



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico –
forestal de la cárcava nº1 situada en el
“Alto de los Castaños” en la localidad
de Villantodrigo (Palencia)

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

Alumno: Sergio Galicia López

Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Cotutor: Luis Ortiz Sanz

Septiembre de 2015

Agradecimientos

Me gustaría aprovechar estas líneas para expresar mi agradecimiento a todas las personas que de un modo u otro han participado en este proyecto.

Gracias a Joaquín Navarro Hevia por continua su dedicación, paciencia y atención. Gracias también a los compañeros Iván Ramos y Juanjo Arribas por su ayuda y por amenizar los días más duros de trabajo.

Por ultimo me gustaría dar las gracias a mis padres, mi hermana y mi novia, por el continuo apoyo, tanto en este proyecto como a lo largo de estos años de carrera, a los que este trabajo pretende dar fin.

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	1
1.1	Carácter de transformación	1
1.2	Localización.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	2
2.1	Motivaciones del Proyecto	2
2.2	Estudios previos	3
3.	BASES DEL PROYECTO	4
3.1	Directrices del Proyecto.....	4
3.1.1.	Objetivos del proyecto	4
3.1.2.	Condicionantes impuestos por el promotor.....	5
3.1.3.	Criterios de valor	5
3.2	Condicionantes del proyecto.....	5
3.2.1.	Condicionantes internos	5
3.2.1.1.	Clima	5
3.2.1.2.	Geología y edafología.....	8
3.2.1.3.	Vegetación	12
3.2.1.4.	Fauna	15
3.2.1.5.	Hidrología de la cuenca	16
3.2.2.	Condicionantes externos	26
3.2.2.1.	Condicionantes socioeconómicos.....	26
3.2.2.2.	Condicionantes legales y normativos.....	26
3.3	Situación actual y evolución sin proyecto.....	29
4.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	29
4.6	Control de sedimento y estabilización de la cárcava.....	29
4.6.1.	Elección del tipo de fábrica	29
4.6.1.1.	Identificación de las alternativas	29
4.6.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	29
4.6.1.3.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	30
4.6.1.4.	Elección definitiva de la fábrica.....	30
4.6.2.	Elección del tipo de perfil.....	31
4.6.2.1.	Identificación de alternativas.....	31
4.6.2.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	31
4.6.2.3.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.	31
4.6.2.4.	Elección definitiva del tipo de perfil.....	31
4.7	Repoblación.....	32
4.6.3.	Elección de especies	32

4.6.3.1.	Identificación de alternativas.....	32
4.6.3.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	32
4.6.3.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	32
4.6.3.4.	Elección definitiva de las especies.....	33
4.6.4.	Tratamiento de la vegetación preexistente	33
4.6.5.	Preparación del terreno	33
4.6.5.1.	Identificación de alternativas.....	33
4.6.5.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	34
4.6.5.3.	Efecto de la preparación del terreno sobre los objetivos.....	34
4.6.5.4.	Elección definitiva del metodo de preparación del terreno	34
4.6.6.	Implantación vegetal.....	35
4.6.6.1.	Identificación de alternativas.....	35
4.6.6.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	35
4.6.6.3.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.	36
4.6.6.4.	Elección definitiva del método de implantación.....	36
4.8	Medidas ambientales.....	36
4.9	Riegos de apoyo.....	37
5.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	37
5.1	Ubicación y diseño de los diques.....	37
5.1.1.	Ubicación.....	37
5.1.2.	Datos y diseño de los diques	38
5.1.2.1.	Dique 1A.....	39
5.1.2.2.	Dique 2A.....	39
5.1.2.3.	Dique 3A.....	40
5.1.2.4.	Dique 4A.....	41
5.1.2.5.	Dique 1B.....	41
5.1.2.6.	Dique 2B.....	42
5.1.3.	Construcción.....	42
5.1.4.	Rendimientos.....	42
5.2	Repoblación.....	43
5.2.1.	Apeo de rodales	43
5.2.2.	Preparación del terreno.	43
5.2.3.	Intensidad de la actuación	43
5.2.4.	Ejecución de la estación y rendimientos	44
5.2.5.	Rendimientos.....	45
5.2.6.	Plantación.....	45
5.2.6.1.	Tipo de planta.....	45
5.2.6.2.	Necesidades de planta	46
5.2.7.	Viveros	47

5.2.8.	Transporte	47
5.2.9.	Época de plantación	47
5.2.10.	Herramienta	47
5.2.11.	Distribución de la planta	47
5.2.12.	Plantación	48
5.2.13.	Rendimientos	48
5.3	Medidas ambientales.....	48
5.3.1.	Ejecución.....	48
5.3.2.	Rendimientos.....	48
5.4	Riegos de apoyo.....	49
5.4.1.	Ejecución.....	49
5.4.2.	Rendimientos.....	49
6.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	49
7.	NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.	50
8.	PRESUPUESTO.....	50
8.1	PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	50
8.2	PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	50
9.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	51
9.1	Evaluación económica.....	51
9.2	Evaluación ambiental.....	51

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I: Estudio climático
Anejo II: Edafología
Anejo III: Vegetación
Anejo IV: Fauna
Anejo V: Caracterización hidrológica
Anejo VI: Análisis de aguaceros
Anejo VII: Estudio de alternativas
Anejo VIII: Ingeniería del proyecto
Anejo IX: Justificación de precios
Anejo X: Estudio básico de seguridad y salud
Anejo XI: Bibliografía

DOCUMENTO 2: PLANOS

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4: MEDICIONES

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1 Carácter de transformación

El objeto del proyecto es la restauración de la cárcava número 1 situada en la ladera del alto del Oterón o Alto de los Castañales. En estas laderas existen varias cárcavas siendo la cárcava afectada por este proyecto la más activa. Con este proyecto se pretende terminar con los procesos erosivos en la zona o al menos mitigarlos. Para ello se utilizarán las técnicas más apropiadas, tanto en la concha erosiva como en las laderas, para además de evitar la erosión mejorar los recursos naturales y paisajísticos de la zona.

1.2 Localización

Los terrenos se encuentran situados como se muestra en la figura 1 en la mitad norte de la provincia de Palencia, al sur de la comarca natural Vega – Valdavia. La zona de estudio se encuentra situada en el término municipal de Quintanilla de Onsoña, junto a la localidad de Villantodrigo en las laderas que forma el “Alto de los Castañales”.



Figura 1. Localización de la zona del proyecto

La cárcava afectada por el proyecto es la que hemos denominado como nº 1 de todas las que se encuentran en las laderas del “Alto de los Castañales”.

El centro de la zona de estudio se encuentra ubicado en la hoja 197 del Mapa Topográfico Nacional con escala 1:50.000, en las coordenadas geográficas:

42º 29' 18,96" latitud Norte
4º 39' 29,80" longitud Oeste.

Si las expresamos como coordenadas UTM (ETRS89 30N) serían las siguientes

X: 363.719,29 m
Y: 4.705.359,05 m.

2. ANTECEDENTES

2.1 Motivaciones del Proyecto

Las principales motivaciones para la realización de este proyecto se encuentran justificadas por el *Plan nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico – forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación* promovido por el Ministerio de medio ambiente. Según la Figura 2 nuestra zona de estudio se encuentra enmarcada dentro del grupo de prioridad 3.

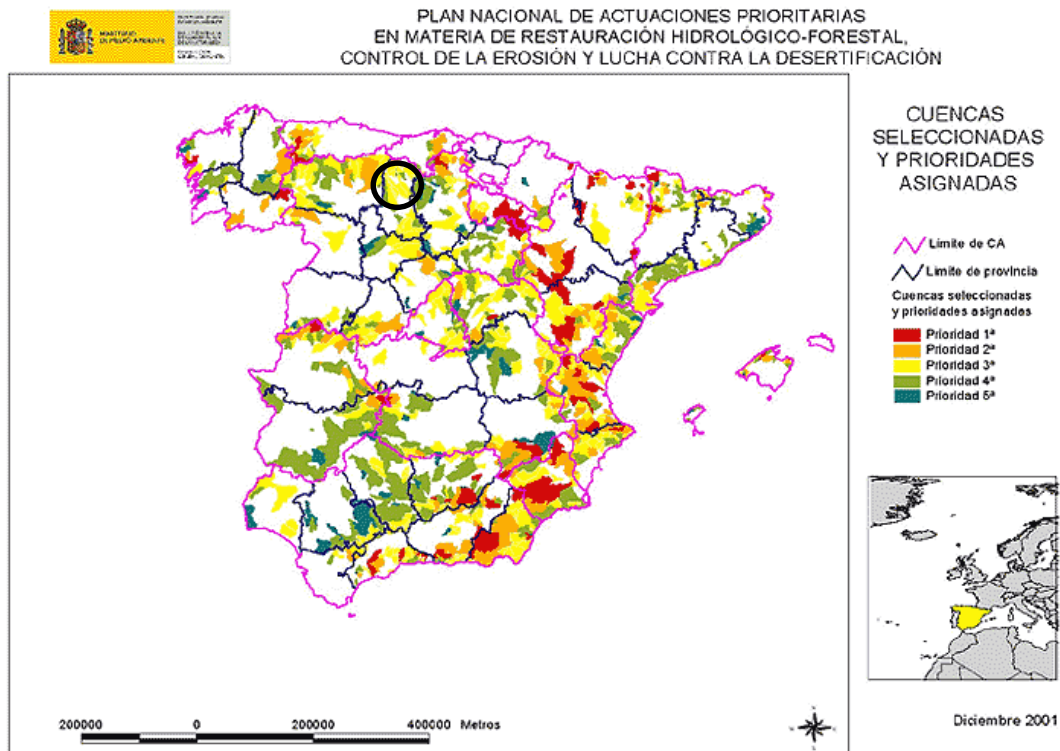


Figura 2 Mapa de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico forestal. Fuente: MAGRAMA (2001)

Además, como podemos ver en la Figura 3, la zona también está catalogada con un riesgo de desertificación medio dentro del *Plan de Acción Nacional Contra la Desertificación*

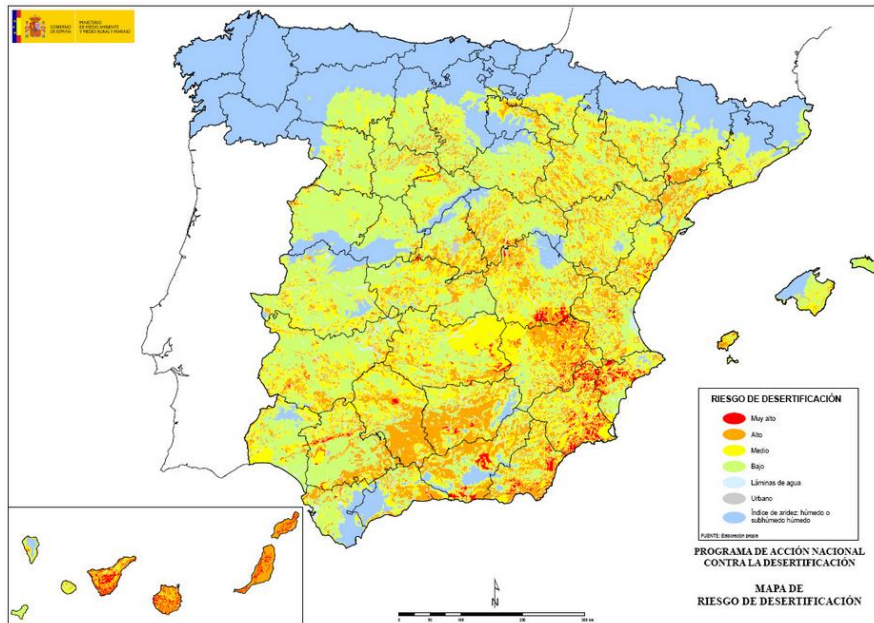


Figura 3. Mapa de riesgo según el Plan Nacional Contra la Desertificación. Fuente: MAGRAMA (2008)

El hecho de que la zona de realización del presente proyecto se encuentre afectada por estos dos planes justifica por sí mismo su realización. Aun así existen otras motivaciones como son:

- Mejorar la calidad de las aguas que vierten al río Valdecuriada.
- Proporcionar un uso a los terrenos de la cárcava.
- Mejorar el paisaje.
- Mejorar el hábitat y la diversidad biológica.
- Aumentar el secuestro de carbono y ayudar a la regulación climática.

2.2 Estudios previos

No se tiene constancia de estudio previos efectuados en la zona objeto del proyecto, aunque si se han encontrado publicaciones referentes a proyectos en zonas próximas.

En el río Valdecuriada se ha llevado a cabo el “Proyecto complementario de reparación de daños por inundaciones en las canalizaciones del río Valdecuriada” siendo publicada su aprobación en el Real Decreto – Ley 9/1998. Este proyecto se llevó a cabo para reparar los daños producidos por las inundaciones de diciembre de 1995 y enero de 1996. Se aportaron 32236 m³ de tierra para reponer taludes, 25789 m³ para reponer banquetes, además se retiraron 12000 m³ de grava y se plantaron 1870 árboles.

En el río Carrión, en zonas cercanas a nuestra a la nuestra también se han llevado a cabo diferentes proyectos como son:

- Proyecto de restauración y repoblación de las laderas de la margen izquierda del río Carrión (1930), llevadas a cabo por el Servicio Forestal de la Confederación Hidrográfica del Duero a través de Ingeniero de Montes José María Ayerbe. En él se proyectaron 256 diques de gaviones, 680 palizadas y la repoblación de las laderas con una densidad de 3333 plantas por hectárea, principalmente *Pinus sylvestris* (Pino silvestre) y *Pinus pinaster* (pino negral) para de esta manera

lograr frenar la erosión y conseguir la estabilización de las laderas del río Carrión próximas a Saldaña.

- Proyecto de repoblación forestal y restauración de las laderas y consolidación de márgenes en el río Carrión, fase 1ª llevado a cabo por el Ingeniero de Montes David Azcarretazábal en 1963 perteneciente al Servicio Forestal de la Confederación Hidrográfica del Duero.

Desde la Unidad de Hidráulica e Hidrología de la Escuela de Ingenierías Agrarias perteneciente a la Universidad de Valladolid también se han efectuado varios estudios en las cárcavas de Saldaña, que por su proximidad pueden aportar datos relevantes en este proyecto. Algunos de los cuales se enumeran a continuación.

- Pallo, I. (2012). Evolución de la erosión hídrica en la parte alta y media de la cuenca de río Carrión en el periodo 1957 – 2010. TFC. ETSIIAA. Universidad de Valladolid.
- Campano, A. (2012). Estudio de infiltración en una cárcava restaurada en Saldaña (Palencia). TFC. ETSIIAA. Universidad de Valladolid.
- Bartolomé, D. (2012). Variación en la producción y emisión de sedimentos en la cárcava nº 11 de Lobera de la Vega (Palencia) tras las restauraciones hidrológicas – forestales del siglo XX. TFC. ETSIIAA. Universidad de Valladolid.
- Ramos, I. (2012). Control de Sedimentos y evaluación morfológica de la cárcava nº 20 de Saldaña (Palencia) como consecuencia de su restauración hidrológico – forestal. TFC. ETSIIAA. Universidad de Valladolid.
- Arribas, J. (2013) Variación en la generación de escorrentía y caudales, en la cárcava nº 11, en Lobera de la Vega (Palencia) tras las restauraciones hidrológico – forestales del siglo XX. TFC. ETSIIAA. Universidad de Valladolid.
- Ramos, I. (2014). Eficacia de los diques forestales en el control erosivo en cárcavas corregidas durante las restauraciones del siglo XX en los términos municipales de Saldaña y Lobera de la Vega (Palencia). TFM. ETSIIAA. Universidad de Valladolid.

3. BASES DEL PROYECTO

3.1 Directrices del Proyecto

3.1.1. Objetivos del proyecto

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con la realización del proyecto son:

- Frenar la erosión.
- Promover la evolución edáfica que posibilite la instalación de especies correspondientes a etapas de madurez ecológicas correspondientes a la zona.

- Mejorar la calidad de las aguas del entorno.
- Poblar de arbolado una zona con graves signos de degradación.
- Mejorar el paisaje.
- Dotar de utilidad a unos terrenos en desuso convirtiéndolos en una superficie forestal.
- Aumentar la capturar de carbono.
- Ayudar a la regulación climática.
- Aumentar el hábitat y la biodiversidad.
- Aumentar de forma temporal el empleo en la zona.

3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor

El principal condicionante por parte del promotor de este proyecto es que se realice con un presupuesto razonable, siempre que se logre parar la erosión y recuperar esta zona que actualmente es improductiva y amenaza con la destrucción de las tierras agrarias anexas y que además afecta a la carretera que une Quintanilla de Onsoña con Villantodrigo.

3.1.3. Criterios de valor

Los principales criterios de valor con los que se va a contar para la elaboración del presente proyecto son los siguientes:

- No se realizará ningún tipo de perjuicio económico a la entidad propietaria del terreno, respetando siempre las costumbres locales, para de esta manera conseguir una mejor aceptación del proyecto, ya que de no ser así, el proyecto no podría llegar a buen fin.
- Se empleará mano de obra de la zona para favorecer así el desarrollo de la comarca y su implicación con el proyecto.
- En la revegetación se favorecerá en la medida de lo posible la pluriespecificidad y el uso de especies autóctonas.
- Se tratar de ejercer la menor influencia posible en el medio circundante, tratando de producir el menor impacto paisajístico posible, respetando el entorno e integrando el proyecto en el entorno.

3.2 Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes internos

3.2.1.1. Clima

Para el estudio climatológico se han tomado los datos de la estación 2370 de Saldaña (Palencia), tanto por cercanía como por situación similar a la nuestras. Sus datos son los que se muestran a continuación.

Indicativo	2370
Municipio	Saldaña
Provincia	Palencia
Hemisferio	Norte
Latitud	42° 31' 25''
Longitud	04° 44' 07''
Altitud (m)	912
Serie de años	1952 - 2014

Para las precipitaciones se han utilizado los datos de 1952 -2014 y los datos han sido corregidos mediante la fórmula propuesta por Bartolomé (2012), debido a la existencia de un error sistemático. Y se han obtenido los siguientes resultados:

Para las precipitaciones se ha elaborado la Tabla 1 donde aparecen las precipitaciones medias de cada mes y la anual.

Tabla 1. Precipitaciones medias.

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES												
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Pmedia (mm)	57,9	46,2	44,2	50,7	55,7	45,9	23,4	22,5	39,2	67,0	61,5	59,5
Precipitación media anual (mm)	573,8											

Como se puede observar la precipitación media anual es de 573,8 mm, siendo la precipitación en otoño de 167,7 mm, la de invierno 163,6 mm, la de primavera de 142,2 mm y la de verano de 84,7 mm.

Los datos de temperaturas mensuales se resumen en la siguiente Tabla 2 mientras que las anuales se hacen en la Tabla 3.

Tabla 2. Resumen de los datos de temperatura para los diferentes meses.

DATOS DE TEMPERATURAS MENSUALES												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
tm (°C)	2,9	4,2	7,4	9,4	13,2	17,3	19,7	19,9	16,5	11,6	6,2	3,2
T (°C)	7	9,7	13,6	15,7	20,1	24,8	27,7	27,6	23,6	17,4	10,7	6,9
t (°C)	-1,2	-1,4	1,1	3,2	6,5	9,9	11,7	12,2	9,4	5,9	1,6	-1
Ta (°C)	19	20	24,5	29	33,5	37	36	37	35	28,5	25	16,5
Año	2013	2000	2002	2011	2001	2012	2011	2012	2006	2011	1997	2008
T'a	13,9	16,3	20,2	24,1	28,9	32,5	34,5	34,6	30,6	24,1	18,1	13,4
ta (°C)	11,5	-11	-10,5	-4,5	-2,5	1	2,5	3	-0,5	-4	-9	-16
Año	2010	2012	2005	2009	2004	1998	2009	2010	2005	2010	2001	2009
t'a	-7,2	-6,1	-5,3	-2,7	-3	4	5,5	5,9	2,8	-5	-4,2	-6,9

Tabla 3. Resumen de temperaturas anuales.

DATOS TEMPERATURAS ANUAL	
tm (°C)	10,9
T (°C)	17,1
t (°C)	4,8
Ta (°C)	37
Año	2012
T'a	35,2
ta (°C)	-16
Año	2009
t'a	-9,1

Se puede ver como la temperatura media es de 10,9 °C, y que el periodo frio, donde la temperatura es inferior de 7 °C se extiende de noviembre a febrero. Además se carece de periodo cálido ya que las temperaturas medias en ningún momento superan los 30 °C.

