coeficiente de fricción interna de los gaviones es $\vartheta_2 = 0,70$. Las tensiones máximas que admite el terreno son $\sigma_{\text{max.ter.}} = 4 \text{ kp/cm}^2$, según la norma básica de la edificación NBE-AE-88.

El caudal de cálculo para el diseño de los diques, será el calculado anteriormente por el método racional modificado para un periodo de retorno de 25 años, dado que es el valor que asegura la seguridad de la obra, no pone en peligro propiedades o bienes personales, y es suficiente para estas obras de pequeñas dimensiones (Catella et al, 2005).

El caudal en punta (Q_p) para el diseño de los diques de la cárcava de estudio es de $0,428 \text{ m}^3/\text{s}$.

Además todos los diques tendrán el mismo diseño de vertedero, cuyos cálculos de diseño se muestran a continuación:

- Longitud de vertedero

Para todos los diques será de $L_v = 1,5 \text{ m}$, como se puede apreciar a continuación en la Figura 3:

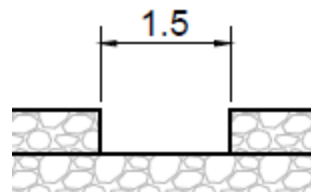


Figura 3. Esquema del vertedero.

$$h^* = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot l^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,428^2}{9,81 \cdot 1,5^2}} = 0,2025 \text{ m}$$

Dónde: h^* = altura de la lámina de agua sobre el vertedero.
 Q = Caudal de diseño
 g = fuerza de gravedad
 l = longitud del vertedero

- Altura de vertido (h):

$$h = \frac{3}{2} \cdot h^* = \frac{3}{2} \cdot 0,2025 = 0,304 \text{ m}$$

- Altura de vertedero (h_v):

Se define una altura del vertedero de 0,5 m para que se ajusten a las medidas de fábrica de los gaviones. Con estas medidas se considera un resguardo de más de 30 cm.

- Caudal máximo evacuado ($Q_{m\acute{a}x}$):

$$Q_{max} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * l * h_v * \sqrt{2 * g * h_v} = \frac{2}{3\sqrt{3}} * 1.5 * 0.5 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,5} = 0,91 \text{ m}^3/\text{s}.$$

1.2.1. Dique 1

Ver. Plano 10. Dique Nº 1. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 3 \text{ m}$.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5 \text{ m}$.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

$i =$ número de hiladas de gaviones = 3 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 3}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{3 - 1}{2} * 0,5 = 1,14 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(3 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 3^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 3^2 - 8 * 3 + 3)} = 1,40 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación " a_2 " será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (3 * 0,5) = 3,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 3 * 0,2025 + 0,2025^2} = 1,12 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 3,00 - 1,50 = 1,50; AL = 1,121 \rightarrow 1,12 < 1,5 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)
 $\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).
 ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5 + 2 + 2,5 + 3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$\sum F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{3^2}{2} = 4950 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

$$\frac{\sum F_h}{\sum F_v} = \frac{4950}{12915} = 0,38 \rightarrow 0,38 < 0,5 \quad \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C_1 : Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

ΣM_a : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC : Longitud de la zapata o cimentación.

$$\sum M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.
 d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\sum M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5))$$

$$\sum M_a = 20376,25 \text{ Kp/m}$$

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{20376,25}{12915} - \frac{3}{2} = 0,07$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,07 \leq 0,5 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.2. Dique 2

Este dique, y con el fin de minimizar los gastos de excavación, se ha decidido dividirse en dos diques, Dique Nº 2A y Dique Nº 2B, Ver. Plano 11. Dique Nº 2ª (izquierda) y Dique Nº 2B (derecha). (Documento Nº3. Planos)

Dique Nº 2A

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 3 \text{ m}$.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5 \text{ m}$.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas de gaviones = 3 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 3}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{3 - 1}{2} * 0,5 = 1,14 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(3 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 3^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 3^2 - 8 * 3 + 3)} = 1,40 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación " a_2 " será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (3 * 0,5) = 3,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 3 * 0,2025 + 0,2025^2} = 1,12 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 3,00 - 1,50 = 1,50; AL = 1,121 \rightarrow 1,12 < 1,5 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

$\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).

ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\begin{aligned} \sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n &= \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5 + 2 + 2,5 + 3) = \\ &= 1435 * 9 = 12915 \text{ kp} \end{aligned}$$

$$\Sigma F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{3^2}{2} = 4950 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\Sigma F_h}{\Sigma F_v}$$

$$\frac{\Sigma F_h}{\Sigma F_v} = \frac{4950}{12915} = 0,38 \rightarrow 0,38 < 0,5 \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

ΣM_a : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC: Longitud de la zapata o cimentación.

$$\Sigma M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \Sigma w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\Sigma M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5))$$

$$\Sigma M_a = 20376,25 \text{ Kp/m}$$

$$\Sigma F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{20376,25}{12915} - \frac{3}{2} = 0,07$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,07 \leq 0,5 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

Dique Nº 2B

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 3$ m.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5$ m.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

$i =$ número de hiladas de gaviones = 3 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 3}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{3 - 1}{2} * 0,5 = 1,14 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(3 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 3^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 3^2 - 8 * 3 + 3)} = 1,40 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación "a2" será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (3 * 0,5) = 3,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 3 * 0,2025 + 0,2025^2} = 1,12 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 3,00 - 1,50 = 1,50; AL = 1,121 \rightarrow 1,12 < 1,5 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)
 $\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).
 ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$\sum F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{3^2}{2} = 4950 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

$$\frac{\sum F_h}{\sum F_v} = \frac{4950}{12915} = 0,38 \rightarrow 0,38 < 0,5 \quad \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C_1 : Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

$\sum M_a$: Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC : Longitud de la zapata o cimentación.

$$\sum M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\sum M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5))$$

$$\sum M_a = 20376,25 \text{ Kp/m}$$

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5 + 2 + 2,5 + 3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{20376,25}{12915} - \frac{3}{2} = 0,07$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,07 \leq 0,5 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.3. Dique 3

Ver. Plano 12. Dique Nº 3. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 3 \text{ m}$.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5 \text{ m}$.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas de gaviones = 3 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 3}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{3 - 1}{2} * 0,5 = 1,14 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- o Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i-1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(3-1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 3^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 3^2 - 8 * 3 + 3)} = 1,40 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación "a2" será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (3 * 0,5) = 3,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 3 * 0,2025 + 0,2025^2} = 1,12 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 3,00 - 1,50 = 1,50; AL = 1,121 \rightarrow 1,12 < 1,5 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)
 $\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).
 ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5 + 2 + 2,5 + 3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$\sum F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{3^2}{2} = 4950 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

$$\frac{\sum F_h}{\sum F_v} = \frac{4950}{12915} = 0,38 \rightarrow 0,38 < 0,5 \quad \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

$\sum M_a$: Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC: Longitud de la zapata o cimentación.

$$\sum M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\sum M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5))$$

$$\sum M_a = 20376,25 \text{ Kp/m}$$

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{20376,25}{12915} - \frac{3}{2} = 0,07$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,07 \leq 0,5 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.4. Dique 4

Ver. Plano 13. Dique Nº 4. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar

la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 3$ m.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5$ m.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

$i =$ número de hiladas de gaviones = 3 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 3}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{3 - 1}{2} * 0,5 = 1,14 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(3 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 3^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 3^2 - 8 * 3 + 3)} = 1,40 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación " a_2 " será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (3 * 0,5) = 3,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 3 * 0,2025 + 0,2025^2} = 1,12 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 3,00 - 1,50 = 1,50; AL = 1,121 \rightarrow 1,12 < 1,5 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)
 $\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).
 ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$\sum F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{3^2}{2} = 4950 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

$$\frac{\sum F_h}{\sum F_v} = \frac{4950}{12915} = 0,38 \rightarrow 0,38 < 0,5 \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C_1 : Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

$\sum M_a$: Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC : Longitud de la zapata o cimentación.

$$\sum M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \sum w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.
 d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\sum M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5))$$

$$\sum M_a = 20376,25 \text{ Kp/m}$$

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{20376,25}{12915} - \frac{3}{2} = 0,07$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,07 \leq 0,5 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.5. Dique 5

Ver. Plano 14. Dique Nº 5. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 3 \text{ m}$.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5 \text{ m}$.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

$i =$ número de hiladas de gaviones = 3 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 3}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{3 - 1}{2} * 0,5 = 1,14 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(3-1) \cdot 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 \cdot 3^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} \cdot (5 \cdot 3^2 - 8 \cdot 3 + 3)} = 1,40 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación "a₂" será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i \cdot d) = 1,5 + (3 \cdot 0,5) = 3,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 \cdot H \cdot h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 \cdot 3 \cdot 0,2025 + 0,2025^2} = 1,12 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 3,00 - 1,50 = 1,50; AL = 1,121 \rightarrow 1,12 < 1,5 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)
 $\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).
 ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 \cdot (1,5 + 2 + 2,5 + 3) = 1435 \cdot 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$\sum F_h = \gamma \cdot \frac{H^2}{2} = 1100 \cdot \frac{3^2}{2} = 4950 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

$$\frac{\sum F_h}{\sum F_v} = \frac{4950}{12915} = 0,38 \rightarrow 0,38 < 0,5 \quad \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C_1 : Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

ΣM_a : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC : Longitud de la zapata o cimentación.

$$\Sigma M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \Sigma w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\Sigma M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5))$$

$$\Sigma M_a = 20376,25 \text{ Kp/m}$$

$$\Sigma F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5+3) = 1435 * 9 = 12915 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{20376,25}{12915} - \frac{3}{2} = 0,07$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,07 \leq 0,5 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.6. Dique 6

Ver. Plano 15. Dique Nº 6. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 2 \text{ m}$.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5$ m.

- Espesor en coronación:

Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas de gaviones = 2 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 2}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{2 - 1}{2} * 0,5 = 0,86 \text{ m} \rightarrow 1,00 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(2 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 2^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 2^2 - 8 * 2 + 3)} = 1,12 \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

El espesor en coronación " a_2 " será 1,5 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 1,5 + (2 * 0,5) = 2,50 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 2 * 0,2025 + 0,2025^2} = 0,92 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 2,50 - 1,50 = 1,00; AL = 0,92 \rightarrow 0,92 < 1,00 \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

$\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).

ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5 + 2 + 2,5) =$$

Alumno/a: Iván de Propios Herrero

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación: Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

$$=1435 * 6= 8610 \text{ kp}$$

$$\Sigma F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{2^2}{2} = 2200 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\Sigma F_h}{\Sigma F_v}$$

$$\frac{\Sigma F_h}{\Sigma F_v} = \frac{2200}{8610} = 0,26 \rightarrow 0,26 < 0,5 \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C_1 : Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

ΣM_a : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC : Longitud de la zapata o cimentación.

$$\Sigma M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \Sigma w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\Sigma M_a = \frac{1100 * 2^2}{2} * \frac{2}{3} + ((1435) * (1,5 * 0,75 + 2 * 1 + 2,5 * 1,25))$$

$$\Sigma M_a = 10535,42 \text{ Kp/m}$$

$$\Sigma F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1,5+2+2,5) = 1435 * 6 = 8610 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{10535,42}{8610} - \frac{2,5}{2} = -0,03$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow -0,03 \leq 0,42 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.7. Dique 7

En la construcción de este dique se ha decidido omitir el vertedero, pues al ser un dique tan pequeño su función será similar a la de una albarrada. Ver. Plano 16. Dique Nº 7. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es laminar la salida de agua y detener los sedimentos. Contará con una altura H = 1 m.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

Para saber si existe deslizamiento de la obra sobre el terreno, necesitamos saber la relación existente entre las fuerzas verticales y horizontales.

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)

$\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).

ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\begin{aligned} \sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n &= \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1+1) = 1435 * 2 = \\ &= 2490 \text{ kp} \end{aligned}$$

$$\sum F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{1^2}{2} = 550 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

$$\frac{\sum F_h}{\sum F_v} = \frac{550}{2490} = 0,22 \rightarrow 0,22 < 0,5 \checkmark$$

Dado que el resultado obtenido, es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\vartheta_1 = 0,5$), se puede concluir que la obra no deslizará.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

Con el fin de evitar la ruina de la obra por tubificación y mejorar su estabilidad a lo largo del tiempo, se diseña una zapata con 0,5 metros de puntera.

$$C_1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C1: Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

ΣM_a : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC: Longitud de la zapata o cimentación.

$$\Sigma M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \Sigma w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\Sigma M_a = \frac{1100 * 1^2}{2} * \frac{1}{3} + ((1435) * (1 * 0,5))$$

$$\Sigma M_a = 900,83 \text{ Kp/m}$$

$$\Sigma F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (1) = 1435 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{900,83}{1435} - \frac{1}{2} = 0,128$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow 0,128 \leq 0,167 \quad \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.2.8. Dique 8

Ver. Plano 17. Dique Nº 8. (Documento Nº3. Planos)

- Altura útil de dique (H):

El objetivo principal de este dique es la retención máxima de los sedimentos que escurren de la cuenca, generando una cuña que permita estabilizar las laderas, laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. La altura seleccionada para este dique es de $H = 4 \text{ m}$.

- Longitud de los escalones:

Para que no se produzcan daños en el paramento aguas abajo, se debe fijar una longitud de escalón que sea menor o igual a la altura del mismo (altura del gavión 1 metro), y además ajustarse a las dimensiones comerciales de los gaviones (0,5 m; 1 m; 1,5 m...).

Dado que la altura del escalón es 1 metro, se fija un ancho de escalón constante $d = 0,5 \text{ m}$.

- Espesor en coronación:
Para su cálculo, el espesor debe cumplir las siguientes condiciones:

- Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas de gaviones = 4 hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma * i}{2 * \gamma_g * \vartheta_2} - \frac{i - 1}{2} * d$$

$$a_1 \geq \frac{1100 * 4}{2 * 1435 * 0,7} - \frac{4 - 1}{2} * 0,5 = 1,44 \text{ m} \rightarrow 1,50 \text{ m}$$

- Condición de núcleo central:

$$a_2 \geq -\frac{3(i - 1) * d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma * i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} * (5 * i^2 - 8 * i + 3)}$$

$$a_2 \geq -\frac{3(4 - 1) * 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 * 4^2}{1435} + \frac{0,5^2}{4} * (5 * 4^2 - 8 * 4 + 3)} = 1,68 \rightarrow 2,00 \text{ m}$$

El espesor en coronación "a₂" será 2,00 metros, por lo que el espesor en base del dique será:

$$b = a_2 + (i * d) = 2,00 + (4,00 * 0,5) = 4,00 \text{ m}$$

- Alcance del vertido:

$$AL = \sqrt{2 * H * h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 * 4 * 0,2025 + 0,2025^2} = 1,28 \text{ m}$$

Para comprobar que los cálculos son correctos, y si el vertido golpea alguno de los escalones, se calcula lo siguiente:

$$AL > b - a$$

$$b - a = 4,00 - 2,00 = 2,00; AL = 1,28 \rightarrow 1,28 < 2,00 \quad \times$$

Como en la zona no existen cantos o elementos gruesos que puedan cortar la malla metálica y/o dañar los gaviones, se ha decidido no colocar ningún sistema de protección en estas.

- Condición de no deslizamiento fábrica-terreno:

$$\vartheta_1 \geq \frac{\sum F_h}{\sum F_v}$$

Dónde: $\sum F_h$: Sumatorio de todas las fuerzas horizontales (kp)
 $\sum F_v$: Sumatorio de todas las fuerzas verticales (kp).
 ϑ_1 : Coeficiente de rozamiento entre la fábrica y el terreno.

$$\sum F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (2 + 2,5 + 3 + 3,5 + 4) = 1435 * 15 = 21525 \text{ kp}$$

$$\Sigma F_h = \gamma * \frac{H^2}{2} = 1100 * \frac{4^2}{2} = 8800 \text{ Kp}$$

$$\vartheta_1 \geq \frac{\Sigma F_h}{\Sigma F_v}$$

$$\frac{\Sigma F_h}{\Sigma F_v} = \frac{8800}{21525} = 0,41 \rightarrow 0,41 < 0,5 \checkmark$$

El resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) por lo que se puede afirmar que la obra cumple con la condición de no deslizamiento.

Para los cálculos anteriores se ha tenido en cuenta el volumen de la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m, para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno:

Con el fin de evitar la ruina de la obra por tubificación y mejorar su estabilidad a lo largo del tiempo, se diseña una zapata con 0,5 metros de puntera.

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6}$$

Dónde: C_1 : Excentricidad (distancia entre el centro de gravedad y el punto de aplicación de las fuerzas resultantes).

ΣM_a : Sumatorio de los momentos de todas las fuerzas exteriores con respecto al canto del talón.

LC : Longitud de la zapata o cimentación.

$$\Sigma M_a = \frac{\gamma * H^2}{2} * \frac{H}{3} + \Sigma w_i * d_i$$

Dónde: W_i : Peso de cada hilada.

d_i : Brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\Sigma M_a = \frac{1100 * 3^2}{2} * \frac{3}{3} + ((1435) * (2 * 1 + 2,5 * 1,25 + 3 * 1,5 + 3,5 * 1,75))$$

$$\Sigma M_a = 27551,25 \text{ Kp/m}$$

$$\Sigma F_v = W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \gamma_g (V_1 + V_2 + \dots + V_n) = 1435 * (2 + 2,5 + 3 + 3,5) = 1435 * 11 = 15785 \text{ kp}$$

$$C_1 = \frac{\Sigma M_A}{\Sigma F_v} - \frac{LC}{2}$$

$$C_1 = \frac{27551,25}{15785} - \frac{4}{2} = -0,25$$

$$C_1 \leq \frac{LC}{6} \rightarrow -0,25 \leq 0,67 \checkmark$$

Analizando los resultados anteriores se puede concluir que no existe problema con la excentricidad.

1.3. Construcción

Para la construcción ha sido necesario mayorar los empotramientos, ya que las secciones transversales son aproximadas, y así, de esta forma dejamos un resguardo para estar del lado de la seguridad.

Las mediciones se han hecho a partir de los planos, asemejando la realidad a figuras geométricas.

1.4. Rendimientos

Para la construcción de los diques se emplearán 0,05 h/m³ de excavación y 3 h/m³ de gavión.

2. REPOBLACIÓN

2.1. Apeo de rodales

El apeo de rodales es necesario para definir en el área del proyecto, las diferentes zonas que tienen características similares. Es la unidad de gestión forestal básica, y por tanto la unidad mínima que se diferencia en cuanto a vegetación, pendiente, orientación, etc.

La rodalización se define como “el proceso de delimitación, definición y caracterización de los diferentes rodales de un espacio forestal”. La correcta y precisa realización de la rodalización es imprescindible para la toma de decisiones en selvicultura (Reque & Pérez, 2011), y una herramienta muy útil en las repoblaciones forestales.

La distinción de la superficie a repoblar en rodales, tiene como misión principal facilitar las labores de tratamiento de la vegetación preexistente, preparación del terreno e implantación vegetal, ya que en cada rodal se harán las mismas actuaciones, y cada uno tendrá tipos de planta y densidades comunes.

Para el caso al ser una superficie de actuación pequeña, y con características similares, sólo consideraremos un único rodal, con una superficie de 9,69 ha.

2.2. Tratamiento de la vegetación preexistente y preparación del terreno

2.2.1. Maquinaria y aperos

Ahoyado mecanizado con ripper en línea de máxima pendiente. La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica, y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer en el hoyo.

La primera pieza tendrá unas dimensiones mínimas de 30 centímetros de altura y 40 centímetros de anchura, mientras que la orejeta tendrá una altura de 30 centímetros y una anchura de 30 centímetros en su parte central.

2.2.2. Intensidad de la actuación

La preparación del terreno se realiza mediante ahoyado mecanizado con ripper, la densidad de plantación será de 1100 pies/ha. La profundidad será de 50 cm.

La distribución de la planta será mediante un marco regular de 3x3 metros.

2.2.3. Intensidad de la actuación

No será necesario un desbroce previo, debido a la escasa presencia de matorral en la parcela.

En primer lugar, se sitúa el tractor en la parte alta de la ladera, desplazándose en línea de máxima pendiente clavando los rejonos separados dos metros de forma alternativa y a la distancia prefijada de 3 metros.

La máquina completa la doble línea de hoyos y puede remontar de 3 formas: marcha atrás sin realizar ahoyado, marcha atrás realizando ahoyado o marcha adelante, invirtiendo la colocación de los rejonos (Serrada, 2000).

2.2.4. Rendimientos

Dado que para una densidad de 1100 hoyos/ha, el rendimiento aproximado es de 7 horas por hectárea, y el rodal, tiene 9,69 hectáreas, son necesarias 67,83 horas para realizar la labor en todo el rodal.

Dado que el jornal dura 8 horas, con un descanso de 0,5 horas para cada trabajador, el número de jornales necesarios para este rodal será de 10 jornales.

2.3. Plantación

2.3.1. Tipo de planta

La especie que se va a introducir y sus características son las siguientes:

- Especies a introducir

Pinus halepensis

Envase forestal de 400 cm³

Edad: 2 savias

Quercus ilex subsp. *ballota*

Envase forestal de 400 cm³

Edad: 1 savia

- Características de la planta a introducir

La planta deberá tener unas características medias que definan su buena calidad, y por tanto su posibilidad de supervivencia. Estas condiciones que deben cumplir son:

- Tener un sistema radical ramificado de forma equilibrada, con un amplio número de raíces secundarias, sin encontrarse este dañado.

- Poseer un porcentaje foliar adecuado, y una ramificación uniforme.
- No presentar curvaturas o deformaciones en el tallo.
- Alcanzar un diámetro de cuello de la raíz admisible para su buen crecimiento.
- No presentar signos de enfermedades y/o plagas.
- No presentar síntomas de desecación ni partes desecadas.
- No presentar heridas sin cicatrizar.
- No presentar coloraciones debido a deficiencias nutritivas.
- Los envases deben situarse suficientemente elevados en el vivero, para que se realice de forma correcta el autorrepicado.
- El envase debe poseer un orificio en su parte inferior, para que se produzca el repicado aerobio de la raíz.
- El envase debe tener paredes rígidas e impermeables, que impidan el paso de las raíces a través de ellas, para evitar que estas se pasen de un envase a otro.
- El envase debe poseer costillas interiores para evitar la espiralización de las raíces.
- En el momento de la plantación, el sustrato debe encontrarse relativamente húmedo, pero no muy compactado.
- El volumen del envase será de 400 cm³ en el caso de la especie de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y de 400 cm³ en el caso de la especie de *Pinus halepensis*.

2.3.2. Necesidad de planta:

A continuación, en la Tabla 1, se procede al cálculo de la planta necesaria para la repoblación, planteando un incremento en un 5% en la densidad establecida de la planta, para prevenir las posibles pérdidas de planta por imprevistos como pueden ser: factores climáticos, roturas durante el transporte, problemas o defectos en el proceso de plantación, etc.

Tabla 1. Necesidades de planta para la repoblación.

Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Especie y %	Planta (+5%)
9,69	1100	Pinus halepensis (80%)	9061
		Quercus ilex subsp. <i>ballota</i> (20%)	2665

2.3.3. Procedencia de la planta:

La región de procedencia recomendada para *Quercus ilex* subsp. *ballota* en la zona es: "Sierra de Ávila y Segovia", y para *Pinus halepensis* es: "Repoblaciones de la Meseta Norte", aunque también es posible la procedencia "Maestrazgo – Los Serranos" (MAPAMA, 2016).

Se eligen estas regiones de procedencia, para lograr una mejor adaptación a las condiciones de la estación, y debido a esto una mayor posibilidad de arraigo y supervivencia.

No se admitirán procedencias cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

2.3.4. Viveros:

Los precios de las plantas y de la plantación están calculados para una distancia máxima de los viveros suministradores de 50 kilómetros.

2.3.5. Organización, embalaje y transporte

Una vez seleccionadas las plantas en vivero, estas deben ir cuidadosamente dispuestas en cajas de madera o cartón ligeras de pared perforada, con unas dimensiones de 50 x 30 cm, en las que se pueden colocar 50 plantas de envase.

Dado que se va a emplear un camión de 9 m³ de capacidad, será posible transportar 200 cajas por viaje, lo que representa 10000 plantas en envase.

Dado que se requieren un total de 11726 plantas en contenedor de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex* subsp. *ballota*, y en cada viaje se pueden transportar como máximo 10000, serán necesarios dos viajes.

El transporte de la planta, ha de realizarse de forma escalonada en el tiempo, dado que si la planta permanece mucho tiempo fuera del vivero y sin plantar, es muy probable que sufra daños y no se encuentre en un estado óptimo a la hora de realizar la plantación.

Los viajes necesarios para el transporte de planta, exigen medio jornal de trabajo de un conductor y un peón, por lo que los jornales empleados en el transporte de la planta, serán 1 jornal de conductor, y 1 jornal de peón.

Se debe realizar un mantenimiento de la planta, dado que en el caso que fuera necesario debido a las condiciones climáticas, habrá que regarlas, y de forma obligada habrá que regarlas antes de su plantación.

2.3.6. Época de plantación

La plantación ha de realizarse en parada vegetativa, con el terreno con tempero, y fuera del periodo de heladas seguras. Por eso la plantación se llevará a cabo desde el 1 de octubre al 1 de noviembre, que aunque coincida con el periodo de heladas probables, estas ya son menos intensas.

Además se evitará la plantación en días de fuerte viento, para evitar la desecación de la planta.

2.3.7. Maquinaria, herramientas y aperos

La plantación es manual, y la herramienta necesaria es una azada de boca estrecha, con un palo aproximado de 1,5 kg.

2.3.8. Distribución de la planta

La planta será transportada del vivero a la zona de plantación, a medida que sea necesitada por los operarios encargados de la plantación, evitando así que sufra daños por el paso del tiempo en condiciones inadecuadas. Si se almacena o deposita planta en el monte, a la espera de ser plantada, deberá acopiarse debidamente, en un lugar sombreado y bien drenado. No se admitirá el apilado de cajas o bandejas que pueda producir daños en las plantas.

Como ya se ha mencionado anteriormente el transporte de la planta se podrá realizar en cajas de madera o cartón.

La distribución en la zona de repoblación se realizará a primera hora de la mañana y se distribuirá la cantidad suficiente para el rodal.

2.3.9. Plantación

La plantación se realizará de forma manual, debido a las dificultades que presenta la pendiente del terreno para el uso de maquinaria.

No se utilizará ningún material orgánico o químico, sino que únicamente se utilizará la tierra extraída del mismo hoyo, procurando que este quede completamente lleno, sin huecos, para evitar la presencia de cámaras de aire.

La plántula ha de implantarse de forma que quede firmemente arraigada al suelo.

Se aplicará una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

El operario arroja un poco de tierra sobre el hoyo, quita completamente el envase y da un corte con una navaja según una generatriz del cilindro para evitar estrangulamientos y facilitar la extensión del sistema radical, a la vez que, en el caso de existir alguna raíz espiralada situada alrededor de la principal, la corta. Posteriormente, arroja el resto de la tierra (desprovista de piedras), asegurándose de que la planta se mantenga vertical, y pisando alrededor para que la tierra se mantenga adherida a la misma (Serrada, 2000).

2.3.10. Rendimiento

El rendimiento para plantación manual para especies de plantas en contenedor es de 150 plantas por jornal (Serrada, 2000), por lo que los jornales estimados para el rodal es:

Número de plantas en contenedor: 11726

Número de jornales necesarios: 79

2.4. Resumen de los medios humanos, medios materiales y medios mecánicos

2.4.1. Medios humanos

Esta operación se debe efectuar en el período que discurre desde el 1 de octubre al 1 de noviembre. El número de días hábiles, descontando el número de días festivos, y una aproximación de días de mal tiempo, desciende hasta los 19 días.

Esta actuación requiere un número total de 79 jornales lo que supone una cuadrilla completa de 4 obreros y 1 capataz.

Se deberán tener en cuenta a mayores, 1,5 jornales de un peón y 1,5 jornales de un conductor para el transporte de la planta, se emplearán 1,5 jornales de un peón y 1,5 jornales de un conductor.

2.4.2. Medios mecánicos

Para el hoyado mecanizado con ripper se requieren 10 jornales de maquinaria para realizar estos trabajos. Para que la labor esté finalizada dos meses antes del comienzo de la plantación, se comenzará la labor el día 1 de julio hasta el día 16 de julio, incluyendo festivos y pérdida de días por causas y problemas diversos.

3. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

3.1. Colocación de protectores

3.1.1. Procedimiento

La presencia de conejos y pequeños mamíferos pueden acarrear problemas sobre las plántulas, por lo que se colocarán protectores individuales. Estos protectores consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de la plántula, además mejoran el aporte hídrico gracias a la condensación.

Son interesantes pues protegen a la plántula de la predación y de la radiación, además de la disminución del viento y de la evaporación. Lo que produce una mayor probabilidad de arraigo, y una reducción del número de marras en condiciones de estrés hídrico.

Este tipo de protectores, no introducen cambios en el porte de las plantas y deben ser retirados en el momento en que se supera el riesgo de predación, para que no produzca deformaciones en la ramificación. Dado que los protectores son recuperables, se podrá recuperar parte de la inversión realizada en los tubos (Serrada, 2000).

3.1.2. Rendimiento

Los tubos protectores, se colocan simultáneamente a la plantación, con lo que el rendimiento será paralelo (Serrada, 2000).

Anejo IX. Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras.

ÍNDICE ANEJO IX. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS.

1.	Programa de ejecución y puesta en marcha de las obras	1
1.1.	Diques	1
1.2.	Repoblación	1
1.3.	Trabajos complementarios	1
2.	Esquema del programa de ejecución y puesta en marcha de las obras	1

1. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS

1.1. Diques

La excavación y el transporte de materiales requerirán un total de 5,38 jornales.

La construcción de los diques (gaviones) requerirá 387,32 jornales.

Para la excavación y la construcción de los gaviones se van a destinar el mes de julio y el mes de agosto.

1.2. Repoblación

1.2.1. Ahoyado mecanizado con ripper

Para el ahoyado mecanizado con ripper se emplearán 10 jornales de maquinaria, estos trabajos darán comienzo el 1 de julio y finalizarán el 16 del mismo mes, incluyendo tanto días festivos como la pérdida de días por causas diversas, para que la labor esté finalizada al menos 2 meses antes del comienzo de la plantación.

1.2.2. Plantación manual

La plantación comenzará el día 1 de octubre, y se realizará a lo largo de este mes. Esta actuación se dará por finalizada el día 1 de noviembre.

Para esta actuación se emplearán un total de 79 jornales.

Además hay que tener en cuenta que se emplearan 2,5 jornales de un peón y 2,5 jornales de un conductor para el traslado de la planta y 2,5 jornales de peón para el aviverado.

1.3. Trabajos complementarios

1.3.1. Plantación manual

La colocación de protectores se realizará de forma simultánea a la plantación.

2. ESQUEMA DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS

Tabla 1. Resumen del programa de ejecución y puesta en marcha de las obras.

	Junio		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Fase 1. Restauración.																							
Excavación.																							
Diques. Construcción y colocación de gaviones.																							
Fase 2. Repoblación.																							
Preparación del terreno.																							
Plantación y riego de establecimiento.																							
Fase 3. Trabajos complementarios.																							
Colocación de protectores.																							

Anejo X. Justificación de los precios.

ÍNDICE ANEJO X. JUSTIFICACIÓN DE LOS PRECIOS.

1.	Precios unitarios.....	1
1.1.	Material	1
1.2.	Mano de obra	1
1.3.	Maquinaria	1
1.4.	Planta	1
2.	Cuadro de precios unitarios de las unidades de obra descompuestas	1
	CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN	1
	CAPÍTULO II: GAVIONES	2
	CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	2
	CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN	3

1. PRECIOS UNITARIOS

1.1. Material

Tabla 1. Precio unitario de los materiales.