La ETP potencial por el método de Thornhwaite (1948) es de 665,7 mm.

En la Figura 4 se puede ver el climodiagrama en el que se representan las temperaturas y precipitaciones medias de la zona. Además podemos observar como el periodo libre de heladas transcurre durante los meses de junio a septiembre, correspondiéndose prácticamente con el periodo de sequía.

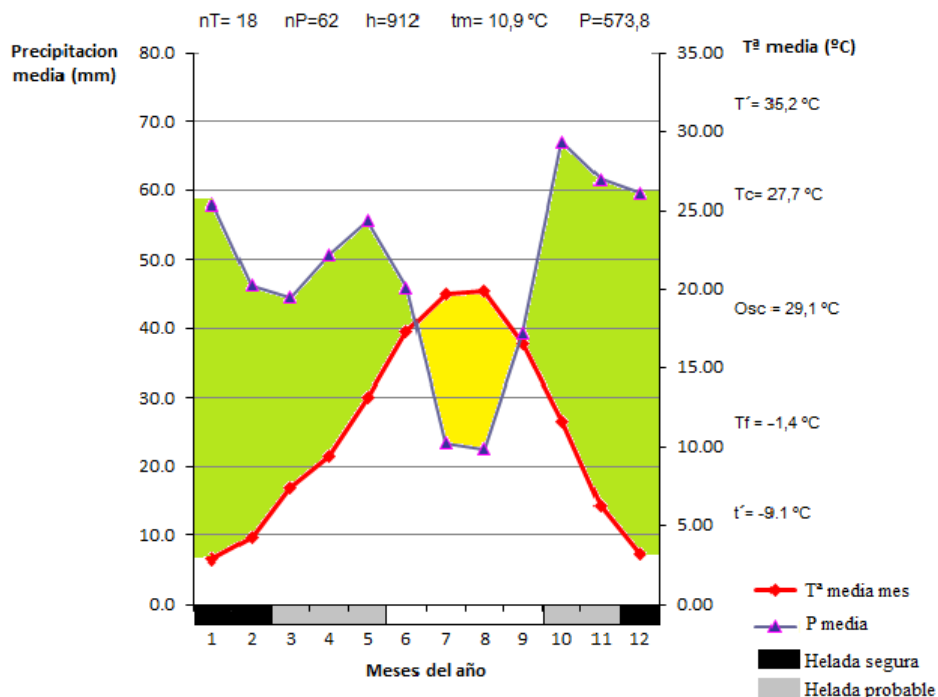


Figura 4. Climodiagrama de Walter-lieth

Para caracterizar el clima de la zona se han calculado diferentes índices climáticos, pluviométricos y bioclimáticos, los cuales se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Índices climáticos.

Parámetro	Valor	Clasificación
Índice de pluviosidad de Lang	52,64	Zona húmeda o de estepa
Índice de aridez de Martonne	27,45	Zona subhúmeda
Índice de Emberger	74,97	Clima mediterráneo húmedo, con inviernos fríos de heladas muy fuertes.
Índice de Dantín y Revenga	1,9	Zona húmeda
Índice de aridez de la UNEP	0,86	Zona húmeda
Índice de Vernet	-3,84	Clima submediterráneo

Como se puede comprobar la zona queda clasificada con los diferentes índices como una zona humedad. Estos índices unidos al índice de productividad forestal el cual nos indica que existen limitaciones débiles para el crecimiento de los bosques con un índice de producción vegetal de 7,12 m³/ ha·año y a la clasificación de Allué la cual no indica que la zona pertenece a la serie a la que pertenece Villantodrigo es la del roble melojo (*Quercus pyrenaica*) llamada *Luzulo forseteri - Querceto pyrenaicae sigmetum* subhúmeda de las alisedas, nos indica que la zona tiene un marcada vocación forestal.

También se han estudiado una serie de índices pluviométricos los cuales se muestran en la Tabla 5.

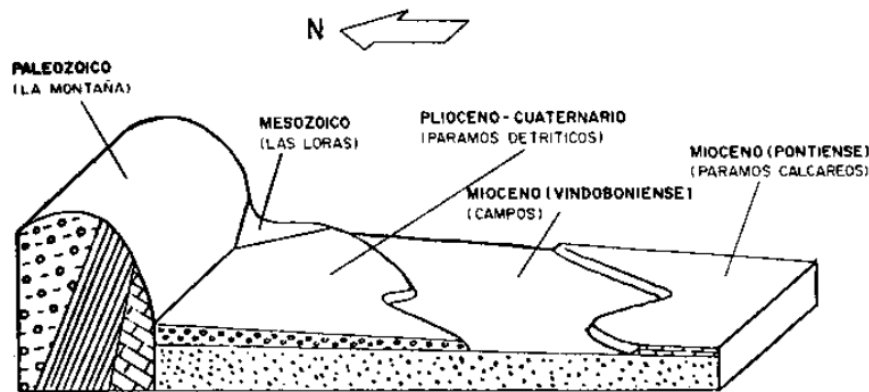
Tabla 5. Índices pluviométricos

Parámetro	Valor	Clasificación
Índice de irregularidad pluviométrica	3,31	Acusada irregularidad pluviométrica
Índice de agresividad climática de Fournier	27,89 mm	Agresividad de la lluvia baja
Índice de erosividad de la lluvia	75,71 hJ·cm·m ⁻² ·h ⁻¹	Bajo a moderado

3.2.1.2. Geología y edafología

En este apartado se trata de explicar la geología y edafología existente en la zona, esta última se encuentra desarrollada en el anejo III de edafología.

En cuanto a la geología la provincia de Palencia está ocupada por dos grandes conjuntos geológicos representados en la Figura 5, los terrenos paleozoicos en el Norte, y los terrenos pertenecientes a la cuenca terciaria en el Centro y Sur. El Mesozoico se encuentra representado en el sector nororiental de la zona montaña Norte, en pequeñas bandas casi anecdóticas, en las líneas de contacto del Cuaternario, que se encuentra en las vegas de los ríos aquella con la Cuenca terciaria (Ceñal, et al., 1988).



ESQUEMA GEOLOGICO

Figura 5. Esquema geológico de la provincia de Palencia. Fuente: (Ceñal et al., 1988)

En el mapa geológico de España, E 1/50000, hoja 197 (Figura 6) se puede observar dos grandes conjuntos geológicos, el Terciario y el Cuaternario

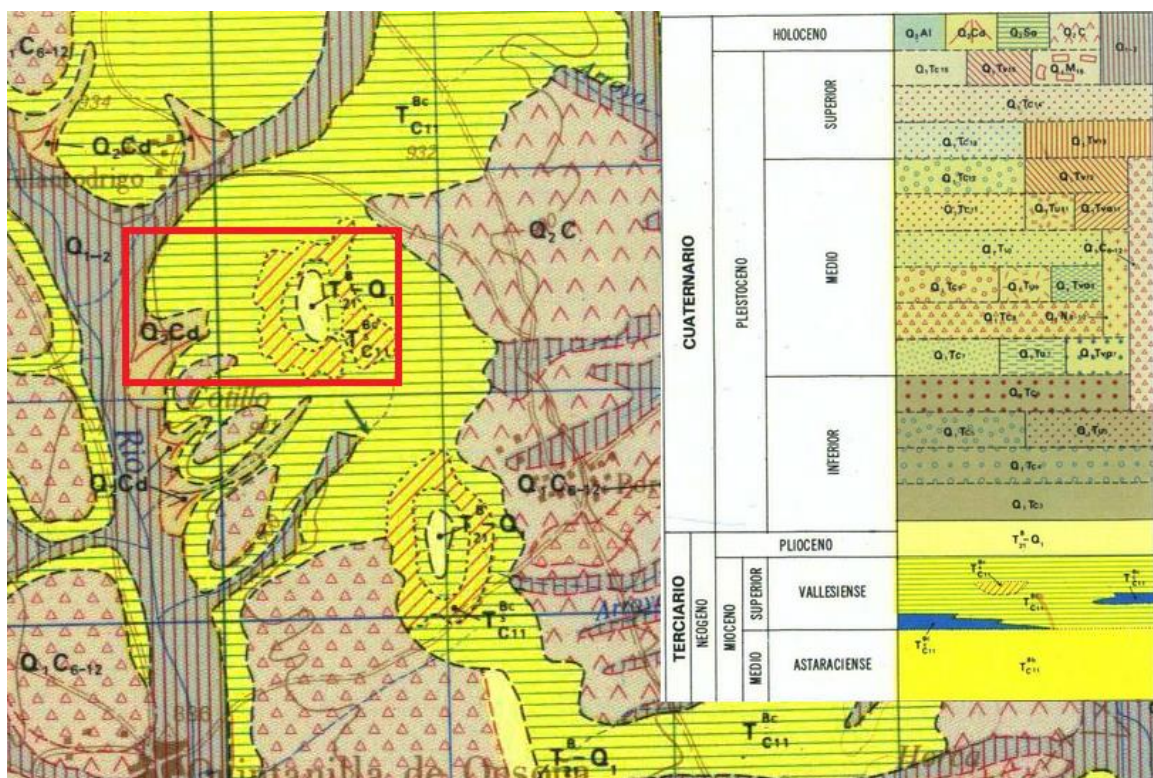


Figura 6. Mapa geológico de España. Hoja 197. (IGME, 1978)

Según el mapa en nuestra zona se presentan las siguientes formaciones geológicas:

- Raña (Ra)

Estos depósitos de componen de gravas cuarcíticas de matriz limosa arenosa. El tamaño de los cantos varía desde las gravas hasta bloques de 20 cm en la zona norte. Se caracteriza por unos primeros horizontes lavados compuestos de arenas y limos debajo de los cuales encontramos un segundo grupo de horizontes de color rojizo formados por cantos, generalmente cuarcíticos y de matriz limo-arcillosa y con frecuente

argilanes rodeando a los cantos. Es frecuente, en la parte superior de los depósitos de raña, la presencia de gravas cuarcíticas de 1 a 3 cm de tamaño, de colores negro o rojo oscuro y que en fractura permiten observar que corresponden a aureolas de concentración de óxidos de hierro.

- Fangos ocres con intercalación de niveles calcimorfos y/o calizas palustres, y niveles arenosos extensos. ($T^{Bc_{c11}}$)($Ts^{Bc_{c11}}$).

En esta unidad encontramos fangos que suele ser ocres, con niveles rojos intercalados, con un tamaño medio comprendido entre 0,02 y 0,002 mm. También existen intercalaciones de paleocanales arenosos poco numerosos. Es frecuente la existencia de arcillas de neoformación como Montmorillonita y Pirofilita en pequeña proporción. El ph varía entre el 7,1 y el 8,6.

- Conos de deyección

Se localizan aisladamente o seriados en la terrazas bajas del Carrión y Ucieza, derivando de ellas o de paleovertientes.

En cuanto a la edafología según el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (Saldaña), E. 1:50.000, (MAPA, 1977) y según la clasificación americana de suelos (Soil taxonomy, 7ª aproximación, 1975) los suelos de la vega del Río Carrión y afluentes, pertenecen al orden de los *entisoles* suborden *orthent*.

- **Suelos de la cuenca**

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.

Sobre la roca madre apenas se diferencia un horizonte superficial, que no es más que la regolita, generada por los ciclos de helada y soleamiento que desaparece con rapidez debido a los fuertes procesos erosivo dejando al descubierto la matriz arcilloarenosa (Navarro *et al.*, 2012)

Para el análisis de los suelos se tomaron dos muestras alteradas y 14 inalteradas del interior de la cárcava. Las muestras alteradas se llevaron al ITAGRA donde nos dieron un análisis de texturas (clasificación USDA), del contenido de nutrientes y una cuantificación de parámetros físico- químicos. Con la muestra inalterada, realizamos los cálculos de densidad aparente. Además, en cada suelo se realizó un test de resistencia a la penetración y de esfuerzo cortante.

Las dos muestras alteradas se tomaron en dos zonas con roca madre diferenciadas la una de la otra. Una en la parte más baja de la cárcava y otra en la parte más alta de esta.

Con estas muestras se obtuvieron los siguientes resultados:

- Textura

La clasificación en función de la textura se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de las muestras conforme a su textura.

Muestra	%arena	% limo	% arcilla	% arena muy fina	Textura
1 (abajo)	26,16	24,28	49,56	14,56	Arcillosa
2 (Arriba)	23,16	30,28	46,56	12,56	Arcillosa

- Estructura

La estructura del suelo está compuesta por una estructura laminar y agrietada en superficie, debajo de esto se encuentra una capa de regolito que da paso a la roca madre de estructura maciza.

- Profundidad

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. En las zonas con vegetación debido a que el suelo se encuentra más protegido esta capa superficial aumenta aunque sigue siendo escasa.

- Permeabilidad

La permeabilidad se ha calculado mediante el método gráfico de Rawls y Brakensiek (1989), que a través de un ábaco y con el porcentaje de arena y arcilla, se obtiene el valor (véase anexo edafológico).

Estos valores según el Soil Survey Manual (2003), varían en nuestra cuenca de lentos a moderadamente lentos.

- Capacidad de retención de agua del suelo

Es la máxima cantidad de agua capilar que puede contener un suelo. Se calcula mediante la ecuación empírica de Gandullo, 1985. El resultado para la muestra 1 es de 28,4 mm/m y para la muestra 2 de 25,91 mm/m.

- ph del suelo

Según el pH obtenido en las muestras analizadas, todos los suelos de la cárcava son fuertemente básicos con pH de 8,25 en la muestra 1 y de 8,6 en la muestra 2.

- Salinidad

Se mide a través de la conductividad eléctrica del suelo, una vez obtenidos los resultados nos indican que los suelos son no salinos.

- Carbonatos

Según los análisis de suelos que tenemos podemos decir que los carbonatos en la muestra 1 son normales y en la muestra 2 no tienen importancia dentro de la muestra.

- Cationes de cambio

Según los datos proporcionados por el ITAGRA el resultado de los análisis para el calcio, magnesio y potasio son los que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Abundancia de los principales cationes de cambio en la muestra 1 y 2

Muestra	Ca ²⁺ (meq/100g)	Mg ²⁺ (meq/100g)	K ⁺ (meq/kg)	Na ⁺ (meq/100g)	P ⁺ (meq/100g)
1	42,9	1,5	0,22	0,07	< 0.01
2	37,6	1,12	0,24	0,03	< 0.01

Si analizamos la tabla podemos ver que el calcio se encuentra en cantidades muy altas, mientras que el resto de cationes se encuentran en cantidades bajas - muy bajas.

- Erosionabilidad del suelo

- Índice de bouyoucos: El valor para el muestra 1 es de 1,02 y para el muestra 2 de 1,15.
- Índice SEI: El valor de este índice para el muestra 1 y 2 es de 6 con lo cual tienen una erosionabilidad media – alta.
- Índice de erosionabilidad de la USLE (K): El valor para la muestra 1 es de 0,36 t·ha⁻¹·año⁻¹·hJ⁻¹·cm⁻¹·m²·h y para la muestra 2 de 0,20 t·ha⁻¹·año⁻¹·hJ⁻¹·cm⁻¹·m²·h.

3.2.1.3. Vegetación

Este apartado se encuentra desarrollado de una forma más amplia en el anejo IV.

• **Vegetación potencial.**

- Ámbito biogeográfico

Esta clasificación se realiza según la propuesta por Rivas Martínez (2007) que para la zona de Villantodrigo (Palencia) se corresponde con la siguiente:

- Reino Holártico
- Región Mediterránea
- Subregión Mediterránea Occidental
- Provincia Mediterránea Ibérica Occidental
- Subprovincia Carpetano Leonesa
- Sector Planileonés
- Distrito Valdaviés

- Piso bioclimático

Según este método desarrollado en el anejo de vegetación, nos encontramos en un piso supramediterráneo inferior.

- Series de vegetación

Según el mapa de las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), Villantodrigo se sitúa en la serie 19b que es la siguiente: Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila de *Quercus faginea* (Rivas-Martínez, 1987). Esta serie tras la última actualización del año 2011, pasa a denominarse: Serie climatófila castellana calcícola mediterránea pluviestacional oceánica meso-supramediterránea seco- subhúmeda de los bosques de *Quercus faginea* y *Cephalanthera rubra* con *Lonicera hispanica* y *Paeonia humilis*. (*Cephalanthero rubrae-Quercus fagineae sigmetum*). (Rivas-Martínez, 2011). Aunque también la zona de estudio se encuentra influenciada debido a su cercanía por la serie 18a denominada: serie supramediterránea carpetano-ibérico-alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* (Rivas-Martínez, 1987) que tras la actualización de 2011 pasa a llamarse: Serie climatófila guadarrámica celtibérico-alcarreña y oroibérica silicícola mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea subhúmedo-húmeda de los bosques de *Quercus pyrenaica* y *Luzula forsteri* con *Milium vernale* y *Cistus laurifolius* (*Luzulo forsteri- Quercus pyrenaicae sigmetum*) (Rivas-Martínez, 2011). La identificación de estas dos series de puede ver en la Figura 7.



Figura 7. Series climatófilas presentes en el entorno de la zona de estudio. (IGN, 2015)

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

La serie 19b en su etapa madura o clímax se corresponde con un bosque denso en el que predominan los árboles caducifolios o marcescentes (*Aceri- Quercion fagineae*). Estos bosques suelen estar sustituidos por espinares (*Prunetalia*) y pastizales vivaces en los que abundan caméfitos (*Brometalia*, *Rosmarinetalia*, etc). Se hallan ampliamente

distribuido por las provincias corológicas aragonesa, castellano-maestrazgo-manchega y bética pudiendo sobre ciertos suelos profundos descender al piso meso mediterráneo lo que confiere una gran diversidad florística.

Pese a su óptimo en el piso supramediterráneo pueden descender al meso mediterráneo superior tanto en las umbrías como en las llanuras de suelos profundos. La vocación del territorio es tanto agrícola, ganadera como forestal, lo que está en función de la topografía, grado de conservación de los suelos y usos tradicionales en las comarcas. (Rivas-Martínez, 1987).

Una vez descrita la serie 19b, se pasa a describir la serie 18a: el grupo de series supramediterráneas silíceas del roble melojo se hallan muy extendidas por todo el piso de vegetación supramediterráneo, en particular sobre suelos silíceos pobres en bases y áreas de carácter húmedo y subhúmedo.

Tienen su óptimo, dentro de la región Mediterránea, en el cuadrante noroccidental peninsular precisamente en la provincia corológica Carpetano-Ibérico-Leonesa, donde tienen su centro genético y de dispersión numerosas especies características de estos ecosistemas (*Quercus pyrenaica*, *Genista florida*, *Genista cinerea*, *Adenocarpus complicatus*, *Genistella tridentata*, *Erica aragonensis*...).

El clímax de estas series corresponde a robledales densos, bastante sombríos, creadores de tierras pardas con humus tipo mull (*Quercenion pyrenaicae*). Las etapas seriales de sustitución correspondientes a etapas degradadas son: en primer lugar, los matorrales retamoides o piornales (*Gestion florideae*), que prosperan todavía sobre suelos muliformes bien conservados y los brezales o jarales (*Ericenion aragonensis*, *Cistus laurifolius*), donde los suelos tienden a podzolizarse en mayor o menor medida por la influencia de una materia orgánica sin descomponer. Este proceso edáfico se manifiesta preferentemente en los brezales de ombroclimas húmedos y en menor medida en los jarales subhúmedos (Rivas Martínez, 1987).

• **Vegetación actual.**

En la zona de estudio se distinguen cuatro zonas bien diferenciadas en cuanto a la cobertura vegetal algunas de ellas se pueden ver en la Figura 8. Estas zonas son:

- Laderas de orientación sur, donde la vegetación es prácticamente inexistente y la poca que existe es de porte herbáceo.
- Laderas de orientación norte donde la vegetación herbácea es más abundante.
- Fondo de la cárcava con mayor vegetación herbácea e incluso especies arbustivas debido a la humedad del terreno.
- Zona de ladera exterior en la que el tapiz herbáceo es muy abundante y aparece acompañado en ocasiones de pequeños matorrales.

En estas zonas se ha realizado un inventario florístico para caracterizar las especies existentes en la zona. Las especies dudosas o desconocidas se han identificado con la ayuda de la Unidad de Botánica de la ETSIIA (Palencia).



Figura 8. Zonificación del interior de la cárcava.

Las principales especies que podemos encontrar como matas o arbustos son: *Thymus mastigoformis*, *Thymus zygis*, *Linum suffruticosum* representados en prácticamente toda la superficie, mientras que las especies *Crataegus monogyna* y *Rosa canina* se encuentra relegadas al fondo de la cárcava donde existe mayor humedad.

En el estrato herbáceo podemos encontrar especies como *Centaurea montana*, *Capsella bursa-pastoris*, *Hordeum murinum*, *Koeleria vallesiana*, *Sanguisorba minor*, *Bromus Rubens*, *Scorzonera angustifolia*, *Veronica tenuifolia* y pudiendo encontrar también en la zona exterior donde incide más la luz especies como *Coronilla minima*, *Orchis morio champagne oxi*, *Ophrys lutea*, *Ophrys tenthredinifera*.

3.2.1.4. Fauna

En la zona de estudio podemos encontrar gran cantidad de especies, las cuales se desarrollan en el anejo V. Algunas de estas especies son de las más emblemáticas de la fauna ibérica como el lobo (*Canis lupus*), gato montés (*Felix silvestris*) el águila real (*Aquila chrysaetos*) o el milano real (*Milvus milvus*) el cual se encuentra en peligro de extinción. Además podemos encontrar otra rapaces como el águila calzada (*Hieratus pennatus*) o el águila culebrera (*Circaetus gallicus*). Además en los meses de verano se produce la llegada de los abejarucos (*Merops apiaster*), los cuales forman una colonia en las laderas de la cárcava, en estos meses también aumentan su actividad reptiles como la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*) y la culebra de escalera (*Elaphe scalaris*).

En cuanto a especies cinegéticas podemos encontrar especies como el jabalí (*Sus scrofa*), la perdiz roja (*Alectoris rufa*), codorniz (*Coturnix coturnix*), Chocha perdiz (*Scolopax rusticola*) y zorzales

3.2.1.5. Hidrología de la cuenca

• Descripción de la cuenca.

• Situación

La cuenca se encuentra situada en la localidad de Villantodrigo la cual a su vez pertenece al ayuntamiento de Quintanilla de Onsoña en la provincia de Palencia. Se encuentra situada en la ladera Oeste que forma el Alto del Oterón o de los Castañales, y tiene una superficie de 3,72 ha y la superficie de la concha erosiva se ha determinado mediante GPS centimétrico como se muestra en la figura 9. El centro de la zona de estudio se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas:

42° 29' 18,96" latitud Norte
4° 39' 29,80" longitud Oeste.



Figura 9. Delimitación de la divisoria de la cuenca con GPS centimétrico

• Parámetros físicos de una cuenca vertiente

Con los parámetros físicos o morfológicos de la cuenca se trata de reflejar las características de la cuenca, para comprender cuál es su respuesta a las precipitaciones. Todos los cálculos se encuentran desarrollados en el anejo I y la cuenca se encuentra representada en la Figura 10.

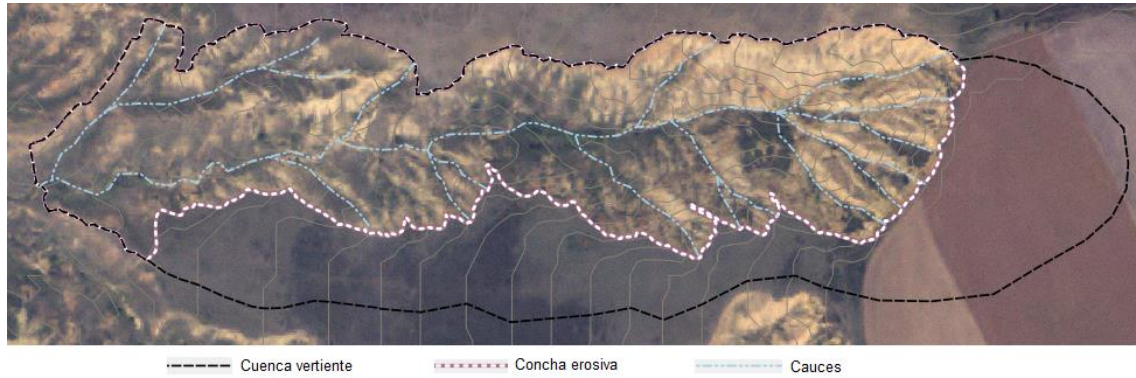


Figura 10. Esquema de la cuenca vertiente.

- Índice de compacidad o de Gravelius.

La forma de la cuenca influye en el escurrimiento del agua por ella, Esta característica la representa el índice de Gravelius, el cual para nuestra cuenca es de 1,51 con lo que es una cuenca oblonga.

- Coefficiente de forma.

En nuestra cuenca el coeficiente toma un valor de 89,55 m

- Relación de elongación

En nuestro caso la relación de elongación es de 0,274 con lo cual al ser distinta de uno podemos decir que la cuenca es alargada, lo que implica que el agua saldrá rápidamente de ella.

- Curva hipsométrica y curva de frecuencias

Como se muestra en la figura 11 nuestra cuenca presenta una primera parte de meseta, la cual se corresponde con la parte alta del páramo se encuentra seguida de una zona de alta pendiente, donde se concentran la mayor parte de los procesos erosivo, para poco a poco irse reduciendo hasta su unión con la cárcava contigua, donde vuelve a incrementarse.

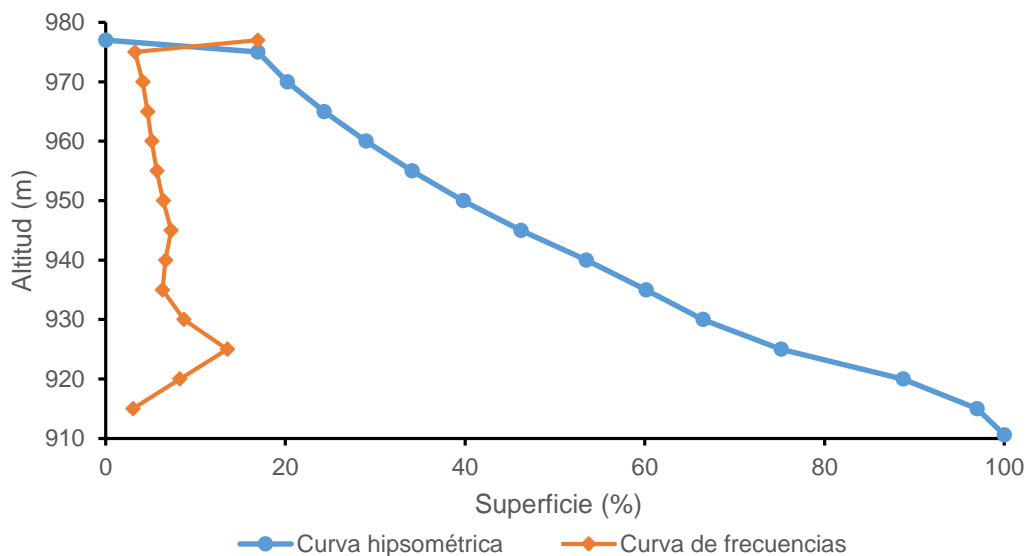


Figura 11. Curva hipsométrica y curva de frecuencias

- Altura media, amplitud de relieve y altura media.

Para calcular la altura media se utilizó el método del área bajo la curva hipsométrica, dando como resultado 38,69 metros.

La amplitud de relieve será de 66 m y la altura media de 949,69 m.

- Rectángulo equivalente.

El rectángulo equivalente tiene la misma superficie y perímetro que la cuenca de estudio e igual distribución hipsométrica. Las dimensiones de nuestro triángulo equivalente son $L = 435$ m y $l = 85,57$ m.

- Relación de relieve

Para nuestra cuenca este parámetro adquiere un valor de 0,159.

- Índice de pendiente media de la cuenca

La pendiente media de nuestra cuenca es del 35,49 %

- Coeficiente de masividad de Martonne

Es la relación existente entre la altura media de la cuenca y la superficie horizontal de esta última. Para nuestra cuenca es de $1023,68$ m/km² con lo cual podemos decir que tiene una relación altura superficie muy grande.

- Coeficiente orográfico de Fournier

Se define como el producto de la altura media por el coeficiente de masividad de Martonne. En nuestra cuenca es de 396,06 m²/ha y al ser mayor de 6 podemos decir que tiene un relieve muy acentuado.

- Factor topográfico medio de la cuenca. Factor LxS de la MUSLE.

El valor para este factor es de 5,44 lo que quiere decir que estamos en una cuenca de relieve poco acentuado. En este caso no es cierto ya que la alta densidad de drenaje camufla la realidad.

- *Parámetros de la red de drenaje.*

- Esquema de la red de drenaje y longitud del cauce principal

En la siguiente figura 12 se puede observar la red de drenaje, la cual se encuentra en su totalidad dentro de la concha erosiva. La longitud del cauce principal es de 369 metros.

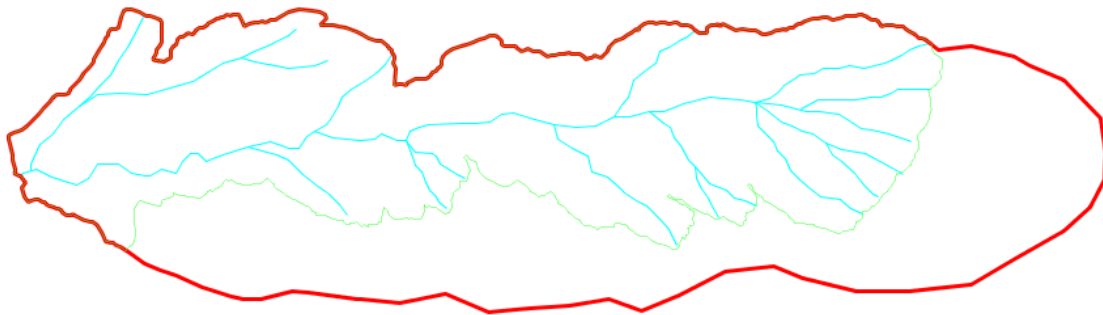


Figura 12. Esquema de la red de drenaje

- 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 13.

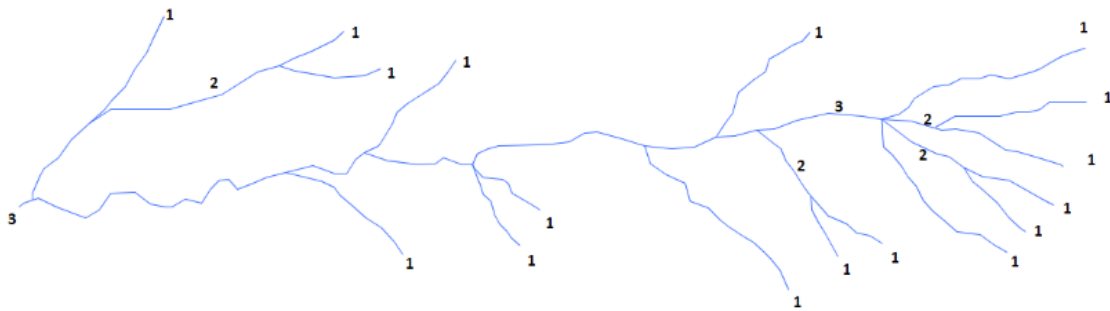


Figura 13. Clasificación de Strahler para nuestra cuenca de estudio.

- Pendiente media del cauce principal.

Este factor determina el carácter del cauce. En nuestro caso es del 17,61% que al ser mayor de 6% nos indica que geomorfológicamente se comporta como un torrente.

- Tiempo de concentración.

Es el tiempo que tarda la gota de agua que cae en el punto de la cuenca más alejado de la sección de cierre en pasar por esta. En nuestro caso este tiempo es de 11 minutos, lo que implica una salida muy rápida del caudal por la sección de cierre.

- 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 30,516 km/km² lo que nos indica que la densidad de drenaje es alta, propia de materiales blandos erosionables, con cubierta escasa. Este tipo de drenaje es característico de zonas áridas.

- Canal de alimentación.

Se entiende como la superficie de cuenca necesaria formar 1 km de cauce y en nuestra cuenca es de 0,03277 km²/km

- Coefficiente de torrencialidad.

Este coeficiente depende de la densidad de drenaje, del número de cauces que llegan al cauce principal y la superficie de la cuenca. En nuestra cuenca tiene un valor de 13934,82.

- Frecuencia de cauces.

Representa el número de cauces existentes por kilómetro cuadrado. En nuestra cuenca es de 6446,7 cauces/km²

- Radio de bifurcación.

Es el valor medio de los radio de bifurcación correspondiente a cada orden. El radio de bifurcación de orden uno tiene un valor de 4,25 y el de orden dos de 4. Esta homogeneidad de resultados nos indica que la cuenca mantiene una misma litología y organización de cauces. Además el radio de bifurcación medio es 4,13 que al ser mayor de 4 nos indica que estamos en una cuenca de carácter torrencial.

- Perfil longitudinal.

Como se observa en la Figura 14 el perfil de nuestro cauce principal es característico de cuencas torrenciales ya que tiene unas fuertes pendientes en cabecera las cuales disminuyen de forma progresiva a medida que nos aproximamos a la sección de cierre.

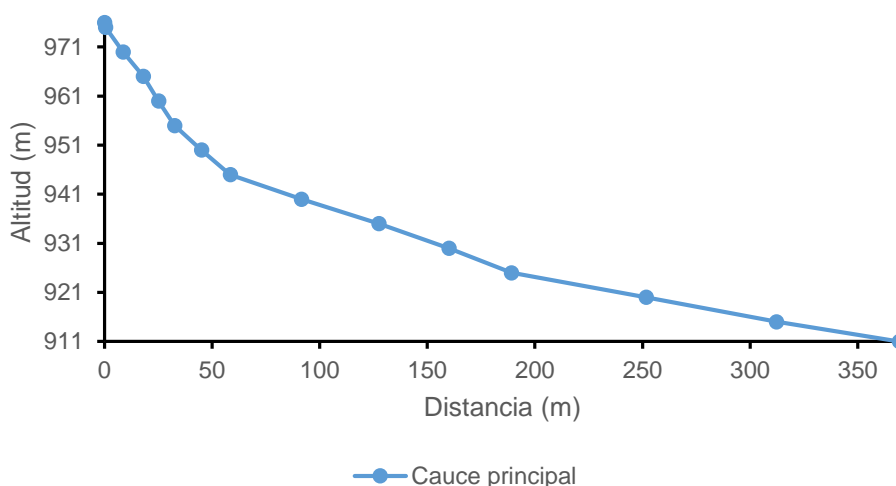


Figura 14. Perfil longitudinal de cauce principal.

• **Análisis de aguaceros.**

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. Todo el proceso de cálculo se encuentra desarrollado en el anejo VI.

- *Cálculo de la precipitación máxima de avenida.*

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 – Sminov con los valores de las precipitaciones máximas en 24 horas de la zona de estudio.

Se trabajó con los datos de la estación pluviométrica de Saldaña, con un periodo de retorno de 25 años. Se ha tomado este periodo de retorno debido a 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 este tipo

de obras de menor envergadura. Otra de las razones por las que se ha escogido este periodo de retorno y no mayor, ha sido el papel protector que va a jugar la vegetación instalada en las repoblaciones, ya que esta mediante la interceptación hace que se reduzca la escorrentía y la generación de caudales punta elevados.

De esta forma se obtiene que la precipitación máxima para un periodo de retorno de 25 años será de 63,2 mm, la cual tendrá una intensidad media de 2,63 mm/h.

Debido a que el caudal máximo se produce cuando la precipitación tiene una duración mayor o igual al tiempo de concentración de la cuenca, se calcula la precipitación para este tiempo 0,19 h en nuestro caso. Con lo cual la precipitación con periodo de retorno 25 años y duración igual al tiempo de concentración de la cuenca es 11,84 mm.

- *Estimación de la escorrentía*

La estimación de la escorrentía se realiza mediante el Método de Número de Curva o de los Número Hidrológicos, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los EEUU.

El número de curva se define como la capacidad que tiene la cuenca vertiente para producir escorrentía durante un episodio de lluvia. Cuanto más cerca de 100, quiere decir que la cuenca es más impermeable.

Como se puede observar en la Figura 15 se han distinguido 4 tipos de superficie.

- Suelo desnudo: superficie en la que el suelo se encuentra totalmente expuesto a los procesos erosivos debido a la falta de protección vegetal.
- Suelo con cobertura baja de pasto: Suelo en los que la vegetación herbácea cubre menos del 50% de la superficie total.
- Suelo con cobertura alta de pasto: Suelos en los que la vegetación herbácea cubre más de un 80% de la superficie total.
- Zona de cultivo: Suelo destinado a la agricultura.

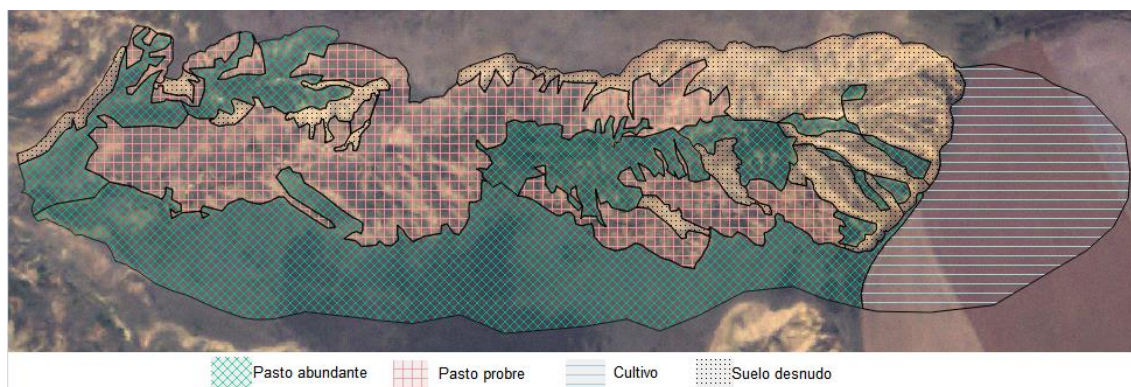


Figura 15. Zonificación de la cuenca según el tipo de suelo.

Para obtener el número de curva se entra en la tabla propuesta por Hawkins et al. (2009) a través del uso del suelo, y se eligen diferentes condiciones hidrológicas. El tipo de suelo hidrológico en nuestro caso siempre va a utilizarse el de tipo D debido a las características obtenidas en el Anejo edafológico. Además para la zona de cultivo se ha estimado el número de curva teniendo en cuenta que pasa la mitad del año en cultivo y la mitad en barbecho. En este caso todos los cálculos se realizan únicamente para la condición II ya que es con la que se obtienen unos resultados más ajustados a la realidad.

De esta forma el número de curva medio de la cuenca es de 85,31, obteniéndose un umbral de escorrentía (P_0) de 8,75 mm. Con lo cual la escorrentía que se produce con un aguacero de cálculo de 25 años es de 0,20 mm.

- *Coeficiente de escorrentía (C)*

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 0,56.

- *Caudal punta (Qp)*

El cálculo para obtener el caudal punta se va a realizar mediante el método racional de Temez, el cual tiene la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot S \cdot I}{3}$$

Donde:

- 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)

En nuestro caso el caudal de un tiempo de retorno de 25 años es el siguiente:

$$Q = \frac{0,56 \cdot 0,03722846 \cdot 62,3}{3} = 0,433 \frac{m^3}{s} = 433 l/s$$

- **Estados erosivos.**

Otro tipo de condicionantes que nos encontramos es el de los procesos erosivos que se dan en la zona, ya que estos influyen en el tipo de actuaciones a realizar. Dentro de la cárcava la parte que se encuentra sometida a una mayor erosión es la parte de cabecera, reduciéndose paulatinamente la gravedad de estos procesos según avanzamos hacia la sección de cierre (Figura 16).



Figura 16. Erosión en la zona de cabecera

La problemática principal es el avance en cabecera, la cual está introduciéndose en las tierras del cultivo del páramo, una de las causas de este avance 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. Además al encontrarse en una zona con continuos y bruscos cambios de temperaturas hace que el terreno se disgregue de una forma más rápida, favoreciéndose de esta forma otros tipos de erosión como la laminar, en regueros o pequeños deslizamientos (Figura 17).