Ud.	Concepto	Precio (€)
t	Piedra granítica de granulometría comprendida entre 10 y 20 cm.	20,69
m	Cable de acero de 2 mm de diámetro, para sujeción de enrejado metálico.	1,12
m ³	Malla-gavión galvanizada 8x10 cm, nº15	17,90
m ³	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,47
Ud.	Malla tipo v8 de 0,60 m	0,42
m ³	Agua	0,55

1.2. Mano de obra

Tabla 2. Precio unitario de la mano de obra.

Ud.	Concepto	Precio (€)
h	Jefe cuadrilla R.G.	22,00
h	Peón construcción	19,00
h	Capataz forestal	22,00
h	Peón forestal	15,00

*El jornal de trabajo será de ocho horas diarias, de las cuales sólo siete horas y media serán horas aprovechables.

1.3. Maquinaria

Tabla 3. Precio unitario de la maquinaria.

Ud.	Concepto	Precio (€)
h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44
h	Retroexcavadora hidráulica mixta 71/100 CV	39,00
h	Tractor orugas 191/240 CV	105,33
h	Camión cisterna agua 131/160 cv	43,95
h	Vehículo todoterreno con remolque	12,50

*Los jornales de los maquinistas están incluidos en el precio de la maquinaria.

1.4. Planta

Tabla 4. Precio unitario para *Pinus halepensis* y *Quercus ilex subsp. ballota*.

Ud.	Concepto	Precio (€)
Ud.	<i>Pinus halepensis</i> de edad 2+0 en alveolo de 400cc	0,60
Ud.	<i>Quercus ilex subsp. ballota</i> de edad 1+0 en alveolo de 400cc	0,60

*El precio del transporte de la planta desde el vivero de origen hasta la zona de la repoblación está incluido dentro del precio de cada unidad de planta.

2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DESCOMPUESTAS

CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN

Tabla 5. Cuadro de precios nº2. Capítulo II: Excavación.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1		m ³	Excavación: excavación a cielo abierto, en terrenos compactados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación en vaciados, incluido carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo de la obra.			
	0.050	H	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	2,822	
	2.000	%	Medios auxiliares	2,82	0,06	
	3.000	%	Costes indirectos	2,82	0,08	
Total partida						2,97

CAPÍTULO II: GAVIONES

Tabla 6. Cuadro de precios nº2. Capítulo II: Gaviones.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1		m ³	Gaviones: gavión con malla metálica 8x10, nº15 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.			
	0.800	h	Jefe cuadrilla R. G.	22,00	17,60	
	1.200	h	Peón construcción	19,00	22,80	
	2.200	t	Piedra granítica de granulometría comprendida entre 10 y 20 cm.	20,69	45,52	
	2.750	m	Cable de acero de 2 mm de diámetro, para sujeción de enrejado metálico.	1,12	3,08	
	1.000	m ³	Malla-gavión galvanizada 8x10 nº15	17,90	17,90	
	0.300	h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39,00	11,70	
	1.100	m ³	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,47	0,52	
	25.000	km	Transporte de materiales sueltos en buenas condiciones	0,25	6,25	
	10.000	km	Transporte de materiales sueltos en malas condiciones	0,58	5,80	
	2.000	%	Medios auxiliares	131,17	2,62	
	3.000	%	Costes indirectos	131,17	3,93	
Total partida						137,73

CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 7. Cuadro de precios nº2. Capítulo III: Preparación del terreno.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1.		m ³	Apertura o remoción mecanizada: apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejones con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.			
	0.005	H	Tractor orugas 191/240 CV	105,33	0,53	
	2.0	%	Medios auxiliares	0,53	0,01	
	3.0	%	Costes indirectos	0,53	0,02	
Total partida						0,56

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 8. Cuadro de precios nº2. Capítulo IV: Plantación.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)	
4.1.		mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior al 50%.				
	0.220	h	Capataz forestal	22,00	4,84		
	1.000	h	Peón forestal	15,00	15,00		
	0.300	h	Vehículo todoterreno con remolque	12,50	3,75		
	2.000	%	Medios auxiliares	23,59	0,47		
	3.000	%	Costes indirectos	23,59	0,71		
				Total partida		24,77	
		ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50% y densidad de plantación superior o igual a 770 plantas/ha. No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Quercus ilex</i> subsp <i>ballota</i> (20%) y <i>Pinus halepensis</i> (80%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque, primer riego y retirada de la malla protectora.				
	13.640	h	Capataz forestal	22,00	300,08		
	86.130	h	Peón forestal	15,00	1291,95		
	880.000	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus halepensis</i> de edad 2+0 en alveolo de 400cc	0,60	528,00		
	220.000	Ud.	Ud de planta de <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> de edad 1+0 en alveolo de 400cc	0,60	132,00		
	1100.000	Ud.	Malla tipo v8 de 0,60 m	0,42	462,00		
	12.100	Ud.	Camión cisterna agua 131/160 cv	43,95	531,80		
	33.000	m ²	Agua (p.o.)	0,55	18,15		
	2.000	%	Medios auxiliares	3263,98	65,28		
	3.000	%	Costes indirectos	3263,98	97,92		
				Total partida		3427,18	
		mil	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.				
	0.003	h	Capataz forestal	22,00	0,07		
	0.030	h	Peón forestal	15,00	0,45		
	0.006	h	Vehículo todoterreno con remolque	12,50	0,08		
	2.000	%	Medios auxiliares	0,59	0,01		
3.000	%	Costes indirectos	0,59	0,02			
			Total partida		0,63		

Anejo XI. Estudio Básico de Seguridad y Salud

ÍNDICE ANEJO XI. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	Antecedentes y datos generales	1
1.1.	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud.	1
1.2.	Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.	1
2.	Identificación de la obra.	2
2.1.	Situación y determinación de la obra.	2
2.2.	Descripción del emplazamiento y la obra.	2
2.3.	Servicios sanitarios.	2
2.3.1.	Medidas preventivas.	2
2.3.2.	Asistencia a accidentados.....	3
2.3.3.	Normas de seguridad aplicadas a la obra.	3
3.	Identificación de riesgos y prevención de los mismos.	4
3.1.	Descripción de los puestos de trabajo.....	4
3.2.	Equitación de protección individual.	4
3.3.	Protecciones colectivas.....	4
3.4.1.	Generales	5
3.4.2.	Durante el desarrollo de actividades auxiliares.	5
3.4.3.	Durante el desarrollo de actividades auxiliares.	6
3.4.4.	Durante el proyecto de restauración.	7
4.	Normas de seguridad y salud aplicables a la obra.	8
4.1.	Prevención de riesgos y daños derivaos de las condiciones del medio.....	8
4.1.1.	Normas básicas de seguridad.....	8
4.1.2.	Equipos de protección individual.....	8
4.2.	Prevención de riesgos provocados por el estado de los trabajadores.....	8
4.2.1.	Normas básicas de seguridad.....	9
4.3.	Prevención de riesgos provocados por el transporte de personas, maquinaria y materiales, y de actividades de carga y descarga.....	9
4.3.1.	Normas básicas de seguridad.....	9
4.3.2.	Equipos de protección individual.....	11
4.3.3.	Medios de protección colectiva	11
4.4.	Prevención de riesgos provocados por la circulación de vehículos de transporte y maquinaria por vías públicas o pistas.....	11
4.4.1.	Normas básicas de seguridad.....	11
4.4.2.	Equipos de protección colectiva.....	12
4.5.	Prevención de riesgos provocados por el montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria.	12
4.5.1.	Normas básicas de seguridad.....	12
4.5.2.	Equipos de protección individual.....	13
4.5.3.	Medios de protección colectiva	13
4.6.	Prevención de riesgos y daños en la restauración hidrológico-forestal	14
4.6.1.	Normas básicas de seguridad.....	14
4.6.1.1.	Normas generales.....	14
4.6.1.2.	Para la colocación de gaviones.....	15
4.6.1.3.	Para la plantación	16
4.6.1.4.	Para el uso de escaleras metálicas.....	16
4.6.1.5.	Para el uso de escaleras de tijera	17
4.6.1.6.	Para el uso de escaleras de mano.....	17
4.6.2.	Equipos de protección individual.....	17
4.6.3.	Medios de protección colectiva	18
4.7.	Prevención de riesgos de daños a terceros	18
4.7.1.	Normas básicas de seguridad.....	18
5.	Obligaciones del promotor	19

6.	Coordinador en materia de seguridad y salud.....	19
7.	Formación.....	20
8.	Servicios comunes.....	20
9.	Obligaciones del contratista.....	20
10.	Libro de incidencias.....	21
12.	Presupuesto de seguridad y salud.....	21

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

1.1. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud, se redacta en función del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D. el objetivo del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elaborara el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. A efectos de este R.D., la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra.

De acuerdo con el art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en la obra.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el art. 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El objetivo primordial de este Estudio Básico de Seguridad y salud, es la realización de las obras contempladas a lo largo de este Proyecto de forma segura.

Conforme se especifica en el apartado 2 del art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de

actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).

- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

2.1. Situación y determinación de la obra.

Los trabajos contemplado en el presente Estudio de desarrollan en el Valle del Corneja, comarca El Barco de Ávila–Piedrahíta, en el municipio de Tórtolos (Ávila).

La obra Objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, se denomina *Restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtolos (Ávila), paraje "La Jarilla"*.

2.2. Descripción del emplazamiento y la obra.

El terreno sobre el que se emplazan las obras se describe en la Memoria del Proyecto, los Planos, y los Anejos correspondientes.

Las obras de construcción de los diques, a efectos de actuación, se sitúan a lo largo de la cárcava. Las actuaciones propias de la repoblación, estarán distribuidas en un único rodal, ya delimitado en los documentos anteriores.

Es importante mencionar la ausencia de afloramientos rocosos en la zona de estudio.

2.3. Servicios sanitarios.

2.3.1. Medidas preventivas.

- Reconocimientos médicos:

Cualquier persona, antes de comenzar a trabajar en la obra, será sometida a un reconocimiento médico con el fin de asegurar las adecuadas condiciones físicas y psicológicas para realizar los trabajos pertinentes.

Teniendo que renovarse dicho reconocimiento médico para todos y cada uno de los trabajadores en el caso de que la obra, por circunstancias varias, se prolongara más de un año.

- Análisis del agua y los factores ambientales potencialmente dañinos:

El agua destinada al consumo de los trabajadores que no provenga de la red de abastecimiento de una población, o no se trate de agua embotellada, será objeto de un análisis para garantizar su potabilidad.

También se requerirán análisis y mediciones de los niveles de gases, ruidos, polvo, etc, que sean necesarios para cuantificar los riesgos para la salud derivados de ellos.

2.3.2. Asistencia a accidentados.

- **Botiquines:**

En la zona de las obras, se dispondrá de un botiquín de uso común a todo el personal de la obra, que contenga el material especificado en el artículo 43.5 del Capítulo 4 la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1971).

Este material es: agua oxigenada, alcohol de 96°, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquetes, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuillas, hervidor, agujas para inyectables, y termómetro.

Estos botiquines deberán revisarse mensualmente, y reponer inmediatamente cualquier material utilizado.

- **Primeros auxilios y atención médica de urgencia:**

Para los primeros auxilios a accidentados, se les proporcionará formación acerca de estos, y para ello deberán utilizar el material sanitario de los botiquines indicados anteriormente.

En la zona de instalaciones se indicarán con alta visibilidad, la dirección y el teléfono del centro o centros asignados para urgencias, ambulancias, médicos... para garantizar un transporte rápido y una atención óptima a los posibles accidentados.

Se organizará un sistema de comunicación entre cuadrillas y equipos mecanizados, para que en el caso de ocurrencia de cualquier accidente, se pueda informar rápidamente, lo que aseguraría una reacción rápida y adecuada.

2.3.3. Normas de seguridad aplicadas a la obra.

- Constitución Española, art. 40.2 (6 diciembre de 1978).
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio sobre Utilización de equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (OM 28-08-70, OM 28-07-77, OM 4-07-83, en los títulos no derogados).

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.

3.1. Descripción de los puestos de trabajo.

A continuación, se describen los diferentes puestos de trabajo, que serán susceptibles a accidentes laborales:

- Peón Especialista Forestal: Realizará los trabajos de preparación del terreno, y los trabajos de plantación y colocación de los protectores.
- Peón Ordinario: Realizará las labores de llenado y colocación de los gaviones.

3.2. Equipación de protección individual.

El Equipo de Protección Individual (EPI) es cualquier dispositivo o medio del que puede disponer un trabajador, con el fin de que le proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y seguridad (Art. 2º. Del R.D. 773/1997).

Por tanto, los trabajadores deberán llevar un equipo de protección individual para protegerse de posibles daños consecuencia de las labores forestales realizadas en la zona.

El equipo de protección individual está compuesto por:

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Crema de protección solar
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Pantalones de trabajo reforzados (mín. en la parte anterior del muslo).
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable: para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.
- Faja de protección lumbar: para todos los maquinistas y operarios.
- Prendas impermeables de protección contra la lluvia o niebla.
- Prendas de protección personal para evitar rigores climáticos.
- Cantimplora.
- Repelente de picaduras de insectos.
- Gafas solares polarizadas antipartículas.

3.3. Protecciones colectivas.

Además de que cada operario deba llevar un equipo de protección individual, es necesaria la presencia de ciertas protecciones colectivas, para asegurar el bienestar de los trabajadores en la obra.

Estas protecciones serán:

- Señales de tráfico en los accesos a las obras.
- Señales de seguridad que marquen la existencia de las obras.
- Señales que indiquen el uso obligatorio de casco y/o auriculares.

- Extintores para zonas de higiene y seguridad.
- Señales indicativas de acceso restringido.
- Vallas perimetrales en zonas de peligro

3.4. Riesgos profesionales de los trabajadores de la obra

3.4.1. Generales

Estos riesgos, no están relacionados con ninguno de los procesos o actuaciones realizados en la obra, sino que derivan de las condiciones del medio de trabajo, por lo que generalmente son inevitables.

Tabla 1. Riesgos generales derivados de las condiciones del medio.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caída a nivel de suelo	Resbalón provocado por suelo resbaladizo, especialmente en zonas de pendiente.
Pinchazos y/o cortes	Penetración de objetos puntiagudos o cortantes a través de calzado o ropa.
Acción de la humedad	Penetración de agua a través del calzado o de la ropa.
Acciones térmicas	Temperatura ambiente excesivamente alta o excesivamente baja. Deshidratación. Congelación.
Acciones de las radiaciones solares UV	Exposición al sol. Quemaduras. Daños oculares.
Insolaciones	Exposición al sol. Desvanecimiento.
Acción de la fauna (serpientes, reptiles, artrópodos)	Picaduras de víbora, mosquitos, arañas y escorpión.
Acción del viento	Intrusión de partículas en los ojos

- Derivados de las condiciones personales de los trabajadores:

Estos riesgos, tienen su origen en las circunstancias personales de cada trabajador, y no están relacionados con ninguna operación concreta.

Tabla 2. Riesgos generales derivados de las condiciones personales de los trabajadores

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Accidentes diversos:	Inexperiencia en el manejo de las herramientas o la maquinaria.
- Golpes	
- Compresiones	Exceso de confianza en el manejo de las herramientas o maquinaria.
- Pinchazos	
- Cortes	
- Quemaduras	Desarrollo del trabajo en situación de fatiga aguda, enfermedad, somnolencia o falta de concentración.
- Abrusiones	
- Caídas de personas a distintos niveles	
- Caída de objetos	Incapacidad personal para el desarrollo de la tarea concreta.

3.4.2. Durante el desarrollo de actividades auxiliares.

Estos riesgos, tienen relación con la adecuada realización de todas las actividades que componen la obra de restauración, aunque su origen no se encuentra en las actividades en sí.

Tabla 3. Riesgos durante el transporte de personas, maquinaria y materiales. Transporte de personas, maquinaria y materiales: carga y descarga.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Camión en marcha fuera de control	Abandono de la cabina por el conductor sin parar la máquina, fallo mecánico o fallo humano.
Incendio del camión	Fallo mecánico.
Vuelco del camión	Pendiente excesiva, falta de estabilidad del camión, terreno inadecuado para la circulación.
Sacudidas y golpes	Mal estado del firme, baches, agujeros.
Caídas a distinto nivel	Transporte de personas en vehículos no preparados para cumplir esa función.
Golpes, impactos y cortes	Transporte de personas, herramientas, o piezas de maquinaria simultáneamente en el mismo espacio. Golpes contra las paredes del medio de transporte, en casos de sujeción insuficiente al asiento.
Caídas de objetos	Mala colocación de herramientas o materiales en el interior de los vehículos.
Caídas de objetos muy pesados	Sujeción insuficiente de la maquinaria al medio de transporte.
Caídas de personas al mismo nivel	Resbalones y tropiezos en el interior del vehículo.
Caídas de personas a distinto nivel	Caídas desde el camión.
Vuelco de la maquinaria transportada	Maniobra de subida o bajada al medio de transporte demasiado rápida
Cortes	Carga, descarga o transporte manual de herramientas con elementos cortantes indebidamente protegidos.
Peligros para la salud (dorsolumbares)	Malas posturas en la carga y descarga de materiales y/o objetos.

Tabla 4. Riesgos durante la circulación de vehículos de transporte y maquinaria. Circulación de vehículos de transporte y maquinaria por vías públicas o pistas.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Colisiones con vehículos ajenos a las obras	Incorporación no debidamente señalizada o imprudente de vehículos de transporte y maquinaria a las vías públicas (desde el monte).
Colisiones entre vehículos y maquinaria de la obra	Presencia de vehículos ajenos a las obras dentro del perímetro de la zona de actuación. Circulación descontrolada no debidamente organizada de vehículos y maquinaria en la zona de la obra.
Caída de objetos	Montaje incorrecto de los accesorios de la maquinaria.
Accidentes diversos	Acciones de mantenimiento o reparación de la maquinaria sin desconectar Previamente.
Quemaduras	Acciones de mantenimiento o reparación con la maquinaria caliente.
Acción química	Contacto de la piel con el electrolito de la batería u otros líquidos corrosivos.

3.4.3. Durante el desarrollo de actividades auxiliares.

Estos riesgos, tienen relación con la adecuada realización de todas las actividades que componen la obra de restauración, aunque su origen no se encuentra en las actividades en sí.

Tabla 5. Riesgos derivados del montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria. Montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caídas de objetos	Montaje incorrecto de los accesorios de la maquinaria
Accidentes diversos	Acciones de mantenimiento o reparación de la maquinaria sin desconectarla previamente
Quemaduras	Acciones de mantenimiento o reparación con la maquinaria caliente
Acción química	Contacto de la piel con el electrolito de la batería u otros líquidos corrosivos

3.4.4. Durante el proyecto de restauración.

Se hace referencia a los riesgos varios que se dan en un Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

Tabla 6. Riesgos durante el proyecto de restauración.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caídas de objetos	Desplome de piezas suspendidas en el aire, fallo de los elementos de elevación.
Golpes, impactos y cortes	Acción accidental de las partes móviles de la maquinaria o de piezas suspendidas en el aire.
Caídas de altura	Resbalones, tropezos y caídas de los operarios que montan las piezas.
Maquinaria en marcha fuera de control	Fallo mecánico. Abandono de la cabina por el conductor sin llegar a parar la máquina.
Vuelco de maquinaria	Pendiente excesiva. Falta de estabilidad de la máquina.
Caída de la maquinaria ladera abajo	Maquina inadecuada para las condiciones del terreno.
Incendio de maquinaria	Pendiente excesiva.
Colisiones o atropellamientos	Fallo mecánico. Falta de visibilidad.
Compresiones	Maniobras imprudentes.
Golpes, impactos o cortes	Aprisionamiento por maquinaria. Acción accidental de los equipamientos de la máquina. Utilización de herramientas en mal estado. Caída de objetos. Proyección de elementos sólidos. Uso incorrecto de herramientas. Excesiva proximidad entre trabajadores.
Caídas a distinto nivel	Resbalón, sujeción insuficiente del conductor al asiento.
Acción de la azada u otra herramienta sobre la parte anterior del pie	Deslizamiento de la azada u otra herramienta hacia el pie.
Abrasión en manos	Roce con herramientas.
Acción del ruido	Ruido continuo producido por la Maquinaria.
Acción mecánica de elementos extraños en las vías respiratorias o en los ojos	Penetración de polvo.
Incendio o quemaduras	Manipulación de sustancias inflamables. Transporte manual de elementos pesados.
Peligro para la salud (lesiones dorsolumbares)	Utilización de herramientas inadecuadas. Utilización de técnicas o posturas inadecuadas en el manejo de plantas o en el manejo de herramientas.

3.5. Riesgos profesionales a terceros.

Se producen en general en el transporte de materiales, o en la circulación de los vehículos y/o maquinaria por las vías de acceso.

Tabla 7. Riesgos durante el transporte.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Accidentes diversos (golpes, colisiones, atropellos...)	Incorporación del vehículo de transporte o maquinaria a las vías públicas sin señalización adecuada. Acceso de vehículos no autorizados a la zona de restauración. Acceso y permanencia de personas ajenas a las obras en estas.

4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.

4.1. Prevención de riesgos y daños derivados de las condiciones del medio.

Dado que estos riesgos son propios de la naturaleza del medio, no se puede acudir a medios de protección colectiva para prevenirlos, por lo que solo podrán proponerse normas de seguridad y equipos de protección individual.

4.1.1. Normas básicas de seguridad.

- Los obreros que ocupen puestos de trabajo en el que deban realizar los desplazamientos por la zona a pie, deberán de llevar ropa de protección que impida que sufran lesiones por elementos vegetales o minerales del medio.
- En el caso de que la meteorología sea desfavorable, con lluvia o nieblas, se proporcionará a los obreros que trabajen sin la protección de los vehículos, ropa impermeable.
- En el caso de que las temperaturas sean bajas, se equipará con prendas de abrigo a aquellos obreros que trabajen en el exterior.
- En el caso de que las temperaturas sean muy altas, o que el tiempo sea soleado, se proporcionará a los obreros que participen en trabajos en el exterior, crema de protección y gorras/gorros que no limiten su campo de visión.

4.1.2. Equipos de protección individual.

- Botas de material impermeable, con puntera reforzada y suela antideslizante
- Mono de trabajo de manga larga, reforzado con un material resistente a cortes y penetración de objetos punzantes.
- Prendas impermeables.
- Prendas de abrigo.
- Protector solar.
- Gorro/Gorra de material ligero para proteger la cabeza de las radiaciones solares.
- Cantimplora.
- Gafas solares polarizadas antipartículas.

4.2. Prevención de riesgos provocados por el estado de los trabajadores.

Se tratará con estas normas, mejorar las condiciones físicas y mentales de los trabajadores.

4.2.1. Normas básicas de seguridad

- Deberán evitarse los excesos de comida tal que llegue a mermar las facultades de los obreros.
- Se evitará la ingestión de cualquier tipo de bebida alcohólica en el horario de trabajo.
- Se proporcionará a los trabajadores un almuerzo a media mañana.
- Tras la comida, se establecerá un descanso mínimo de media hora.
- Los trabajadores dispondrán en cualquier momento de agua potable accesible.
- Se evitarán los períodos de trabajo en solitario.
- Los conductores de maquinaria, estarán obligados a realizar un descanso mínimo de media hora por cada tres horas de trabajo.
- Se tendrá en cuenta la condición física de cada trabajador a la hora de asignarle un puesto de labor.
- Tanto la maquinaria como las herramientas solo serán utilizadas por trabajadores cualificados, con formación y experiencia.

4.3. Prevención de riesgos provocados por el transporte de personas, maquinaria y materiales, y de actividades de carga y descarga.

Se centrarán en gran medida en las actuaciones de los conductores, el buen funcionamiento de la maquinaria y las revisiones adecuadas de esta.

4.3.1. Normas básicas de seguridad

- Los conductores, y los obreros encargados de la carga y descarga de materiales deberán recibir una copia de las instrucciones de seguridad de su tarea. Estos deberán firmar el recibí para que quede constancia de la entrega.
- Los vehículos de transporte deberán encontrarse en condiciones óptimas para el desarrollo de su función mediante mantenimiento y revisiones.
- Se deberán revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor, para evitar escapes de gases nocivos al interior de la cabina.
- Los conductores deberán vigilar la presión de los neumáticos y asegurarse que esta, es la recomendada por el fabricante.
- Los caminos y vehículos de transporte circularán por vías públicas o pistas en las que los firmes estén en buenas condiciones, única y exclusivamente.
- Todos los vehículos de transporte deberán tener un extintor con su capacidad al completo y con las revisiones al día.

- Tanto la cabina como la caja de los vehículos de transporte, deben mantenerse limpias.
- Los conductores de los vehículos de transporte deberán informar del estado de las pistas por las que deban circular.
- La subida y bajada de los vehículos de transporte se realizará usando peldaños o asideros, evitando saltar desde el camión.
- Los vehículos de transporte no entraran en zonas cuya pendiente sea excesiva.
- Antes de bajarse del vehículo, el conductor debe asegurarse de que el motor este apagado y el freno manual echado.
- Se evitará subir al vehículo con el calzado lleno de barro o grasa.
- No se transportaran personas y materiales en el mismo vehículo.
- Las maniobras de carga y descarga estarán dirigidas por un especialista.
- Los vehículos de transporte de personas deberán disponer de asientos con respaldo y con las sujeciones necesarias.
- Los elementos cortantes de las herramientas se protegerán para su transporte, carga y descarga.
- Los materiales, equipos y herramientas transportados deberán ser colocados de forma adecuada, para impedir así, su caída, desplome o movimiento, y de forma uniforme para repartir el peso.
- No se asignaran puestos de carga y descarga a obreros con patologías dorsolumbares.
- Siempre que sea posible, la carga y descarga de materiales no se llevara a cabo de forma manual, y en el caso de que deba ser así, los obreros adoptaran posturas que minimicen el riesgo de lesión lumbar.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, se parará el motor del vehículo de transporte, se echara el freno de mano, y se colocaran calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas.
- Se evitara la sobrecarga de los vehículos.
- Las maquinas transportadas deberán ir suficientemente sujetas a la caja de los vehículos que las trasladen, con el freno de mano puesto, y con cuatro calzos en las cuatro ruedas.
- Las tareas de carga y descarga se realizaran en zonas llanas.
- Las maniobras de carga y descarga de maquinaria se realizaran a velocidad mínima.

- Se prohíbe la presencia de personas en la caja del camión o en sus alrededores mientras estén en curso las maniobras de carga y descarga de maquinaria.

4.3.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mono de trabajo.

4.3.3. Medios de protección colectiva

- Taco de inmovilización de ruedas
- Topes para balizamiento de vehículos de transporte estacionados para la carga y descarga.
- Señalización de seguridad.
- Barandillas anticaída.
- Escalera de mano.
- Extintores.

4.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROVOCADOS POR LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE Y MAQUINARIA POR VÍAS PÚBLICAS O PISTAS.

Estos riesgos, se deben a la circulación de vehículos especiales por vías públicas, por lo que no existirán medios de protección individual, pero sí medios de protección colectiva y normas de seguridad.

4.4.1. Normas básicas de seguridad

- Se deberán señalizar y controlar los accesos de obra.
- Se prohibirá la entrada a cualquier vehículo ajeno a la obra.
- Se señalizarán adecuadamente los puntos de incorporación a la vía pública de los vehículos especiales procedentes de la obra.
- Los caminos de circulación por la zona de la obra deberán ser señalizados con claridad.
- Deberán realizarse las incorporaciones a la vía pública con extrema prudencia.
- Los vehículos y maquinaria que circulen por las vías internas, llevarán señales luminosas, y en el caso de que sea necesario, señales sonoras.

- Se deberá ordenar la circulación interna del modo más sencillo posible.
- Se deberá circular con precaución, y con una velocidad adaptada al estado de la vía.
- Siempre que exista la posibilidad, deberán trazarse rutas separadas para peatones y vehículos. En el caso de que ambos necesiten compartir la misma ruta, los peatones se mantendrán estrictamente en el lado izquierdo.
- Podrá prohibirse el tránsito de peatones en aquellas vías habitualmente utilizadas por vehículos de transporte o maquinaria.
- No se deberán apilar materiales en las zonas de circulación o tránsito de maquinaria o vehículos de transporte.

4.4.2. Equipos de protección colectiva

- Señales de tráfico en accesos y salidas de las zonas de obras.
- Señales de tráfico en los puntos de incorporación de vehículos pesados a la vía pública.
- Señales de peligro por circulación de maquinaria pesada.
- Jalones de señalización en la localización de taludes y zanjas.
- Cintas de balizamiento en caminos internos.
- Dispositivos de emisión de señales luminosas y acústicas para vehículos de transporte y maquinaria.

4.5. Prevención de riesgos provocados por el montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria.

Este conjunto de normas y equipamientos, se centra en el mantenimiento, las reparaciones y montajes de la maquinaria necesaria para la obra.

4.5.1. Normas básicas de seguridad

La maquinaria será objeto de una serie de revisiones periódicas realizadas por técnicos especialistas en la materia.

- El montaje y desmontaje de la maquinaria, se debe realizar de una forma segura. En el caso de que el fabricante indique una serie de instrucciones, esta tarea se debe realizar cumpliendo estas instrucciones. Esta labor será realizada por una serie de sujetos que hayan recibido una formación específica para cumplir esta función.
- La maquinaria debe cumplir las condiciones estructurales para garantizar la seguridad de los trabajadores que realizan las operaciones de montaje, reparación y mantenimiento, según el RD 1435/1992, de 27 de noviembre.

- Las averías de la maquinaria serán reparadas por técnicos especialistas, pero si el problema es un problema ordinario de funcionamiento, si un operario o el conductor, con experiencia en el uso de la máquina, tiene los conocimientos necesarios para resolverlo, existirá la posibilidad de realizarlo.
- Los conductores de las máquinas y vehículos de transporte serán informados de todas las normas de seguridad relativas al mantenimiento y reparación de estos.
- Ninguna persona no autorizada podrá realizar operaciones de montaje, reparación o mantenimiento.
- Antes de realizar cualquiera de las tareas aquí descritas, se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar la puesta en marcha o conexión accidental de la maquinaria mientras se efectúa la operación.
- Durante el mantenimiento o reparación, los aperos permanecerán apoyados en el suelo.
- En ningún momento se deberá levantar la tapa del radiador en caliente.
- Se dejara escapar la presión del líquido del radiador antes de quitar el tapón al comprobar dicho líquido.
- Se prohíbe fumar o manipular objetos incandescentes mientras se opera con los líquidos de la batería, que resultan ser inflamables.
- Los cambios de aceite, tanto de los motores, como de los sistemas hidráulicos, se realizarán en frío para evitar que se produzcan quemaduras.
- Previamente a manipular el sistema eléctrico de la maquinaria, esta debía encontrarse desconectada, y con la llave de contacto extraída.
- Las operaciones de control del funcionamiento de los mandos de la maquinaria deben hacerse con marchas muy lentas.

4.5.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Faja de protección lumbar: para todos los maquinistas y operarios.

4.5.3. Medios de protección colectiva

- Tacos de inmovilización para ruedas.
- Calzos para apoyar los aperos de la maquinaria.

- Topes para balizamiento de vehículos de transporte estacionados.
- Señalización de seguridad.