Figura 17. Erosión laminar y en regueros

De esta forma y para tener unos datos que se aproximen a la realidad se procede a calcular la MUSLE. Esta ecuación nos indica las toneladas sedimentos que salen fuera de la cuenca para un aguacero con un tiempo de retorno determinado.

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

Donde:

Y = Toneladas emitidas fuera de cuenca en un aguacero de tiempo de retorno T. (25 años)

Es = Escorrentía superficial generada.

Qp = Caudal para un tiempo de retorno T.

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

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

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

$\bar{L} \cdot \bar{S}$ = Factor medio topográfico ladera.

De esta manera la ecuación para nuestra cuenca con un periodo de retorno de 25 años es la siguiente.

$$Y = 11,8 \cdot (7,44 \cdot 0,433)^{0,56} \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 0,2084 \cdot 5,44 = 7,22 t$$

Las emisiones de sedimentos causadas por el aguacero de tiempo de retorno 25 años ascienden a 7,22 toneladas. Para evitar esto el único factor que se puede variar de una forma eficaz es factor de vegetación, mediante una repoblación, para ello vamos a calcular la emisiones de la cuenca con una masa arbórea de cobertura total.

$$Y = 11,8 \cdot (7,44 \cdot 0,433)^{0,56} \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 0,02124 \cdot 5,44 = 0,74 t$$

Como se puede comprobar el valor que se obtendría con una masa arbórea de cobertura total es prácticamente diez veces inferior al actual. Presumiblemente este valor en la realidad sería aún menor ya que también variarían el resto de factores.

3.2.2. Condicionantes externos

3.2.2.1. Condicionantes socioeconómicos

En la actualidad y desde 1842 Villantodrigo es pedanía de Quintanilla de Onsoña, lo que dificulta en gran medida la obtención de datos acerca de este municipio. Históricamente siempre ha sido un núcleo de población pequeño incluso en ocasiones despoblado, obteniéndose los primeros datos de población en 1842 con un total de 16 habitantes, incrementándose esta cifra hasta los 70 habitantes del año 1910. Hoy en día Villantodrigo cuenta con una población muy envejecida, que consta de 10 habitantes de los cuales 7 son hombres y tres mujeres.

La principal actividad de la población de Villantodrigo es la agricultura y ganadería.

La densidad de infraestructura viaria es muy baja ya que solo consta de la carretera PP-2403 la cual une Quintanilla de Onsoña con Villantodrigo.

3.2.2.2. Condicionantes legales y normativos.

La principal normativa que se ha de tener en cuenta para la realización del presente proyecto se cita a continuación.

- **Ambiental**

- *Comunitaria*

Directiva Marco 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un arco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua.

Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Directiva 2001/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

- *Nacional*

Ley 21/2015, de 20 de julio, de Montes, modificada por la Ley 43/2003, de 21 de noviembre

Decreto 485/1962, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Montes.

Ley de Aguas, aprobada por RD Legislativo 1/2001, de 20 de julio

- Modificada por Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social
- Modificada por el artículo 129 de la Ley 62/2003 de medidas fiscales, administrativas y de orden social
- Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional
- Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la ley de aguas
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre de Responsabilidad Ambiental

Ley 30/2006, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos filogenéticos.

Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales de reproducción.

- Transpone la Directiva 99/105/CE, de 22 de diciembre.

Orden ARM/2444/2008 del 12 de Agosto por la que se aprueba el Programa Nacional de Acción Nacional Contra la Desertificación.

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

- *Castilla y León*

Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León

Ley 11/2003, de 8 abril de Prevención Ambiental de Castilla y León.

• **Seguridad y salud laboral**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada parcialmente por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales

Real Decreto 1435/1992, de 27 de enero, sobre aproximación de las legislaciones sobre máquinas.

Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo. Sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 575/1997, de 18 de abril, sobre gestión y control de la prestación económica de la Seguridad Social por incapacidad temporal.

Real Decreto 576/1997, de 18 de abril, sobre colaboración en la gestión de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Orden Ministerial de 22 de abril de 1997 sobre régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Orden Ministerial de 19 de junio de 1997 sobre gestión y control de la prestación económica de la Seguridad Social por incapacidad temporal.

Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, sobre certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.

Orden Ministerial de 27 de junio de 1997, sobre condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de

autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1650/1977, de 9 de julio de 1977, sobre normativa básica de edificación.

3.3 Situación actual y evolución sin proyecto.

En la actualidad la cárcava no cuenta con ningún tipo de vegetación arbórea, solo con zona de pastos y algunos matorrales dispersos. Además en la cabecera se aprecian fuertes fenómenos erosivos los cuales impiden que aparezca vegetación. Estos hechos hacen prever que la cárcava seguirá avanzando en su desarrollo, e internándose en las tierras de cultivo situadas en el páramo, impidiendo que toda la zona que ocupa tenga algún tipo de uso.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este apartado se exponen las diferentes alternativas que se han tenido en cuenta para la elaboración del presente proyecto. Estas alternativas se pueden encontrar de forma más desarrollada en el anejo VII de estudio de alternativas.

4.6 Control de sedimento y estabilización de la cárcava

Debido a la torrencialidad, la as fuertes pendientes y procesos erosivos que se observan en la cárcava, hacen que sea necesaria la construcción de algún tipo de hidrotecnias. En este caso por su utilidad y efectividad, relativa sencillez en la construcción se van a emplear diques

4.6.1. Elección del tipo de fábrica

4.6.1.1. Identificación de las alternativas

Las diferentes alternativas que se han considerado para la construcción de los diques son:

- Mampostería en seco
- Mampostería hidráulica
- Mampostería gavionada
- Hormigón en masa
- Hormigón armado
- Tierra

4.6.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.

En la elección del tipo de fábrica tienen una gran importancia los condicionantes tanto internos como externos, que caracterizan el proyecto. Estos condicionantes son los siguientes:

- Condicionantes internos
 - Pedregosidad abundante en la parte alta y en zonas limitrofes.
 - Secciones transversales muy irregulares.
 - Acceso con una dificultad media al interior de la concha erosiva.
 - Pendientes elevadas.

- Condicionantes externos
 - Permitir cierto flujo de agua para reducir empujes e inestabilidad en las laderas.
 - Vida útil de los diques ≥ 25 años.
 - Posible necesidad de agrandar las obras.

4.6.1.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

La función de los diques consiste en regular el caudal, 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. Además de que tengan el menor impacto ambiental y paisajístico posibles.

Para lograr estos objetivos y teniendo en cuenta los condicionantes del proyecto los tipos de fábrica más interesantes son los que aprovechan los materiales de la zona, se adaptan al relieve de la zona tienen una vida útil de al menos 25 años.

4.6.1.4. 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 sobre elevación son mayores que en los otros tipos de fábricas, sobre todo que los formados por hormigón. Además la mampostería gavionada permite una adaptabilidad de la obra al terreno aceptable en el proyecto, permitiendo además acceder con los materiales a la concha erosiva de una forma relativamente cómoda. Podemos concluir entonces que los gaviones suponen la mejor elección debido a que: no se necesita de mano de obra especializada, del fácil transporte de la estructura metálica, el relleno se encuentra en las inmediaciones de la zona del proyecto abaratando de esta forma los costes de transporte.

Otra ventaja de la mampostería gavionada es que son estructuras drenantes y duraderas con gran adaptabilidad en el terreno, produciendo un bajo impacto visual ya que se construyen con materiales del entorno.

En la zona ya se ha observado el importante papel de este tipo de diques en los proyectos realizados por Ayerbe (1930) y Azcarretazabal (1963) en la localidad de Saldaña situada a 8 km de Villantodrigo. Además los resultados obtenidos en el estudio realizado por Ramos (2014) para estos trabajos efectuados en Saldaña corroboran el

empleo de este tipo de fábrica, ya que son capaces de retener un 97.7% del sedimento generado.

4.6.2. Elección del tipo de perfil

4.6.2.1. Identificación de alternativas

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

Dentro de este tipo de perfil existen dos variantes:

- Escalones de longitud variable: el empleo de este perfil supone un mínimo de obra.
 - Escalones de longitud constante: el empleo de este perfil supone un volumen de obra algo mayor que el modelo anterior, pero se consigue un perfil más estético.
- Paramento de aguas arriba escalonado y paramento de aguas abajo vertical
 -
 - Paramento de aguas arriba y paramento de aguas abajo escalonados

4.6.2.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

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

4.6.2.3. Efecto 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.

4.6.2.4. Elección definitiva del tipo de perfil.

El perfil seleccionado para nuestra obra será el de paramento aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado, con una longitud de los escalones constante. Con este perfil se reduce el volumen de obra y los vertidos escalonados pueden evitar la construcción del cuenco amortiguador.

Este tipo de diques se suelen estar formados de varias hiladas de gaviones las cuales suelen tener una altura de 1 m, debido a las medidas estándar de los gaviones. Cada una de estas hiladas debe de cumplir la condición de no deslizamiento y la de núcleo central.

De esta forma no se necesitará un gran volumen de obra y además es un perfil más estético.

4.7 Repoblación

4.6.3. Elección de especies

4.6.3.1. Identificación de alternativas

Atendiendo a las observaciones de la vegetación y repoblaciones cercanas, a las recomendaciones de los cuadernos de zona, las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987) se plantean las siguientes especies de partida:

- *Pinus sylvestris* (Pino albar)
- *Pinus nigra subsp. Salzmannii* (Pino pudio)
- *Pinus pinaster* (Pino resinero)
- *Quercus pirenaica* (Rebollo)
- *Quercus faginea* (Quejigo)
- *Quercus ilex* (Encina)
- *Crataegus monogyna* (Espino albar)
- *Prunus spinosa* (Endrino)
- *Sarbus aria* (Mostajo)
- *Populus nigra* (Álamo negro)
- *Salix atrocinerea* (Sarga negra)

4.6.3.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.

- Condicionantes internos:

Las principales limitaciones en cuanto al clima son, las heladas y la sequía estival y en cuanto al suelo, su textura arcillosa con una estructura compacta y la escasez de materia orgánica.

- Condicionantes externos

El principal objetivo de la repoblación objeto de este estudio es la protección. De esta manera es necesario escoger las especies con un crecimiento más rápido y hoja perenne para que el suelo este protegido lo antes posible y de forma continua, evitando así fuertes fenómenos erosivos y permitiendo la recuperación del suelo existente. Además con esta repoblación se pretende potenciar la sucesión vegetal natural de la zona.

4.6.3.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.

El objetivo de la repoblación como ya se ha expuesto anteriormente, es crear con la mayor celeridad posible una cubierta natural que proteja el suelo de la erosión.

Las especies del genero *Pinus* son la que tienen una mayor garantía de arraigo por su carácter pionero y su frugalidad. Además este género al tener un mayor crecimiento en las edades más tempranas hace que se pueda alcanzar antes la tangencia de copas, protegiendo de esta manera al suelo de los procesos erosivos producidos por la lluvia.

Esta protección se produce además a lo largo de las cuatro estaciones ya que las especies de este género son perennifolias. La inclusión en la repoblación de especies de frondosas dota a la masa de una mayor diversidad, permitiendo que la sucesión vegetal se vea favorecida y que el conjunto de la masa sea más estable a incendios y plagas. Además la inclusión en la parte baja de especies con un buen rebrote ayuda a que la masa prospere por si misma desde el primer momento. Por otro lado contar con suelos no salinos y una pluviometría mayor de 500 mm/año nos permite una cierta garantía sacar adelante las especies de frondosas.

4.6.3.4. Elección definitiva de las especies.

Las especies que finalmente se han elegido para efectuar la repoblación son las siguientes, su descripción se encuentra desarrollada en el anejo de estudio de alternativas:

- *Pinus sylvestris* (Pino albar o pino de Valsaín)
- *Pinus nigra* subsp. *salzmanni* (Pino pudio o pino salgareño)
- *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis* (Pino negral o pino resinero)
- *Quercus ilex* subsp. *Ballota* (Encina)
- *Crataegus monogyna* (Espino albar)
- *Prunus spinosa* (Endrino)
- *Populus nigra* (Álamo negro, negrillo)
- *Salix atrocinerea* (Sarga negra, sauce o bardaguera)

4.6.4. Tratamiento de la vegetación preexistente

Debido a que las fuertes pendientes del terreno y a que la escasa vegetación existente en la zona está compuesta principalmente de especies herbáceas y de unos pocos individuos de porte arbustivo, se estima innecesario un tratamiento previo de la vegetación existente. De esta forma el tratamiento se efectuará de manera simultánea a la implantación en una pequeña zona circundante a la planta, preservando así la vegetación existente, reduciendo al mínimo posible la exposición a nuevos procesos erosivos.

4.6.5. Preparación del terreno

4.6.5.1. Identificación de alternativas

Los distintos métodos de preparación del terreno que se presentan como alternativas son las siguientes, su análisis se encuentra detallado en el anejo de estudio de alternativas:

- Casillas o raspas
- Ahoyado manual
- Ahoyado con barrena
- Ahoyado con retroexcavadora
- Ahoyado con retroaraña
- Subsulado lineal
- Acaballonado superficial
- Aterrazado con subsulado
- Laboreo pleno
- Subsulado pleno

4.6.5.2. 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

Las principales limitaciones son los suelos compactos y arcillosos con cierta pedregosidad a lo que se suma una pendiente elevada.

- Condicionantes externos

Se tendrá en cuenta los métodos que provoquen menos erosión y mejoren las condiciones hídricas del suelo. Siempre que se dé una igualdad de resultado entre dos métodos se elegirá el que implique un menor coste.

4.6.5.3. Efecto de la preparación del terreno sobre los objetivos

La preparación física del suelo supone la creación de un suelo más propicio para que se pueda instalarse 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.

4.6.5.4. Elección definitiva del método de preparación del terreno

Los métodos escogidos para preparar el terreno y sus características son los siguientes:

- Ahoyado con retroaraña

Se trata de un método de preparación puntual del terreno que no precisa de eliminación previa de la vegetación.

Esta operación se propone en terrenos extremadamente difíciles que por su pendiente no son accesible para la maquinaria y donde el suelo es tan compacto que no permite el trabajo de manera puntual.

La retroaraña es un retroexcavadora que posee dos ruedas y dos patas hidráulicas regulables en longitud y un brazo telescópico de al menos 7 m con un cazo al final.

La maquinaria se va desplazando por el terreno por línea de máxima pendiente apoyando su cazo en el suelo, que le sirve de punto de apoyo. Estacionada en un punto comienza a excavar, depositando la tierra en el propio hoyo.

Este método se utilizará en las zonas donde no pueda acceder otro tipo de maquinaria.

- Ahoyado con retroexcavadora

Este método consiste en la remoción de suelo, creando una forma prismática con el cazo de la excavadora. De esta forma el hoyo removido es posteriormente refinado con conforma una banqueta con microcuenca.

La máquina avanzará por líneas de máxima pendiente siempre que pueda, efectuando los hoyos a uno y otro lado. En los casos en que no sea posible este método, se realizarán los hoyos desde el fondo y la parte alta de la cárcava.

4.6.6. Implantación vegetal

4.6.6.1. Identificación de alternativas

- Siembra
- Plantación a raíz desnuda
- Plantación en contenedor
- Estaquillado

Según la ejecución:

- Manual
- Mecanizada
- Simultánea

4.6.6.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.

Los condicionantes externos e internos en los que se basará la elección del método de implantación son los siguientes:

- Condicionantes internos:

En este apartado los condicionantes más importantes son la sequía estival y el periodo de heladas. Además nos encontramos en una zona con pendientes elevadas y un suelo arcilloso de baja fertilidad, sin prácticamente materia orgánica y compacto.

- Condicionantes externos

Al ser una repoblación de carácter protector, en la que se busca un rápido recubrimiento del suelo, el riesgo de fracaso debe ser mínimo.

4.6.6.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.

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.

El objetivo protector de la repoblación como se ha dicho anteriormente impone que se minimice el riesgo de fracaso de la repoblación, por lo que se busca que el número de marras sea el mínimo. En terrenos pobres el riesgo de marras disminuye utilizando plantas con cepellón.

4.6.6.4. Elección definitiva del método de implantación.

Las alternativas elegidas y que se van a llevar a cabo en este proyecto son las siguientes:

- Plantación manual de planta en contenedor:

Consiste en el trasplante manual sobre suelos previamente preparados. Las plantas son criadas en el vivero dentro de envases, disponen de un cepellón de tierra mezclada con sus raíces.

La planta no necesita un aviverado tan cuidadoso como en la planta a raíz desnuda, aunque sí que se la debe proteger del viento, las heladas y la insolación.

Se realiza un hoyo con la azada o barrón de un tamaño suficiente para que entre el cepellón e incluso el cuello de la raíz quede algo enterrado. La planta debe de quedar recta. Después se recubre de tierra y se pisa ligeramente. Después se instalará un protector tipo V8 y se realizará un alcorque para facilitar la recogida e infiltración de agua.

Esta plantación se puede realizar a savia movida y sin tempero.

Este método se utiliza en climas secos o con mucha irregularidad pluviométrica. Es más costoso que los anteriores métodos, pero proporciona un mayor éxito de arraigo en zonas difíciles. Este método se puede utilizar en todo tipo de especies, y en el momento de la plantación no es necesario un buen tempero, ni que se realice a savia parada. Sus principales inconvenientes son que propicia un peor desarrollo de las raíces, y el gran peso del material que hace que se disminuyan los rendimientos.

En este proyecto se utilizará en la plantación de todas las especies, menos la de los chopos y sauces.

- Plantación manual de planta en estaquilla

En este caso se clavara la estaquilla en los hoyos efectuados previamente, teniendo en cuenta la orientación de yemas y procurando dejar al menos una por encima de la superficie.

Este método se utilizará en el presente proyecto para la planta de *Populus nigra* y *Salix atrocinerea* que se ubicará en la parte más baja y húmeda de la cárcava.

4.8 Medidas ambientales.

Debido a que durante las obras se van a realizar diferentes movimientos de tierras, y a la proximidad de río Valdecuriada, se hace necesaria la implantación de algún tipo medida que en el caso de que se produzca algún episodio fuerte de lluvia evite la llegada de sedimentos al citado río.

Se ha elegido como medida la construcción de una pequeña albarrada fabricada con pacas de paja. La elección de este tipo de material se ha basado en su bajo coste y alta disposición en la zona, siendo las pacas de paja un elemento propio del paisaje agrícola en el que nos encontramos con lo que su impacto visual se ve reducido al mínimo. Además el hecho de que sea un material biodegradable e inerte, que aporta materia orgánica al suelo y actúa como protector mediante su disgregación en el terreno, hace que la paja sea un material ideal para este cometido.

4.9 Riegos de apoyo

Pese a que nos encontramos en una zona donde la pluviometría no es tan deficiente como en otras zonas de nuestra geografía, 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 este modo se programan una serie de riegos de apoyo durante los meses estivales, con los que se pretende ayudar a la planta en los meses en los que existe un déficit hídrico, evitando así la muerte de gran parte de ellas.

El método elegido ha sido el riego con motobomba debido a su fácil ejecución en la zona y bajo coste respecto a otros sistemas como el boto, hidrogeles, waterbox o riegos por goteo.

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

Este apartado se encuentra desarrollado de forma más extensa en el anejo VIII de ingeniería del proyecto.

5.1 Ubicación y diseño de los diques

5.1.1. Ubicación

Los diques se emplazarán en el fondo de la cárcava (figura 18), 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.

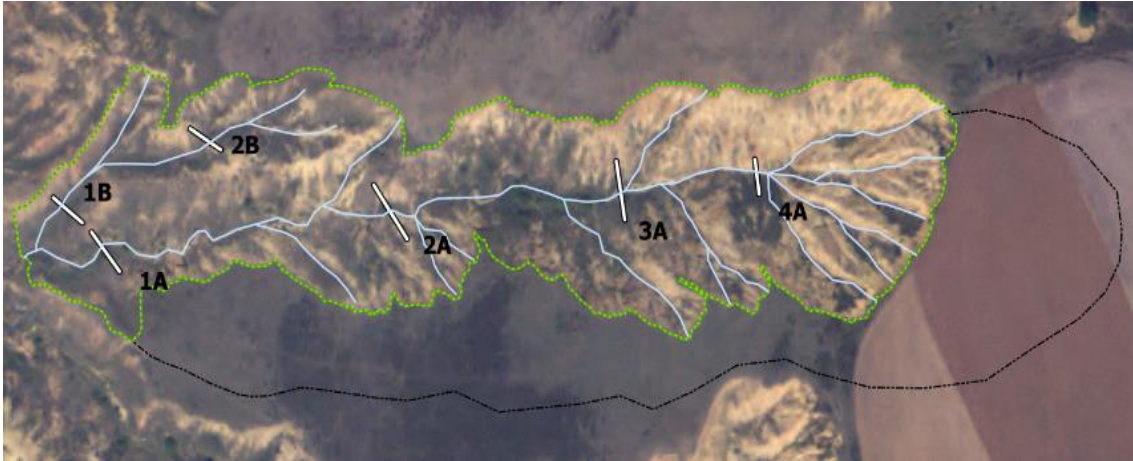


Figura 18. Esquema de situación de diques dentro de la cárcava.

Tras comprobar la bibliografía existente referente a la pendiente de compensación, se ha comprobado que los valores propuestos en relación con las experiencias cercanas son excesivamente altos. Debido a esto se ha tomado los datos de pendiente del terreno y pendiente de compensación de Ramos (2014), y con ellos se ha efectuado una regresión lineal, obteniéndose los resultados que se muestran en el anejo VIII. De esta forma se han obtenido unos datos más reales, para nuestra zona de estudio, con los que comprobar que los diques no se aterran entre sí.

La situación de los diques se puede ver en el Plano nº3 de situación de diques y en el Plano nº4 del perfil de la concha erosiva.

5.1.2. Datos y diseño de los diques

Los diques son de mampostería gavionada, con el paramento de aguas arriba vertical y el de aguas abajo con escalones de longitud constante. Además la altura de las hiladas es de un metro y relleno con piedra de la zona.

A continuación se exponen algunos datos necesarios para el cálculo de los diques

Peso del gavión seco = $16523,96 \text{ N/m}^3$

Coefficiente de rozamiento de los gaviones y el terreno (φ_1) = 0,50

Coefficiente de rozamiento interno de los gaviones $\varphi_2 = 0,7$.

Además todos los diques tendrán el mismo tipo de vertedero, cuya longitud será de 1,5 metros (figura 19) y una altura de 0,5 metros lo que proporciona un resguardo de casi 20 cm.

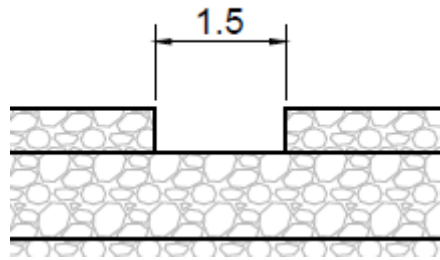


Figura 19. Esquema del vertedero de los diques.

Para evitar la ruina de los diques y debido a que el fenómeno de tubificación o piping se ha diseñado un zampeado en todos los diques.

5.1.2.1. Dique 1A

El principal objetivo de este dique es laminar la salida del agua de la cárcava con lo esté dique no tendrá vertedero y tendrá el diseño de una albarrada (figura 20). Véase Plano Dique 1ª.

- Altura útil del dique (H) = 1 m
- Espesor en coronación (e) = 1 m
- Espesor en la base (b) = 1 m
- Zapata 1 metro de espesor y de profundidad
- Alcance de vertido = 0,67 m

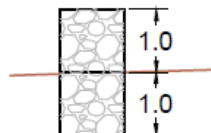


Figura 20. Esquema dique 1A

5.1.2.2. Dique 2A.

El principal objetivo de este dique es retener los sedimentos generados en la cárcava de tal forma que se genere una cuña de sedimentos que estabilice las laderas, pero también laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce (figura 21). Véase Plano Dique 2A.

- Altura útil del dique (H) = 2 m
- Espesor en coronación (e) = 1 m
- Espesor en la base (b) = 1,5 m

- Zapata con 0,5 metros de puntera y 1 metro de profundidad.
- Alcance de vertido = 0,92 m el vertido impacta en el último escalón.
- Zampeado = 1,5 metro de longitud y 2 metros de anchura.

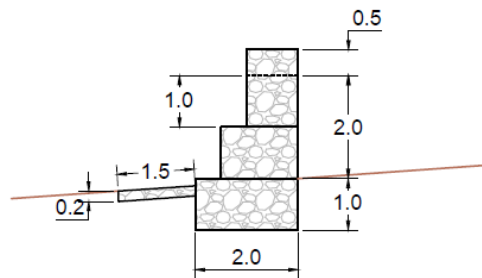


Figura 21. Esquema del dique 2A

5.1.2.3. Dique 3A

Este dique se encuentra situado en la zona de cabecera de la cárcava, en esta zona es donde se comienzan a apreciar los fuertes fenómenos erosivos, por eso la principal función de este dique es la retención de sedimentos de tal forma que generen una cuña que estabilice los taludes, además de impedir la emisión de sedimentos al resto de la cárcava. Al encontrarse en una zona con mayor erosión tendrá una altura mayor que los anteriores (figura 22). Véase Plano Dique 3A.

- Altura útil del dique (H) = 3 m
- Espesor en coronación (e) = 1,5 m
- Espesor en la base (b) = 2,5 m
- Zapata con 0,5 metros de puntera y 1 metro de profundidad
- Alcance de vertido = 1,21 m con lo cual el vertido impacta en la última hilada.
- Zampeado = 2 metros de longitud y 2 metros de anchura

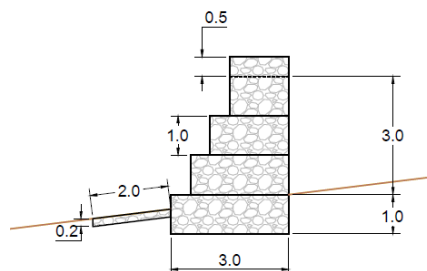


Figura 22. Esquema del dique 3A

5.1.2.4. Dique 4A.

Este dique se encuentra situado en una zona muy cerrada de la parte alta de la cárcava donde los fenómenos erosivos son más fuertes, ya que también es la zona de mayores pendientes, con lo cual necesitamos generar una gran cuña de sedimentos que estabilice las laderas. Por este motivo este dique será el de mayor altura del proyecto. Además contará con dos muros cajeros que estabilizarán las laderas aguas abajo del dique, e impedirán que caigan sedimentos en el zampeado (figura 23). Véase Plano dique 4A.

- Altura útil del dique (H) = 4 m
- Espesor en coronación (e) = 1,5 m
- Espesor en la base (b) = 3 m
- Zapata con 0,5 metros de puntera y 1 metro de profundidad
- Alcance de vertido = 1,29 m con lo cual el vertido impacta las dos últimas hiladas
- Zampeado = 2 metros de longitud y 2 metros de anchura,
- Muros cajeros: Tendrán una altura de 2,5 metros y una longitud de 2 metros. El espesor de estos muros será de 1 metro.

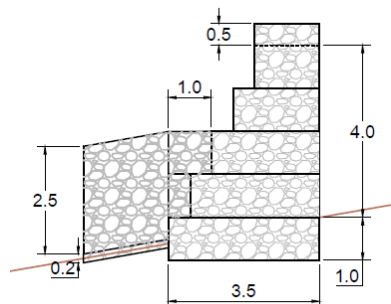


Figura 23. Esquema del dique 4A

5.1.2.5. Dique 1B.

Este dique se encuentra situado en un cauce secundario de la cuenca (Véase plano de situación de diques), pese a ello y puesto que esta zona presenta unos procesos erosivos medios, su función será la de retener sedimentos para impedir que salgan de la cuenca (Figura 24). Véase Plano de Dique 1B.

- Altura útil del dique (H) = 2 m
- Espesor en coronación (e) = 1 m
- Espesor en la base (b) = 1,5 m
- Zapata con 0,5 metros de puntera y 1 metro de profundidad.

- Alcance de vertido = 0,92 m el vertido impacta en el último escalón.
- Zampeado = 1,5 metro de longitud y 2 metros de anchura.

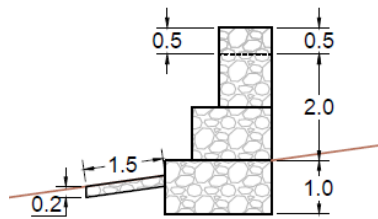


Figura 24. Esquema del dique 1A.

5.1.2.6. Dique 2B.

Este dique al igual que el anterior tiene la función de crear una cuña de sedimentos que estabilice las laderas. Véase Plano de Dique 2B.

- Altura útil del dique (H) = 2 m
- Espesor en coronación (e) = 1 m
- Espesor en la base (b) = 1,5 m
- Zapata con 0,5 metros de puntera y 1 metro de profundidad.
- Alcance de vertido = 0,92 m el vertido impacta en el último escalón.
- Zampeado = 1,5 metro de longitud y 2 metros de anchura

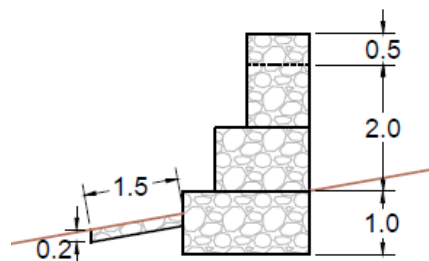


Figura 25. Esquema dique 2B

5.1.3. Construcción

Para la construcción se han mayorado los empotramientos, de tal forma que cada hilera de gaviones quede al menos introducida un mínimo de medio metro, de esta forma se trata de evitar la ruina de la obra por socavación, tubificación, agradación.

5.1.4. Rendimientos

Para la construcción de los diques el rendimiento que se estima para la excavación es de 0,04 h/m³. Los rendimientos para la construcción de los gaviones se estiman en 1,5 h/m³.

5.2 Repoblación

5.2.1. Apeo de rodales

En el siguiente apartado se pretenden definir los diferentes rodales que se van a crear en el área del proyecto. Los principales factores que se han tenido en cuenta para definir estos rodales han sido la pendiente, la orientación y las especies a implantar, ya que la zona del proyecto al ser de pequeño tamaño tiene unas condiciones edáficas y climatológicas muy homogéneas.

De esta manera la zona queda dividida en los siguientes rodales (tabla 8), los cuales también se muestran en el Plano de Actuaciones.

Tabla 8. Rodales con su superficie y pendiente media

Rodal	Superficie (ha)	Pendiente media (%)
I	0,858616	22
II	0,24799	31
III	0,66618	60
IV	0,01847	7
V	0,045314	9
VI	0,019202	7
VII	0,017275	8
VIII	0,008554	7
IX	0,51696	26
X	0,55655	63

5.2.2. Preparación del terreno.

Distinguimos dos tipos de preparaciones del terreno.

- Rodal I, II, IV, V, VI, VII, VIII y IX. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora. Se utiliza una retroexcavadora hidráulica de orugas, de aproximadamente 95 C.V. de potencia.

La máquina se va desplazando por el terreno y estacionada en un punto, excava los hoyos depositando la tierra de nuevo en el interior.

- Rodal III y X. Ahoyado mecanizado con retroaraña. Se utiliza este tipo de retroexcavadora adaptada a trabajos en el monte en zonas de alta pendiente. Este tipo de maquinaria esta provista de dos ruedas y dos patas hidráulicas extensibles. Tiene una potencia de 100 C.V. y una longitud de brazo de 8,5 metros.

La retroaraña avanza por la ladera apoyando su cazo en el suelo el cual actúa como punto de apoyo y una vez estacionada comienza a excavar, depositando la tierra en el mismo hoyo.

5.2.3. Intensidad de la actuación

- Rodal I. En este rodal la preparación se realizará mediante ahoyado con retroexcavadora. La densidad de plantación será de 1110 pies/ha, con un marco de plantación real desfasado de 3 x 3 m.

- Rodal II y IX. En estos rodales para la preparación del terreno efectuará un ahoyado con retroexcavadora, con una densidad de 1600 pies/ha y un marco de plantación real desfasado de 2,5 x 2,5 m.
- Rodal III y X. En estos rodales la preparación de terrenos será un ahoyado con retroaraña, en el que la densidad de pies será de 2500 pies/ha y un marco real desfasado de 2 x 2 m
- Rodal IV-V-VI-VII-VIII. En estos tres rodales se va a realizar un ahoyado con retroexcavadora con una densidad de pies de 816 pies/ha, y un marco real de 3,5 x 3,5m

5.2.4. Ejecución de la estación y rendimientos

- Rodal I. Ahoyado con retroexcavadora.

En primer lugar se realiza un marcado de los hoyos en el terreno siguiendo un marco real desfasado de 3 x 3 metros.

La máquina realiza la apertura de un hoyo, equipada con un cazo y desplazándose por líneas de máxima pendiente.

La máquina se va desplazando por el terreno, y una vez estacionada en un punto comienza a excavar, preparando un numero de hoyos a su alrededor, para posteriormente trasladarse a otra posición. El hoyo será al menos de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodal II y IX. Ahoyado con retroexcavadora.

El primer paso es el marcado de los hoyos con un marco real desfasado de 2,5 x 2,5 metros. Tras esto la maquina se desplaza por la parte alta de la cárcava efectuado los hoyos de la ladera desde arriba, para después desde del interior de la cárcava efectuar los hoyos que no se encontraban al alcance. Estos hoyos tendrán un tamaño de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodal III y X. Ahoyado con retroaraña.

En esto rodales se marcarán los hoyos a una distancia de 2 x 2 metros con un marco real desfasado.

En este caso la maquina avanza por líneas de máxima pendiente, apoyando el cazo en el suelo, el cual le sirve como punto de apoyo. Una vez estacionada comienza a excavar preparando los hoyos a los cuales tiene alcance, para luego desplazarse a la siguiente posición.

La operación de apertura del hoyo se efectuará dos veces volviendo a depositar la tierra en el interior, para de esta forma conseguir un hoyo adecuado para el desarrollo de la planta, el hoyo tendrá unas medidas mínimas de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodales IV-V-VI-VII-VIII. Ahoyado con retroexcavadora.

En esto rodales se realizará un marcado de los hoyos a 3,5 x 3,5 metros. A continuación la máquina realiza la apertura de un hoyo, equipada con un cazo y se va desplazando por el terreno, y una vez estacionada en un punto comienza a excavar, preparando un número de hoyos a su alrededor, para posteriormente trasladarse a otra posición. El hoyo será al menos de 60 x 60 x 60 cm

5.2.5. Rendimientos

A continuación se exponen los rendimientos estimados en los diferentes métodos de preparación del terreno.

- Rodal I. Ahoyado con retroexcavadora.

En este rodal la densidad es de 1110 pies/ha, que con un rendimiento de 65 hoyos/hora, que equivale a 17 h/ha.

La superficie de rodal I es de 0,859 ha, por lo que se necesitarían 14,7 horas. Si se toman jornales de 8 horas serían necesarios 1,83 jornales.

- Rodal II y VII. Ahoyado con retroexcavadora.

En este caso la densidad de plantación es de 1600 pies/ha, con un rendimiento de 60 hoyos/hora. Esto equivale a 26,7 h/ha.

La superficie del rodal II es de 0,248 ha y la del rodal VII 0,517 ha lo que hace un cómputo de 0,765 ha, necesiándose 20,4 horas, que equivalen a 2,6 jornales.

- Rodal III y VIII. Ahoyado con retroaraña.

Estos dos rodales tienen una densidad de 2500 pie/ha. La retroaña tiene un rendimiento de 60 hoyos/hora lo que supone 41,7 h/ha.

El rodal III y rodal VIII tienen una superficie de 0,666 y de 0,556 respectivamente, lo que hace una superficie de 1,222 ha para las cuales se necesita un tiempo de 50,9 h. Este tiempo equivale a 6,4 jornales.

- Rodales IV-V-VI-VII-VIII. Ahoyado con retroexcavadora.

En este rodal la densidad es de 816 pies/ha, que con un rendimiento de 65 hoyos/hora, que equivale a 17 h/ha.

La superficie de rodal I es de 0,859 ha, por lo que se necesitarían 14,6 horas. Si se toman jornales de 8 horas serían necesarios 1,83 jornales.

5.2.6. Plantación

5.2.6.1. Tipo de planta

Las características de las plantas que se van a introducir de cada especie se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9. Especies utilizadas con su edad y su región de procedencia.

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Pinus sylvestris</i>	Contenedor	1	Guadarrama
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmanni</i>	Contenedor	1	Soria
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>mesogeensis</i>	Contenedor	1	Sierra de Oña

Alumno/a: Sergio Galicia López

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

Titulación de: Grado en Ingeniería forestal y del medio natural

Tabla 9. Especies utilizadas son su edad y su región de procedencia. (Continuación)

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Quercus ilex</i>	Contenedor	1	Cuenca central del Duero
<i>Crataegus monogyna</i>	Contenedor	1	-
<i>Prunus spinosa</i>	Contenedor	1	-
<i>Populus nigra</i>	Estaquilla	-	Páramo del Duero-Fosa de Almazán
<i>Salix atrocinerea</i>	Estaquilla	-	-

5.2.6.2. Necesidades de planta

En este apartado se expone la cantidad de planta necesaria para cada rodal. En la Tabla 10 se puede ver la cantidad de planta que precisa cada rodal. Se ha añadido un 4% de planta para poder reponer la planta que se pueda romper en el transporte, en el monte, etc.

Tabla 10. Detalle de la densidad en cada rodal y las especies a utilizar.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Especie (%)	Planta +4%
I	0,859	1110	<i>Pinus nigra</i> (40)	392
			<i>Pinus sylvestris</i> (40)	392
			<i>Quercus ilex</i> (15)	149
			<i>Prunus spinosa</i> (5)	50
II	0,248	1600	<i>Pinus sylvestris</i> (80)	318
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	42
			<i>Prunus spinosa</i> (5)	21
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	21
III	0,666	2500	<i>Pinus sylvestris</i> (80)	1386
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	174
			<i>Prunus spinosa</i> (5)	87
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	87
IV	0,018	816	<i>Populus nigra</i>	8
			<i>Salix atrocinerea</i>	8
V	0,045	816	<i>Populus nigra</i>	16
			<i>Salix atrocinerea</i>	16
VI	0,019	816	<i>Populus nigra</i>	9
			<i>Salix atrocinerea</i>	9
VII	0,017	816	<i>Populus nigra</i>	8
			<i>Salix atrocinerea</i>	8
VIII	0,009	816	<i>Populus nigra</i>	4
			<i>Salix atrocinerea</i>	4
IX	0,517	1600	<i>Pinus nigra</i> (80)	695
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	116
			<i>Quercus ilex</i> (5)	43
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	43
X	0,556	2500	<i>Pinus nigra</i> (80)	1157
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	145
			<i>Quercus ilex</i> (5)	73
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	73

De esta manera la cantidad total de planta que se necesita por especie se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Necesidades totales de planta para cada especie.

Especie	Nº de planta (+4%)
<i>Pinus sylvestris</i>	2096
<i>Pinus nigra</i>	2244
<i>Pinus pinaster</i>	477
<i>Quercus ilex</i>	265
<i>Prunus spinosa</i>	158
<i>Crataegus monogyna</i>	224
<i>Populus nigra</i>	45
<i>Salix atrocinerea</i>	45
Total	5554

5.2.7. Viveros

Se ha estimado que la planta será suministrada por viveros que se encuentren situados a una distancia media de 100 km.

5.2.8. Transporte

El transporte de la planta se realizará en un camión de caja cerrada para evitar la desecación de la planta en el transporte, además el transporte se realizará de forma escalonada para evitar que la planta pase mucho tiempo en el monte sin plantarse. El camión tendrá una capacidad de 7 m³. Para calcular la cantidad de planta que se puede transportar en un viaje se ha estimado que la bandeja tiene un volumen de 0,054 m³, este volumen también se aplica a la parte aérea de la planta, con lo cual cada bandeja ocupará 0,108 m³. Con lo cual en un solo viaje se puede transportar 3111 plantas. Con lo que es necesario emplear dos viajes de ida y vuelta cada uno para trasladar toda la planta. Se estima que se emplea medio jornal por cada viaje con lo cual es necesario el empleo de 1 jornal para el transporte de toda la planta.

5.2.9. Época de plantación

La plantación y estaquillado se realizará a parada vegetativa, y fuera del periodo de heladas seguras. Por eso se ha decidido que la plantación se realice en el mes de octubre, ya que aunque las heladas son probables, estas son poco intensas. Además no se realizará la plantación en día de fuerte viento para evitar la desecación de la planta.