4.6. Prevención de riesgos y daños en la restauración hidrológico-forestal

4.6.1. Normas básicas de seguridad

4.6.1.1. Normas generales

- La maquinaria y sus equipamientos deberán cumplir los requisitos establecidos en la normativa vigente.
- La maquinaria debe estar dotada de cabina antivuelco, y disponer de los dispositivos de seguridad y protección exigibles.
- En caso de ser necesario, se procederá a la colocación de redes protectoras para impedir la caída de objetos a través de los huecos de la cabina de la maquinaria.
- Antes del ciclo de trabajo, se comprobará que la plenitud de mandos tenga un buen funcionamiento.
- El conductor, deberá recibir una copia de las instrucciones de seguridad, y firmar el recibí correspondiente.
- Ninguna persona no autorizada podrá acceder a la maquinaria.
- Se revisarán cada los enganches de las piezas móviles.
- La maquinaria y sus equipamientos se mantendrán en condiciones óptimas para el desarrollo de su función propia, mediante las operaciones de mantenimiento y revisión.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, para evitar la presencia de gases tóxicos en la cabina del conductor.
- No se trabajará con la máquina en situación de avería.
- El conductor no abandonará la cabina de la máquina en ningún caso, sin antes apagar el motor y echar el freno manual.
- Se plantea limpiar diariamente el cazo y los rejones de grasas y barro. La cabina de la maquinaria también ha de mantenerse limpia.
- Se prohíbe el transporte de personas en maquinaria.
- Se prohíbe acceder al interior de la cabina a cualquier persona no autorizada para ello.
- Se subirá y bajará de la maquinaria en posición formal.

- Toda persona debe mantenerse alejada de la maquinaria al menos 15 metros.
- Se prohíbe la realización de cualquier trabajo no autorizado en el área de influencia de la máquina.
- Los obreros que deban trabajar en las proximidades del área de influencia de la maquinaria deberán llevar prendas reflectantes de colores vivos que favorezcan su visibilidad.
- La maquinaria deberá estar dotada de retrovisores a ambos lados
- La maquinaria deberá estar dotada de un equipo de señales acústicas para señalar las maniobras que se realicen marcha atrás, además de luces de retroceso.
- Los generadores eléctricos serán transportados por dos personas, con técnicas y posturas que minimicen el riesgo de lesiones dorsolumbares.
- Aquellos operarios que sufran lesiones dorsolumbares se abstendrán de participar en el transporte de generadores.
- El servicio de combustible a los generadores eléctricos se llevará a cabo mediante un embudo, evitando al máximo cualquier derrame de líquido.
- Se prohíbe de forma categórica fumar o manipular objetos incandescentes, durante el servicio de combustible a los generadores, y en la proximidad de los mismos.
- Las azadas o herramientas manuales que se han de utilizar se encontrarán en perfecto estado.
- El ensamblaje entre hoja y mango de las herramientas manuales deberán ser revisados a diario.
- La longitud del mango de las herramientas manuales deberán ser las adecuadas para el trabajador que ha de utilizarlas.
- Las herramientas manuales deberán ser limpiadas antes de cada uso.
- Las herramientas manuales se posarán en el suelo de lado, visibles, y nunca en la zona de tránsito de peatones.
- Los obreros que trabajen con herramientas manuales deberán guardar una distancia fijada de seguridad.

4.6.1.2. Para la colocación de gaviones

- Las borriquetas se deberán montar perfectamente niveladas, para minimizar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las borriquetas de madera deberán estar en perfectas condiciones para eliminar riesgos por fallo, movimiento o rotura espontánea.

- Las plataformas de trabajo deberán estar perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Las plataformas de trabajo no deberán sobresalir más de cuarenta centímetros por los laterales de las borriquetas para evitar el riesgo de balanceos o vuelco.
- Sobre los andamios de borriquetas solo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma, para evitar sobrecargas.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas.
- Las borriquetas no estarán separadas entre sí, más de 2,5 m, para evitar las grandes flechas.
- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre estarán dotadas de cadenas limitadoras de apertura máxima.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 centímetros.
- Se prohíbe apoyar borriquetas aprisionando cables eléctricos.
- Los andamios de borriquetas cuya plataforma de trabajo, este ubicada a dos o más metros de altura, estarán rodeados de barandillas de una altura mínima de 90 centímetros, formadas por pasamanos, rodapié y listón intermedio.
- Los andamios de borriquetas cuya plataforma de trabajo, este ubicada a dos o más metros de altura, se arriostrarán entre sí mediante cruces de San Andrés, para evitar los movimientos oscilatorios.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas sustentadas en borriquetas apoyadas estas a su vez, sobre otro andamio de borriquetas.
- Las prendas serán las adecuadas al oficio que se esté realizando, y utilice estos medios auxiliares.

4.6.1.3. *Para la plantación*

- Se organizará el transporte de plantas al lugar de plantación minimizando las posibilidades de lesiones dorsolumbares.

4.6.1.4. *Para el uso de escaleras metálicas*

- Los largueros serán de una sola pieza, y estarán sin deformaciones o abolladuras que mermen su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes.
- Las escaleras metálicas no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de dispositivos fabricados para este fin.

4.6.1.5. Para el uso de escaleras de tijera

- Estas escaleras estarán dotadas de topes de seguridad de apertura.
- Deberán estar dotadas hacia la mitad de su altura, de una cadena de limitación de apertura máxima.
- Se deberá utilizar siempre abriendo ambos largueros a máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Se prohíbe la utilización de estas escaleras a modo de borriquetas para sustentar plataformas de trabajo.

4.6.1.6. Para el uso de escaleras de mano

- Se prohíbe el uso de escaleras de mano simples para salvar alturas superiores a 5 metros, salvo que estén reforzados en su centro, que se podrán utilizar para salvar alturas inferiores a los 7 metros.
- Las escaleras estarán dotadas de zapatas antideslizantes de seguridad en su extremo inferior.
- Es necesario, que las escaleras a utilizar estén firmemente amarradas a la estructura a la que dan acceso.
- Se prohíbe transportar pesos a mano iguales o superiores a 25 kilogramos sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe sustentar la base de la escalera sobre estructuras o lugares poco firmes que minimicen su estabilidad.
- El ascenso a través de escaleras de mano, se realizará individualmente.
- El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente.
- Las prendas serán las adecuadas al oficio que se esté realizando.

4.6.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Guantes de cuero reforzados en el dorso mediante fibra.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable: para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.

- Faja de protección lumbar: para todos los maquinistas y operarios.
- Mono de trabajo de manga larga, reforzado con un material resistente a cortes y penetración de objetos punzantes.

4.6.3. Medios de protección colectiva

- Señalización de zona de peligrosidad de la maquinaria en parado.
- Jalones de señalización en la localización de la maquinaria.
- Cintas de balizamiento en caminos internos.
- Dispositivos de emisión de señales luminosas y acústicas para vehículos de transporte y maquinaria.
- Señales de seguridad y prohibición.
- Extintor.

4.7. Prevención de riesgos de daños a terceros

4.7.1. Normas básicas de seguridad

- Se establecerá, señalizará y controlará el acceso a la obra.
- Se prohíbe la entrada a la obra a toda persona o vehículo ajena a esta.
- Se señalizarán adecuadamente los puntos de incorporación a la vía pública.
- Las personas ajenas a la obra, autorizadas eventualmente a permanecer dentro del recinto de esta, deberán hacer uso de los elementos de protección individual que procedan.

4.7.2. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de pantalla frontal abatible, que cubra de las proyecciones de partículas.
- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable: para los trabajadores que trabajen cerca de maquinaria que genere polvo y humos peligrosos.

3.7.3. MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA

- Balizas, vallas de limitación y protección y carteles de prohibido el paso en:
 - Zonas de trabajo

- Zonas de maquinaria
 - Zonas de acopio de materiales
 - Instalaciones
-
- Señalización de tráfico y balizas en los accesos a las zonas de trabajo.
 - Señalización de obra en sus accesos naturales, prohibiciones de paso a toda persona ajena a esta, y colocación en su caso de cerramientos necesarios.
 - Señalización indicada en otros apartados.

5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

El promotor está obligado a designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, antes del inicio de los trabajos, cuando en la ejecución de estos, intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos.

Pese al nombramiento de un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, la responsabilidad final de este, recaerá sobre el promotor.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactara con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997.

6. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Durante la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el personal aplique los principios de acción preventiva incluidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y las actividades incluidas en el artículo 10 del RD 1627/1997.
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad, incluidos en este documento.
- Aprobar el Estudio Básico de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, y aprobar las modificaciones de este, en caso de que existan, antes del inicio de los trabajos.
- Asegurar el cumplimiento de las medidas de protección y los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias, para evitar el acceso a la obra a cualquier persona no autorizada.
- La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

7. FORMACIÓN

Todo el personal recibirá al incorporarse a las obras, una formación sobre los métodos de trabajo y los riesgos que estos puedan comportar. También recibirán una formación acerca de las medidas de seguridad y prevención de riesgos y daños que deriven de estos.

Esta formación será específica para cada puesto de trabajo específico.

En el caso de que se produzcan cambios en los puestos de trabajo, los trabajadores que sufran estos cambios deberán ser informados previamente de los riesgos inherentes a las nuevas tareas que deberán realizar, y las medidas de prevención de estos.

Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada en materia de señalización de seguridad y salud en las obras, centrada en particular en el significado de las señales, y en los comportamientos que deberán adoptar en función de estas.

Se realizará una formación a un trabajador de cada cuadrilla acerca de primeros auxilios, para que en cada una haya al menos una persona capaz de realizarlos.

8. SERVICIOS COMUNES

Los servicios comunes de la obra consistirán en:

- Local de primeros auxilios donde se situarán los botiquines.
- Comedor con aire acondicionado.
- Vestuarios con aire acondicionado.
- Aseos.

Será necesario disponer en todo momento de un vehículo, de tal forma que, en el caso de que sea necesario el transporte de algún trabajador que hay sufrido algún daño tanto al local de primeros auxilios como al centro médico más cercano, pueda realizarse con celeridad.

9. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El contratista deberá cumplir las siguientes funciones:

- Aplicar los principios de acción preventiva recogidos en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Asegurar el mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza
- Determinación de las vías de circulación y de las zonas de acceso.
- Determinación de los puestos y áreas de trabajo en función de las condiciones de acceso.

- Mantenimiento, control previo y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras.
- Delimitación de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales.
- Asegurar a cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Cumplir y hacer cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Será responsable de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente.

10. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la zona de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. Este Libro de Incidencias deberá encontrarse siempre en la obra.

11. PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS

En el caso de que el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, durante la ejecución de las obras, observase un incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud propuestas en el Plan, advertirá al contratista, y dejara constancia de ello en el Libro de Incidencias.

En circunstancias graves de riesgo inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, o en el caso de un incumplimiento reiterado de las medidas de Seguridad y Salud propuestas en el Plan, tendrá la posibilidad de disponer la paralización de trabajos concretos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

En el caso de que ocurra esta paralización, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud notificará este hecho a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia de Valladolid, y notificará al contratista y los representantes de los trabajadores afectados dicha paralización.

12. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se estima el presupuesto de Seguridad y Salud en un 2% del Presupuesto de Ejecución Material.

Anejo XII. Bibliografía

ANEJO XII. BIBLIOGRAFÍA

AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). (2015). *Datos termopluviométricos del observatorio de Navacepedilla de Corneja (Ávila) datos de insolación y vientos del observatorio de Ávila*.

Azcarretazábal D. (1964). *Proyecto de repoblación forestal y restauración de laderas en la cuenca río Corneja*. Tramo I. Término municipal de Tórtolas. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Obras Públicas, España.

Ceballos y Ruiz de la Torre. (1979). *Árboles y arbustos de la España peninsular*. ETSIM. Fundación Conde del Valle de Salazar.

Díaz, V. (2015). *Control de la erosión ejercido por los diques forestales de la restauración hidrológico-forestal de Tórtolas (Ávila)*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. Palencia.

Díaz Gutiérrez, V., Mongil Manso, J., Navarro Hevia, J. e Ramos Díaz, I. (2012). *Erosión en cárcavas: una revisión de los efectos de los diques forestales*. [www.conama11.es/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1896706011.pdf].

Ferrer, M. (2009). *La restauración hidrológico-forestal*. *Foresta* 43:181-185.

Fournier, F. (1975). *Conservación de suelos*. Madrid: Mundi-Prensa

García, J. (2002). *Manual de repoblaciones forestales I*. Mundi-Prensa. Madrid.

García, J. (2002). *Manual de repoblaciones forestales II*. Mundi-Prensa. Madrid.

Gobierno de Navarra. (2016). *Tarifas forestales de Navarra*. Gestión Ambiental de Navarra. Navarra.

ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza). (1992). *Libro rojo de los vertebrados de España*. Madrid.

Iglesias, A. (2004). *Repoblaciones con Quercus ilex L. en zonas degradadas de la provincia de Ávila*. Técnicas para mejorar su supervivencia. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

INE (Instituto Nacional de Estadística). (2016). *Población por municipios y sexos, Tórtolas (Ávila)*. Cifras INE [www.ine.es].

Jiménez, C. (2012). *Los procesos de infiltración en una restauración forestal en la cuenca alta del río Corneja, Ávila*. Trabajo fin de máster. Universidad de Valladolid. Palencia.

Junta de Castilla y León. (1995). *Manual de forestación*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Junta de Castilla y León. (2005). *Programa regional de forestación de tierras agrarias*. Cuaderno de la zona 30. Sierra de Ávila.

López, G. (2014). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. Mundi-prensa. Madrid.

López, R. y Oropeza, J.L. (2009). *Presas de Gaviones*. Secretaría de agricultura, ganadería desarrollo rural, pesca y alimentación. México.

Martínez, A. y Diez, J.M. (2012). *Apuntes de Hidráulica forestal*. Servicio de publicaciones de la ETSIIAA. Palencia.

Martínez, A. y Navarro, J. (1996). *Hidrología forestal. El ciclo hidrológico*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Valladolid. Valladolid.

Mongil, J.; Navarro, J.; Cruz, V. y Díaz, V. (2015). *Esquema ecológico aplicado a una restauración forestal en cárcavas de la Sierra de Ávila (Centro de España)*. Madera Bosques.

Mongil, J.; Navarro, J.; Cruz, V. y Díaz, V. (2013). *Destrucción y restauración de la cubierta forestal en la cuenca alta del río Corneja (Ávila): análisis histórico de un proceso de gestión cambiante*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 38:107-113.

Montero, J.L. y González, J.L. (1983). *Diagramas bioclimáticos*. ICONA. Madrid.

Montero de Burgos, J.L. (1987). *La regresión vegetal y la restauración forestal*. Boletín de la Estación Central de Ecología.

Montero, J.L.; González, J.L.; García, J. y Serrada, R. (1981). *Restauración de espacios naturales degradados. Forestación y reforestación. Tratado del Medio Natural Tomo IV*. UPM. CEOTMA. ICONA, Madrid.

Montoya, J.M. Y Mesón, M. (2004). *Selvicultura*. Mundi-Prensa. Madrid. 354 p.

Navarro, J. (2015). *Apuntes de hidrología forestal*. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia.

Palacio, E. (1999). *La restauración hidrológico-forestal. Gestión sostenible de los recursos suelo, agua y vegetación*. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 75pp.

Reque, J.A. (2014). *Apuntes de selvicultura forestal*. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia.

Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Instituto para la Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Ruiz de la Torre, J. (2006). *Flora mayor*. ICONA. Madrid

Serrada, R. (2000). *Apuntes de repoblaciones forestales*. ETSIM. Madrid.

TRAGSA. (1984). *Restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión*. Madrid: Ed. Mundi- Prensa.

Anejo XIII. Anejo fotográfico.



Figura 1. Tórtolas visto desde la zona a restaurar.



Figura 2. Diques en la zona de repoblación procedentes de la restauración de Azcarretazabal (1964).



Figura 3. Vista general de la cárcava.



Figuras 4. Cárcava de estudio.



Figura 5. Cárcava de estudio.



Figura 6. Cárcava de estudio.



Figura 7. Parte inferior de la cárcava de estudio.



Figura 8. Parte superior de la cárcava de estudio.



Figura 9. Zona de cultivo colindante a la restauración.



Figura 10. Material utilizado: vehículo 4x4 y GPS con precisión submétrica.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila), paraje “La
Jarilla”.

Documento N°3: Planos

Alumno: Iván de Propios Herrero
Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Director: Jorge Mongil Manso

Octubre de 2017

INDICE DOCUMENTO Nº3. PLANOS.

Plano Nº1. Localización.

Plano Nº2. Situación.

Plano Nº3. Emplazamiento.

Plano Nº4. Delimitación de la cuenca.

Plano Nº5. Red hídrica de la zona.

Plano Nº6. Modelo digital del terreno.

Plano Nº7. Mapa de pendientes.

Plano Nº8. Zonas de protección.

Plano Nº9. Situación diques.

Plano Nº10. Dique Nº1.

Plano Nº11. Dique Nº2.

Plano Nº12. Dique Nº3.

Plano Nº13. Dique Nº4.

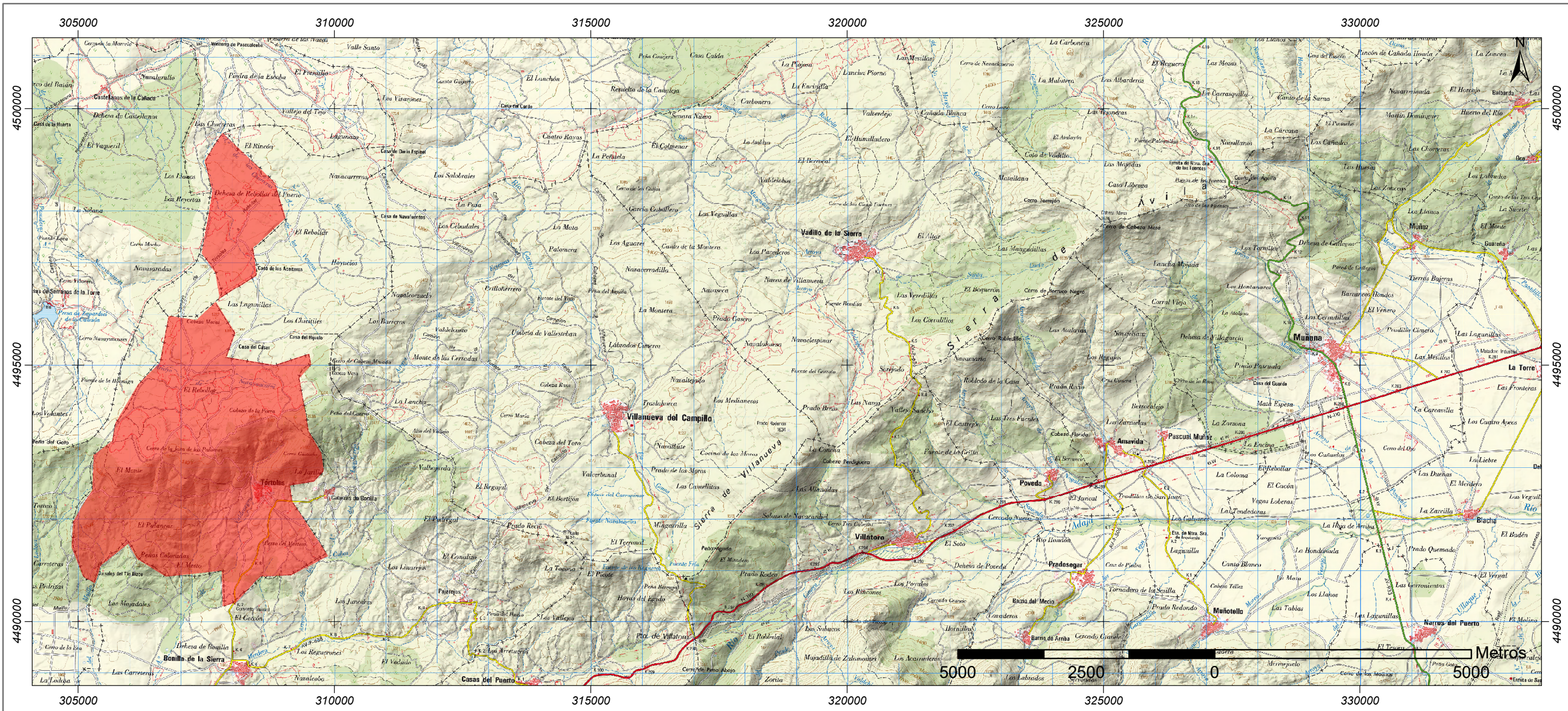
Plano Nº14. Dique Nº5.

Plano Nº15. Dique Nº6.

Plano Nº16. Dique Nº7.


Plano Nº17. Dique Nº8.

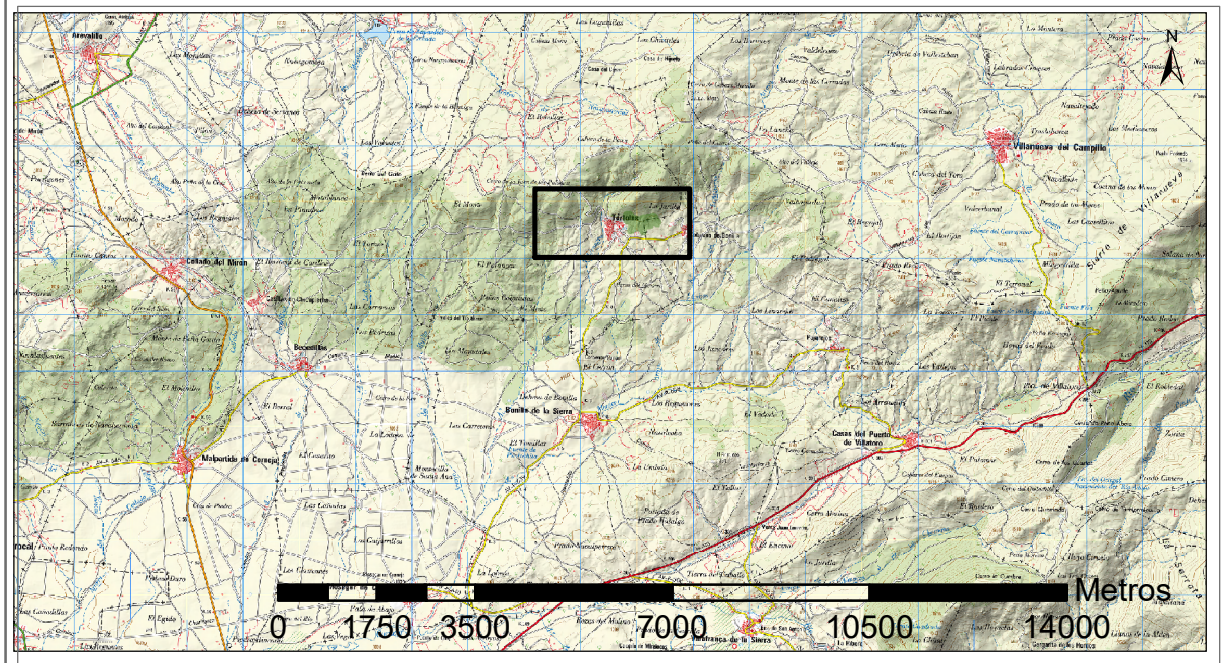
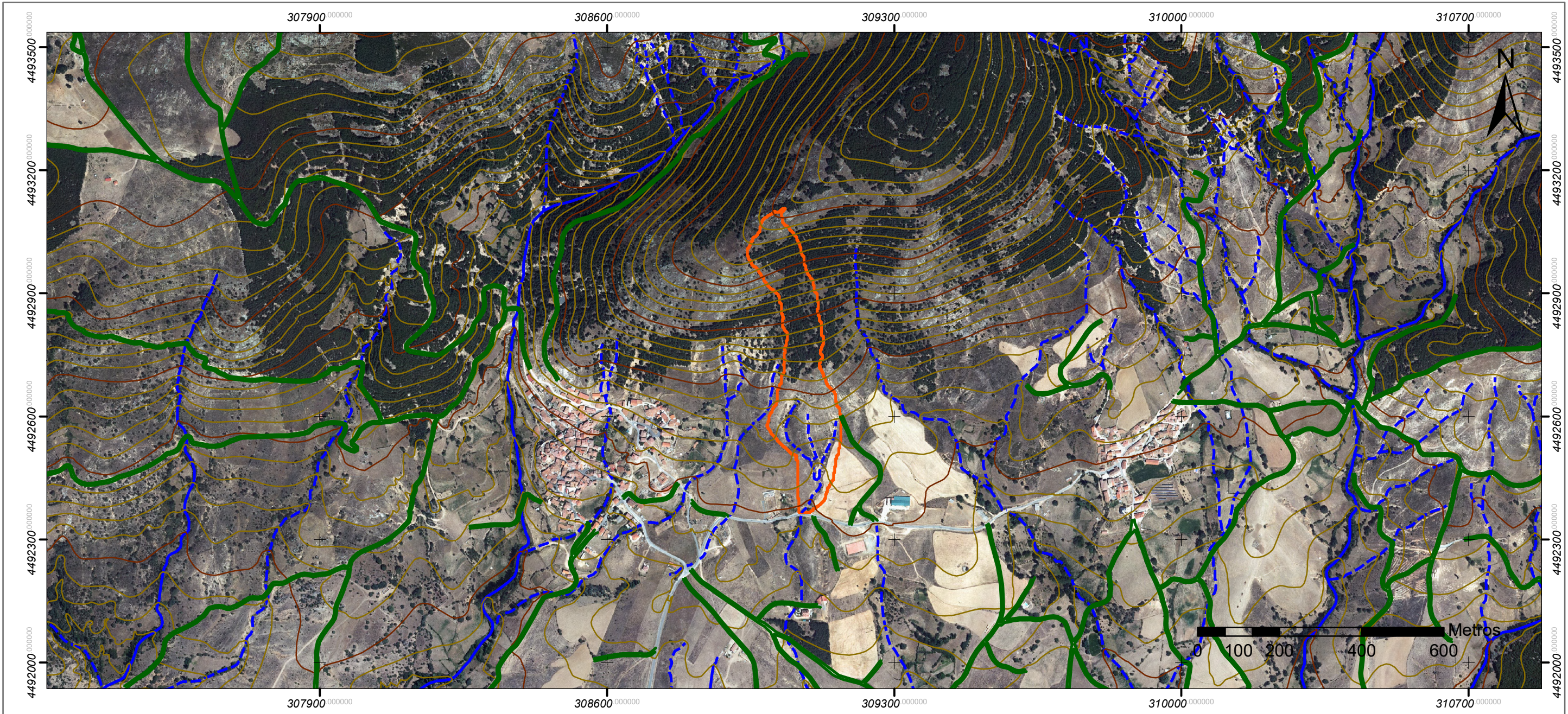
Plano Nº18. Apeo de rodales.



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA).
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtolas (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: Plano de localización.	Nº PLANO: 1.
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.	ESCALA: 1:80000
PROMOTOR:  Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente	FECHA: Octubre de 2017.
AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.	



LEYENDA

- Camino
- Carretera autonómica
- Carretera de tercer orden o pista
- Senda
- Vía pecuaria
- Curvas de nivel
- Curvas directrices
- Río o arroyo
- - - Arroyo, barranco o vaguada
- Cuenca Vertiente



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA).

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtolas (Ávila), Paraje "La Jarilla".

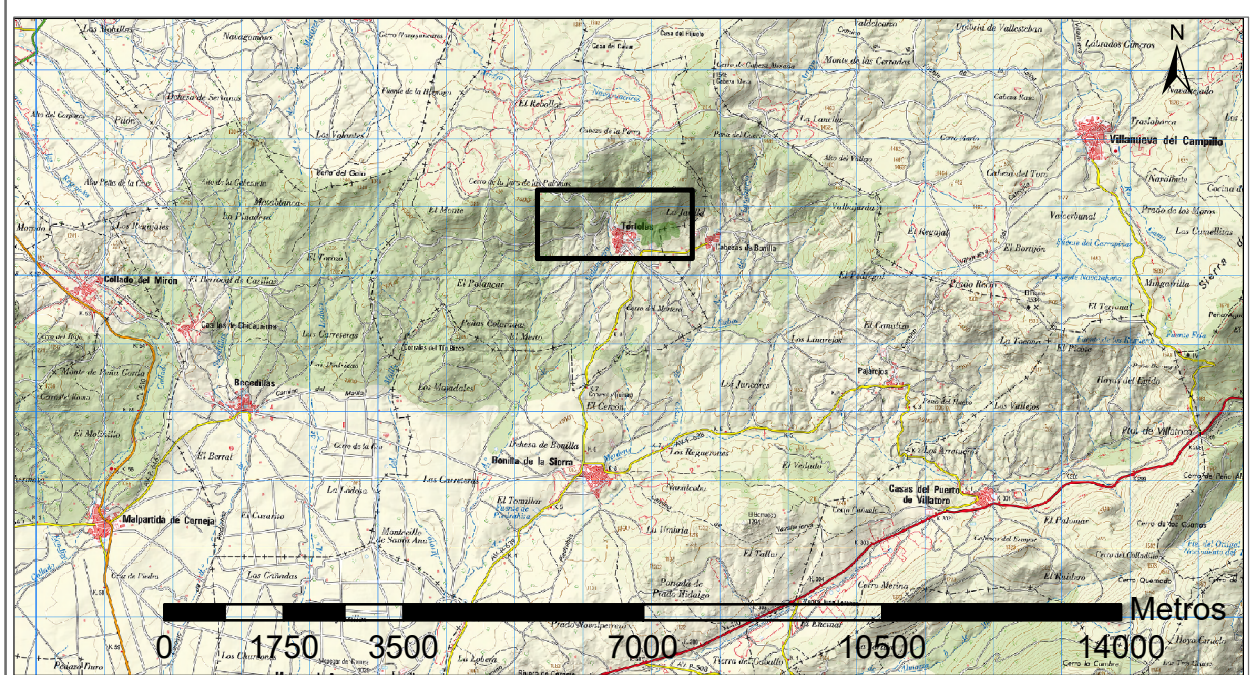
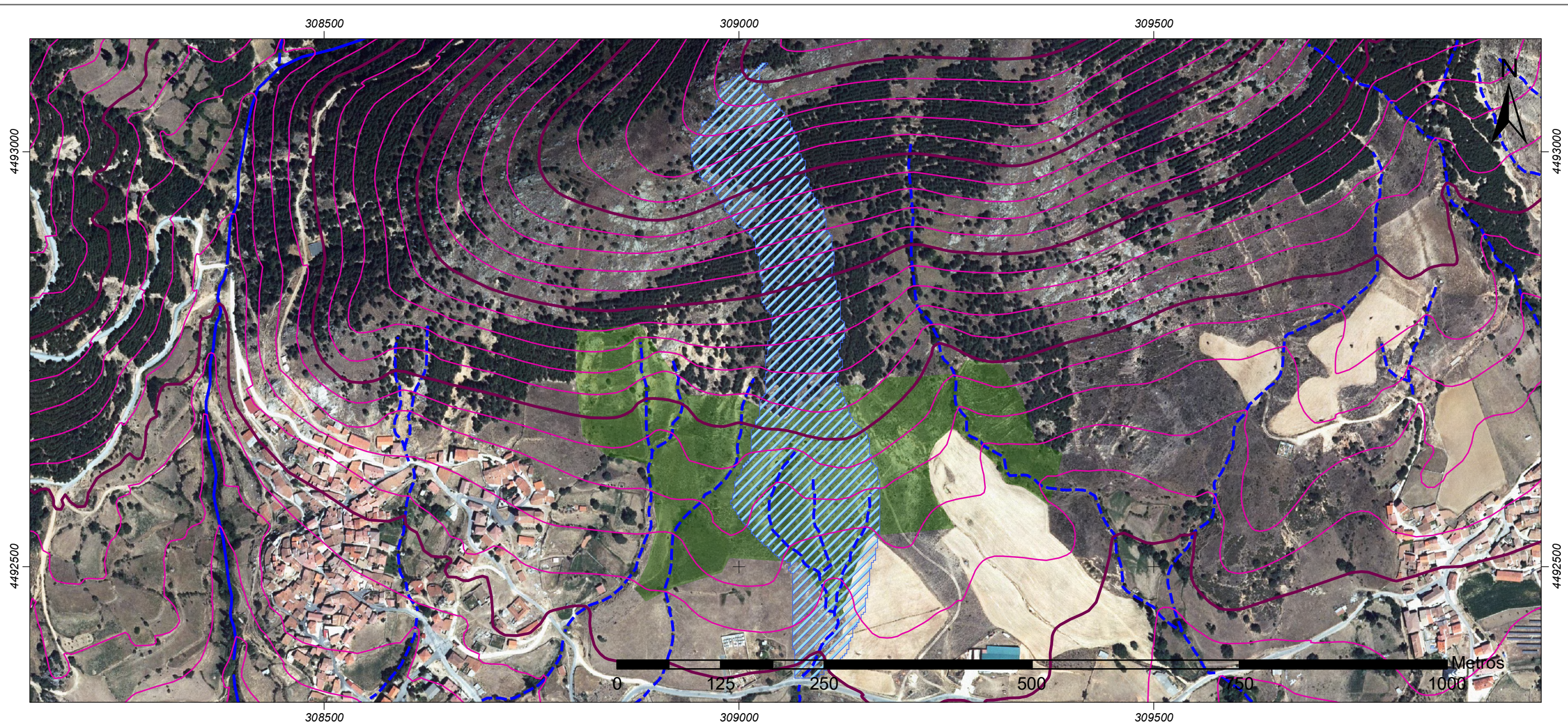
PLANO: Plano de situación.
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA:
 Sistema de proyección:
 DATUM ETRS 89
 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.

Nº PLANO: 2.
ESCALA: 1:10000
FECHA: Octubre de 2017.







PROMOTOR:

Junta de Castilla y León
 Consejería de Fomento y Medio Ambiente

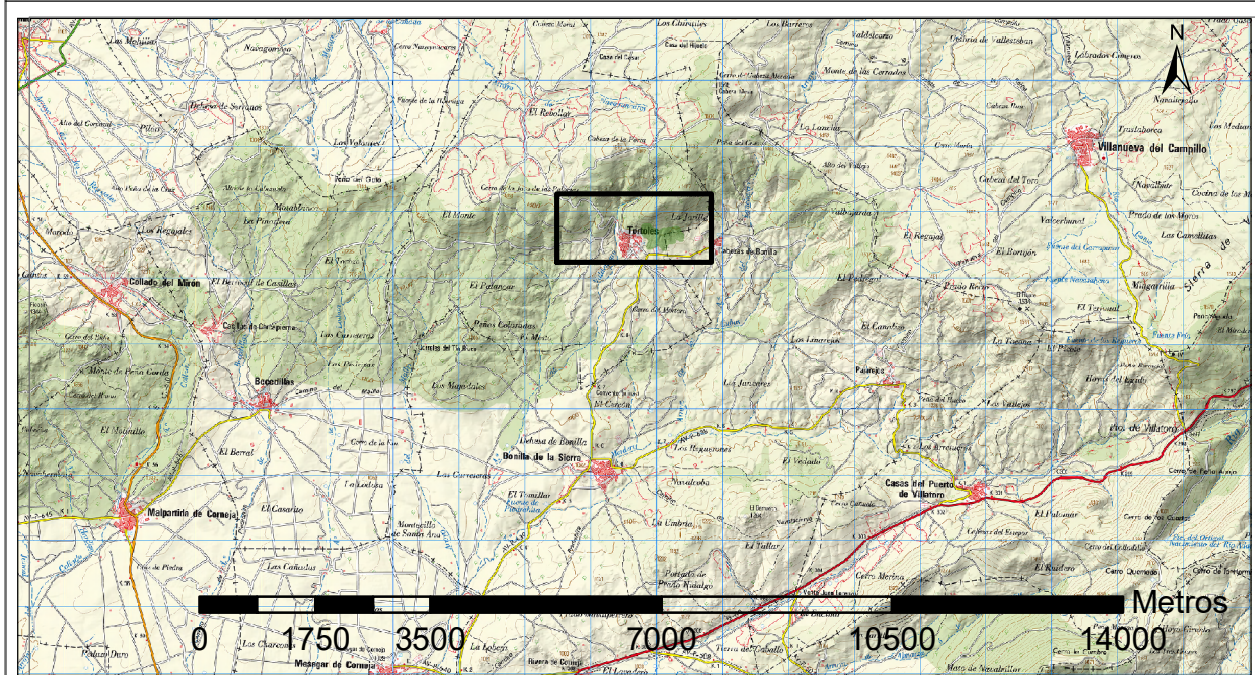
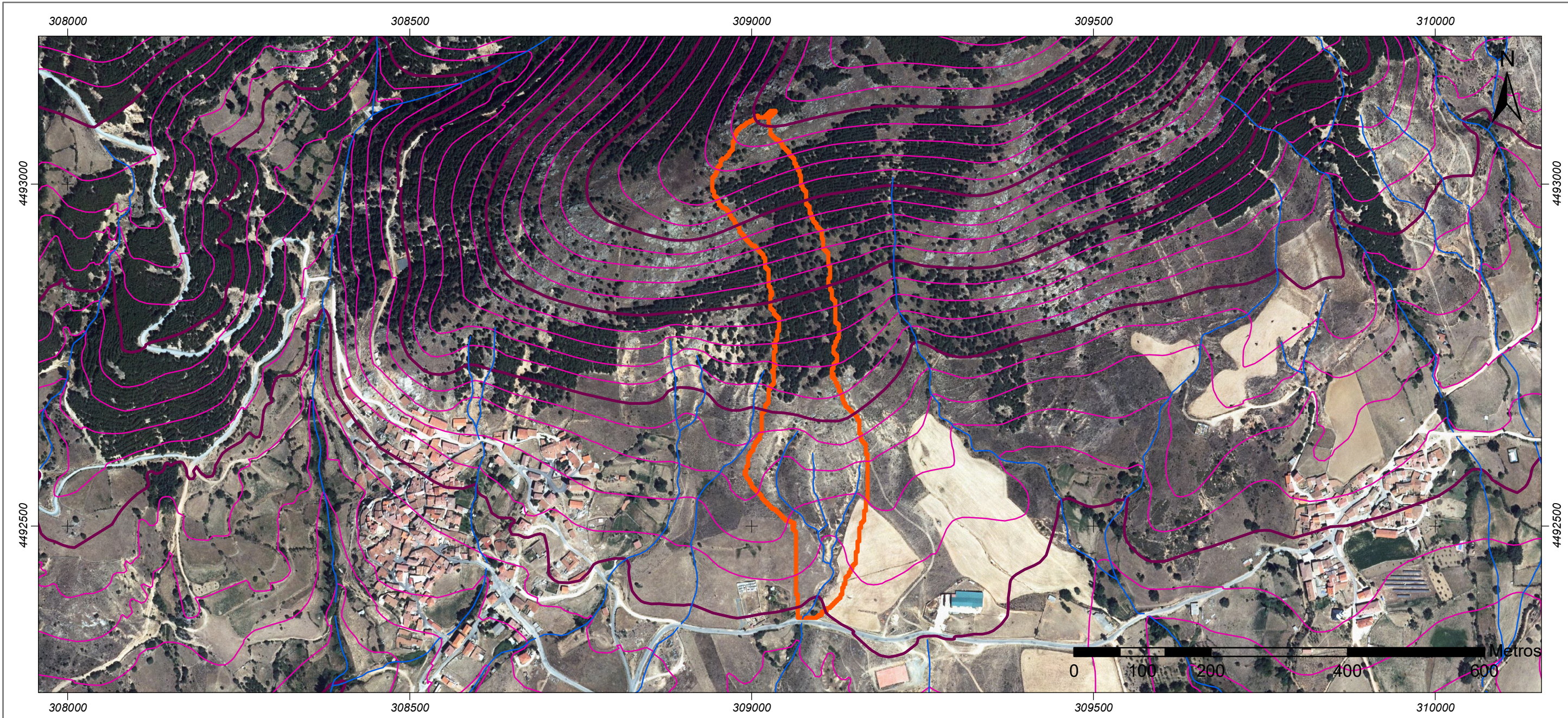
AUTOR DEL PROYECTO:
 Fdo. Iván de Propios Herrero.







LEYENDA

-  Curva de nivel
-  Curva de nivel directora
-  Río o arroyo
-  Arroyo, barranco o vaguada
-  Cuenca Vertiente
-  Zona de actuación

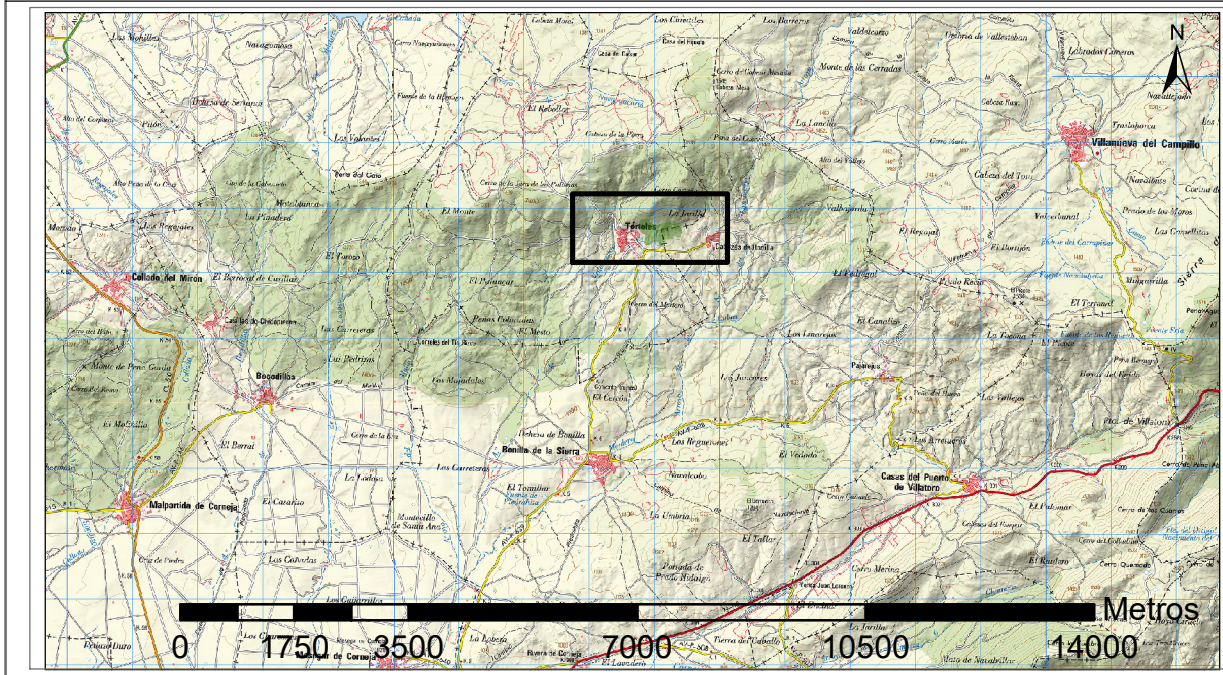
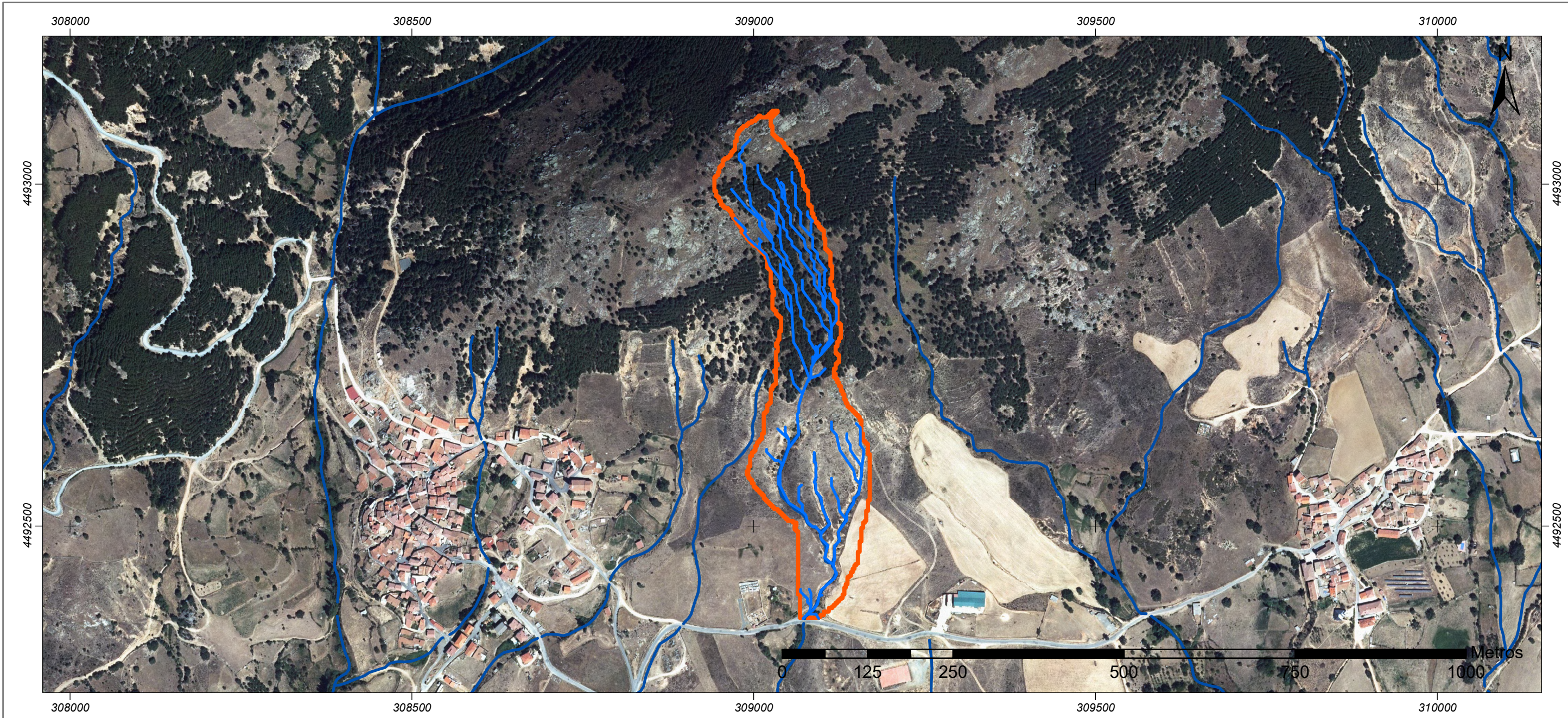
 <p>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA).</p> <p>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.</p>	
<p>TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".</p>	
<p>PLANO: Plano de emplazamiento.</p>	<p>Nº PLANO: 3.</p>
<p>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.</p>	<p>ESCALA: 1:5000</p> <p>FECHA: Octubre de 2017.</p>
<p>PROMOTOR:  Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente</p>	<p>AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.</p>






LEYENDA


-  Hidrología
-  Curva de nivel
-  Curva de nivel directora
-  Cuenca Vertiente

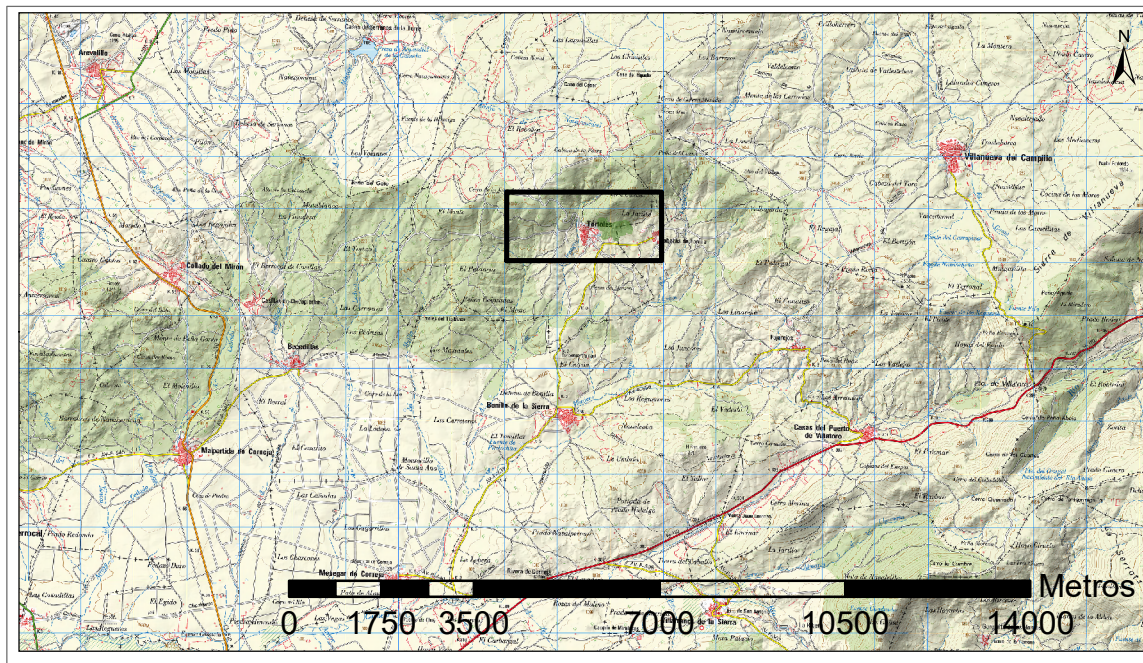
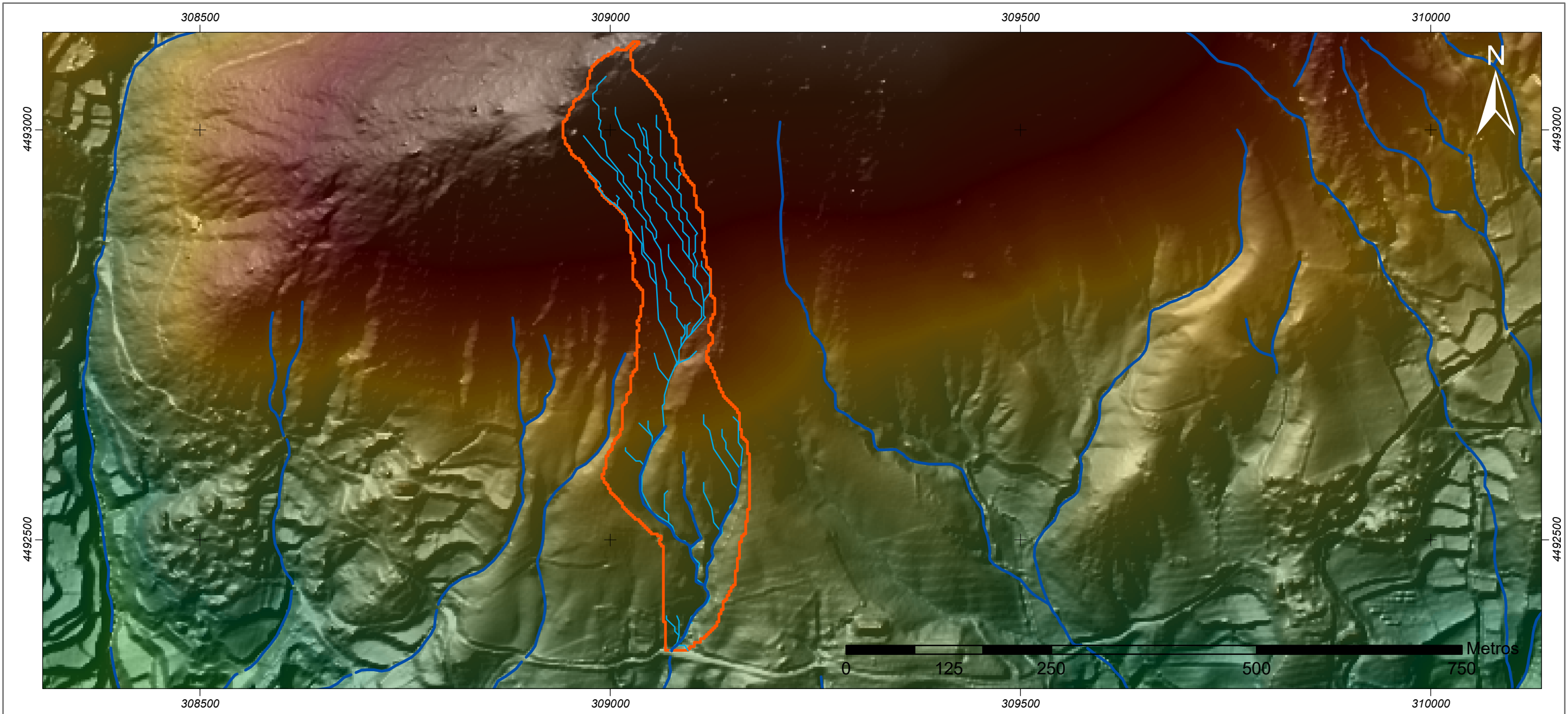
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA). GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.		
TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".		
PLANO: Delimitación de la cuenca.	Nº PLANO: 4.	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.		ESCALA: 1:6000 FECHA: Octubre de 2017.
PROMOTOR:  Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente		AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.






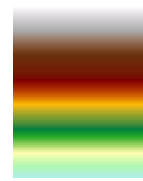
LEYENDA

-  Red cárcava
-  Hidrología
-  Cuenca Vertiente

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA). GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.		
TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".		
PLANO: Red hidrológica de la zona.	Nº PLANO: 5.	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.	ESCALA: 1:6000	FECHA: Octubre de 2017.
PROMOTOR:  Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente		AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.



LEYENDA

-  Hidrología
 -  Red cárcava
 -  Cuenca Vertiente
- Altitud**
-  High : 1542.66
 - Low : 1079.26



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA).

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.

TÍTULO DEL PROYECTO:

Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: Modelo digital del terreno.

Nº PLANO: 6.

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA:

Sistema de proyección:
DATUM ETRS 89
Proyección UTM. Zona N, Huso 30.

ESCALA: 1:5000

FECHA: Octubre de 2017.

PROMOTOR:

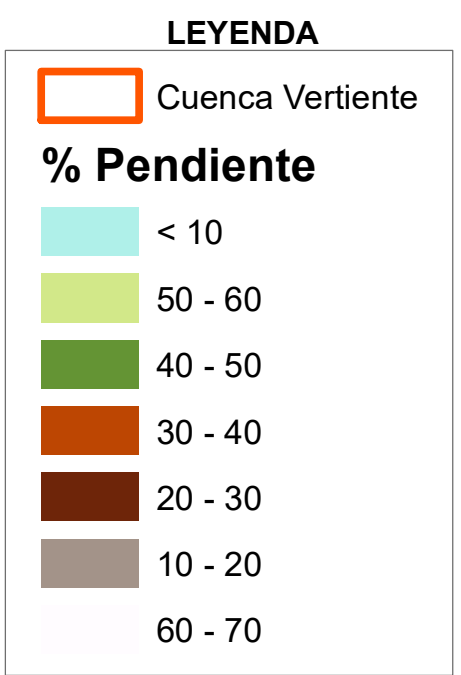
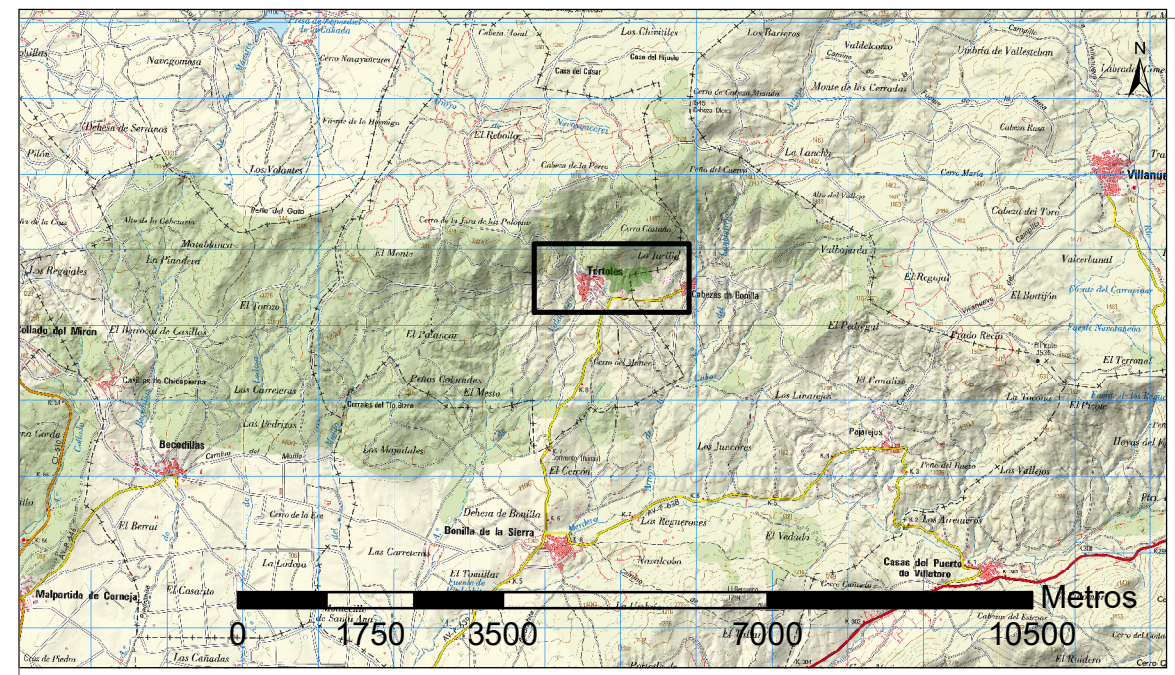
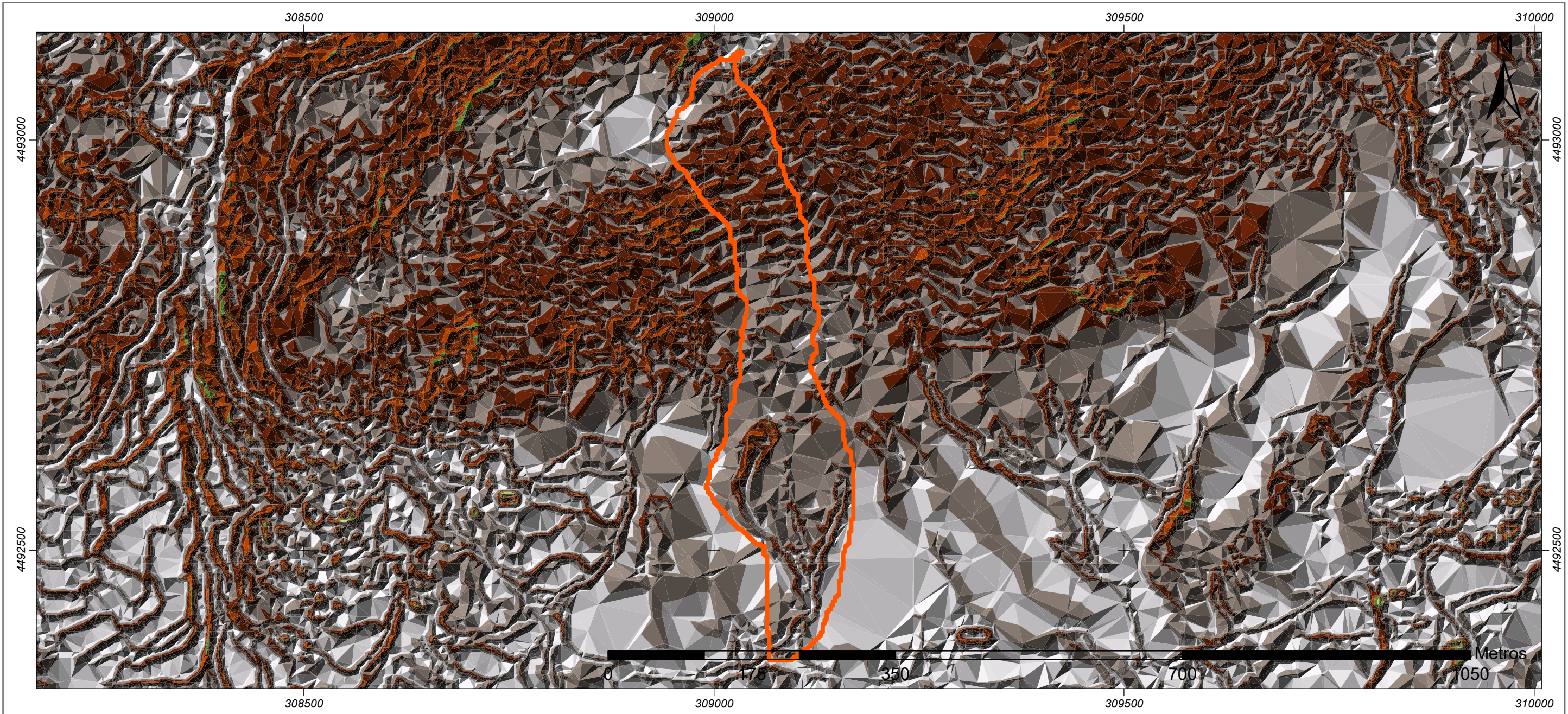



Junta de Castilla y León

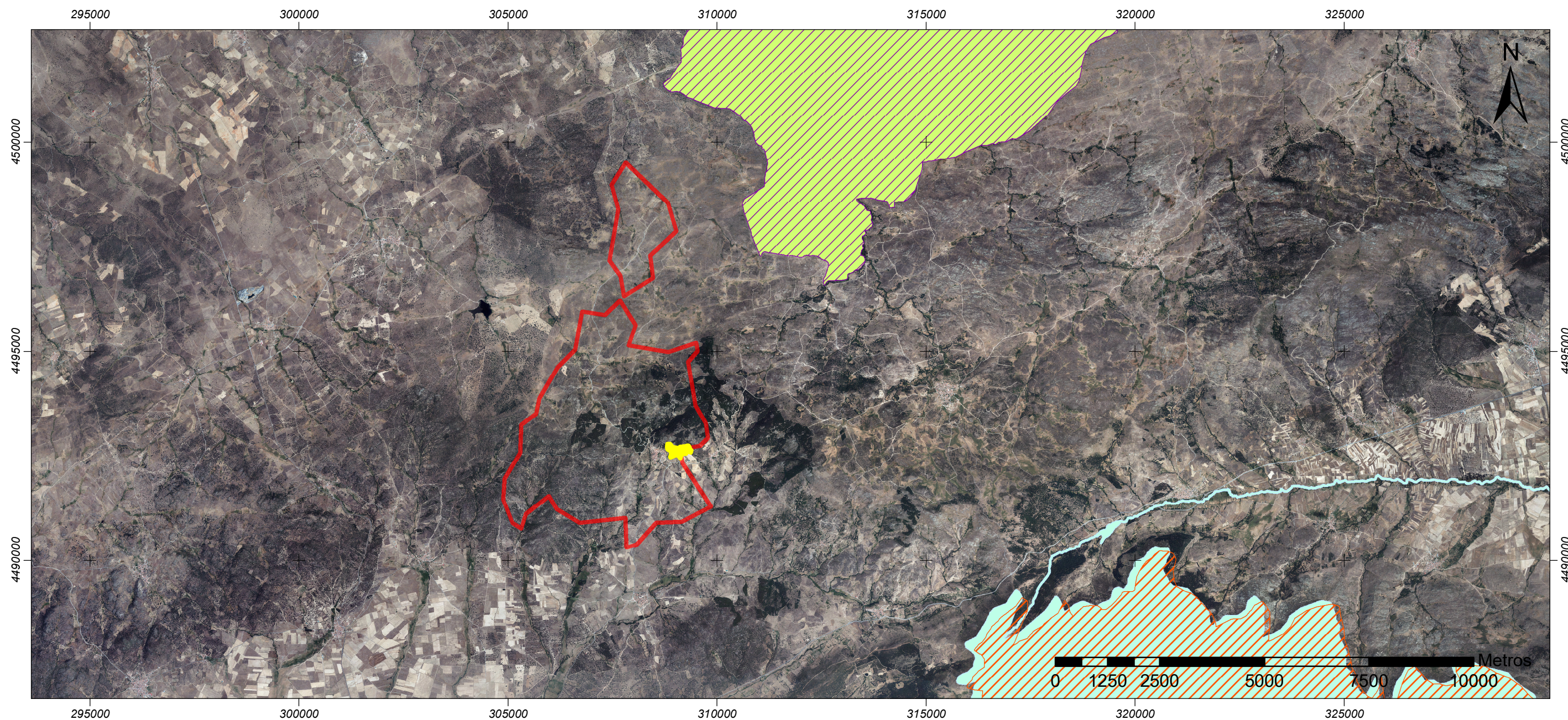
Consejería de Fomento y Medio Ambiente

AUTOR DEL PROYECTO:






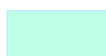
Fdo. Iván de Propios Herrero.