5.2.10. Herramienta

La plantación al ser manual se realizará con una azada de boca estrecha

5.2.11. Distribución de la planta

La planta en contenedor se regará y será distribuirá por el monte en la cantidades necesarias para cada jornada a primera hora de la mañana. La planta a raíz desnuda

se irá distribuyendo a media que se vaya necesitando, manteniéndose aviverada el mayor tiempo posible.

5.2.12. Plantación

Debido a la pendiente la plantación se realizará de forma manual. Esta operación la realiza el operario extrayendo la tierra del hoyo con la azada, para después extraer la planta tirando del cuello de la raíz y se deposita en el hoyo de tal forma que quede vertical y enterrado el cepellón un par de centímetros por debajo del nivel de la tierra. Finalmente se compacta la tierra para evitar la existencia de cámaras de aire y se realiza una pequeña microcuenca que retenga la escorrentía superficial y ayude al aporte de agua a la planta. En todas las plantas en contenedor se instalarán tubos protectores tipo V8 protegerla de posibles depredadores y de la desecación excesiva.

5.2.13. Rendimientos

El rendimiento de la plantación para cada rodal se expresan a continuación (Tabla 12).

Tabla 12. Rendimiento en cada rodal dependiendo de la densidad.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Jornales
I	0,859	1110	9,4
II	0,248	1600	4,6
III	0,666	2500	20,5
IV	0,018	816	0,06
V	0,045	816	0,16
VI	0,019	816	0,07
VII	0,017	816	0,07
VIII	0,009	816	0,03
IX	0,517	1600	9,7
X	0,556	2500	17,1

5.3 Medidas ambientales.

5.3.1. Ejecución

Para la construcción de la albarrada de pacas de paja se utilizarán pacas con unas dimensiones de 1,2 x 0,70 x 2,5 metros. Estas pacas se situarán en una pequeña excavación de 15 cm de profundidad y una vez alineadas aproximadas entre sí lo máximo posible, se atraviesa cada una con dos estacas de madera, quedando estas clavadas en el suelo al menos 15 cm. Los áridos extraídos de la excavación se sitúan y compactan en la parte baja del paramento de aguas arriba, para evitar de esta forma el sifonamiento. Véase Plano nº3 de situación de diques y Plano nº11 albarrada de paja.

5.3.2. Rendimientos

Se estima que el rendimiento para la construcción de la albarrada es 0,2 hora por cada metro lineal.

5.4 Riegos de apoyo.

5.4.1. Ejecución

Los riegos de apoyo programados se realizarán con motobomba, efectuando el tendido de manguera por línea de máxima pendiente, de tal forma que se avanza regando las plantas que se encuentran a izquierda y derecha. Los riegos serán de 10 litros por planta y se realizarán la segunda quincena de julio y dos en el mes de agosto separándose entre sí 15 días.

5.4.2. Rendimientos

Los rendimientos estimados para estos riegos de 10 litros es 25 horas por cada mil plantas.

6. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

A continuación se desarrolla el programa de las obras:

- Medidas ambientales: 24 de agosto.
- Ahoyado con retro araña: del 25 de agosto al 2 de septiembre.
- Ahoyado con retroexcavadora: del 27 al 2 septiembre de agosto.
- Excavación: del 2 al 3 de septiembre.
- Construcción de los diques: del 2 al 18 de septiembre, empleándose una cuadrilla de 4 peones y capataz.
- Repoblación: del 1 al 17 de octubre, empleándose una cuadrilla de 4 peones y capataz
- Riegos de apoyo: Segunda semana de julio y segunda y cuarta semana de agosto del verano siguiente. En estas labores se empleará un peón y un camión cisterna con conductor

Tabla 13. Diagrama de Gant

	agosto				septiembre				octubre				julio (+1 año)				agost.(+1 año)				Presupuesto por actividad (€)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Medidas ambientales																					103,56
Ahoyado con retroaraña																					5529,55
Ahoyado con retroexcavadora																					1857,3
Excavación																					387,34
Construcción de diques																					25507,28
Repoblación																					11406,51
Riegos de apoyo																					26492,6
	6561,76				26823,27				11406,51				16328,4				8164,2				

7. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA.

La ejecución de los trabajos se adecuará a lo expuesto en el Pliego de Condiciones. Aun así cabe destacar que se hace necesario el acotar los terrenos al pastoreo durante los primero 10 años, para tratar de asegurar el éxito de la repoblación.

8. PRESUPUESTO

8.1 PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

Grupo de inversión 1: Diques	
- Capítulo I: Excavación	387,34
- Capítulo II: Gaviones	25507,28
Total grupo de inversión 1	25894,62
Grupo de inversión 2: Repoblación	
- Capítulo III: Preparación del terreno	7315,51 €
- Capítulo IV: Plantación	8434,11 €
- Capítulo VI: Riegos de apoyo	26492,6€
Total grupo de inversión 1	45285,96 €
Grupo de inversión 3: Medidas ambientales	
- Capítulo V: Albarrada de paja	103,56 €
Total grupo de inversión 3	103,56 €
Grupo de inversión 4: Seguridad y Salud	
- Capítulo V: Seguridad y Salud	2138,52 €
Total grupo de inversión 4	2138,52 €
Total ejecución material	73422,66 €

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL ALTO DE LOS CASTAÑALES EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PELENCIA) A LA CANTIDAD DE **SETENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS VENTIDÓS EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (73422,66 €)**”

8.2 PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material	73422,66 €
Gastos generales de la empresa (18%)	13216,08 €
Beneficio industrial (6%)	4405,36€
TOTAL PARCIAL	91044,1
IVA (21%) / 88770,4€	18641,78
IVA Planta (10%) / 2273,7€	227,37
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	108113,25

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL ALTO DE LOS CASTAÑALES EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA) A LA CANTIDAD DE **CIENTO OCHO MIL CIENTO TRECE EUROS con VENTICINCO CÉNTIMOS (108113,25 €)**”

Palencia, a 3 de Septiembre de 2015
El alumno

Fdo.: Sergio Galicia López

9. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

9.1 Evaluación económica.

Este proyecto tiene como objetivos frenar la erosión y transporte de sedimentos, el cumplimiento de estos objetivos supone acabar con las deposiciones de sedimentos que se producen en la carretera que une Quintanilla de Onsoña con Villantodrigo, lo que conlleva un ahorro continuo en la limpieza de la carretera, además de una mejora en la seguridad de los usuarios de esta carretera. Frenando la erosión también evitaremos el crecimiento de la cárcava en sí, la cual avanza y destruye paulatinamente la zona de pasto la rodea y la zona de cultivo que se encuentra en la zona del páramo, convirtiendo terrenos productivos y de los que se obtiene un beneficio económico en una zona improductiva.

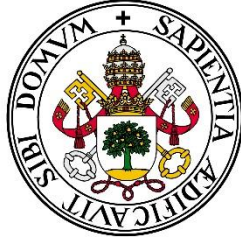
Otros beneficios del presente proyecto son los que se obtendrán de los recursos procedentes de la masa forestal procedente de la repoblación, los cuales en ocasiones son complicados de cuantificar económicamente. Estos recursos podrán ser continuos y dilatados en el tiempo si se aprovechan de una forma ordenada y respetuosa.

9.2 Evaluación ambiental.

Ambientalmente el impacto de este proyecto es mínimo ya que las obras están ejecutadas con materiales de origen natural procedentes de la zona. Los principales beneficios ambientales se deben al control de la erosión y de los sedimentos, ya que se impide que estos lleguen al río Valdecuriada y aumenten las partículas en suspensión. 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 y produce una mejora paisajística en la zona.

Además gracias a la calculadora de carbono del MAGRAMA se ha calculado cual sería la cantidad de carbono absorbido por nuestra repoblación durante sus primeros 80 años. Esta cifra es de 1978,50 t CO₂ lo que equivale a 670,68 t CO₂/ha.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico –
forestal de la cárcava nº1 situada en el
“Alto de los Castaños” en la localidad
de Villantodrigo (Palencia)

**DOCUMENTO Nº1: ANEJOS A LA
MEMORIA**

Alumno: Sergio Galicia López

Tutor: Joaquín Navarro Hevia

Cotutor: Luis Ortiz Sanz

Septiembre de 2015

ANEJO I:

**ESTUDIO
CLIMÁTICO**

ÍNDICE

1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	1
1.1. Serie de precipitaciones	1
1.2. Datos de temperaturas	3
1.3. Climodiagrama de Walter – Lieth.....	4
1.4. Evaporación potencial.....	5
1.5. Índices climáticos	7
1.6. Parámetros climáticos especiales	10
1.7. Índices de naturaleza hidrológica.....	12

1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA.

Para este proyecto se ha elegido la estación 2370 situada en Saldaña, por cercanía y situación similar a la de nuestra zona de proyecto. Sus datos son los que se muestran en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Datos de la estación meteorológica

Indicativo	2370
Municipio	Saldaña
Provincia	Palencia
Hemisferio	Norte
Latitud	42° 31´ 25’’
Longitud	04° 44´ 07’’
Altitud (m)	912
Serie de años	1952 - 2014

1.1. Serie de precipitaciones

La serie de precipitaciones que se utilizarán para el estudio es la que transcurre del año 1952-2014 se muestran en la Tabla 2. Debido a la existencia de un error sistemático en esta estación los datos han sido corregidos mediante la fórmula propuesta por Bartolomé (2012).

Tabla 2. Principales datos de precipitaciones

Año	P.anual (mm)	P. Max diaria (mm)	Mes PMAX diaria	D Lluvia	D nieve
1952	590,6	38,2	Julio	55	8
1953	393,3	35	Junio	33?	2?
1954	349,4	38	Noviembre	43	7
1955	729	45,5	Agosto	72	22
1956	439	22	Marzo	48	4
1957	254	17	Marzo	33	4
1958	526,5	35	Junio	44	0
1959	661,3	35,5	Noviembre	59	3
1960	696	40	Octubre	74	6
1961	738,5	40	Noviembre	20?	3?
1962	390,7	54	Enero	14?	2?
1963	637,3	28	Noviembre	34?	0?
1964	353,5	30	Enero y Mayo	31	0
1965	383,1	31,5	Septiembre	0?	0?
1966	841,5	58	Octubre	59?	9

Tabla 2. Principales datos de precipitaciones (Continuación)

Año	P.anual (mm)	P. Max diaria (mm)	Mes PMAX diaria	D Lluvia	D nieve
1967	475,9	37,5	Mayo	33	11
1968	535,6	25,6	Octubre	53	4
1969	658,8	42	Junio	52	12
1970	497,4	42,5	Enero	44	6
1971	724,7	46,5	Octubre	62	10
1972	747	31,5	Enero	60	8
1973	500,5	35	Mayo	46	5
1974	585,2	43,5	Julio	58	6
1975	392	19	Febrero	51	3
1976	508,2	26,5	Junio	76?	10?
1977	671,6	39	Diciembre	78	14
1978	692,8	29,3	Diciembre	76	9
1979	676,7	29	Julio	85	9
1980	372,7	29,6	Abril	80	8
1981	431,6	30	Febrero	85	17
1982	483,7	48	Septiembre	77	6
1983	497,3	45	Diciembre	85	8
1984	680,6	52,3	Octubre	99	10
1985	623,1	58,3	Diciembre	90	8
1986	366,3	65,6	Septiembre	55	13
1987	546,8	60	Septiembre	66	13
1988	577,6	49	Junio	80	3
1989	533,9	40,3	Diciembre	94	4
1990	384,6	45,9	Junio	71	4
1991	348,4	34	Septiembre	66	8
1992	483,6	35	Junio	76	6
1993	524,6	61	Septiembre	93	8
1994	450,1	24,2	Enero	75?	8?
1995	504,4	44,5	Noviembre	88?	3?
1996	617,8	36,5	Enero	106	11
1997	714,3	63,2	Julio	125	6
1998	403,2	37,5	Agosto	94	8
1999	445,8	32,8	Septiembre	91?	9?
2000	690,3	38,6	Noviembre	122?	7?
2001	474,7	40	Marzo	40?	6?
2002	572,7	39	Septiembre	87?	6?
2003	582,3	41	Octubre	56?	6?
2004	406,8	78	Septiembre	24?	9?
2005	387,0	29	Octubre	49?	10?

Tabla 2. Principales datos de precipitaciones (Continuación)

Año	P.anual (mm)	P. Max diaria (mm)	Mes PMAX diaria	D Lluvia	D nieve
2006	602,8	40	Octubre	51?	1?
2007	370,5	31	Mayo	43?	4?
2008	374,6	21,7	Abril	38?	0?
2009	319,3	35,2	Octubre	34?	6?
2010	591,5	40,3	Junio	52?	8?
2011	421,4	31,5	Noviembre	34?	3?
2012	338,9	43,2	Octubre	42?	6?
2013	612,6	42,4	Enero	82?	10?
2014	555,2	39,5	Abril	56?	5?

En la siguiente Tabla 3 se pueden ver los datos obtenidos para la precipitación media mensual y anual.

Tabla 3. Precipitaciones medias

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES												
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Pmedia (mm)	57,9	46,2	44,2	50,7	55,7	45,9	23,4	22,5	39,2	67,0	61,5	59,5
Precipitación media anual (mm)	573,8											

1.2. Datos de temperaturas

En la siguiente Tabla 4 se muestra el resumen de los datos referentes a temperaturas mensuales para el periodo de años 1997-2014 y en la Tabla 5 el resumen de las temperaturas anuales.

Tabla 4. Resumen de los datos de las temperaturas mensuales.

DATOS DE TEMPERATURAS MENSUALES												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
tm (°C)	2,9	4,2	7,4	9,4	13,2	17,3	19,7	19,9	16,5	11,6	6,2	3,2
T (°C)	7	9,7	13,6	15,7	20,1	24,8	27,7	27,6	23,6	17,4	10,7	6,9
t (°C)	-1,2	-1,4	1,1	3,2	6,5	9,9	11,7	12,2	9,4	5,9	1,6	-1
Ta (°C)	19	20	24,5	29	33,5	37	36	37	35	28,5	25	16,5
Año	2013	2000	2002	2011	2001	2012	2011	2012	2006	2011	1997	2008
T'a	13,9	16,3	20,2	24,1	28,9	32,5	34,5	34,6	30,6	24,1	18,1	13,4
ta (°C)	11,5	-11	-10,5	-4,5	-2,5	1	2,5	3	-0,5	-4	-9	-16
Año	2010	2012	2005	2009	2004	1998	2009	2010	2005	2010	2001	2009
t'a	-7,2	-6,1	-5,3	-2,7	-3	4	5,5	5,9	2,8	-5	-4,2	-6,9

Tabla 5. Resumen de las temperaturas anuales

DATOS TEMPERATURAS ANUAL	
tm (°C)	10,9
T (°C)	17,1
t (°C)	4,8
Ta (°C)	37
Año	2012
T'a	35,2
ta (°C)	-16
Año	2009
t'a	-9,1

1.3. Climodiagrama de Walter – Lieth.

Realiza una comparación adimensional entre evapotranspiraciones y precipitaciones. Los principales parámetros que se deducen del climodiagrama (Figura 1) son los siguientes:

- Intervalo de sequía: es el intervalo de tiempo, en meses, en la que la precipitación está por debajo de las temperaturas.
- Intensidad de la sequedad: es el cociente entre el área y el área húmeda
- Área húmeda: superficie comprendida entre la curva de precipitaciones y la curva de temperaturas, cuando la primera está por encima de la segunda.
- Intervalo de helada segura: es el tiempo, expresado en meses, en los que la temperatura media de las mínimas es inferior a 0 °C.
- Intervalo de helada probable: es el número de meses en los cuales, aun siendo la temperatura media de las mínimas superiores a 0 °C, la temperatura mínima absoluta es menor a cero grados.

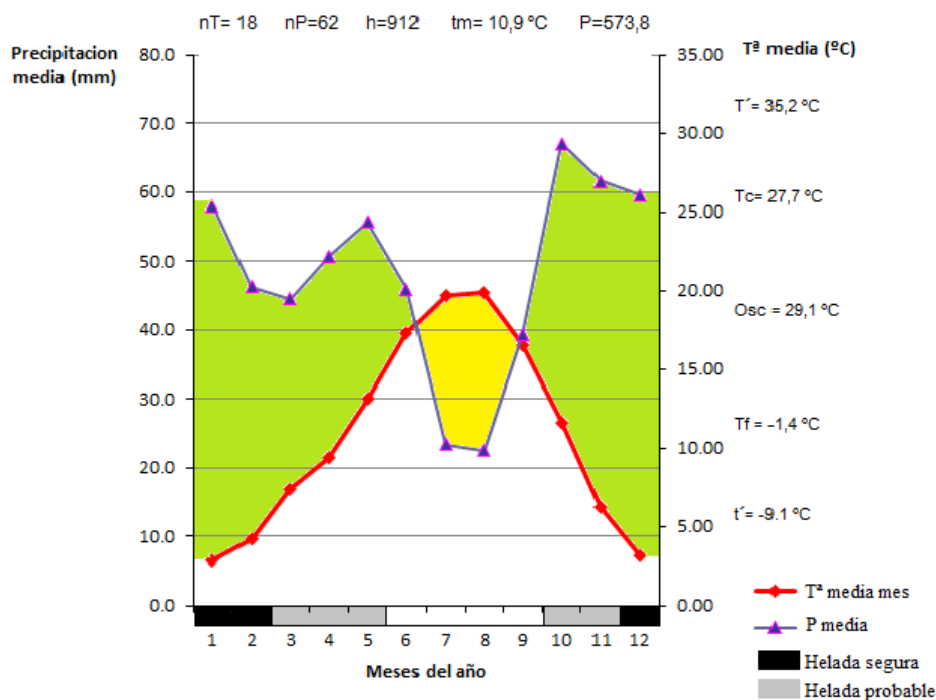


Figura 1. Climodiagrama de Walter-Lieth

Donde:

- T' : Temperatura media anual de máximas absolutas anuales.
- T_c : Tª media de las máximas del mes más cálido
- Osc : Oscilación ($T_c - t_f$)
- t_f : Tª media de las mínimas del mes más frío
- t' : Tª media anual de las mínimas absolutas anuales
- n_T : Número de años de la serie.
- n_P : Número de años de la serie de precipitaciones.
- h : Altitud en metros
- t_m : Tª media anual de las medias ($^\circ\text{C}$)
- P : Precipitación media anual (mm)

1.4. Evaporación potencial

La determinación de la evapotranspiración potencial (ETP) se ha realizado según Thornthwaite. Su fórmula de basa en la utilización de la temperatura media del lugar y la latitud del lugar.

$$ETP = K \cdot 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{t}{I}\right)^a$$

Donde:

- ETP: evaporación potencial (mm/mes)

- K: coeficiente de corrección que depende del número de días del mes y de las horas efectivas de la luz solar en dicho mes. Este calor viene tabulado en función de la latitud del lugar.
- T: temperatura media mensual (C°)
- I: índice de calor anual. Suma de los doce valores del índice térmico mensual (i)

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

$$I = \sum_{1}^{12} i$$

$$-a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot (I)^3 - 77,1 \cdot 10^{-6} \cdot (I)^2 + 0,01792 \cdot (I) + 0,49329$$

Lo cálculos necesarios para obtener este factor “a” se muestran en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6. Principales datos utilizados para la obtención de “a”

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Oct.	Nov.	Dic.
Tªmedia mes	2,86	4,19	7,37	9,42	13,17	17,30	19,71	19,89	16,52	11,59	6,16	3,17
t/5	0,572	0,839	1,473	1,884	2,634	3,460	3,941	3,978	3,303	2,319	1,233	0,634
(t/5)^{1,514}	0,429	0,766	1,798	2,608	4,334	6,549	7,976	8,088	6,105	3,573	1,373	0,502
I=	44,101											
a=	1,192											

Los cálculos realizados y los pasos intermedios para obtener la ETP se pueden observar en las siguientes Tablas 7.