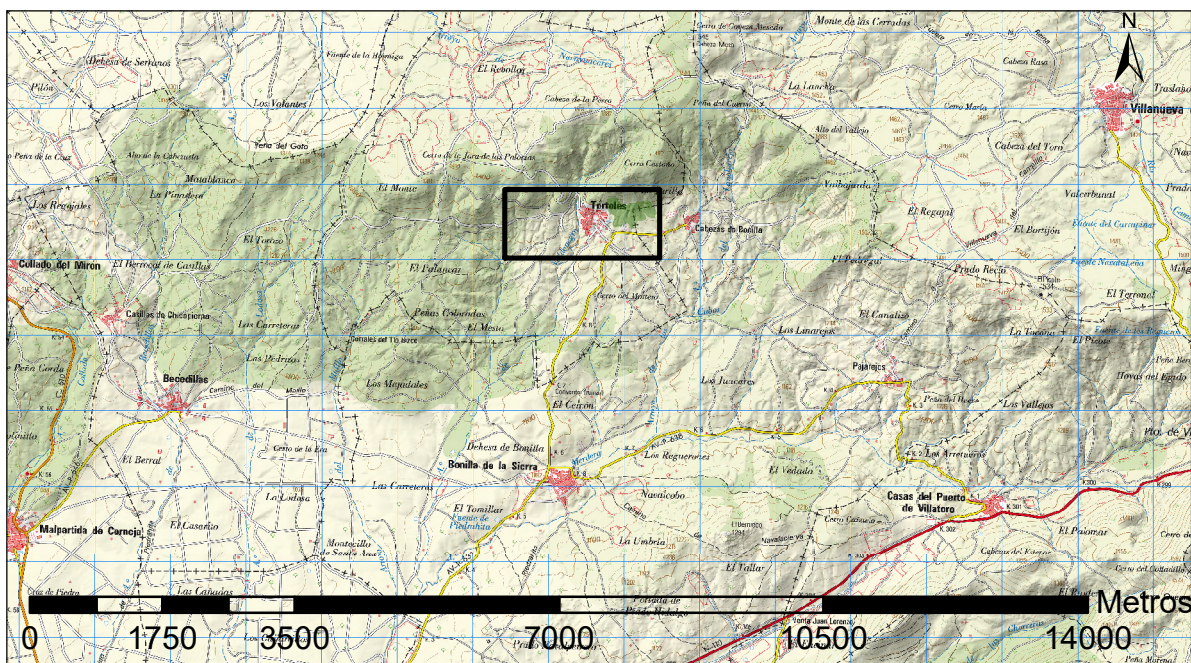
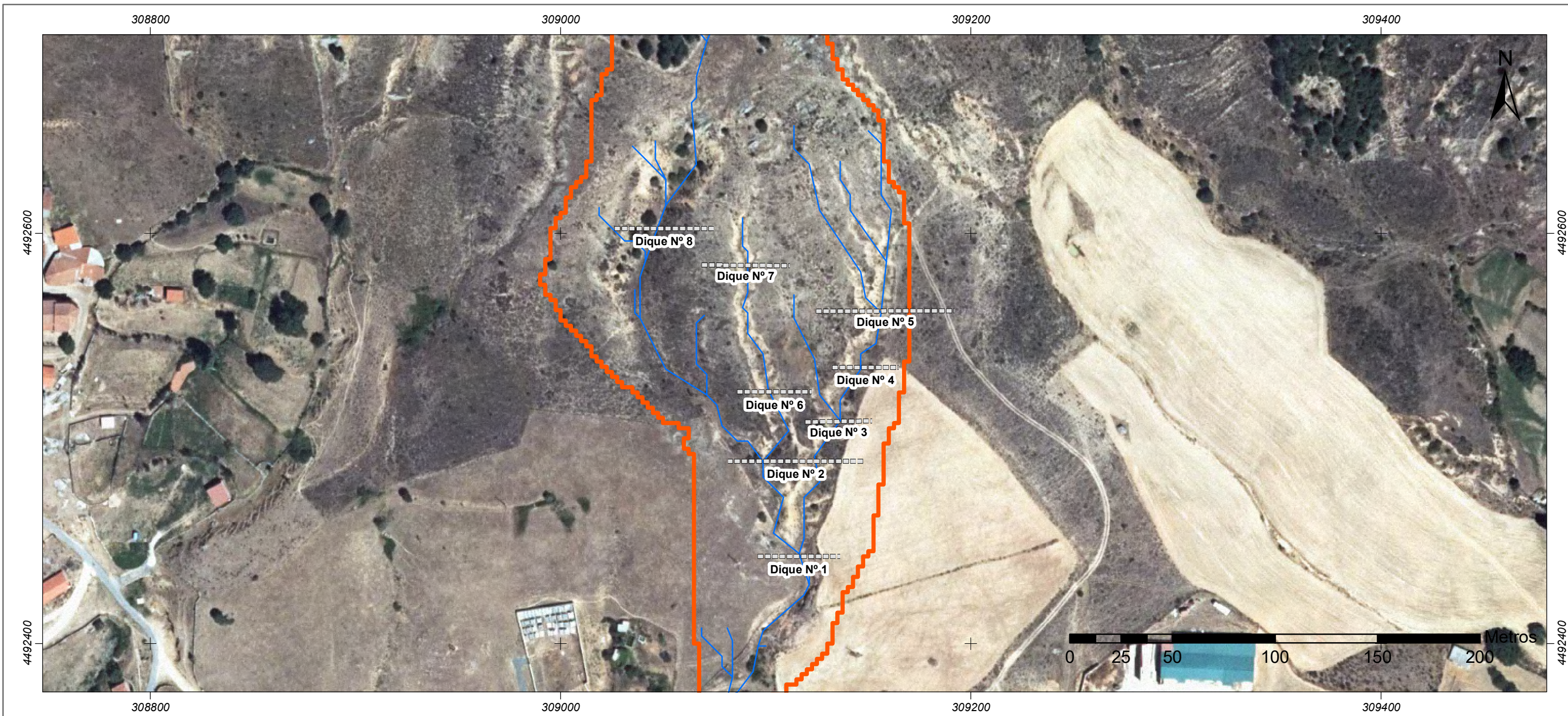
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA). GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.		
TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtolas (Ávila), Paraje "La Jarilla".		
PLANO: Mapa de pendientes.	Nº PLANO: 7.	
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.	ESCALA: 1:5000	FECHA: Octubre de 2017.
PROMOTOR:  Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente		AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.



LEYENDA

-  **Tórtoles**
-  **Zona de actuación**
-  **Zona de Especial Protección para las Aves: "Dehesa de los Ríos Gamo y Margañán".**
-  **Área Crítica: Área de recuperación del águila imperial, AV-11.**
-  **Red de Espacios Naturales: "Sierras de Parameda y Serrota".**
-  **Lugar de Interés Comunitario: "Riberas del río Tormes y afluentes", "Riberas del río Adaja y afluentes", y "Sierras de Parameda y Serrota".**

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA). GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.	
TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".	
PLANO: Zonas de protección.	Nº PLANO: 8.
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.	ESCALA: 1:100000 FECHA: Octubre de 2017.
PROMOTOR:  Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente	AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.

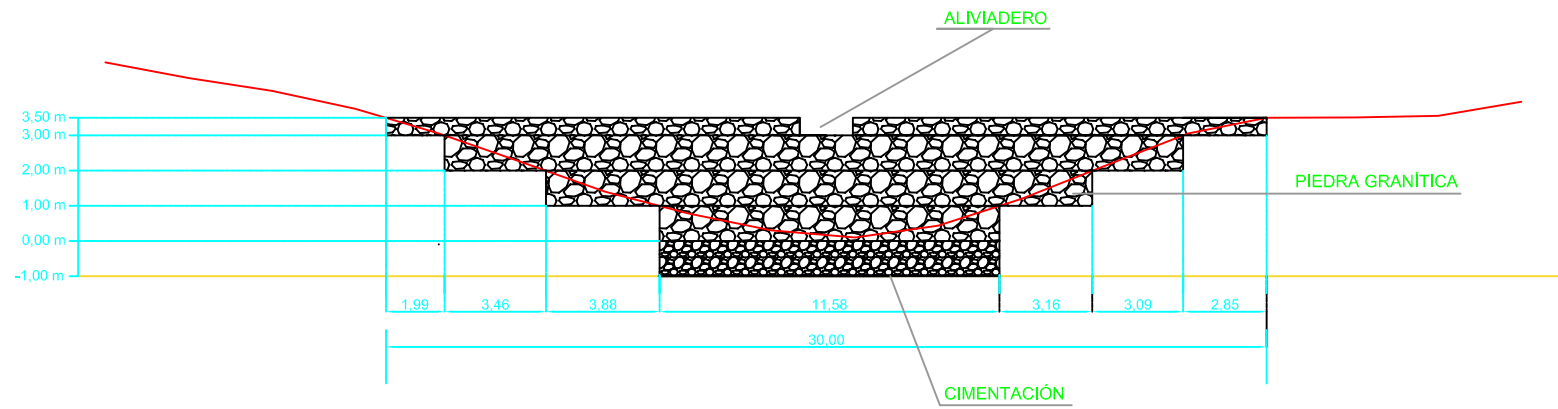


LEYENDA

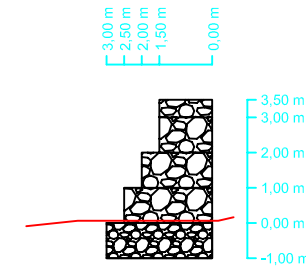
- Diques
- Red cárcava
- ▭ Cuenca Vertiente

<p>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA).</p> <p>GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.</p>		
<p>TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".</p>		
<p>PLANO: Situación e identificación de los diques.</p>	<p>Nº PLANO: 9.</p>	
<p>INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.</p>	<p>ESCALA: 1:2000</p>	<p>FECHA: Octubre de 2017.</p>
<p>PROMOTOR: Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente</p>		<p>AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.</p>

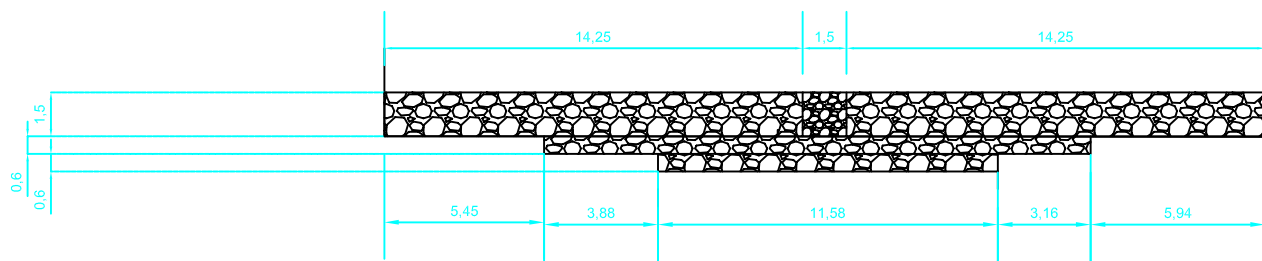
ALZADO DIQUE 1



SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 1



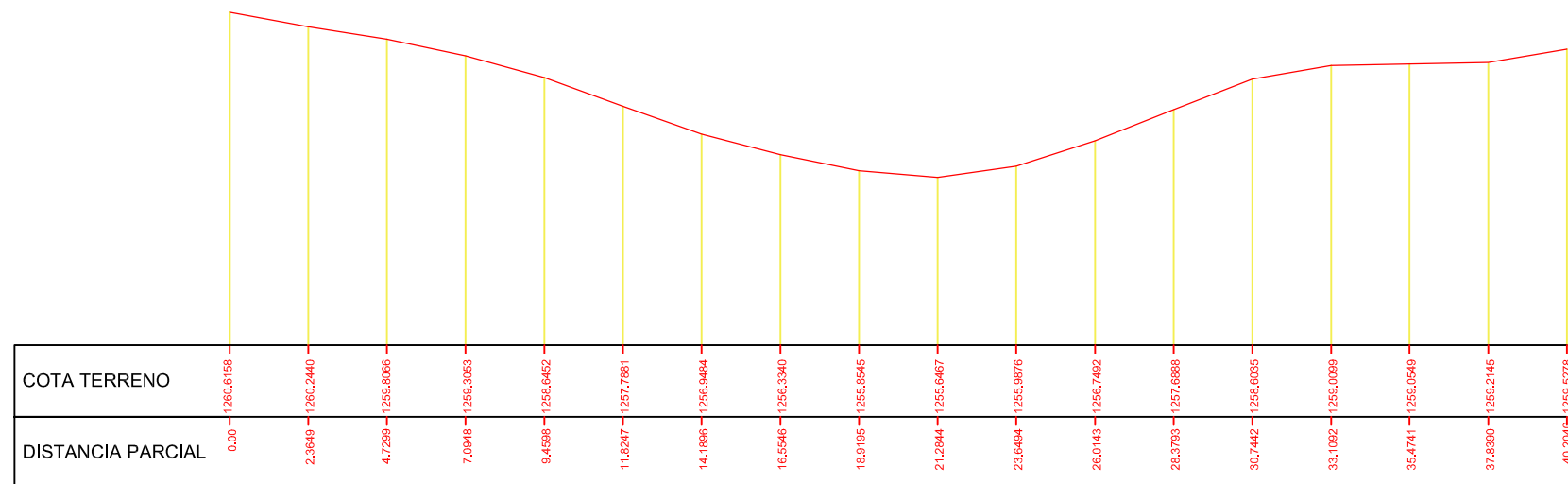
PLANTA DIQUE 1



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	Alambre de acero galvanizado Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82 Triple torsión Alambre de acero galvanizado Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm ² (norma DIM-1548) Relleno : Pierda/grava granítica Diámetro relleno : 10 -20 cm

PERFIL LONGITUDINAL TERRENO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 1

Nº PLANO: 10

PROMOTOR:

ESCALA: 1/250

FECHA: Octubre 2017



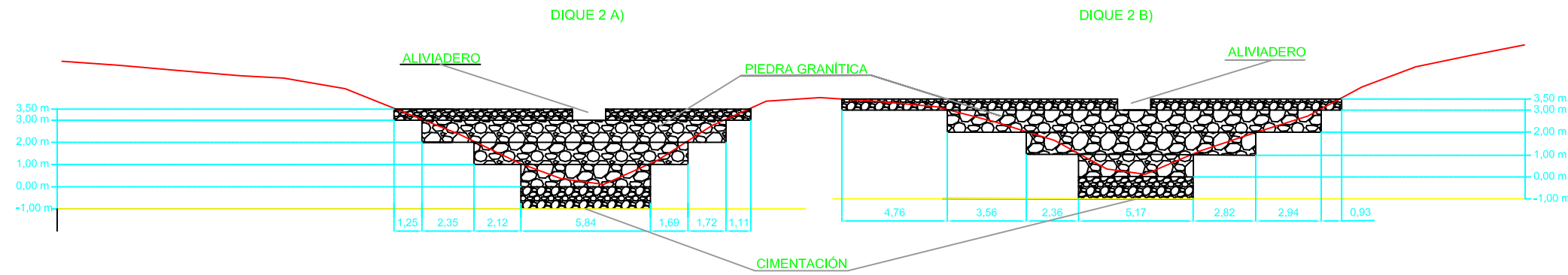
Junta de Castilla y León

Consejería de Fomento y Medio Ambiente

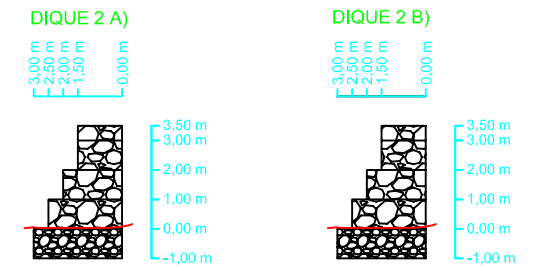
AUTOR DEL PROYECTO:

Fdo. Iván de Propios Herrero

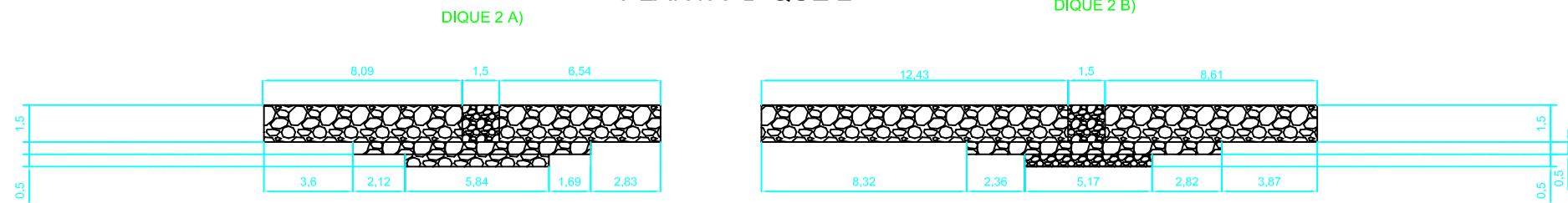
ALZADO DIQUE 2



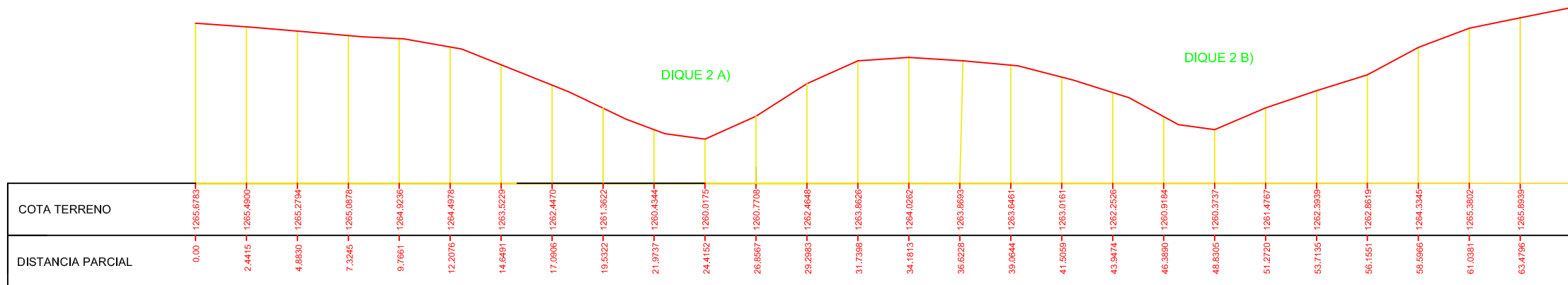
SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 2



PLANTA DIQUE 2



PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm² (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Pierda/grava granítica</p> <p>Diámetro relleno : 10 -20 cm</p>



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 2 (A y B)

Nº PLANO: 11

PROMOTOR:

ESCALA: 1/250

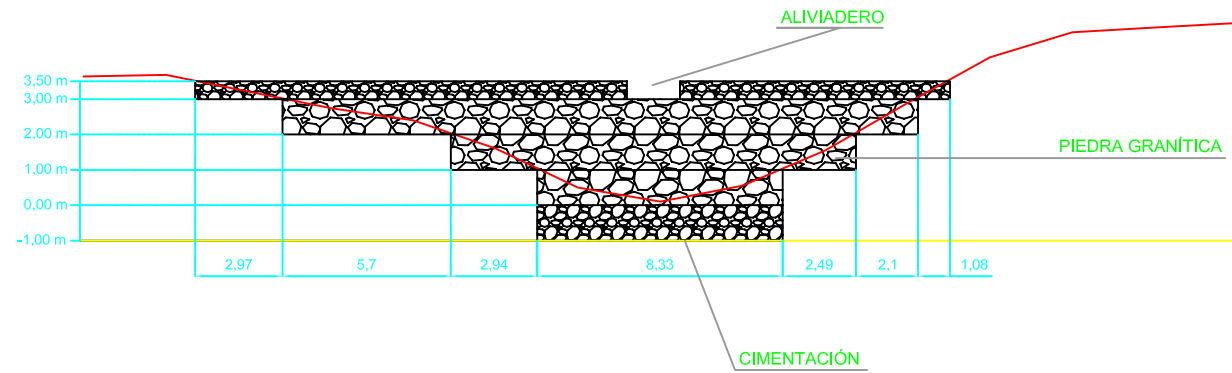
FECHA: Octubre 2017

Junta de Castilla y León
 Consejería de Fomento y Medio Ambiente

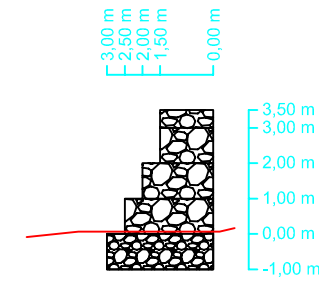
AUTOR DEL PROYECTO:

Fdo. Iván de Propios Herrero

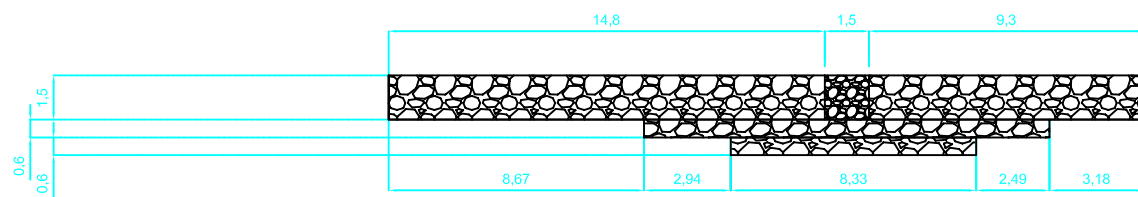
ALZADO DIQUE 3



SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 3



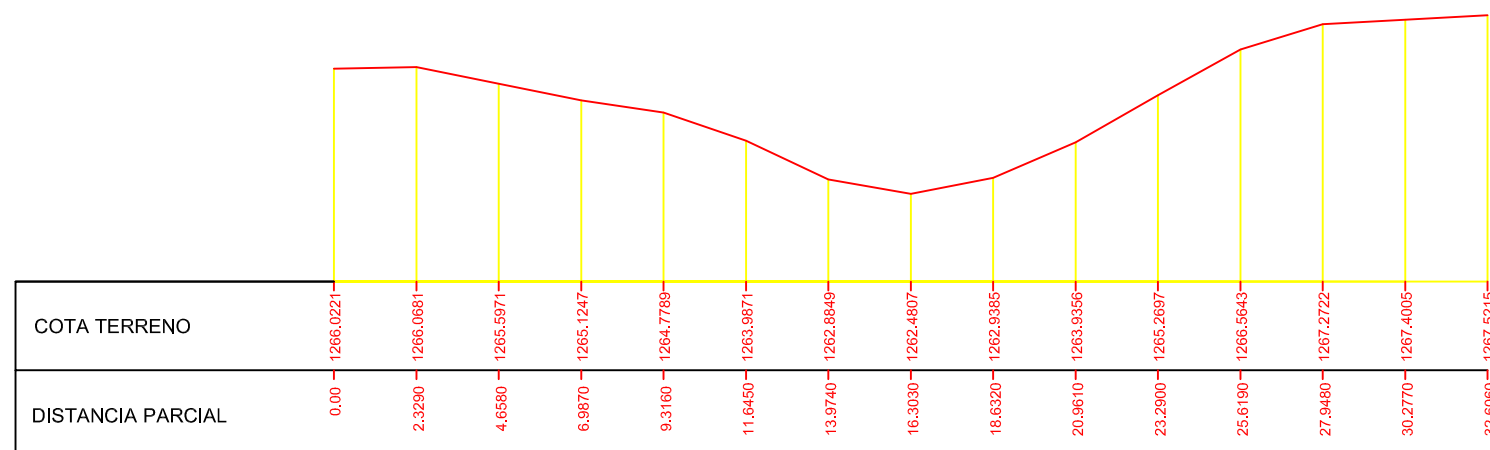
PLANTA DIQUE 3



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm² (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Piedra/grava granítica</p> <p>Diámetro relleno : 10 -20 cm</p>

PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 3

Nº PLANO: 12

PROMOTOR:

ESCALA: 1/250

FECHA: Octubre 2017



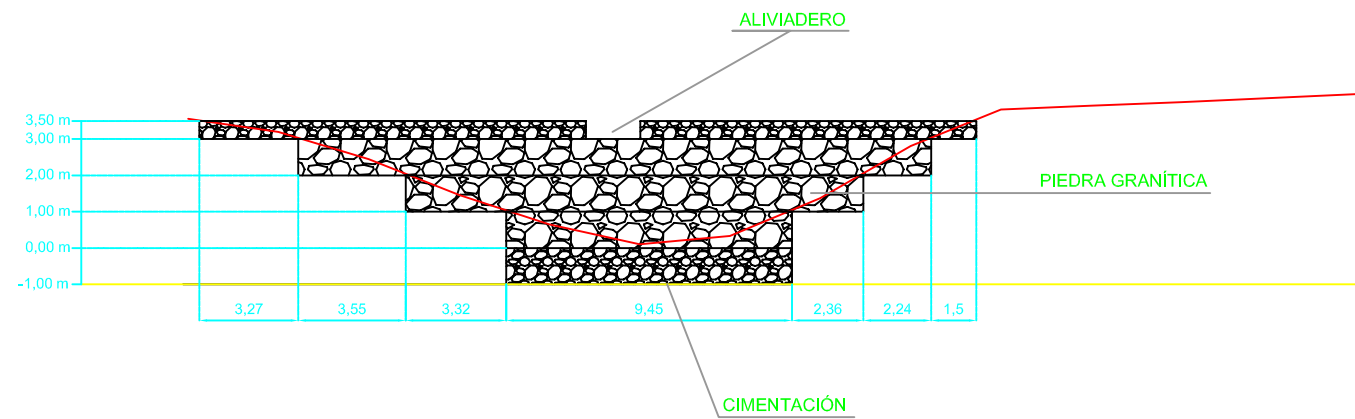
Junta de Castilla y León

Consejería de Fomento y Medio Ambiente

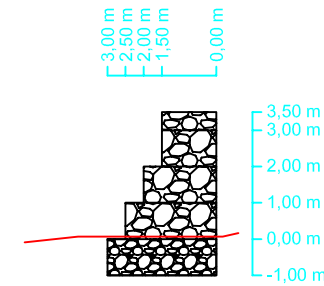
AUTOR DEL PROYECTO:

Fdo. Iván de Propios Herrero

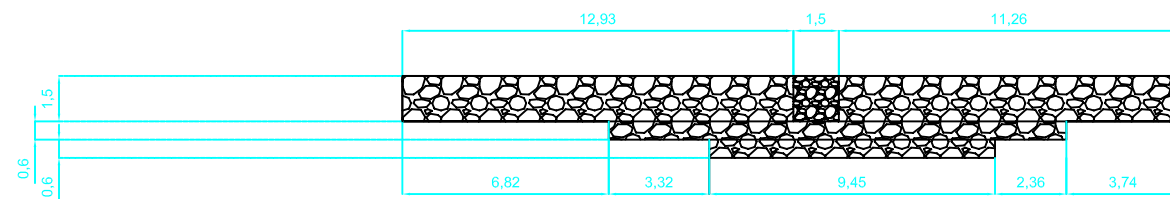
ALZADO DIQUE 4



SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 4



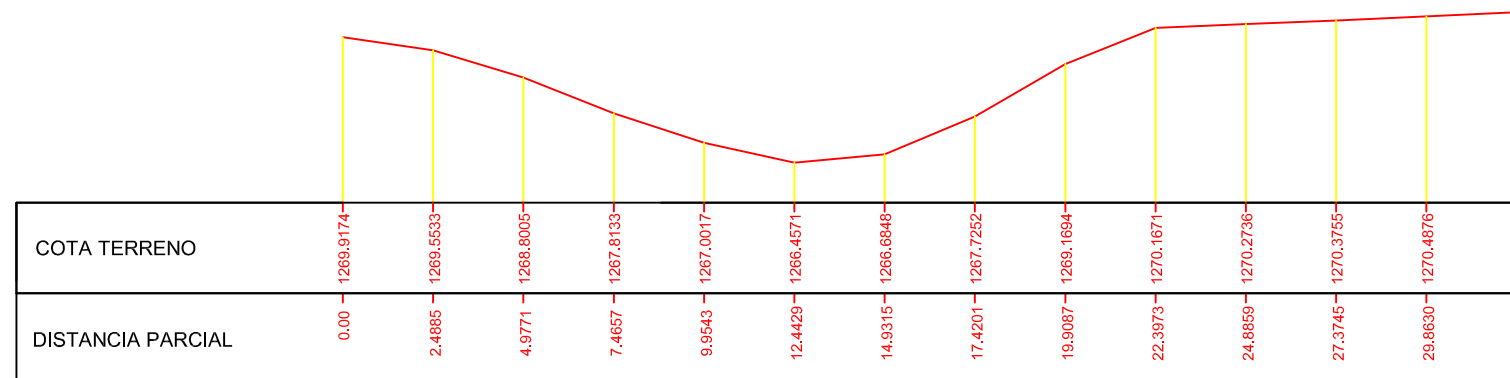
PLANTA DIQUE 4



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm² (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Pierda/grava granítica</p> <p>Diámetro relleno : 10 -20 cm</p>

PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 4

Nº PLANO: 13

PROMOTOR:

ESCALA: 1/250

FECHA: Octubre 2017



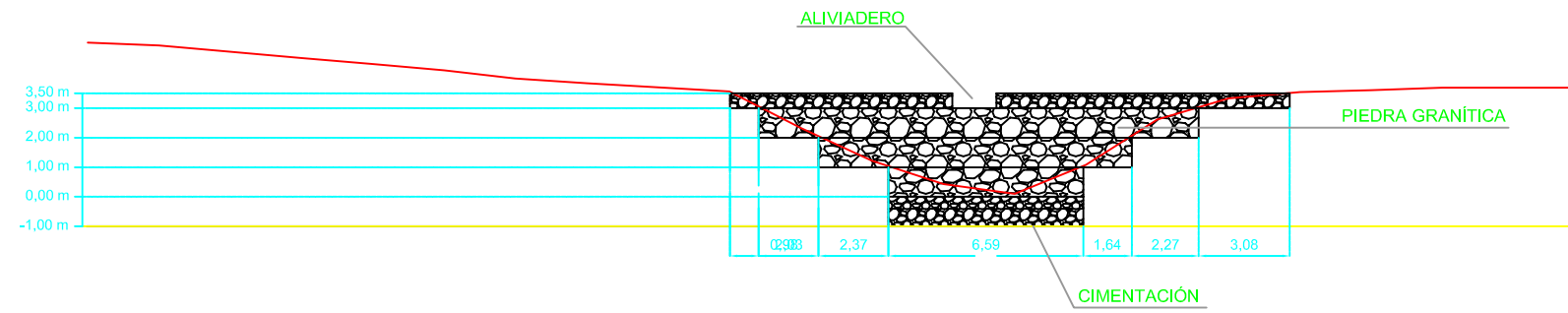
Junta de Castilla y León

Consejería de Fomento y Medio Ambiente

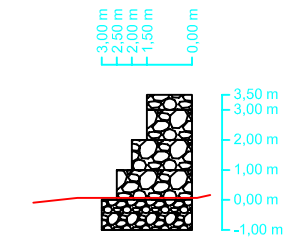
AUTOR DEL PROYECTO:

Fdo. Iván de Propios Herrero

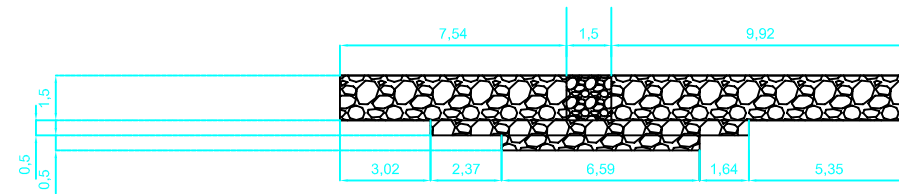
ALZADO DIQUE 5



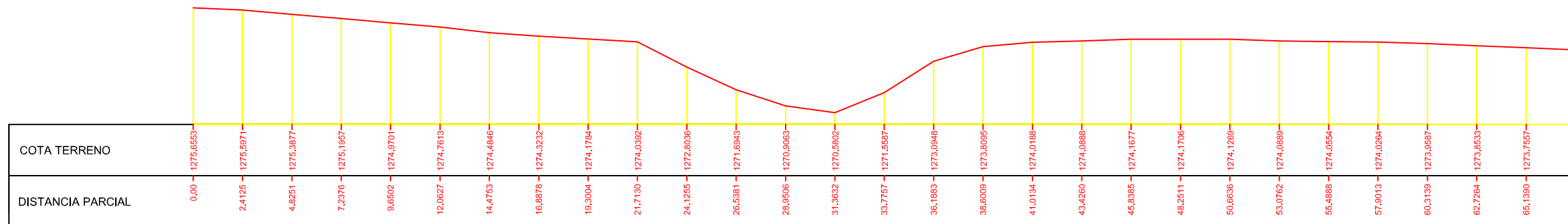
SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 5



PLANTA DIQUE 5



PERFIL LONGITUDINAL DIQUE 5



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm2 (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Piedra/grava granítica</p> <p>Diámetro relleno : 10 -20 cm</p>



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtolas (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 5

Nº PLANO: 14

PROMOTOR:

ESCALA: 1/250

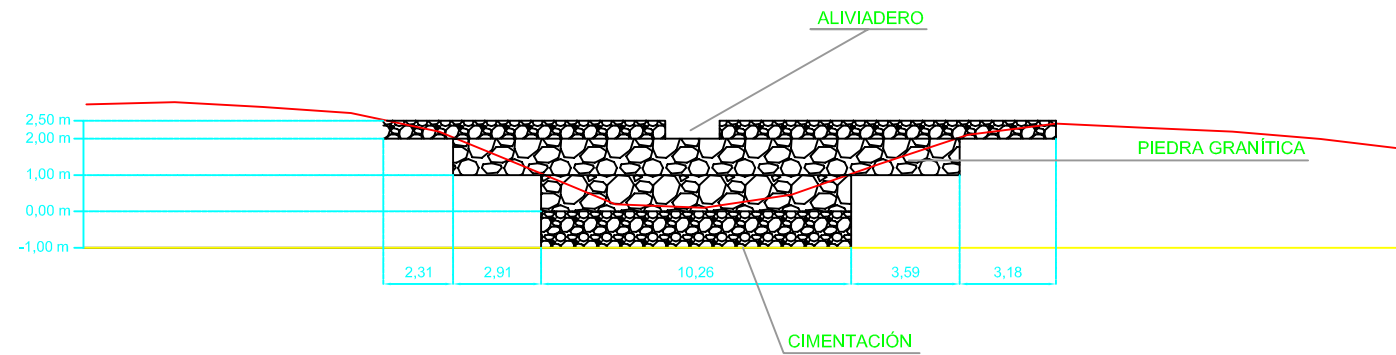
FECHA: Octubre 2017

Junta de Castilla y León
 Consejería de Fomento y Medio Ambiente

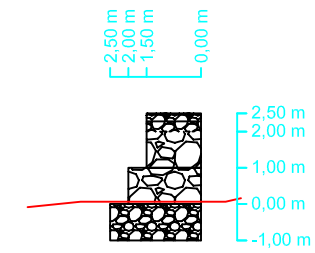
AUTOR DEL PROYECTO:

Fdo. Iván de Propios Herrero

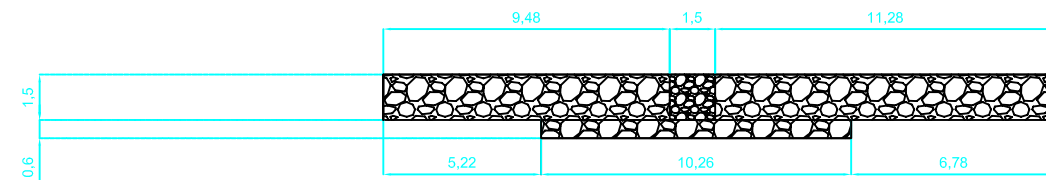
ALZADO DIQUE 6



SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 6



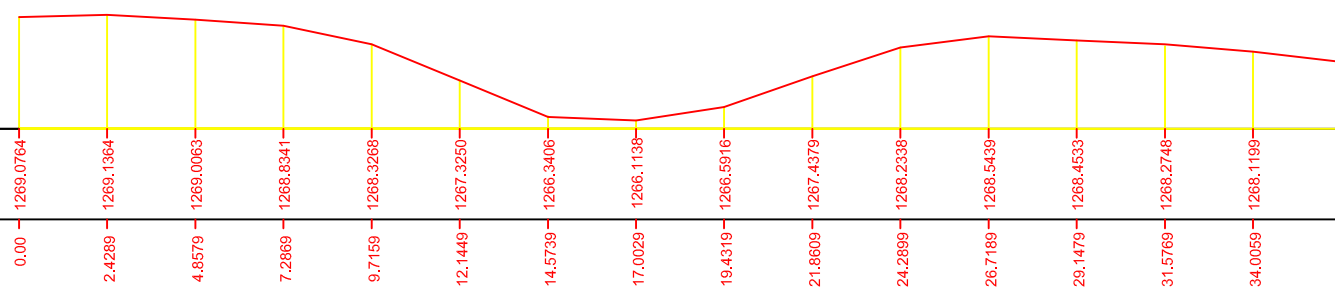
PLANTA DIQUE 6



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm² (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Piedra/grava granítica</p> <p>Diámetro relleno : 10 -20 cm</p>

PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO



COTA TERRENO	0.00	1269.0764	1269.1364	1269.0063	1268.8341	1268.3268	1267.3250	1266.3406	1266.1138	1266.5916	1267.4379	1268.2338	1268.5439	1268.4533	1268.2748	1268.1199	1267.8350
DISTANCIA PARCIAL	0.00	2.4289	4.8579	7.2869	9.7159	12.1449	14.5739	17.0029	19.4319	21.8609	24.2899	26.7189	29.1479	31.5769	34.0059	36.4349	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 6

Nº PLANO: 15

PROMOTOR:

ESCALA: 1/250

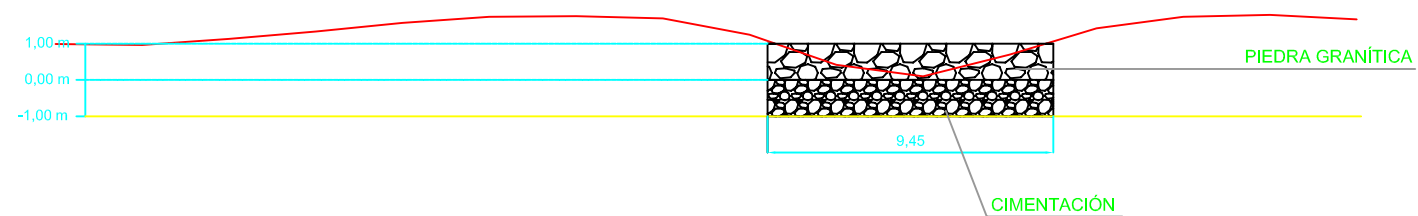
FECHA: Octubre 2017

Junta de Castilla y León
 Consejería de Fomento y Medio Ambiente

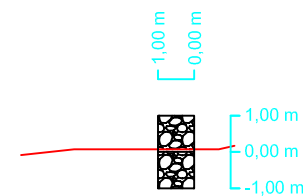
AUTOR DEL PROYECTO:

Fdo. Iván de Propios Herrero

ALZADO DIQUE 7



SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 7



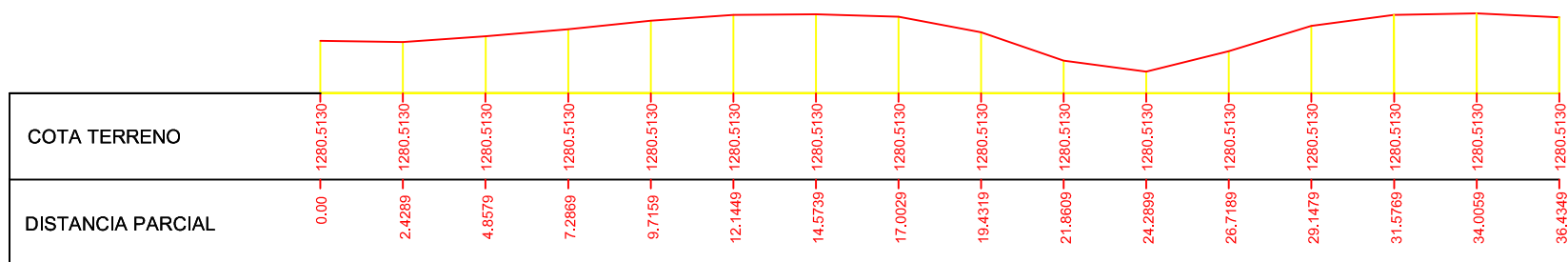
PLANTA DIQUE 7



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm2 (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Pierda/grava granítica</p> <p>Diámetro relleno : 10 -20 cm</p>

PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO

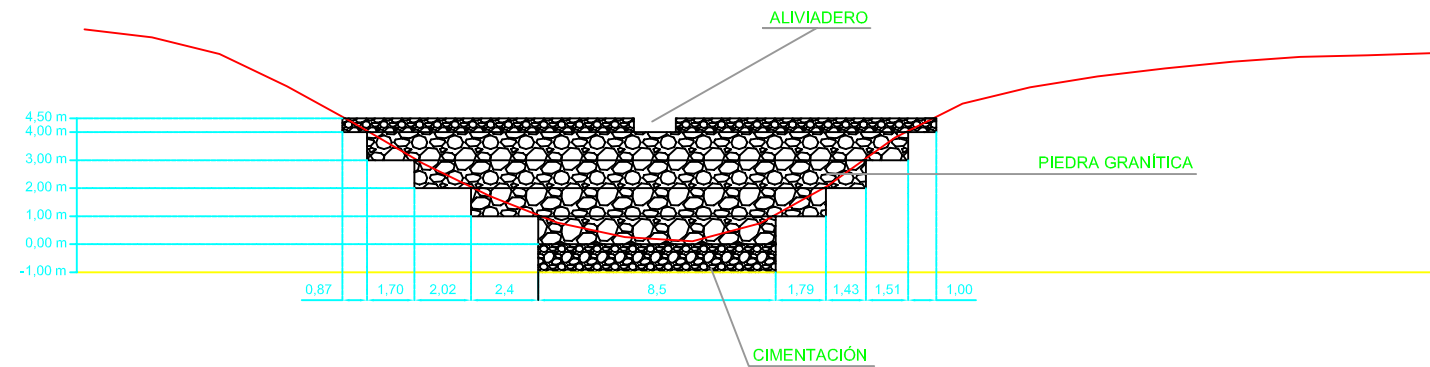


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

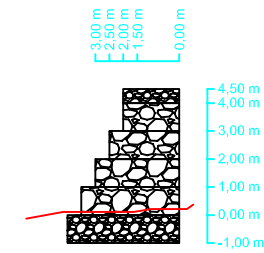
TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 7	Nº PLANO: 16
PROMOTOR: Consejería de Fomento y Medio Ambiente	ESCALA: 1/250
	FECHA: Octubre 2017
AUTOR DEL PROYECTO:	
Fdo. Iván de Propios Herrero	

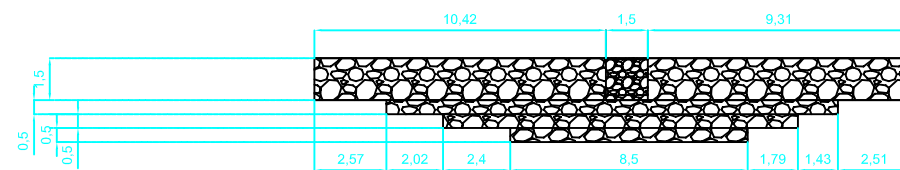
ALZADO DIQUE 8



SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE 8



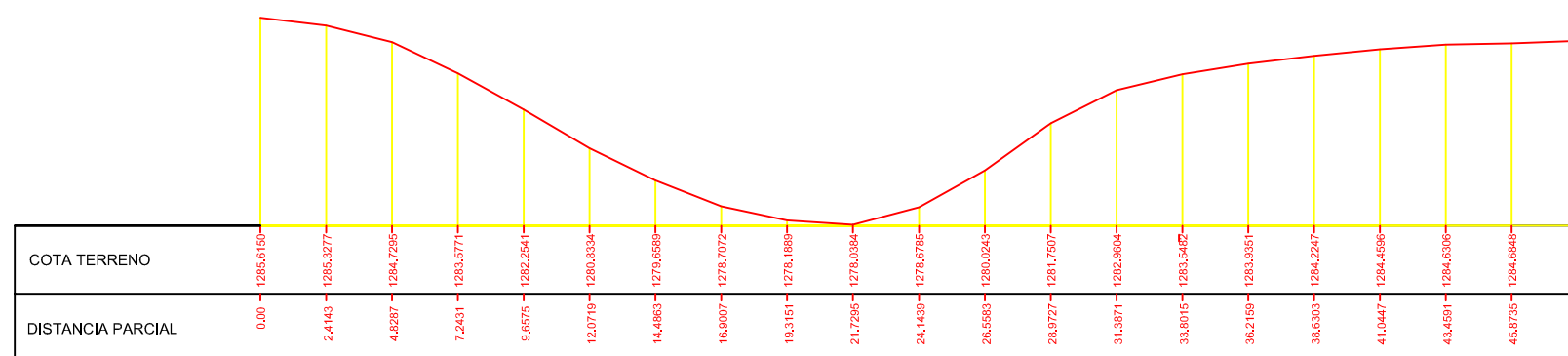
PLANTA DIQUE 8



DETALLE MALLA

DETALLE MALLA	ESPECIF. TÉCNICA GAVIONES
	<p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Reforzado según normas DIM-1548 y BSS 443/82</p> <p>Triple torsión</p> <p>Alambre de acero galvanizado</p> <p>Resistencia a la rotura 45-52 kg/mm² (norma DIM-1548)</p> <p>Relleno : Piedra/grava granítica</p> <p>Díámetro relleno : 10 -20 cm</p>

PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)
 GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
 Proyecto de restauración hidrológico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtoles (Ávila), Paraje "La Jarilla".

PLANO: DIQUE Nº 8

Nº PLANO: 17

PROMOTOR:

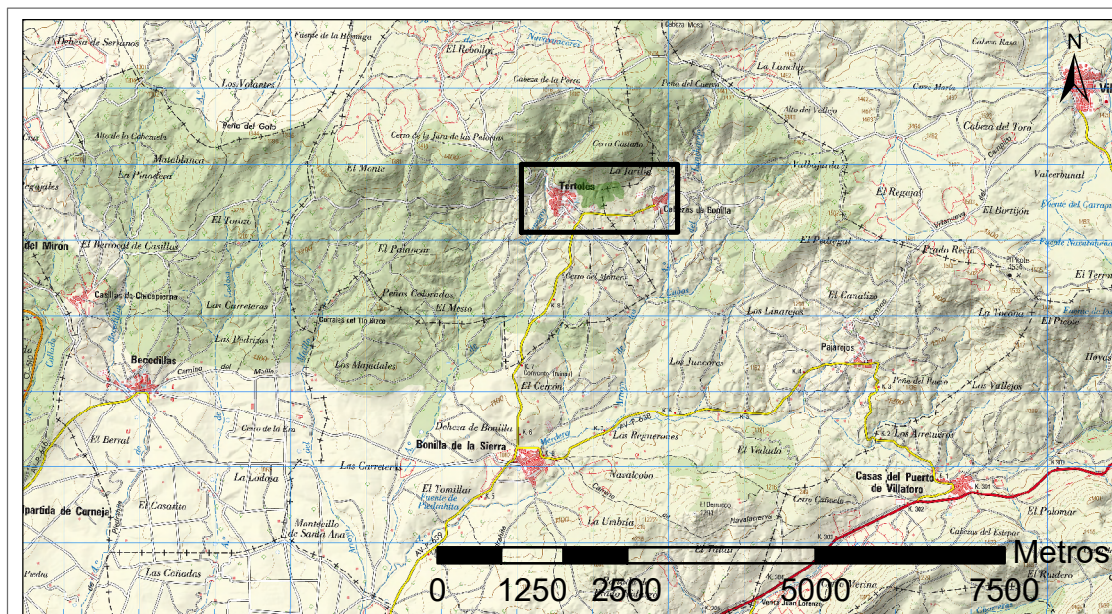
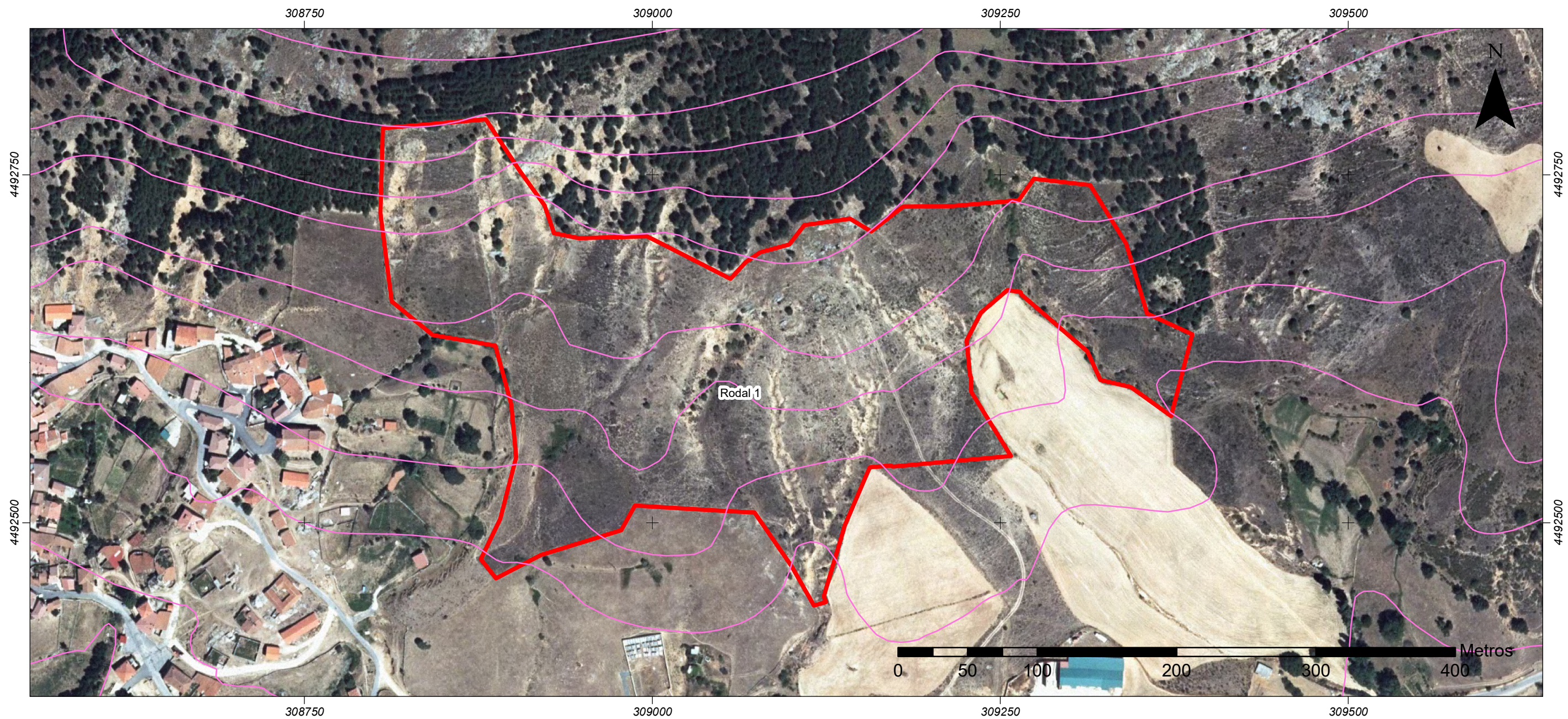
ESCALA: 1/250

FECHA: Octubre 2017

AUTOR DEL PROYECTO:

Junta de Castilla y León
 Consejería de Fomento y Medio Ambiente

Fdo. Iván de Propios Herrero



LEYENDA

- Curva de nivel
- Rodal 1

APEO DE RODALES

Rodal 1:

Ahoyado mecanizado con ripper
 Sin desbroce previo
 Plantación manual
 Densidad de planta: 3 x 3 metros
Pinus halepensis (80%)
Quercus ilex subsp. ballota (20%)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA). GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL.	
TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto de restauración hidrologico-forestal de cárcavas del Río Corneja a su paso por el municipio de Tórtolas (Ávila), Paraje "La Jarilla".	
PLANO: Plano de apeo de rodales.	Nº PLANO: 18.
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: Sistema de proyección: DATUM ETRS 89 Proyección UTM. Zona N, Huso 30.	ESCALA: 1:3000 FECHA: Octubre de 2017.
PROMOTOR: Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente	AUTOR DEL PROYECTO: Fdo. Iván de Propios Herrero.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila), paraje “La
Jarilla”.

Documento N°4: Pliego de condiciones

Alumno: Iván de Propios Herrero
Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Director: Jorge Mongil Manso

Octubre de 2017

ÍNDICE DOCUMENTO Nº4. PLIEGO DE CONDICIONES

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”. ..	2
CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES	2
CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	2
1.1. Alcance de las condiciones.....	2
1.2. Objeto de las obras.....	2
1.3. Localización de las obras.....	2
CAPÍTULO 2. UNIDADES DE OBRA.....	2
2.1. Condiciones generales de medición y abono	2
2.2. Condiciones generales que deben de cumplir los materiales	3
2.2.1. Gaviones	3
2.2.2. Otros materiales	3
2.3. Forma de realizar los trabajos.....	3
2.4. Programa de pruebas	5
CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN	5
CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	5
2.5. Alcance de las condiciones.....	5
2.6. Objeto de las obras.....	5
2.7. Instrucciones en cuanto a la forma de tratamiento del suelo y de la vegetación existente en la zona objeto del proyecto	5
2.7.1. Tratamiento del suelo: Sistema de preparación	5
2.7.2. Tratamiento de la vegetación preexistente.....	6
2.8. Detalles de ejecución.....	6
2.8.1. Procesos en la repoblación.....	6
2.8.1.1. Actuaciones sobre el matorral y preparación del terreno	6
2.8.1.2. Plantación y colocación de los protectores	6
2.8.2. Descripción de las obras.....	7
2.8.2.1. Localización de las obras.....	7
2.8.2.2. Apeo de rodales.....	7
CAPITULO 2. UNIDADES DE OBRA.....	7
3.1. Condiciones generales de medición y abono	7
3.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales.....	7
3.3. Forma de realizarse los trabajos-operaciones de repoblación	10
3.3.1. Preparación del terreno. Procesos operativos.....	10
3.3.1.1. Proceso operativo: Ahoyado con ripper	10
3.3.2. Plantación	10
3.3.3. Colocación de protectores	11
3.4. Programa de pruebas a las que ha de someterse la repoblación.....	11
3.4.1. Pruebas durante la ejecución de los trabajos.....	12
3.4.1.1. Fase de preparación del terreno	12
3.4.1.2. Fase de plantación y colocación de protectores.....	12
3.4.2. Parcelas de contraste	12
TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”. ..	13
CAPITULO 1. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS	13
1.1. Dirección de las condiciones.....	13

1.2.	Ingeniero director de las obras.....	13
1.3.	Unidad administrativa a pie de obra.....	13
1.4.	Inspección de las obras.....	13
1.5.	Funciones del ingeniero director de las obras.....	13
1.6.	Representante del contratista.....	14
1.7.	Partes e informes.....	15
1.8.	Órdenes al contratista.....	15
1.9.	Libro de órdenes.....	15
CAPITULO 2. TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....		15
2.1.	Comprobación del replanteo.....	15
2.2.	Fijación de los puntos de replanteo y conservación de los mismos.....	15
CAPITULO 3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS.....		16
3.1.	Replanteo de detalle de las obras.....	16
3.2.	Equipos de maquinaria.....	16
3.3.	Ensayos.....	16
3.4.	Materiales.....	16
3.5.	Trabajos nocturnos.....	17
3.6.	Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos.....	17
3.7.	Construcción y conservación de desvíos.....	17
3.8.	Señalización de las obras.....	17
3.9.	Precauciones especiales durante la ejecución de las obras.....	17
3.4.3.	Lluvias.....	17
3.4.4.	Sequía.....	17
3.4.5.	Heladas.....	17
3.4.6.	Incendios.....	17
3.4.7.	Granizo y nieve.....	17
3.4.8.	Niebla.....	18
3.4.9.	Plagas.....	18
3.10.	Modificaciones de la obra.....	18
CAPITULO 4. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....		18
4.1.	Daños y perjuicios.....	18
4.2.	Objetivos encontrados.....	18
4.3.	Evitación de contaminaciones.....	19
4.4.	Permisos y licencias.....	19
4.5.	Personal del contratista.....	19
4.6.	Edificios o material que la administración forestal entregue al contratista para su utilización.....	19
4.7.	Envases recuperables.....	19
CAPITULO 5. DISPOSICIONES GENERALES.....		19
5.1.	Periodos de ejecución.....	19
5.1.1.	Diques.....	19
5.1.2.	Repoblación.....	20
5.2.	Conservación durante la ejecución y plazo de garantía.....	20
CAPITULO 6. DISPOSICIONES VARIAS.....		20
6.1.	Cuestiones no previstas en este pliego.....	20
TÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE "LA JARILLA".....		21

CAPITULO 1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	21
1.1. Medición de las obras.....	21
1.2. Abono de las obras	21
1.2.1. Obras que se abonarán al adjudicatario.....	21
1.2.2. Precio de las obras certificadas	21
1.2.3. Partidas alzadas	22
1.2.4. Instalaciones y equipos de maquinaria	22
1.2.5. Certificaciones	22
1.2.6. Recepción de la obra	22
1.2.7. Plazo de garantía.....	23
1.2.8. Liquidación	23
1.3. Otros gastos por cuenta del contratista	23

TÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE "LA JARILLA"	25
--	----

CAPITULO 1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN	25
1.1. Descripción.....	25
1.2. Planos.....	25
1.3. Contradicciones, omisiones o errores	25
1.4. Planos de detalle	25
1.5. Documentos que se entregan al contratista.....	25
1.3.1. Documentos contractuales.....	26
1.3.2. Documentos informativos.....	26

En el presente Pliego de Condiciones, se desarrollan una serie de pautas para el desarrollo de las obras de la restauración hidrológico-forestal de las cárcavas pertenecientes al municipio de Tórtoles, además contiene la información y condiciones técnicas necesarias referidas a materiales, plantas y maquinaria, y las instrucciones y detalles necesarios para la ejecución.

Del mismo modo se establecen las consideraciones oportunas sobre la forma de medir y valorar las distintas unidades de obra, así como las disposiciones generales que, además de la legislación vigente, regirán durante la efectividad del Contrato de Obras.

Cualquier modificación en la obra se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá ser realizada.

Es obligación de la contrata y de los diferentes agentes que intervienen en la obra el conocimiento del presente pliego, al igual que el cumplimiento de todos sus puntos.

APLICACIÓN

Las condiciones e instrucciones citadas en este Pliego, serán aplicadas en las mencionadas obras de restauración hidrológico-forestal en Tórtoles, y serán controladas, inspeccionadas y dirigidas por el Ingeniero determinado para esta labor.

ESTRUCTURA DEL PLIEGO DE CONDICIONES

En el Pliego de Condiciones se pueden diferenciar cuatro partes:

- Título I: Pliego de Condiciones de Índole Técnica.
- Título II: Pliego de Condiciones de Índole Facultativa.
- Título III: Pliego de Condiciones de Índole Económica.
- Título IV: Pliego de Condiciones de Índole Legal.

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”.

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES

CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Alcance de las condiciones

Las citadas prescripciones se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la unidad de inversión “Construcción de diques para la corrección del cauce”.

Contiene las condiciones técnicas que, además de las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir en la ejecución de dichas obras.

1.2. Objeto de las obras

La construcción de diques tiene como objetivos la retención de sedimentos y la consolidación de laderas, y comprende, por tanto, todos los trabajos y cuantas obras y operaciones sean necesarias para que los trabajos queden ejecutados de acuerdo con los Planos y preinscripciones de este Pliego.

Todas las obras que se describen seguidamente, figuran incluidas en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo las modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras autorizadas por la superioridad.

En los Planos figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización de los diques.

1.3. Localización de las obras

Las obras se realizan en el término municipal de Tórtoles, de la provincia de Ávila, incluidos dentro del Paraje “La Jarilla”.

Para la localización exacta de la zona de actuación, se pueden consultar el Documento Nº1. Memoria y en el Documento Nº3. Planos.

CAPÍTULO 2. UNIDADES DE OBRA

2.1. Condiciones generales de medición y abono

Todos los precios unitarios, a los que se refieren las normas de medición y abono contenidas en este capítulo del presente Pliego de Condiciones se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada con arreglo a lo especificado en el presente Pliego y en los Planos, sea aprobada por la Administración.

Asimismo se entenderán incluidos los gastos ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria y los de conservación durante el plazo de garantía.

2.2. Condiciones generales que deben de cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de las obras.

El contratista tiene libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

2.2.1. Gaviones

Los alambres con los que se confeccionarán los gaviones serán de triple torsión, en malla de 8x10 cm de escuadra y calibre del alambre será del número 15.