Tabla 7. Principales datos para el cálculo de la ETP

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Tªmedia mes	2,86	4,19	7,37	9,42	13,17	17,30	19,71	19,89	16,52	11,59	6,16	3,17
10*T	28,6	41,9	73,7	94,2	131,7	173,0	197,1	198,9	165,2	115,9	61,6	31,7
(10*t)/I	0,648	0,951	1,670	2,135	2,986	3,923	4,468	4,510	3,745	2,629	1,398	0,719
(10*t/I)^a	0,597	0,942	1,843	2,469	3,683	5,097	5,952	6,018	4,823	3,164	1,490	0,675
K	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
16*K	13,12	13,28	16,48	17,9	20,16	20,32	20,48	19,04	16,64	15,2	13,12	12,64
ETP(mm)	7,83	12,51	30,37	44,25	74,24	103,56	121,90	114,58	80,25	48,09	19,56	8,53
ETP anual	665,67											

El valor de la evapotranspiración potencial anual obtenido para la zona de estudio es de 665,67 mm

1.5. Índices climáticos

- Índice de pluviosidad de Lang

Explica de una forma sencilla el grado de aridez teniendo en cuenta la precipitación y la energía disponible para evaporar.

$$I = \frac{P}{T} = \frac{573,8}{10,9} = 52,64$$

Donde:

- P = Precipitación media anual = 573,8 mm
- T = Temperatura media anual = 10,9 °C

El resultado obtenido se puede interpretar de la siguiente forma:

0-20	Zona desértica
20-40	Zona árida
40-60	Zonas húmedas o de estepa
60-100	Zonas húmedas o de bosques
100-160	Zonas húmedas de grandes bosques
>160	Zonas perhúmedas de prados y tundras

Según el índice de pluviosidad de Lang nos encontramos en una zona húmeda o de estepa.

- Índice de aridez de Martonne

Este índice es ampliamente usado para definir el grado de aridez en climas desfavorables para el crecimiento de especies arbóreas.

$$I_a = \frac{P}{T + 10} = \frac{573,8}{10,9 + 10} = 27,45$$

Donde:

- P = precipitación media anual = 573,8 mm
- T = T^a media anual = 10,9 °C

Su interpretación es la siguiente:

<5	Desiertos
5-10	Semidesierto
10-20	Semiárido tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmedas
>60	Perhúmeda

Según el Índice de aridez de Martonne la zona de estudio se clasifica como subhúmeda.

• Índice de Emberger

$$Q = \frac{100 \cdot P}{(M - m) \cdot (M + m)} = \frac{100 \cdot 573,8}{(27,7 - (-1,4)) \cdot (27,7 + (-1,4))} = 74,97$$

Donde:

- P = precipitación media anual= 573,8
- M = media de las máximas del mes más cálido=27,7 °C
- m = media de las mínimas del mes más frío = -1,4 °C

La interpretación de este índice se realiza a través de la Figura 2. En ella se introduce el valor “Q” y “m” quedando definida la subregión climática género.

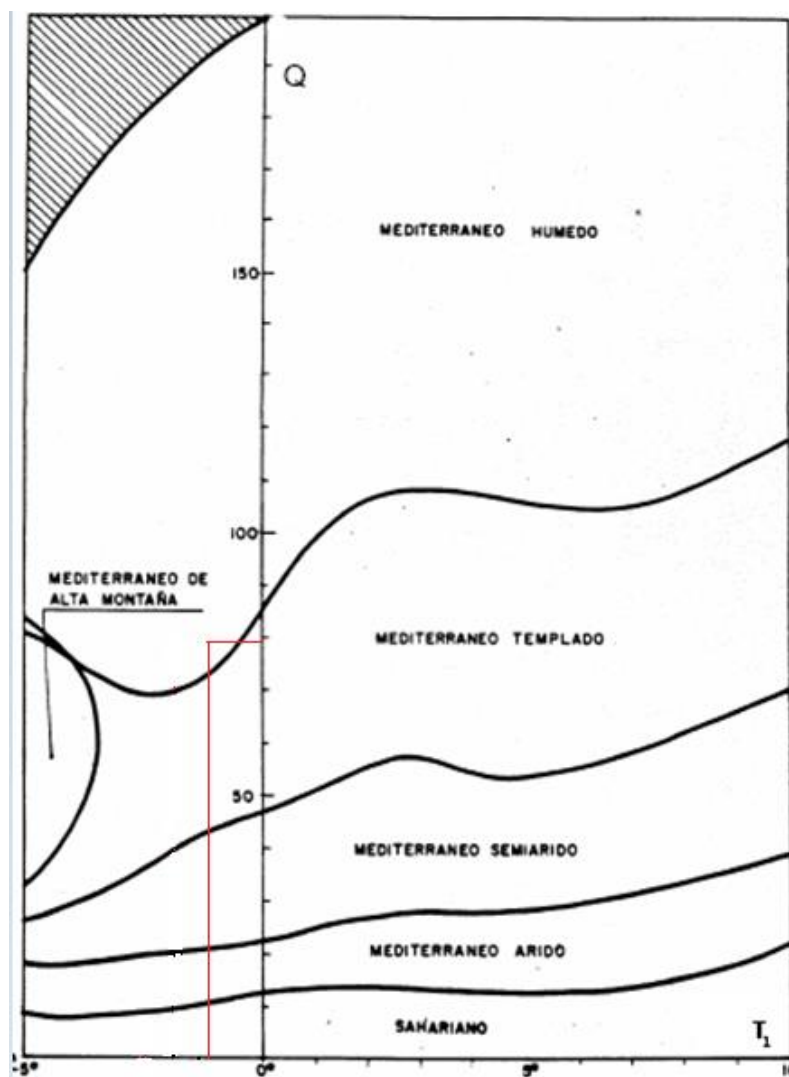


Figura 2. Clasificación de los climas según Emberger dependiendo del factor Q y m. (Vera. 1993)

También se sugiere una correspondencia entre el valor de la “m” y el tipo de invierno según se muestra en la Tabla 8

Tabla 8. Tipo de invierno según el factor "m"

Tipo de invierno	m (°C)
Muy Frío	<-3°C
Frío	>-3°C y <0°C
Fresco	>0°C y <3°C
Templado	>3°C y <7°C
Cálido	<7°C

Según el índice de Emberger nos encontramos dentro de un clima mediterráneo húmedo, con inviernos fríos (m<-3°C) de heladas muy frecuentes.

• Índice de Dantín y Revenga

$$I = 100 \cdot \frac{T}{P} = 100 \cdot \frac{10,9}{573,8} = 1,9$$

Donde:

- T = Temperatura media anual = 10,9 °C
- P = Precipitación media anual = 573,8 mm

Su interpretación es la siguiente:

0-2	Zona húmeda
2-3	Zona semiárida
3-6	Zona árida
>6	Zona subdesértica

Según el índice de Dantín y Revenga la zona de estudio pertenece a una zona húmeda.

• Índice de aridez de la UNEP

$$I = \frac{P}{ETP} = \frac{573,8}{665,67} = 0,86$$

Donde:

- P = precipitación media anual = 573,8 mm
- ETP = evapotranspiración potencial meda anual = 665,67 mm

Su interpretación es la siguiente:

>0,65	Húmedo	Sin riesgo de desertificación
0,65 – 0,5	Subhúmedo –seco	
0,5 – 0,2	Semiárido	Riesgo de desertificación
0,2 – 0,05	Árido	
< 0,05	Hiperárido	

Según el índice de aridez de la UNEP la zona de estudio se clasifica como zona húmeda ya que es $> 0,65$ con lo cual queda clasificada como una zona si riesgo de desertificación.

- Índice de Vernet

$$I = \pm 100 \cdot \left[\frac{(H - h)}{P} \right] \cdot \left(\frac{Mv}{Pv} \right) = -100 \cdot \left[\frac{(167,6 - 91,8)}{573,8} \right] \cdot \left(\frac{26,7}{91,8} \right) = -3,84$$

Donde:

- H = precipitación de la estación más lluviosa = 167,6 mm
- h = precipitación de la estación más seca = 91,8 mm
- P = precipitación anual = 573,8 mm
- Mv = Temperatura media de las máximas estivales = 26,7°C
- Pv = Precipitación estival = 91,8 mm
- La expresión toma el signo “-“ si el verano es el primero o el segundo de los mínimos pluviométricos y signo “+” en caso contrario. En nuestro caso toma el signo “-“

Su interpretación será:

>2	Clima continental
0 a 2	Clima oceánico –continental
-1 a 0	Clima oceánico
-2 a -1	Clima pseudooceánico
-3 a -2	Clima oceánico – mediterráneo
-4 a -3	Clima submediterráneo
< -4	Clima mediterráneo

Según el índice de Vernet la zona de estudio se puede clasificar como clima submediterráneo.

1.6. Parámetros climáticos especiales

- Índice de Gandullo-Serrada o Índice de Productividad Potencial Forestal (IPPF):

Este índice, basado en el índice de Paterson (1956), para climas predominantemente mediterráneos, trata de evaluar la productividad potencial de un bosque en una zona y para unas condiciones determinadas.

$$I = \frac{V \times f \times P \times G}{A \times 12} = 161,37$$

V = temperatura media mensual del mes más cálido = 19,9° C.

f = factor de insolación:

$$f = \frac{2.500}{n + 1000} = 0,705$$

$$n = \text{nº de horas de insolacion} = \frac{76.330,2}{30} = 2.544,34$$

P = precipitación media anual en mm = 573,8 mm.

G = duración del periodo vegetativo, expresado en meses, considerando como mes activo para la vegetación forestal aquél en el que la media mensual, expresada en mm iguala o supera el doble de la temperatura media mensual (°C), siempre que ésta sea > 6° C. = 7 meses.

A = Rango anual de temperaturas, estimado por la diferencia entre la media de las máximas del mes más cálido y la media de las mínimas del mes más frío = 29,1° C.

$$\text{Producción} = 5,3 \times (\log_{10} I - \log_{10} 25) = 4,29 \text{ m}^3 / \text{ha} \times \text{año}$$

El Índice de Gandullo-Serrada (*Índice de Productividad Potencial Forestal, IPPF*) se calcula como la Producción según Paterson multiplicada por un coeficiente “K” que depende de la litofacies y viene reflejado en el “*Mapa de Productividad Potencial Forestal de la España Peninsular (1977)*”. En nuestro caso K = 1,66 (aluviones silíceos).

$$\text{IPPF} = K \times \text{Producción} = 7,12 \text{ m}^3 / \text{ha} \times \text{año}$$

Clase III: Tierras que tienen limitaciones débiles para el crecimiento de bosques productivos.

- Clasificación climática de Allué (1990)

Su utilidad reside en la facilitación de un rápido acercamiento inicial a los tipos fitológicos y a las corologías fitoclimáticas de la Tierra. La base fitológica procede del Mapa Mundial de Vegetación de C. Troll y K.H. Paffen. La base climática se toma a partir de los climodiagramas de H. Walter y H. Lieth.

Para su clasificación, Allué selecciona una serie de factores de reconocida trascendencia para la vida vegetal, ordenados de acuerdo con su importancia en España desde el punto de vista caracterizador. Los poderes caracterizadores resultan del cálculo gráfico del número de intersecciones que cada uno de los valores posibles de todos los valores climáticos producía en el conjunto de los ámbitos, correspondiente a cada valor climático.

Según la clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990), Saldaña se encuentra en el subtipo VI (IV)1 cerca de los límites del VI (IV)1, siendo ambos nemoromediterráneos genuinos. El subtipo VI (IV)1 puede existir en diferentes litologías predominando los grupos planicaducifolios marcescentes.

La serie a la que pertenece Villantodrigo es la del roble melojo (*Quercus pyrenaica*) llamada *Luzulo forseteri - Querceto pyrenaicae sigmetum* subhúmeda de las alisedas.

1.7. Índices de naturaleza hidrológica.

- Índice de humedad

Este índice nos permite clasificar los diferentes años de la serie en meses muy secos a muy húmedos, comparando su módulo pluviométrico anual con el módulo pluviométrico medio de la serie. Los resultados se muestran en la Tabla 9

Tabla 9. Índice de humedad y tipo de año para cada año de la serie.

Año	P. anual (mm)	Ind. Humedad	Tipo de año
1952	590,6	1,0	Normal húmedo
1953	393,3	0,7	seco
1954	349,4	0,6	Muy seco
1955	729	1,3	Húmedo
1956	439	0,8	seco
1957	254	0,4	Muy seco
1958	526,5	0,9	Normal seco
1959	661,3	1,2	Húmedo
1960	696	1,2	Húmedo
1961	738,5	1,3	Muy húmedo
1962	390,7	0,7	seco
1963	637,3	1,1	Húmedo
1964	353,5	0,6	Muy seco
1965	383,1	0,7	seco
1966	841,5	1,5	Muy húmedo
1967	475,9	0,8	seco
1968	535,6	0,9	Normal seco
1969	658,8	1,1	Húmedo
1970	497,4	0,9	normal seco
1971	724,7	1,3	Muy húmedo
1972	747	1,3	Muy húmedo
1973	500,5	0,9	seco
1974	585,2	1,0	Normal húmedo
1975	392	0,7	seco
1976	508,2	0,9	Normal seco

Tabla 10. Índice de humedad y tipo de año para cada año de la serie. (Continuación)

Año	P. anual (mm)	Ind. Humedad	Tipo de año
1977	671,6	1,2	Húmedo
1978	692,8	1,2	Húmedo
1979	676,7	1,2	Húmedo
1980	372,7	0,6	Muy seco
1981	431,6	0,8	seco
1982	483,7	0,8	seco
1983	497,3	0,9	Normal seco
1984	680,6	1,2	Húmedo
1985	623,1	1,1	Normal húmedo
1986	366,3	0,6	muy seco
1987	546,8	1,0	Normal húmedo
1988	577,6	1,0	Normal húmedo
1989	533,9	0,9	normal seco
1990	384,6	0,7	seco
1991	348,4	0,6	muy seco
1992	483,6	0,8	seco
1993	524,6	0,9	Normal seco
1994	450,1	0,8	seco
1995	504,4	0,9	Normal seco
1996	617,8	1,1	Húmedo
1997	714,3	1,2	Húmedo
1998	403,2	0,7	seco
1999	445,8	0,8	seco
2000	690,3	1,2	Húmedo
2001	474,7	0,8	seco
2002	572,7	1,0	Normal húmedo
2003	582,3	1,0	Normal húmedo
2004	406,8	0,7	seco
2005	387,0	0,7	seco
2006	602,8	1,1	Húmedo
2007	370,5	0,6	Muy seco
2008	374,6	0,7	seco
2009	319,3	0,6	seco
2010	591,5	1,0	normal húmedo
2011	421,4	0,7	seco
2012	338,9	0,6	Muy seco
2013	612,6	1,1	Normal húmedo
2014	555,2	1,0	normal húmedo

Con estos datos y comparándolos con el índice de humedad medio podemos determinar que existe un probabilidad del 12,7% de que se produzca un año muy seco, una probabilidad del 31,7% de que el año sea seco y del 12,7% de que sea normal – seco.

La probabilidad que se produzca un año normal-húmedo es del 15,8%, del 20,63% para los años húmedos y del 6,3% de que el año sea muy húmedo.

- Índice de irregularidad pluviométrica

Este índice se determina mediante el cociente entre el valor máximo y el mínimo de precipitación anual de la serie observada de datos. En zonas de Europa de clima oceánico este índice no supera en tres veces el registro de menos precipitación anual, siendo mayor que tres en zona mediterráneas de gran irregularidad pluviométrica.

$$I.I. = \frac{\text{max. valor pluv.}}{\text{min. valor pluv.}} = \frac{841,5}{254} = 3,31$$

Al ser mayor que tres podemos determinar que existe irregularidad pluviométrica.

- Índice de agresividad climática de Fournier

Este índice se determina año a año mediante la siguiente fórmula:

$$F_i = \frac{p_{ji}^2}{P_i}$$

Donde:

- p_{ji} : precipitación del mes más lluvioso (j) del “i”(mm)
- P_i : precipitación total del año (mm)

La Tabla 11 recoge los valores anuales del índice de Fournier (1960) calculados

Tabla 11. Valores del índice de Fournier para cada año de la serie.

Año	F_i	Año	F_i
1952	14,64	1983	25,12
1953	14,65	1984	44,69
1954	19,95	1985	27,74
1955	16,15	1986	44,06
1956	41,21	1987	22,36
1957	15,38	1988	21,50
1958	18,99	1989	31,63
1959	15,58	1990	13,62
1960	52,69	1991	15,04
1961	32,11	1992	20,06
1962	46,65	1993	18,66
1963	29,67	1994	25,34
1964	26,34	1995	31,09
1965	11,03	1996	42,06
1966	30,08	1997	23,48
1967	21,01	1998	15,44
1968	20,98	1999	36,05
1969	25,06	2000	36,69
1970	97,31	2001	45,46

Tabla 12. Valores del índice de Fournier para cada año de la serie. (Continuación)

Año	F _i	Año	F _i
1971	27,24	2002	27,16
1972	16,11	2003	38,72
1973	43,76	2004	17,29
1974	14,21	2005	47,87
1975	7,17	2006	38,01
1976	17,95	2008	42,11
1977	36,80	2009	21,11
1978	49,61	2010	28,39
1979	25,05	2011	14,51
1980	13,63	2012	24,97
1981	18,56	2013	22,65
1982	26,03	2014	20,77

El índice de Agresividad del Clima medio de Fournier (1960), se obtiene a través de la media de los valores anuales:

$$F = \sum_{2014}^{1952} \frac{F_i}{n} = 27,89$$

El índice de Agresividad Climática de Fournier medio vale 27,89. En el mapa de isolíneas del Factor de Fournier nos encontramos entre la isolínea 20 y 30. Este parámetro, en la cuenca del Duero la mayor parte queda por debajo de la isolínea de 75 y se reconocen mínimos inferiores a 50 en zonas aisladas de la meseta. En las zonas de montaña los valores aumentan rápidamente con máximos superiores a 200. Por lo tanto la zona de estudio se encontraría en los valores de la cuenca del Duero. Lo que supone una agresividad de la lluvia baja.

- Índice de Erosividad de la Lluvia. Factor R de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos (U.S.L.E.)

El Índice de Agresividad de la Lluvia medio, para una zona determinada, se obtiene a través de la media de los valores de los R_i anuales de la serie:

$$R = \sum_1^N \frac{R_i}{N}$$

Para el cálculo del Factor R de la Erosividad de la lluvia interanual, ICONA (1988) divide la península ibérica en 3 zonas (Figura 3) cada una con su correspondiente expresión matemática.

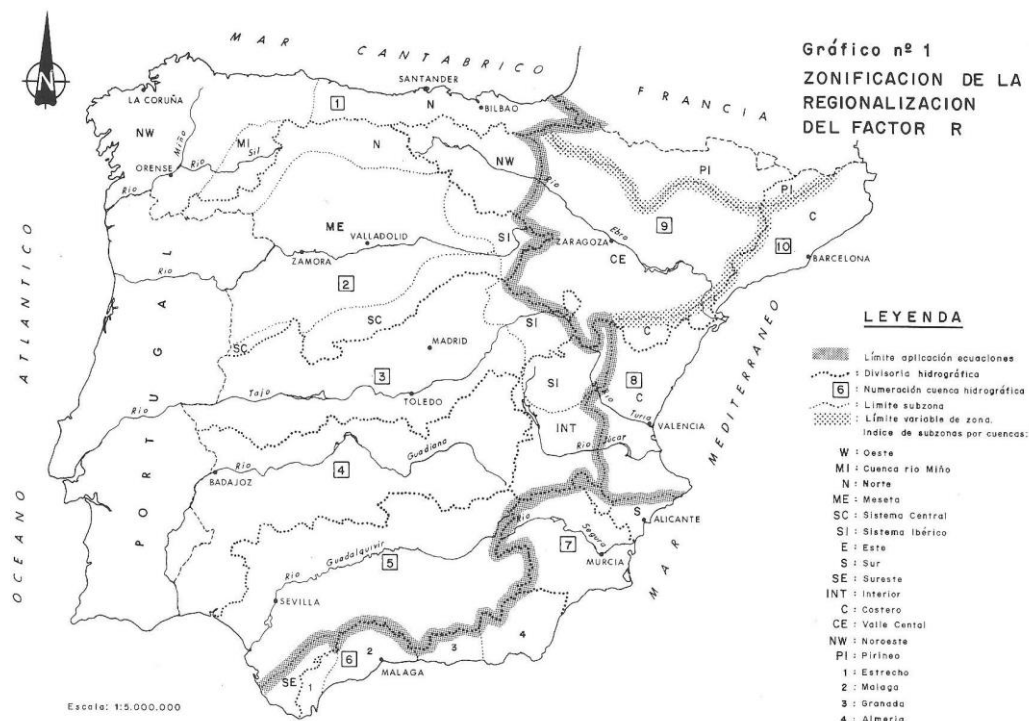


Figura 3. División de la península para el cálculo del factor R. (ICONA 1988)

Para la zona de Villantodrigo la expresión utilizar es:

$$R = e^{-0,834} \cdot (PMEX)^{1,314} \cdot (MR)^{-0,388} \cdot (F24)^{0,563}$$

Donde:

- PMEX: valor medio anual de la máxima lluvia mensual (mm)
- MR: Precipitación media del periodo octubre-mayo
- F24: Valor medio de los cocientes entre la lluvia máxima en veinticuatro horas de cada año, elevada al cuadrado, y la suma de las máximas en las veinticuatro horas de todos los meses de ese mismo año.

$$F24i = \frac{(P_{max,d})^2}{\sum_1^{12} P_{j,max,d}}$$

$$F24 = \sum_1^N \frac{Ri}{N}$$

De tal manera que nuestra expresión adquiere los siguientes valores:

$$R = e^{-0,834} \cdot (124,5)^{1,314} \cdot (442,5)^{-0,388} \cdot (8,22)^{0,563}$$

El valor de R interanual calculado mediante esta expresión para nuestra serie de datos es de 75,71 hJ·cm·m⁻²·h⁻¹ siendo un valor de erosividad de la lluvia bajo a moderado, ya que en España varía entre 30 y 300.