El alambre será de acero galvanizado, reforzado según las normas BSS 443/82 y DIM 1548, resistencia media a la rotura de 45 a 52 kg/mm², con un contenido mínimo de zinc de 240 g/m², para diámetro de 2 mm, y 260 g/m² para diámetro de 2,40 mm.

Tolerancias:

- Diámetro del alambre galvanizado: $\pm 2,5$ %.
- Medidas del gavión: ± 3 % en su longitud y anchura, y de un 5 % en altura.

El alambre para cosidos y atirantados será de 0,4 kg/m².

Cuando las obras de fábrica se hallen en contacto con la excavación, esta se realizará con el mayor cuidado a fin de evitar excesos de obra. Durante la ejecución, y siempre que lo estime necesario el Director de Obra, se limpiaran las excavaciones a fin de que pueda ser reconocido el terreno. No se efectuará el relleno de las excavaciones mientras no lo ordene el Director de Obra.

Para el llenado de los gaviones, se adquirirán piedras duras, sin coqueas y no heladizas, con un diámetros variables entre 10 y 20 cm.

2.2.2. Otros materiales

Los demás materiales que hayan de emplearse en las obras y para los que no se detallan específicamente las condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarse en la obra deberán ser reconocidos y aceptados por la Dirección Facultativa.

2.3. Forma de realizar los trabajos

El primer trabajo a realizar es la excavación y perfilado de los taludes, en este caso los áridos procedentes de la excavación se esparcirán aguas arriba de cada dique para ayudar así a la formación de la cuña de sedimentos. Esta excavación se realizará tras el replanteo, el cual se realizará mediante los Planos y GPS submétrico, quedando marcado con estacas y cordeles. Este replanteo debe ser aprobado por la dirección facultativa.

Etapas para la operación de armado de gaviones, Figura 1:

- Primera etapa: Despliegue y enderezado de gaviones.

- Segunda etapa: Armado y cosido. Esta parte implica levantar las caras frontales II y IV y coserlas con alambre galvanizado del número 15 con caras laterales (T) hasta formar un verdadero cubo.
- Tercera etapa. Colocado y punteado. Colocación del gavión en el lugar seleccionado, donde se va a construir el dique. El punteado se lleva a cabo con el fin de unir un gavión con otro, armando las superficies de contacto entre gaviones.
- Cuarta etapa: Llenado y atirantado. Debe buscarse el ángulo de reposos de la piedra para el llenado de los gaviones, obteniendo una mejor colocación. Cuando el llenado alcanza una altura de 1/3 es conveniente atirantarlo. Al alcanzar los 2/3 es conveniente repetir esta operación.
- Quinta etapa: Tapado y cosido. Se llena de 3 a 5 cm por encima de la altura del gavión y se procede al cosido de la tapa del gavión, logrando un bloque rectangular de mampostería gacionada.

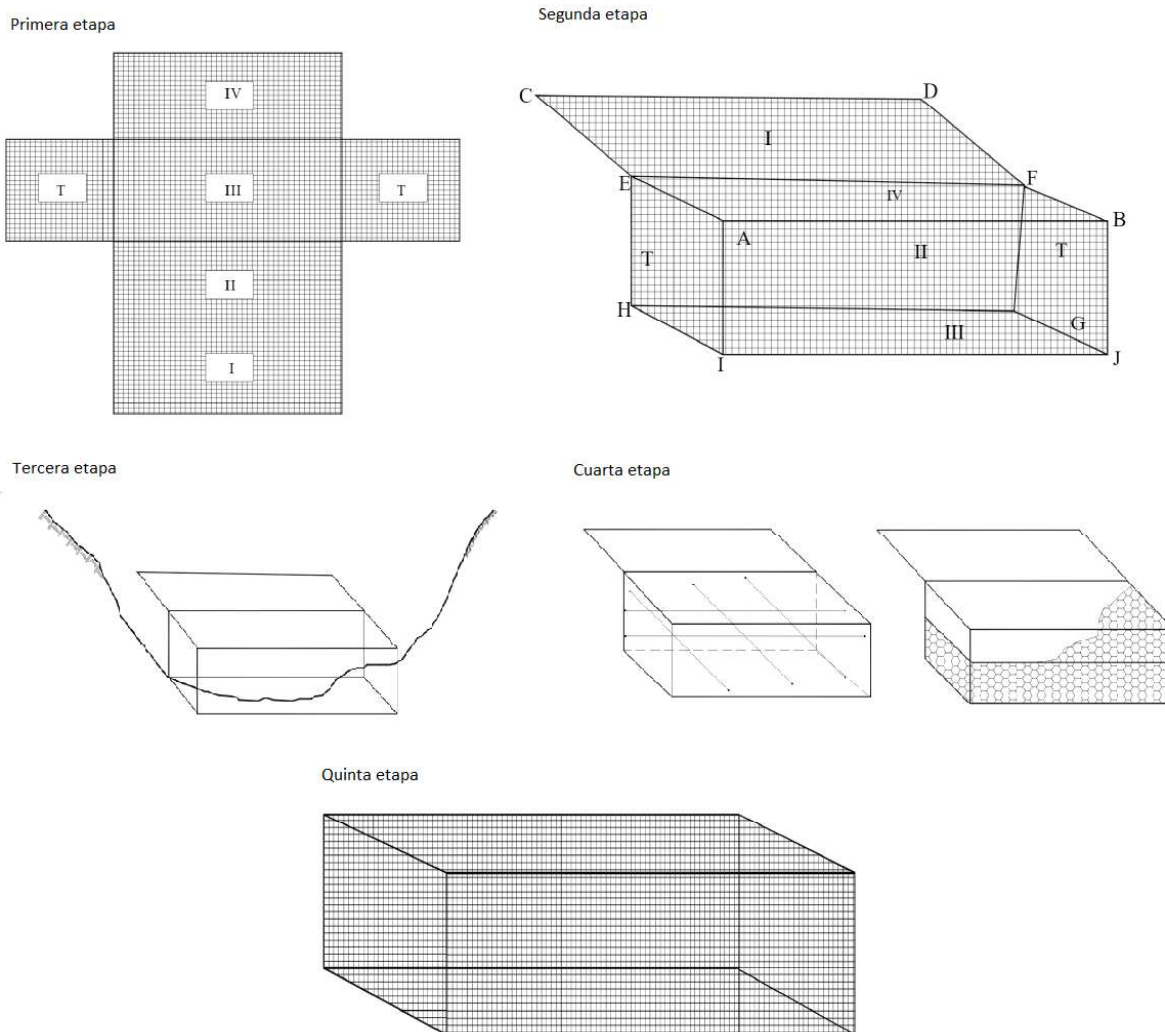


Figura 1. Etapas de la operación de armado de gaviones (Fuente: SAGARPA, 2009).

2.4. Programa de pruebas

Para el control de la ejecución de las obras se establecerá un programa de pruebas establecido en dos etapas: una durante la ejecución de los trabajos, y otra, concluidos estos, antes de finalizar el período de garantía.

El resultado de todas las comprobaciones que se emprendan deberá estar en concordancia con las condiciones establecidas en la descripción de los procesos operativos correspondientes.

Se dedicará un 1% del presupuesto final del proyecto dedicado al control de calidad de las obras.

El Director de las Obras podrá efectuarlas en el momento y frecuencia que crea oportuna; así mismo, podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que estime necesaria para verificar la correcta ejecución de los trabajos.

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA REPOBLACIÓN

CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.5. Alcance de las condiciones

Las citadas prescripciones se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la repoblación del presente Proyecto.

Contiene las condiciones técnicas que, además de las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir en la ejecución de dichas obras.

2.6. Objeto de las obras

La repoblación, tiene un fin protector y comprende, por tanto, todos los trabajos y cuantas obras y operaciones sean necesarias para que quede ejecutada de acuerdo con los Planos y preinscripciones de este Pliego.

Todas las obras que se describen seguidamente, figuran incluidas en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo las modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras autorizadas por la superioridad.

En los Planos figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización para la repoblación.

2.7. Instrucciones en cuanto a la forma de tratamiento del suelo y de la vegetación existente en la zona objeto del proyecto

2.7.1. Tratamiento del suelo: Sistema de preparación

Siendo el suelo del monte factor fundamental sobre el que ha de asentarse la repoblación, deberán tenerse en cuenta en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, las relativas a su tratamiento de forma que los postulados ecológicos básicos se complementen con las finalidades productivas o protectoras de la repoblación, y asimismo, contribuyen al mejor logro de estas finalidades como medio físico sobre el que se asienta la repoblación y la vegetación existente, las cuales han de formar unidad en su funcionamiento.

El método seleccionado es ahoyado con ripper, con el fin de mullir un volumen de suelo que facilite el crecimiento radicular.

2.7.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

Una repoblación debe ser siempre que sea posible una reconstrucción de la primitiva masa forestal o de algo que sin llegar a serlo cumpla sus finalidades de protección o producción, y en cualquier caso nunca tan alejado que represente algo irreversible.

No será necesario realizar un tratamiento de la vegetación preexistente.

Cualquier variación durante la ejecución de las obras sobre estos puntos, por no haberse tenido en cuenta en el proyecto debe ser competencia exclusiva del Ingeniero Director de las Obras.

2.8. Detalles de ejecución

2.8.1. Procesos en la repoblación

La repoblación se ejecuta de forma habitual en dos fases:

- Primera fase: Actuaciones sobre el matorral y preparación del terreno.
- Segunda fase: Plantación y colocación de protectores

2.8.1.1. Actuaciones sobre el matorral y preparación del terreno

En la zona de actuación no existe apenas matorral, aun así se retirará simultáneamente a la preparación del terreno en toda la superficie, rodal único.

Se plantea un ahoyado mecanizado con desbroce previo, dado que posee una pendiente entre el 25 y el 60%. La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer al hoyo. La actuación sobre el matorral preexistente se realiza simultáneamente.

Las características de la zona a repoblar se describen ampliamente en el Documento Nº1. Memoria, Documento Nº2. Anejos a la memoria y Documento Nº3. Planos.

2.8.1.2. Plantación y colocación de los protectores

Dado que las pendientes de la zona son muy altas, la utilización de maquinaria para realizar la plantación resulta inviable, por lo que se realizará una plantación manual.

La densidad de plantación es de 1100 pies/ha, con un marco de plantación de 3x3 m.

Se realizaría una dosis de riego de establecimiento inmediatamente a la plantación.

Con el fin de lograr una protección individual de las plántulas, eficaces frente a los conejos y pequeños mamíferos, se colocarán unos protectores, que consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de cada plántula, que son recuperables una vez superada la edad de peligro.

2.8.2. Descripción de las obras

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos, las prescripciones del presente Pliego, y las ordenes complementarias del Ingeniero Director de las Obras.

2.8.2.1. Localización de las obras

Las obras se realizan en el término municipal de Tórtoles, de la provincia de Ávila, incluidos dentro del Paraje "La Jarilla".

La superficie de la cuenca es de 7,71 ha. La superficie de la zona de repoblación es de 9,69 ha.

La localización precisa de la zona de repoblación se encuentra indicada en el Documento Nº1. Memoria y Documento Nº3. Planos.

2.8.2.2. Apeo de rodales

El apeo de rodales es necesario para definir en el área del proyecto, las diferentes zonas que tienen características similares. Es la unidad de gestión forestal básica, y por tanto la unidad mínima que se diferencia en cuanto a vegetación, pendiente, orientación, etc.

Para el presente proyecto al ser una superficie de actuación pequeña, y con características similares, sólo diferenciaremos un único rodal:

Superficie: 9,69 ha

Pendiente: 25-60 %

Preparación del terreno: Ahoyado con ripper

Método de plantación: Manual

Densidad y marco de plantación: 1100 pies/ha, 3x3 m

Especies que se van a implantar: *Pinus halepensis* (80%) y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (20%).

CAPITULO 2. UNIDADES DE OBRA

3.1. Condiciones generales de medición y abono

Todos los precios unitarios, a los que se refieren las normas de medición y abono contenidas en este capítulo del presente Pliego de Condiciones, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales que se requieran para que la obra se realice con arreglo a lo especificado en el presente Pliego y en los Planos, y que sea aprobada por la Administración.

También se entenderán incluidos, aquellos ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria, y la conservación durante el plazo de garantía de las obras.

3.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales

Todos los materiales que se han de utilizar en las obras, deben cumplir las condiciones establecidas en el presente Pliego de Condiciones, y las condiciones establecidas en la normativa vigente y deben ser aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista, tiene libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que él estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

Cuando el vivero de origen no esté fijado en el proyecto, el contratista podrá obtener la planta en los viveros de suministro que él considere oportunos. Pese a ello, deberá exigir la procedencia que señalen los documentos informativos del proyecto y las observaciones complementarias que pueda realizar el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista deberá notificar al Ingeniero Director el vivero de origen de la planta que se propone utilizar con la suficiente antelación, aportando, si el ingeniero lo requiere, las muestras y datos necesarios para demostrar la posibilidad de su aceptación por calidad y por cantidad.

La Administración no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre el lugar de procedencia elegido, planta adecuada en cantidades suficientes para las repoblaciones proyectadas en el momento de su ejecución.

En ningún caso podrá ser utilizada planta que no haya sido previamente aprobada por el Ingeniero Director. La aceptación de una planta en cualquier momento no será obstáculo para que sea rechazada en un futuro, si se encontraran defectos en su calidad y uniformidad.

Si el contratista acopiara plantas que no cumplieren las condiciones de este Pliego, el Ingeniero Director dará las órdenes para que, sin peligro de confusión, sean separadas de las que cumplan y sustituidas por otras adecuadas.

Cuando la planta proceda de viveros de la Administración o sea proporcionada por ésta, el contratista dará visto bueno a su calidad, expresándose así mediante acta levantada al efecto.

El contratista deberá cumplir con el mayor rigor las instrucciones que sobre manejo y cuidado de la planta que se detallan en este Pliego. De incumplirse cualquiera de esas instrucciones el Ingeniero Director podrá ordenar la eliminación de la planta maltratada, que en el caso de haber sido proporcionada por la Administración, será cargada al contratista al precio que figure en el proyecto.

El contratista debe cumplir la normativa europea de Comercialización de Material Genético, aportando los certificados tales como el Pasaporte Fitosanitario o el Certificado de Procedencia de la Semilla.

Las plantas a emplear deben presentar un aspecto de no haber sufrido desecaciones temperaturas elevadas durante el transporte en especial en lo referido a la turgencia y coloraciones adecuadas. Se cuidará especialmente su buen estado fitosanitario.

En ningún caso se admitirán procedencias de plantas cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

La región de procedencia recomendada para *Quercus ilex* subsp. *ballota* en la zona es: "Sierra de Ávila y Segovia", y para *Pinus halepensis* es: "Repoblaciones de la Meseta Norte", aunque también es posible la procedencia "Maestrazgo – Los Serranos" (MAPAMA, 2016).

La utilización de dicha planta no libera, en ningún caso, de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, y que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

Las características de las plantas a utilizar, según las especies vendrán dadas por los valores mínimos exigibles de los siguientes parámetros:

- **Altura:** Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz.
- **Robustez:** Se define por el diámetro del cuello de la raíz.
- **Forma del sistema radical:** Debe estar ramificado de forma equilibrada, con numerosas raíces laterales y numerosas terminaciones meristemáticas.
- En el caso de plantas en contenedor, se tendrá en cuenta que el sustrato del envase no esté muy compactado, pero sí relativamente húmedo en el momento de la plantación; el envase debe tener dispositivos antiespiralizantes incorporados para evitar que las raíces se enrollen y sus paredes deben ser impermeables, impidiendo que las raíces pasen de un envase a otro. En el un correcto autorrepicado.
- **Relación raíz-parte aérea:** El peso de cada una de las parte, no deberá rebasar 1,8 veces el de la otra.
- **Hojas y ramificaciones:** Las coníferas deben tener el tipo de acículas que corresponde a su edad en vivero con buenas ramificaciones. La planta de tallo espigado y sin ramificar deberá ser rechazada, pues no dará en el cuello de la raíz los diámetros mínimos exigibles. También se rechazaran las plantas con fuerte curvatura en el tallo y las que tengan tallos múltiples. La planta no deberá presentar heridas sin cicatrizar dado que estas pueden favorecer el ataque de insectos o la propagación de enfermedades.
- **Estado:** No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas, o a haber sufrido temperaturas elevadas o desecaciones durante el transporte. No debe confundirse la coloración por deficiencias nutricionales con el cambio de coloración que experimentan debido a las heladas.
- **Edad:** Viene determinado por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.

Las edades que han de tener las especies seleccionadas son:

Pinus halepensis

Edad: 2 savias

Quercus ilex subsp. *ballota*

Edad: 1 savia

3.3. Forma de realizarse los trabajos-operaciones de repoblación

Tanto las operaciones que comprenden la repoblación como la forma de realizarse varían según las condiciones particulares de cada proyecto.

3.3.1. Preparación del terreno. Procesos operativos.

3.3.1.1. Proceso operativo: Ahoyado con ripper

La maquinaria utilizada es un tractor de cadena de 120 CV, provisto de dos subsoladores o ripper separados dos metros sobre la barra portaherramientas de elevación hidráulica, y adaptados mediante dos piezas: la primera de forma triangular que abre el hoyo, y la segunda situada encima con forma de orejeta que empuja la tierra y el material para que no vuelva a caer en el hoyo.

La primera pieza tendrá unas dimensiones mínimas de 30 centímetros de altura y 40 centímetros de anchura, mientras que la orejeta tendrá una altura de 30 centímetros y una anchura de 30 centímetros en su parte central.

En primer lugar, se sitúa el tractor en la parte alta de la ladera, desplazándose en línea de máxima pendiente clavando los rejonos separados dos metros de forma alternativa y a la distancia prefijada de 3 metros.

La máquina completa la doble línea de hoyos y puede remontar de 3 formas: marcha atrás sin realizar ahoyado, marcha atrás realizando ahoyado o marcha adelante, invirtiendo la colocación de los rejonos.

3.3.2. Plantación

La plantación se realizará en los hoyos abiertos por el ahoyado mecánico con ripper.

El punto de plantación será el hoyo abierto, y en cualquier caso, cada punto de plantación deberá tener el terreno suelo y estar libre de matorral, broza o piedras.

La planta en envase se extrae cuidadosamente, de manera que no se desmorone el cepellón, dando un pequeño golpe seco al cuello del envase contra algún elemento duro.

Posteriormente, se sujeta la planta con una mano a la altura del cuello de la raíz introduciéndola en el hoyo hasta que quede apenas por debajo del nivel del suelo. Se procede a tapar el hoyo con la tierra extraída de forma que las raíces queden siempre verticales en el suelo uniformando la tierra alrededor de la planta y compactándola mediante pisoteo. Es importante que se presione bien la tierra contra la planta y que no queden bolsas de aire que la dañen.

Los envases se deben recuperar tanto por su elevado coste como por el negativo efecto estético producido en la zona si no se recogen, y además se debe cumplir la normativa de residuos.

La herramienta necesaria es una azada de boca estrecha con pala de 120 mm de largo y 230 mm de ancho con un peso aproximado de 1,5 kg.

La medición se realizara con un aparato topográfico y se expresara en hectáreas.

Se comprobará que ha sido correctamente plantada toda la superficie y el número de plantas por hectárea corresponde con el indicado en el proyecto.

La época de plantación queda determinada en el Capítulo 5 del Título II del presente Pliego.

Puesto que las plantas constituyen un material muy delicado, deberá prestarse especial atención en su manejo siguiendo las siguientes instrucciones:

- Se protegerán en todo momento de la desecación, luz directa, calor excesivo, asfixia, congelación, roturas, variaciones bruscas de temperatura y contacto de sustancias tóxicas o perjudiciales.
- No se formarán grandes montones de planta y permitirá la libre circulación de aire entre los manojos.
- La planta se transportará con la mayor prontitud, en las horas de menor calor del día y nunca con vehículos descubiertos.
- Se cuidará proteger la planta de las heladas durante la época fría mientras que en la época cálida se buscarán lugares frescos, refugiados del sol y con buen suelo.
- Las plantas deben quedar espaciadas y enterradas, sin raíces expuestas y con un mínimo de 10 cm sobre ellas.
- Durante la plantación cada obrero llevará únicamente en cada cubo o contenedor las plantas que quepan con holgura, sin reducir mucho el número, porque ello supondría exponer durante bastante tiempo un porcentaje mayor de las plantas al sol. En ningún caso se dejará plantas sin utilizar en un cubo para detenerse a comer o por cualquier otro motivo. Para hacer un alto, será condición obligada, haber terminado previamente las existencias del cubo.
- Cada planta debe manejarse con destreza, separarse con cuidado de las demás y depositarse con rapidez y destreza en el hoyo de plantación.

3.3.3. Colocación de protectores

Los protectores, serán colocados simultáneamente a la plantación.

Con el fin de lograr una protección individual de las plántulas, eficaces frente a los conejos y pequeños mamíferos, se colocarán unos protectores, que consisten en una malla rígida de plástico de forma cilíndrica de 60 cm de altura, que se coloca alrededor de cada plántula, que son recuperables una vez superada la edad de peligro.

Este tipo de protectores, no introducen cambios en el porte de las plantas y deben ser retirados en el momento en que se supera el riesgo de predación, para que no produzca deformaciones en la ramificación. Dado que los protectores son recuperables, se podrá recuperar parte de la inversión realizada en los tubos.

3.4. Programa de pruebas a las que ha de someterse la repoblación

Para el control de la ejecución de las obras de repoblación, se establecerá un programa de pruebas establecido en dos etapas: una durante la ejecución de los trabajos, y otra una vez concluida la garantía.

3.4.1. Pruebas durante la ejecución de los trabajos

3.4.1.1. Fase de preparación del terreno

- La distribución y dimensiones de los hoyos, especialmente su profundidad.

3.4.1.2. Fase de plantación y colocación de protectores

- Descalce de plantas 1 ó 2 días después de la plantación para comprobar la posición de la raíz.
- Intento de arranque de plantas para comprobar si el terreno ha quedado bien compactado en torno a la misma.
- Medición del tamaño de los hoyos.
- Características de la planta y cuidados de la misma.
- La colocación de los protectores individuales.

El resultado de estas comprobaciones deberá estar en concordancia con las condiciones establecidas en los procesos operativos correspondientes. El Ingeniero Director de las Obras podrá efectuarlas en el momento y con la frecuencia que él estime; asimismo, podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que estime necesaria para verificar la correcta ejecución de los trabajos.

Finalizado el plazo de garantía, se procederá a realizar un muestreo sistemático, en que se estime que el porcentaje real de marras es superior al 10% del total de las plantas, de acuerdo con lo estipulado en el Capítulo I. Título III del presente pliego.

3.4.2. Parcelas de contraste

Para determinar el porcentaje de marras debidas a fallos en la técnica de plantación, y en consecuencia imputables al contratista, la Administración establecerá parcelas de contraste plantadas en las mismas condiciones que el resto de la superficie y que servirán de modelo.

Estas parcelas se ubicarán dentro del rodal de manera sistemáticamente, con una superficie de 1000 m².

La plantación de las mencionadas parcelas se realizará bajo dirección directa del Ingeniero Director de las Obras, con el apoyo de las unidades Administrativas de repoblación y con personal obrero por cuenta del contratista.

El Ingeniero Director fijará el momento de su plantación con la misma planta utilizada por el contratista.

TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVO PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”.

CAPITULO 1. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. Dirección de las condiciones

La dirección, control y vigilancia de las obras estará a cargo del Ingeniero Director de Obra, que deberá ser poseedor de alguna de las siguientes titulaciones: Ingeniería Técnica Forestal, Ingeniería Superior de Montes, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Master en Ingeniería de Montes.

1.2. Ingeniero director de las obras

El Ingeniero Director de Obra será directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

1.3. Unidad administrativa a pie de obra

La unidad administrativa a pie de obra, es responsable de la organización inmediata de las obras.

El Director de Obra en el desempeño de su cometido podrá contar con colaboradores que desarrollen su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o conocimientos específicos y que integrarán lo que en este pliego se entiende por dirección de obra.

El jefe de la Unidad de Obras, será dependiente del Ingeniero Director, y deberá ser este el que le indique las instrucciones y medios para garantizar el cumplimiento de su función de control y vigilancia.

1.4. Inspección de las obras

En todo momento, existirá la posibilidad de que el personal determinado por la Administración, ejecute una inspección de las obras que están en proceso de ejecución. Tanto el Ingeniero Director de Obra, como el contratista, deberán poner a su disposición los documentos y medios necesarios para la realización de dicha inspección.

1.5. Funciones del ingeniero director de las obras

Las funciones del Ingeniero Director de Obras son las siguientes:

- Obtener previamente los permisos necesarios de la Administración para la ejecución de las obras.
- Garantizar que la ejecución de las obras se ajuste al proyecto aprobado, o a sus modificaciones posteriores autorizadas, exigiendo al contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Decidir acerca de la interpretación de los planos y de las condiciones de materiales y sistemas de ejecución de unidades de obra incluidos en este Pliego, siempre y cuando no se vean modificadas las condiciones del contrato.

- Definir aquellas condiciones técnicas que el actual Pliego de Condiciones deja a su criterio (suspensión de trabajos por heladas, calidad de planta, etc).
- Asumir en caso de urgencia o gravedad, bajo su criterio y responsabilidad, la dirección en operaciones o trabajos en curso, para lo que el contratista deberá poner a su disposición personal y materiales.
- Resolver las cuestiones que surjan acerca de las condiciones de los materiales y sistemas de unidades de obra, siempre que no se vean modificadas las condiciones contractuales.
- Realizar el replanteo de las obras.
- Estudiar las incidencias o problemas presentados en las obras, tramitando en caso de ser necesario, las propuestas correspondientes.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud presentado por el contratista,
- Redactar la liquidación de obras.
- Acreditar al contratista las obras realizadas, conforme a las condiciones dispuestas en los documentos del contrato.
- Notificar al contratista cualquier incompetencia u objeción de algún empleado y solicitar su sustitución en las obras con la mayor brevedad posible.
- Notificar las ordenes al contratista por escrito y firmadas con arreglo a las normas habituales en las relaciones técnico-administrativas.
- Decir acerca de la buena ejecución de las obras, y en caso contrario suspenderlas.
- Asumir la representación de la propiedad frente al contratista.

El contratista, tiene la obligación de prestar total colaboración al Ingeniero Director de Obra para el total y normal cumplimiento de las anteriores funciones a este encomendadas.

1.6. Representante del contratista

El Contratista deberá designar a un ingeniero competente (poseedor de alguna de las siguientes titulaciones: Ingeniería Técnica Forestal, Ingeniería Superior de Montes, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural o Master en Ingeniería de Montes), que deberá estar perfectamente informado acerca del proyecto para poder actuar ante la Administración como Delegado de la Obra del Contratista. Los poderes concedidos deberán ser suficientes para realizar las siguientes funciones:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia según el "Reglamento General de Contratos" y los "Pliegos de Cláusulas", así como todas las actas derivadas del cumplimiento de las obligaciones contractuales.

- Poner en marcha el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y aprobado por el Director de obras.
- Organizar la ejecución de la obra y poner en práctica las órdenes recibidas del Director de Obra.
- Colaborar con la Dirección de la Obra en la resolución de los problemas que se planteen.

1.7. Partes e informes

Es obligación del contratista suscribir, con su conformidad, dudas o reparos, los partes e informes sobre las obras, siempre y cuando estas sean requeridas.

1.8. Órdenes al contratista

Es función, ya citada anteriormente, del Director de Obra, notificar las ordenes al contratista por escrito, numeradas correlativamente y firmadas, quedando este obligado a firmar el recibo en el duplicado de la orden.

1.9. Libro de órdenes

A partir de la orden de iniciación de la obra, será obligatoria la apertura a pie de obra de un Libro de Órdenes con hojas numeradas en el que se expondrá por duplicado las que se dicten, cada día de trabajo y las incidencias con el contratista. Estas serán firmadas por el Jefe de la Unidad de obras y revisado por el Ingeniero Director de Obra, entregándose una copia firmada al contratista.

CAPITULO 2. TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. Comprobación del replanteo

Es de obligada ejecución, un replanteo del proyecto, consistente en la comprobación de la realidad geométrica del mismo, y la disponibilidad de los terrenos necesarios para su ejecución. Esto ha de realizarse posteriormente a la aprobación del proyecto, y previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra.

2.2. Fijación de los puntos de replanteo y conservación de los mismos

La comprobación de los puntos de replanteo deberá incluir: el perímetro de los diferentes rodales para la repoblación, el trazado aproximado de vías de acceso con puntos de referencia, la ubicación de los diferentes diques y de las demás obras del proyecto.

Los puntos de referencia para los sucesivos replanteos se marcarán por medio de estacas, o si existiera peligro de desaparición, con mojones de hormigón y piedra.

Se realizará un acta de replanteo.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo en el acta de comprobación del replanteo, el cual se unirá al expediente de la obra, entregando una copia de este al contratista.

El contratista deberá responsabilizarse de la conservación de los puntos de replanteo que hayan sido entregados.

CAPITULO 3. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

3.1. Replanteo de detalle de las obras

El Ingeniero Director de Obra aprobará los replanteos de detalle que sean necesarios para la ejecución de las obras incluidas en el proyecto, y suministrará al contratista toda la información que sea precisa para que aquellos puedan ser realizados.

El contratista deberá proveerse a su costa de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los replanteos, y determinar los puntos de control necesarios.

3.2. Equipos de maquinaria

Es obligación del contratista a situar en las obras, como mínimo, los equipos de maquinaria necesarios para la ejecución de estas, según se especifique en el proyecto.

El Ingeniero Director de Obra deberá aprobar los equipos de maquinaria e instalaciones necesarias para la obra.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedaran adscritas a la obra mientras duré el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán retirarse sin consentimiento del Ingeniero Director.

3.3. Ensayos

Cualquier tipo de ensayo deberá realizarse con arreglo a las instrucciones citadas por el Ingeniero Director de las Obras.

3.4. Materiales

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras deberán cumplir las condiciones mínimas que se establecen en el presente pliego de condiciones, y serán suministrados por el Contratista. Estos, procederán de lugares previamente aprobados por el Director de Obra. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de licitación.

El Contratista notificara a la Dirección, la procedencia y características de los materiales, para que se determine su idoneidad.

Todos los materiales habrán de ser del tipo considerado en la construcción como de primera calidad, y podrán ser examinados antes de su empleo por el Director Técnico de Obra quien dará su aprobación o lo rechazará en el caso de que los considere inadecuados, debiendo en tal caso, ser retirados inmediatamente por el contratista.

En los casos en los que el Pliego no fijara zonas o lugares apropiados para la extracción de materiales naturales, el Contratista los elegirá bajo su responsabilidad.

Será responsabilidad y cuenta del Contratista, la obtención de todos los permisos, autorizaciones, pagos, arrendamientos, indemnizaciones y otros que deba efectuar por el uso de las zonas destinadas para acopios.

3.5. Trabajos nocturnos

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Ingeniero Director y realizados solamente en las unidades de obra que el indique. El contratista deberá instalar los equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Ingeniero Director ordene y mantenerlos en perfecto estado.

3.6. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

Los trabajos efectuados por el contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales sin la debida autorización, en ningún caso serán abonables. Por ello está obligado a restablecer a su costa las condiciones originales.

El Contratista será responsable además de aquellos otros daños que puedan derivarse para la Administración, igual responsabilidad acarreará la ejecución de los trabajos que el Director de Obra apunte como defectuosos.

3.7. Construcción y conservación de desvíos

Si por necesidades surgidas posteriormente, fuera necesaria la construcción de rampas de acceso, se construirán siguiendo las características que ordene el Ingeniero Director.

3.8. Señalización de las obras

El contratista queda obligado a señalar a su costa las obras objeto del contrato, siguiendo las instrucciones y modelos que reciba del Ingeniero Director.

3.9. Precauciones especiales durante la ejecución de las obras

3.4.3. Lluvias

Durante la época de lluvias, los trabajos podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando la pesadez del terreno lo justifique por las dificultades surgidas.

3.4.4. Sequía

Los trabajos de preparación del terreno y de plantación, podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director, cuando la falta de tempero pueda deducirse un fracaso en la repoblación.

3.4.5. Heladas

Tanto en trabajos de preparación de terreno como de plantación en época de heladas, la hora de los comienzos de trabajo será marcada por el Ingeniero Director.

3.4.6. Incendios

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las instrucciones complementarias que figuren en este Pliego, o que se dicten por el Ingeniero Director.

3.4.7. Granizo y nieve

El granizo y la nieve harán retrasar los trabajos durante el periodo de tiempo en el que se den. El Ingeniero Director es el responsable de ordenar la paralización de las obras.

3.4.8. Niebla

La falta de visibilidad debido a la presencia de niebla, puede provocar la suspensión de actividades y operaciones ya que se dificulta la localización de los puntos de replanteo.

En este caso, el Ingeniero Director ordenará lo que se estime oportuno.

3.4.9. Plagas

Si durante la ejecución de los trabajos se observase la propagación de cualquier plaga o enfermedad, el Ingeniero Director podrá suspender la ejecución parcial o total de los mismos, temporal o definitivamente, según el estado y evolución de dicha plaga o enfermedad.

3.10. Modificaciones de la obra

En el caso de que como consecuencia de razones técnicas imprevistas, entre las que se pueden encontrar: falta de disponibilidad de planta, aparición de roca o falta de suelo en lugares no previstos, etc.; no pueda realizarse las actuaciones proyectadas, el Ingeniero Director podrá ordenar la variación técnica que considere conveniente, siempre y cuando se respete la legislación vigente, y no se introduzcan modificaciones en los precios unitarios proyectados ni en el presupuesto aprobado.

Si el contratista no se encuentra conforme con las indicaciones del Ingeniero Director, tendrá la posibilidad de apelar al Órgano de Contratación de la Administración que tomará la decisión de aceptar o no la variación técnica introducida.

En ningún otro caso el Ingeniero Director o el adjudicatario podrán introducir o ejecutar modificaciones en las obras comprendidas en el contrato sin la aprobación y/o autorización para ejecutarla.

CAPITULO 4. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

4.1. Daños y perjuicios

El contratista será responsable, durante la ejecución de las obras, de todos los daños y perjuicios directos o indirectos ocasionados a cualquier persona, propiedad, servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiencia en la organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, con arreglo a la legislación vigente sobre el particular.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo las condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños y perjuicios causados.

4.2. Objetivos encontrados

El contratista será el responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediatamente cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de las Obras, y colocarlos bajo su custodia.

4.3. Evitación de contaminaciones

El contratista deberá adoptar las medidas necesarias para evitar la contaminación del monte, ríos y depósitos de agua, por efecto de los combustibles, aceites, residuos o desperdicios, o cualquier otro material que pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno.

Se tendrá especial cuidado en la recogida de basuras y restos de comidas y otros que deberán ser enterrados o retirados para su vertido en lugar conveniente.

4.4. Permisos y licencias

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarias para la ejecución de obras, con excepción de los correspondientes a las expropiaciones, servidumbres y servicios definidos en el contrato.

4.5. Personal del contratista

El contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación.

El Ingeniero Director tendrá la posibilidad de prohibir la permanencia en la obra del personal del contratista, por motivos de falta de: falta de obediencia y falta de respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben la marcha de los trabajos. El contratista podrá recurrir, si entendiéndose que no hay motivos fundados para dicha prohibición.

El contratista está obligado al cumplimiento de lo establecido en el Estatuto de los Trabajadores y demás normativa legal vigente en materia laboral.

4.6. Edificios o material que la administración forestal entregue al contratista para su utilización

En el caso de que el contratista haga uso de material o útiles propiedad de la Administración, tendrá la obligación de su conservación y hacer entrega de ellos, en perfecto estado a la terminación de la contrata, respondiendo de los que hubiera inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en el material que haya usado. En el caso de que al terminar la contrata y hacer entrega del material no hubiera cumplido el contratista lo prescrito en el párrafo anterior, la Administración lo hará a costa de aquél.

4.7. Envases recuperables

El contratista está obligado a devolver el vivero forestal de procedencia la totalidad de los envases utilizados en la repoblación. En caso contrario éstos se deducirán de la certificación a razón del valor unitario que fije para cada envase no devuelto la Sección de Coordinación del Medio Natural.

CAPITULO 5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. Periodos de ejecución

Los periodos de ejecución de las obras se distribuyen según las distintas operaciones, de la forma siguiente:

5.1.1. Diques

Estos trabajos se realizarán en julio y agosto.

5.1.2. Repoblación

- **Ahoyado mecánico con ripper**

El ahoyado con ripper se efectuará en el periodo comprendido entre el 1 de julio y el 16 de julio, para que la labor esté finalizada al menos 2 meses antes del comienzo de la plantación.

- **Plantación manual**

Esta operación se efectuará en el periodo que discurre desde el 1 de octubre hasta el 1 de noviembre.

- **Colocación de protectores**

Esta operación se efectuará simultánea a la plantación manual.

5.2. Conservación durante la ejecución y plazo de garantía

El adjudicatario queda comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto.

Asimismo queda obligado a la conservación de las obras de infraestructura vial, de prevención de incendios, cerramientos y de cualquier otra obra auxiliar o instalación incluidas en el proyecto, durante el plazo de garantía a partir de la fecha de recepción provisional. Durante este plazo deberá realizar cuantos trabajos sean necesarios para mantener dichas obras en perfecto estado, de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

CAPITULO 6. DISPOSICIONES VARIAS

6.1. Cuestiones no previstas en este pliego

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el adjudicatario y la Administración cuya relación no esté prevista en las prescripciones de este Pliego se resolverán de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y demás disposiciones vigentes en la materia.

TÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE "LA JARILLA".

CAPITULO 1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

1.1. Medición de las obras

Todas las mediciones se referirán a proyecciones en el plano horizontal.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el Título I del presente Pliego para cada unidad de obra. Solamente podrá utilizarse la conversión de longitudes a superficies o viceversa, cuando expresamente lo autorice el Título I de este Pliego de Condiciones. En este caso, los factores de conversión serán definidos en el mismo; o, en su defecto por el Ingeniero Director, quien por escrito justificará al contratista los valores adoptados, previamente a la ejecución de la unidad correspondiente.

Para la medición, serán validados los levantamientos topográficos, utilización del GPS (error admisible 0,05 m) y los datos que hayan sido conformados por el Ingeniero Director.

Todas las mediciones básicas necesarias para el abono al contratista, deberán ser conformadas por el Jefe de la Unidad Administrativa a pie de obra, y el representante del contratista, debiendo ser aprobadas por el Ingeniero Director.

1.2. Abono de las obras

1.2.1. Obras que se abonarán al adjudicatario

Al adjudicatario se le abonará la obra que sea realmente ejecutada con sujeción al proyecto o a sus modificaciones autorizadas. Por tanto, el número de unidades de cada clase que se consignen en el presupuesto no será fundamento para establecer reclamaciones de ninguna clase.

1.2.2. Precio de las obras certificadas

A las distintas obras realmente ejecutadas se les aplicarán los precios unitarios de ejecución material por contrata que figuran en el presupuesto (cuadro de precios unitarios de ejecución material por contrata) aumentados en los porcentajes que para gastos generales de la empresa, beneficio industrial, IVA, etc. estén vigentes de acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y de la cifra que se obtenga se deducirá lo que proporcionalmente corresponda a la baja a las obras ejecutadas realmente.

Los precios unitarios fijados por el presupuesto de ejecución material para cada unidad de obra cubrirán siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, incluidos los trabajos auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada don arreglo a lo especificado en el Pliego y en los planos, sea aprobado por la Administración.

Cuando el contratista, con la autorización del Ingeniero Director, emplease voluntariamente material de más esmerada calidad, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra o, en general, introdujera en ella cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Administración, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

1.2.3. Partidas alzadas

Se abonarán integras al contratista las partidas alzadas que se consignen el Título I del Pliego, bajo esta forma de pago.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades que de obra comprenden a los precios del contrato; o a los precios aprobados, si se tratara de nuevas unidades.

1.2.4. Instalaciones y equipos de maquinaria

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se consideran incluidos en los precios de las unidades correspondientes y en consecuencia, no serán abonados separadamente, a no ser que expresamente se indique lo contrario en el contrato.

1.2.5. Certificaciones

Según las indicaciones del artículo 232 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la Administración, a través del Director de Obra, expedirá mensualmente, en los primeros diez días siguientes al mes al que correspondan, certificaciones que comprendan la obra ejecutada durante dicho período de tiempo, salvo prevención en contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.

El contratista tendrá también derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general se determinen reglamentariamente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

Cuando las obras no se hayan realizado de acuerdo con las normas previstas o no se encuentren en buen estado, o no cumplan el programa de pruebas previsto en el Pliego, el Ingeniero Director no podrá certificarlos y dará por escrito al adjudicatario las normas y directrices necesarias para que subsane los defectos señalados.

Dentro del plazo de ejecución de las obras deberán estar totalmente terminadas de acuerdo con las normas y condiciones técnicas que fijan para la adjudicación.

1.2.6. Recepción de la obra

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 222 y 235 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la recepción de la obra se efectúa a través de un acto formal y positivo de recepción o conformidad dentro del mes siguiente a la entrega o realización del objeto del contrato, o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares por razón de sus características.

A la recepción concurre un facultativo designado por la Administración representante de ésta, un facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista asistido, si lo considera oportuno, de su facultativo.

Si las obras se encuentran en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de ésta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el Director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos.

Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

Dentro del plazo de tres meses contados a partir de la recepción, el órgano de contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato en el plazo previsto en esta Ley.

1.2.7. Plazo de garantía

En consecuencia y sobre la base de lo establecido en el artículo 235 el plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior a un año salvo casos especiales.

1.2.8. Liquidación

De acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público la Administración tendrá la obligación de abonar el precio dentro de los treinta días siguientes a la presentación de las certificaciones de obra y si se demora deberá abonar al contratista, a partir del cumplimiento de dicho plazo los intereses de demora y la indemnización por los costes de cobro en los términos previstos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales.

1.3. Otros gastos por cuenta del contratista

Será de cuenta del contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente lo contrario los siguientes gastos:

- Los gastos de construcción, demolición y retirada de construcciones auxiliares e instalaciones provisionales.
- Los gastos de protección de materiales contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Los gastos de conservación previstos en el apartado específico del presente Pliego de condiciones, durante el plazo de garantía.
- Los gastos de herramientas y materiales.

- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua necesaria para las obras.
- Los gastos de reparación de la red viaria existente antes de la ejecución de las obras, cuyo deterioro haya sido motivado por la realización de dichas obras.
- Los gastos que origine la copia de documentos, planos, etc.
- Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por las correspondientes pruebas y ensayos.
- Los gastos de replanteo de la obra.
- Los gastos de protección y seguros de la obra ejecutada.
- Los gastos de liquidación y retirada, en caso de rescisión del contrato por cualquier causa y en cualquier momento.

TÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”.

CAPITULO 1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN

1.1. Descripción

La descripción de las obras está contenida en el Título I: Pliego de Condiciones Técnicas del presente documento, en la Memoria del Proyecto y en los Planos.

Dichos capítulos contienen la descripción general y localización de la obra, las condiciones que han de cumplir los materiales y las instrucciones para la ejecución.

El título III: Pliego de Condiciones de índole económica, constituye la norma guía que ha de seguir el contratista en cuanto a la medición y abono de las unidades de obra a que se refiere.

1.2. Planos

Constituyen el conjunto de documentos que definen geométricamente las obras y las ubican geográficamente. Contienen la localización del monte y las actuaciones necesarias para ejecutar la obra.

1.3. Contradicciones, omisiones o errores

El contratista está obligado a señalar la Dirección Facultativa, con antelación al inicio de las obras, todas las contradicciones y omisiones que haya advertido entre los documentos del Proyecto, para proceder a su oportuna aclaración. De no hacerse así, las descripciones que figuren en un documento de Proyecto y hayan sido omitidas en los demás, habrán de considerarse expuestos en todos ellos.

En caso de contradicción entre planos y el pliego, prevalece lo escrito en éste último.

Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o, viceversa habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Ingeniero Director quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el contrato. En el caso de aparecer alguna contradicción entre la Memoria y dicho Pliego prevalece lo expuesto en la Memoria.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Ingeniero Director, o por el contratista deberán reflejarse perceptivamente en el acta de comprobación del replanteo.

1.4. Planos de detalle

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar suscritos por el Ingeniero Director, sin cuyo requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

1.5. Documentos que se entregan al contratista

Los documentos, tanto del proyecto como otros complementarios, que se entreguen al contratista pueden tener un valor contractual o meramente informativo.

1.3.1. Documentos contractuales

Los documentos que quedan incorporados al contrato como documentos contractuales, salvo en el caso de que queden expresamente excluidos en el mismo, son los siguientes:

- Pliego de condiciones.
- Planos.
- Cuadro de precios unitarios.
- Presupuesto total.
- Estudio de seguridad y salud.

La inclusión en el contrato de las mediciones no implica su exactitud respecto a la realidad.

1.3.2. Documentos informativos

Los datos sobre suelo y vegetación, características de materiales, ensayos, condiciones locales, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son documentos informativos.

Dichos documentos representan una opinión fundada del proyectista. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran; y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complemento de la información que el contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, el planeamiento y la ejecución de las obras.

Palencia, octubre de 2017

Fdo.: Iván de Propios Herrero



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila), paraje “La
Jarilla”.**

Documento N°5: Mediciones

Alumno: Iván de Propios Herrero
Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Director: Jorge Mongil Manso

Octubre de 2017

ÍNDICE DOCUMENTO Nº5. CUADRO DE MEDICIONES

Capítulo I: Excavación	1
Capítulo II: Gaviones	3
Capítulo III: Preparación del terreno	4
Capítulo IV: Plantación	4

DOCUMENTO Nº5: CUADRO DE MEDICIONES

CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN

Tabla 1. Cuadro de mediciones del Capítulo I: Excavación.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº Ud.	Superficie	Profundidad	Subtotal	Medición		
1.1.	m ³	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.							
		Dique Nº 1							
		Hilada vertedero	1	13	1,5	2,0			
		Hilada 1	1	3,3	1,5	5,0			
		Hilada 2	1	2,9	2,0	5,9			
		Hilada 3	1	5,8	2,5	14,5			
		Zapata	1	11,6	3,0	34,8			
		Total Dique Nº 1						62,1	
		Dique Nº 2 A							
		Hilada vertedero	1	0,6	1,5	0,9			
		Hilada 1	1	2,0	1,5	3,0			
		Hilada 2	1	1,9	2,0	3,8			
		Hilada 3	1	3,0	2,5	7,5			
		Zapata	1	5,9	3,0	17,7			
		Total Dique Nº 2 A						32,9	
		Dique Nº 2 B							
		Hilada vertedero	1	1,5	1,5	2,3			
		Hilada 1	1	3,3	1,5	5,0			
		Hilada 2	1	2,6	2,0	5,2			
		Hilada 3	1	2,6	2,5	6,5			
		Zapata	1	5,2	3,0	15,6			
		Total Dique Nº 2 B						34,5	
		Dique Nº 3							
		Hilada vertedero	1	1,1	1,5	1,7			
		Hilada 1	1	3,9	1,5	5,9			
		Hilada 2	1	2,8	2,0	5,6			
		Hilada 3	1	4,2	2,5	10,5			
Zapata	1	8,4	3,0	25,2					
Total Dique Nº 3						48,8			
Dique Nº 4									
Hilada vertedero	1	2,4	1,5	3,6					
Hilada 1	1	2,9	1,5	4,4					
Hilada 2	1	2,9	2,0	5,8					
Hilada 3	1	4,8	2,5	12,0					
Zapata	1	9,5	3,0	28,5					
Total Dique Nº 4						54,3			
Dique Nº 5									
Hilada vertedero	1	1,1	1,5	1,7					
Hilada 1	1	2,2	1,5	3,3					
Hilada 2	1	2,1	2,0	4,2					
Hilada 3	1	3,3	2,5	8,3					
Zapata	1	6,6	3,0	19,8					
Total Dique Nº 5						37,2			

Tabla 2. (Cont.) Cuadro de mediciones del Capítulo I: Excavación.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº Ud.	Superficie	Profundidad	Subtotal	Medición	
		Dique Nº 6						
		Hilada vertedero	1	1,4	1,5	2,1		
		Hilada 1	1	3,3	1,5	5,0		
		Hilada 2	1	5,2	2,0	10,4		
		Zapata	1	10,3	2,5	25,8		
		Total Dique Nº 6					43,2	
		Dique Nº 7						
		Hilada 1	1	4,8	1,0	4,8		
		Zapata	1	9,5	1,0	9,5		
		Total Dique Nº 7					14,3	
		Dique Nº 8						
		Hilada vertedero	1	0,5	2,0	1,0		
		Hilada 1	1	1,6	2,0	3,2		
		Hilada 2	1	1,8	2,5	4,5		
		Hilada 3	1	2,1	3,0	6,3		
		Hilada 4	1	4,3	3,5	15,1		
		Zapata	1	8,5	4,0	34,0		
		Total Dique Nº 8					64,1	
		Total partida 1.1.					356,8	

CAPÍTULO II: GAVIONES

Tabla 3. Cuadro de mediciones del Capítulo II: Gaviones.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº Ud.	X	Y	Z	Subtotal	Medición		
2.1.	m ³	Gavión con malla metálica 8x10, nº15 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.								
		Dique Nº 1								
		Hilada vertedero	1	30,0	0,5	1,5	22,50			
		Hilada 1	1	21,0	1,0	1,5	31,47			
		Hilada 2	1	18,7	1,0	2,0	37,40			
		Hilada 3	1	11,6	1,0	2,5	29,00			
		Zapata	1	11,6	1,0	3,0	34,80			
		Total Dique Nº 1							155,2	
		Dique Nº 2 A								
		Hilada vertedero	1	16,1	0,5	1,5	24,15			
		Hilada 1	1	13,8	1,0	1,5	20,70			
		Hilada 2	1	9,7	1,0	2,0	19,40			
		Hilada 3	1	5,9	1,0	2,5	14,75			
		Zapata	1	5,9	1,0	3,0	17,70			
		Total Dique Nº 2 A							96,7	
		Dique Nº 2 B								
		Hilada vertedero	1	22,6	0,5	1,5	33,90			
		Hilada 1	1	16,7	1,0	1,5	25,05			
		Hilada 2	1	10,4	1,0	2,0	20,80			
		Hilada 3	1	5,2	1,0	2,5	13,00			
		Zapata	1	5,2	1,0	3,0	15,60			
		Total Dique Nº 2 B							108,4	
		Dique Nº 3								
		Hilada vertedero	1	25,6	0,5	1,5	38,40			
		Hilada 1	1	21,6	1,0	1,5	32,40			
		Hilada 2	1	13,8	1,0	2,0	27,60			
		Hilada 3	1	8,4	1,0	2,5	21,00			
Zapata	1	8,4	1,0	3,0	25,20					
Total Dique Nº 3							144,6			
Dique Nº 4										
Hilada vertedero	1	25,7	0,5	1,5	38,55					
Hilada 1	1	20,9	1,0	1,5	31,35					
Hilada 2	1	15,2	1,0	2,0	30,40					
Hilada 3	1	9,5	1,0	2,5	23,75					
Zapata	1	9,5	1,0	3,0	28,50					
Total Dique Nº 4							152,6			
Dique Nº 5										
Hilada vertedero	1	19,0	0,5	1,5	28,44					
Hilada 1	1	14,9	1,0	1,5	22,35					
Hilada 2	1	10,7	1,0	2,0	21,40					
Hilada 3	1	6,6	1,0	2,5	16,43					
Zapata	1	6,6	1,0	3,0	19,71					
Total Dique Nº 5							108,3			

Tabla 4. (Cont.) Cuadro de mediciones del Capítulo II: Gaviones.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº Ud.	X	Y	Z	Subtotal	Medición		
2.1.	m³	Dique Nº 6								
		Hilada vertedero	1	22,3	0,5	1,5	33,45			
		Hilada 1	1	16,8	1,0	1,5	25,20			
		Hilada 2	1	10,3	1,0	2,0	20,60			
		Zapata	1	10,3	1,0	2,5	25,75			
		Total Dique Nº 6							105,0	
		Dique Nº 7								
		Hilada 1	1	9,5	1,0	1,0	9,50			
		Zapata	1	9,5	1,0	1,0	9,50			
		Total Dique Nº 7							19,0	
	Dique Nº 8									
	Hilada vertedero	1	21,3	0,5	2,0	42,60				
	Hilada 1	1	19,4	1,0	2,0	38,70				
	Hilada 2	1	16,2	1,0	2,5	40,50				
	Hilada 3	1	12,7	1,0	3,0	38,07				
	Hilada 4	1	8,5	1,0	3,5	29,75				
	Zapata	1	8,5	1,0	4,0	34,00				
	Total Dique Nº 8							223,6		
	Total partida 2.1.							968,7		

CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 5. Cuadro de mediciones del Capítulo III: Preparación del terreno.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº Ud.	Medición
3.1.	Ud.	Apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejonos con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.		
			10659	10659,0
Total partida 3.1.				10659,0

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 6. Cuadro de mediciones del Capítulo IV: Plantación.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Nº Ud.	Medición
4.1.	mil	Distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 60%.		
			10,66	10,7
Total partida 4.1.				10,7
4.2.	ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50%. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Quercus ilex</i> subsp <i>ballota</i> (20%) y <i>Pinus halepensis</i> (80%). No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Incluye colocación de tubo protector tipo V8, realización de alcorque y riego de establecimiento.		
			9,69	9,7
Total partida 4.2.				9,7
4.3.	Ud.	Retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.		
			10659	10659
Total partida 4.3.				10659,0



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico-forestal
de cárcavas del Río Corneja a su paso por el
municipio de Tórtoles (Ávila), paraje “La
Jarilla”.

Documento N°6: Presupuesto

Alumno: Iván de Propios Herrero
Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Director: Jorge Mongil Manso

Octubre de 2017

INDICE DOCUMENTO Nº 6. PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS Nº1:	1
CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN	1
CAPÍTULO II: GAVIONES	1
CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	1
CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN	2
CUADRO DE PRECIOS Nº 2:	3
CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN	3
CAPÍTULO II: GAVIONES	3
CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	4
CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN	5
PRESUPUESTOS PARCIALES:	6
CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN	6
CAPÍTULO II: GAVIONES	6
CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	6
CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN	7
PRESUPUESTOS GENERALES:	8
Grupo de inversión 1: Diques	8
Grupo de inversión 2: Repoblación	8
Grupo de inversión 3: Seguridad y salud	8
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN:	9

CUADRO DE PRECIOS Nº1:

CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN

Tabla 1. Cuadro de precios nº1. Capítulo I: Excavación.

Nº orden	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
			Letra	Cifra
1.1.	m ³	Excavación: excavación a cielo abierto, en terrenos compactados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	DOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	2,97

CAPÍTULO II: GAVIONES

Tabla 2. Cuadro de precios nº1. Capítulo II: Gaviones.

Nº orden	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
			Letra	Cifra
2.1	m ³	Elaboración y colocación de los gaviones: Gavión con malla metálica 8x10 cm, nº15 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.	CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	137,73

CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 3. Cuadro de precios nº1. Capítulo III: Preparación del terreno.

Nº orden	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
			Letra	Cifra
3.1.	Ud.	Apertura o remoción mecanizada: apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejonos con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.	CERO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	0,56

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 4. Cuadro de precios nº1. Capítulo IV: Plantación.

Nº orden	Unidad	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
			Letra	Cifra
4.1	mil	Distribución de la planta: distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	VENTICUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	24,77
4.2	ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50%. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Quercus ilex</i> subsp <i>ballota</i> (20%) y <i>Pinus halepensis</i> (80%). No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Incluye colocación de tubo protector tipo V8, realización de alcorque y riego de establecimiento.	TRES MIL CUATROCIENTOS VEINTISIETE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	3427,18
4.3	mil	Retirada de protectores: retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.	CERO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	0,63

CUADRO DE PRECIOS Nº 2:

CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN

Tabla 5. Cuadro de precios nº2. Capítulo II: Excavación.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1		m ³	Excavación: excavación a cielo abierto, en terrenos compactados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.			
	0.050	H	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	2,822	
	2.000	%	Medios auxiliares	2,82	0,06	
	3.000	%	Costes indirectos	2,82	0,08	
Total partida						2,97

CAPÍTULO II: GAVIONES

Tabla 6. Cuadro de precios nº2. Capítulo II: Gaviones.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1		m ³	Elaboración y colocación de los gaviones: Gavión con malla metálica 8x10 cm, nº15 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.			
	0.800	h	Jefe cuadrilla R. G.	22,00	17,60	
	1.200	h	Peón construcción	19,00	22,80	
	2.200	t	Piedra granítica de granulometría comprendida entre 10 y 20 cm.	20,69	45,52	
	2.750	m	Cable de acero de 2 mm de diámetro, para sujeción de enrejado metálico.	1,12	3,08	
	1.000	m ³	Malla-gavión galvanizada 8x10 nº15	17,90	17,90	
	0.300	h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39,00	11,70	
	1.100	m ³	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,47	0,52	
	25.000	km	Transporte de materiales sueltos en buenas condiciones	0,25	6,25	
	10.000	km	Transporte de materiales sueltos en malas condiciones	0,58	5,80	
	2.000	%	Medios auxiliares	131,17	2,62	
	3.000	%	Costes indirectos	131,17	3,93	
	Total partida					

CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 7. Cuadro de precios nº2. Capítulo III: Preparación del terreno.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1.		m ³	Apertura o remoción mecanizada: apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejones con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.			
	0.005	H	Tractor orugas 191/240 CV	105,33	0,53	
	2.0	%	Medios auxiliares	0,53	0,01	
	3.0	%	Costes indirectos	0,53	0,02	
Total partida						0,56

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 8. Cuadro de precios nº2. Capítulo IV: Plantación.

Nº orden	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)	
4.1.		mil	Distribución de la planta: distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.				
	0.220	h	Capataz forestal	22,00	4,84		
	1.000	h	Peón forestal	15,00	15,00		
	0.300	h	Vehículo todoterreno con remolque	12,50	3,75		
	2.000	%	Medios auxiliares	23,59	0,47		
	3.000	%	Costes indirectos	23,59	0,71		
				Total partida		24,77	
		ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50%. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Quercus ilex</i> subsp <i>ballota</i> (20%) y <i>Pinus halepensis</i> (80%). No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Incluye colocación de tubo protector tipo V8, realización de alcorque y riego de establecimiento.				
	13.640	h	Capataz forestal	22,00	300,08		
	86.130	h	Peón forestal	15,00	1291,95		
	880.000	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus halepensis</i> de edad 2+0 en alveolo de 400cc	0,60	528,00		
	220.000	Ud.	Ud de planta de <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> de edad 1+0 en alveolo de 400cc	0,60	132,00		
	1100.000	Ud.	Malla tipo v8 de 0,60 m	0,42	462,00		
	12.100		Camión cisterna agua 131/160 cv	43,95	531,80		
	33.000	m²	Agua (p.o.)	0,55	18,15		
	2.000	%	Medios auxiliares	3263,98	65,28		
	3.000	%	Costes indirectos	3263,98	97,92		
				Total partida		3427,18	
		mil	Retirada de protectores: retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.				
	0.003	h	Capataz forestal	22,00	0,07		
0.030	h	Peón forestal	15,00	0,45			
0.006	h	Vehículo todoterreno con remolque	12,50	0,08			
2.000	%	Medios auxiliares	0,59	0,01			
3.000	%	Costes indirectos	0,59	0,02			
			Total partida		0,63		

PRESUPUESTOS PARCIALES:

CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN

Tabla 9. Presupuesto parcial. Capítulo I: Excavación.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	m ³	Excavación: excavación a cielo abierto, en terrenos compactados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	356,80	2,97	
Total Capítulo I					1059,70

CAPÍTULO II: GAVIONES

Tabla 10. Presupuesto parcial. Capítulo II: Gaviones.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	m ³	Elaboración y colocación de los gaviones: Gavión con malla metálica 8x10 cm, nº15 y 1 m de altura, colocado en obra, incluso cosido y atirantado con alambre galvanizado. Con piedra procedente de cantera.	968,70	137,73	
Total Capítulo II					133419,05

CAPÍTULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tabla 11. Presupuesto parcial. Capítulo III: Preparación del terreno.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.	Ud.	Apertura o remoción mecanizada: apertura o remoción mecanizada mediante ahoyado con subsolador o ripper provisto de dos rejonos con distancia máxima entre ellos de 2 m, desplazándose en líneas de máxima pendiente.	10659,00	0,56	
Total Capítulo III					5969,04

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

Tabla 12. Presupuesto parcial. Capítulo IV: Plantación.

Nº orden	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1	m ³	Distribución de la planta: distribución en el tajo de planta en envase, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	10,70	24,77	265.04
4.2	ha	Plantación y tapado en hoyos completamente abiertos de una planta en envase, en suelo compactado, con pendiente igual o inferior al 50%. Con una densidad de 1100 plantas/ha compuesto por <i>Quercus ilex</i> subsp <i>ballota</i> (20%) y <i>Pinus halepensis</i> (80%). No se incluye el precio de la distribución de la misma en el tajo. Incluye colocación de tubo protector tipo V8, realización de alcorque y riego de establecimiento.	9,70	3427,18	33243,65
4.3	Ud.	Retirada de protectores: retirada de tubo protector de 60 cm de altura junto a sus bridas y ataduras, incluyendo transporte a punto de almacenaje para su reutilización.	10659	0,63	6715,17
			Total Capítulo IV		40223,86

PRESUPUESTOS GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL:

Grupo de inversión 1: Diques

Capítulo I: Excavación	1059,70 €
Capítulo II: Gaviones	133419,05 €
Total grupo de inversión 1	134478,75 €

Grupo de inversión 2: Repoblación

Capítulo III: Preparación del terreno	5969,04 €
Capítulo IV: Plantación	40223,86 €
Total grupo de inversión 2	46192,90 €

Grupo de inversión 3: Seguridad y salud

Capítulo V: Seguridad y salud	3613,43 €
Total grupo de inversión 3	3613,43 €

Total ejecución material	184285,08 €
---------------------------------	--------------------

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”, A **CIENTO OCHENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS (184285,08 €)**”.

Palencia, Octubre de 2017

Fdo.: Iván de Propios Herrero.

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:

Presupuesto de ejecución por contrata	184285,08 €
Gastos generales (16 %)	29485,61 €
Beneficio industrial (6 %)	11057,10 €
I.V.A. (21 %)	36699,87 €

Total ejecución por contrata	263527,66 €
-------------------------------------	--------------------

“ASCIENDE EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE CÁRCAVAS DEL RÍO CORNEJA A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE TÓRTOLES (ÁVILA), PARAJE “LA JARILLA”, A DOSCIENTOS SESENTA Y TRES MIL QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (263527,66 €)”.

Palencia, Octubre de 2017

Fdo.: Iván de Propios Herrero.