ANEJO II:

EDAFOLOGÍA

ÍNDICE

1. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CUENCA	1
2. ANÁLISIS DE SUELOS	1
2.1 Elección del lugar de toma de muestras	1
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUELO	2
3.1. Densidad aparente	2
3.2. Textura	3
3.3. Estructura	5
3.4. Profundidad	5
3.5. Permeabilidad	5
3.6 Capacidad de retención de agua de suelo (C.R.A.)	7
4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO	9
4.1. Reacción del suelo (pH)	9
4.2. Salinidad	9
4.4. Contenido en materia orgánica	9
4.5. Carbonatos	10
4.6. Cationes de cambio	10
4.7 Índices de erosionabilidad del suelo	10

1. **CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CUENCA**

Según el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (Saldaña), E. 1:50.000, (MAPA, 1977) y según la clasificación americana de suelos (Soil taxonomy, 7ª aproximación, 1975) los suelos de la vega del Río Carrión y afluentes, pertenecen al orden de los *entisoles* suborden *orthent*.

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.

Sobre la roca madre apenas se diferencia un horizonte superficial, que no es más que la regolita, generada por los ciclos de helada y soleamiento que desaparece con rapidez debido a los fuertes procesos erosivos dejando al descubierto la matriz arcilloarenosa (Navarro *et al.*, 2012).

2. **ANÁLISIS DE SUELOS**

2.1 Elección del lugar de toma de muestras

Para el análisis de los suelos se tomaron dos muestras alteradas y 14 inalteradas por el interior de la cárcava. Las muestras alteradas se llevaron al ITAGRA donde nos dieron un análisis de texturas (clasificación USDA), del contenido de nutrientes y una cuantificación de parámetros físico- químicos. Con la muestra inalterada, realizamos los cálculos de densidad aparente. Además, en cada suelo se realizó un test de resistencia a la penetración y de esfuerzo cortante.

Las dos muestras alteradas se tomaron en dos zonas con roca madre diferenciadas la una de la otra. Una en la parte más baja de la cárcava y otra en la parte más alta de esta.

- **Muestra Alteradas**

- Muestra 1: Suelo de la parte baja

Realizada en terreno desnudo con una alta pendiente, orientación sur. Es un suelo poco profundo en el que no se diferencian horizontes y de reciente creación. Además de la muestra alterada se tomaron tres muestras inalteradas.

- Muestra 2: Suelo de la parte alta:

Realizada en terreno desnudo con alta pendiente y orientación Sur. Se encuentra a una altitud mayor que la muestra 1 y se diferencia de esta por un tono más rojizo en el que no se diferencian horizontes, posee un suelo poco profundo y de reciente creación.

- Muestras inalteradas

Para recoger este tipo de muestra se utilizaron unos cilindros que con ayuda de un martillo, una azada y un incador se introducen en el terreno de forma que se logra extraer una muestra del terreno con sus propiedades inalteradas como se muestra en la Figura 1. Este tipo de muestras se utilizan para obtener la densidad aparente del terreno.



Figura 1. Extracción de muestras inalteradas.

Se tomaron 14 muestras en el interior de la cárcava, de las cuales 5 pertenecen a las mismas zonas que las muestras alteradas y el resto se tomaron de manera aleatoria en las laderas de la cárcava con orientaciones norte y sur.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUELO

3.1. Densidad aparente

Para calcular la densidad aparente de los distintos horizontes se utilizó el método de los cilindros, que consiste en introducir en el suelo con la ayuda de un martillo un cilindro de dimensiones conocidas intentando que quede completamente lleno y que no se deforme la muestra. Esa muestra se seca en la estufa durante 24 horas a 100° C. Se pesa la muestra descontando el peso del cilindro y como el volumen también se conoce, determinamos la densidad (densidad = masa/ volumen).

Los resultados se muestran en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Densidad aparente y cálculos intermedios para cada muestra inalterada

Nº	Muestra	Ph (g)	Ps (g)	Pv (g)	Pc (g)	Pms (g)	Volumen (cm3)	Den. aparente (g/cm3)
1	Rm1	316	311,4	16,7	113,785	180,915	98,52	1,836
2	Rm1	308,4	304,4	16,1	113,785	174,515	98,52	1,771
3	Rm1	307	303,9	20	113,785	170,115	98,52	1,727
4	Rm2	326,9	323	24	113,785	185,215	98,52	1,880
5	Rm2	283,9	281,3	25,3	113,785	142,215	98,52	1,444
6	A	255,3	252,3	25,8	113,785	112,715	98,52	1,144
7	A	240,9	238,9	21,2	113,785	103,915	98,52	1,055
8	A	242,4	239,8	25	113,785	101,015	98,52	1,025
9	A	286,8	284,5	21,5	113,785	149,215	98,52	1,515
10	A	282,2	279,4	22,9	113,785	142,715	98,52	1,449
11	A	278,7	276,2	22,3	113,785	140,115	98,52	1,422
12	A	277,6	274,7	22,2	113,785	138,715	98,52	1,408
13	A	272,2	270,3	22,3	113,785	134,215	98,52	1,362
14	A	279,7	276,8	22,4	113,785	140,615	98,52	1,427

Rm1: Roca madre abajo; Rm2: Roca madre arriba; A: Aleatoria; Ph: Peso húmedo; Ps: Peso seco; Pv: Peso vidrio; Pc: Peso cilindro; Pms: Peso muestra seca; V: Volumen; Da: Densidad aparente.

3.2. Textura

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.

- Muestra 1: Parte baja

Los resultados de las textura para la muestra 1, que es la que se encuentra situada en la parte baja se reflejan en la Tabla 2 y Figura 2.

Tabla 2. Texturas USDA para la muestra 1

Muestra	%arena	% limo	% arcilla	% arena muy fina	Textura
1 (abajo)	26,16	24,28	49,56	14,56	Arcillosa

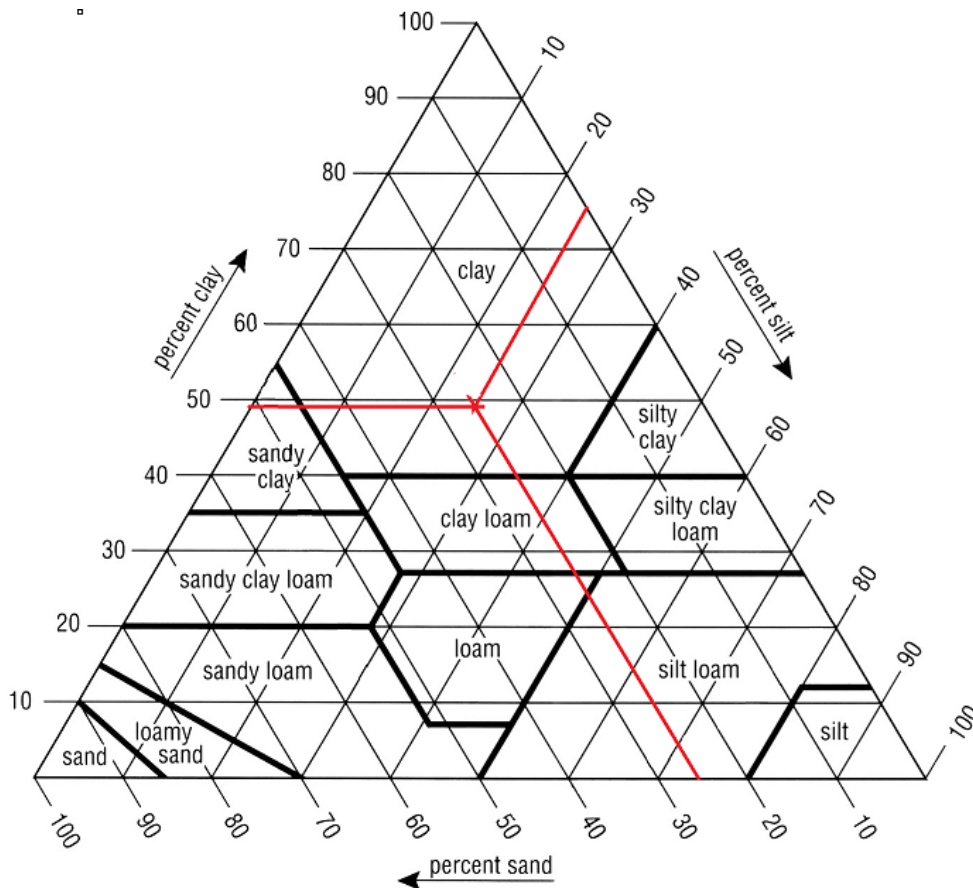


Figura 2. Triángulo de texturas USDA con el resultado para la muestra 1. (USDA.1993)

- Muestra 2: Parte alta

Los resultados de las textura para la muestra 2, que es la que se encuentra situada en la parte baja se reflejan en la Tabla 3 y Figura 3.

Tabla 3. Textura USDA para muestra 2.

Muestra	% arena	% Limo	% acilla	% arena muy fina	Textura
2 (Arriba)	23,16	30,28	46,56	12,56	Arcillosa

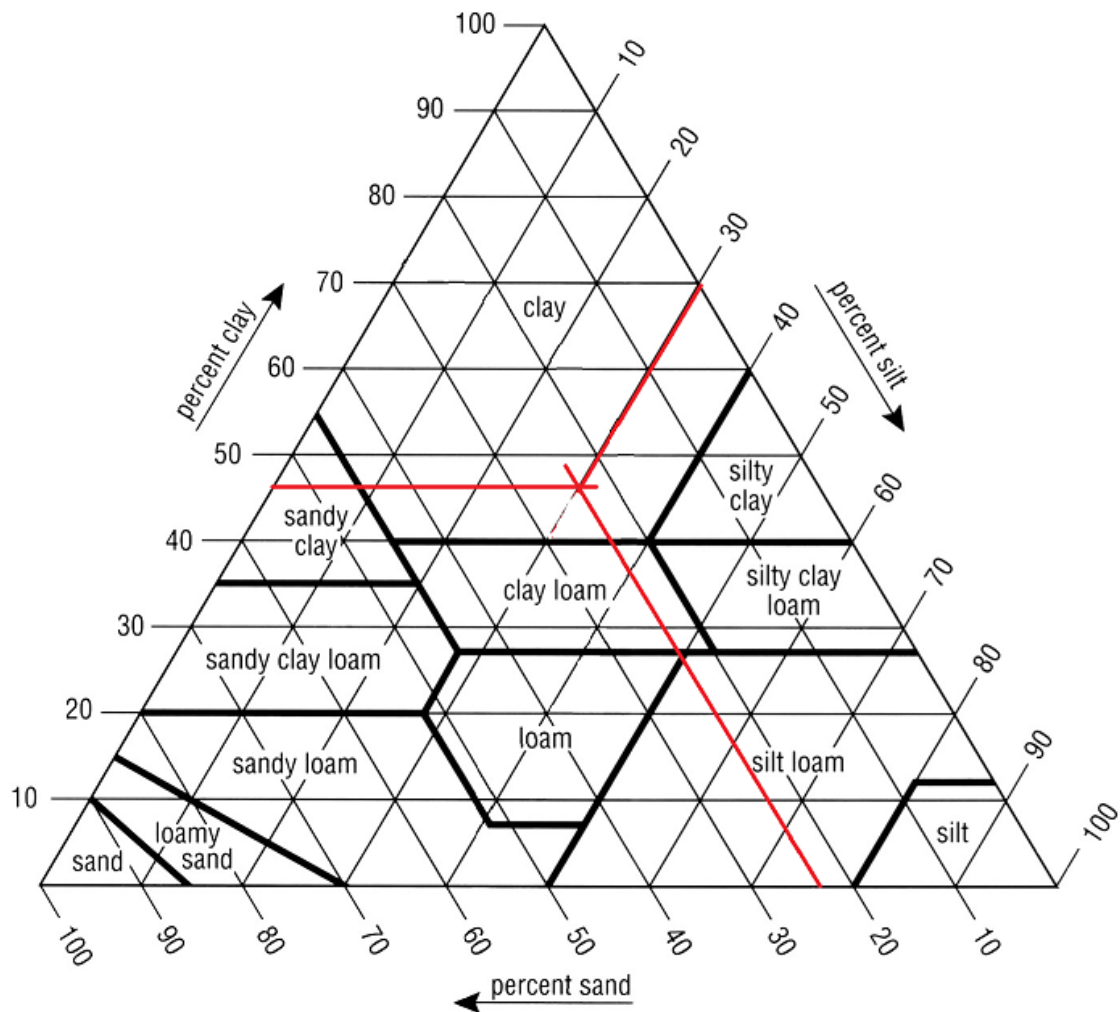


Figura 3. Triángulo de texturas USDA con el resultado para la muestra 1. (USDA. 1993)

3.3. Estructura

La estructura del suelo está compuesta por una estructura laminar y agrietada en superficie, debajo de esto se encuentra una capa de regolito que da paso a la roca madre de estructura maciza.

3.4. Profundidad

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. En las zonas con vegetación debido a que el suelo se encuentra más protegido esta capa superficial aumenta aunque sigue siendo escasa.

3.5. Permeabilidad

La permeabilidad o conducción hidráulica es la capacidad de movimiento que tiene el agua en flujo saturado.

Para calcular la permeabilidad se ha utilizado el grafico de Rawals and Brakensiek (1989) en el que para obtener el valor final hay que introducir el porcentaje de arena y arcilla. Los datos para nuestras muestras se puede observar en la Figura 4.

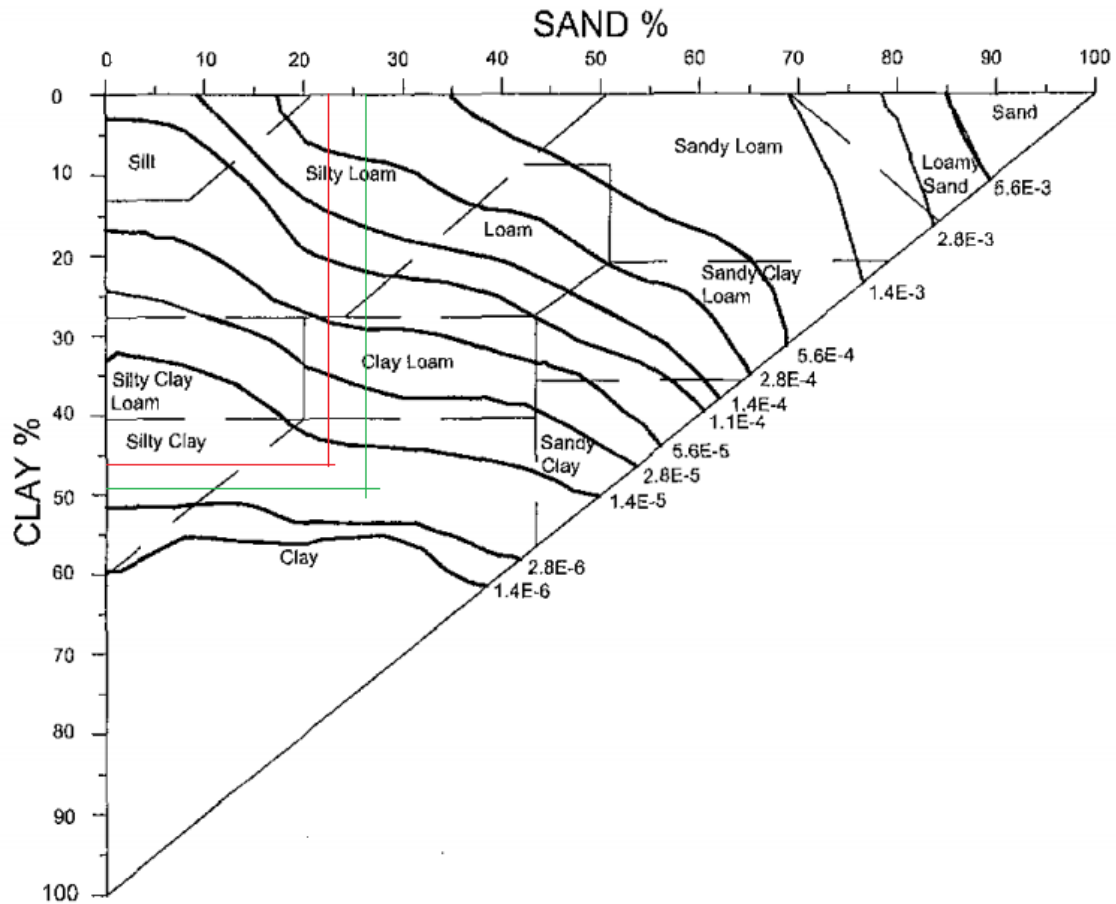


Figura 4. Triángulo de conductividad hidráulica a saturación. Muestra: verde. Muestra 2: rojo. (Rawals & Brakensiek, 1989)

- Muestra 1
La permeabilidad para la muestra 1 es de $8,4 \cdot 10^{-6}$ cm/s = 0,084 μ m/s = 0,3024 mm/h
- Muestra 2
La permeabilidad para la muestra 2 es de $1,21 \cdot 10^{-5}$ cm/s = 0,121 μ m/s 0,4356 mm/h

Para evaluar la conductividad hidráulica existen dos clasificaciones. Clasificación USDA (2003) que propone la clasificación que se muestra en la Tabla 4 y la clasificación según la Wischmeier & Smith (1978) que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 4. Clasificación USDA de la conductividad hidráulica.

Clase	Conductividad hidráulica a saturación (µm/s)
Muy alta	>100
Alta	10 - 100
Moderadamente Alta	1-10
Moderadamente Baja	0,1 - 1
Baja	0,001 – 0,1
Muy baja	<0,001

Tabla 5. Conductividad hidráulica según Wischmeier & Smith (1976).

Clase	Conductividad hidráulica a saturación (mm/h)
Rápida a muy rápida	125 -250
Moderadamente rápida	62 – 125
Moderada	20 – 62
Moderadamente lenta	5 -20
Lenta	1,2 – 5
Muy lenta	< 1,2

Con estas dos clasificaciones anteriores la muestra 1 tiene una conductividad baja según el método USDA (2003) y lenta según Wischmeier & Smith (1978). La muestra 2 según el método USDA (2003) tiene una conductividad moderadamente lenta y según Wischmeier & Smith (1978) la conductividad es lenta.

3.6 Capacidad de retención de agua de suelo (C.R.A.)

Es la máxima cantidad de agua capilar que puede contener un suelo. Se puede calcular mediante la ecuación empírica de Gandullo, 1985.

$$C.R.A.j = \left[12,5he + \frac{12,5(50 - he)k}{2} \right] c \cdot \frac{\%TF}{100}$$

$$C.R.A.suelo = CRAs \cdot Es + CRAi \cdot Ei$$

Donde:

- CRA_j = capacidad retención en el horizonte i (mm/m)
- CRA_{suelo} = capacidad de retención en el suelo (mm/m)
- %TF = es el porcentaje de tierra fina respecto a la tierra natural
- he = humedad equivalente de tierra fina, se calcula a través de la siguiente expresión:

$$he = 4,6 + 0,43\%Arcilla + 0,25\%Limo + 1,22\%MO$$

- c = factor determinado por la pendiente, siendo $C = 1 - pdte/100$
- K = factor que depende de la permeabilidad del horizonte (a_s), de la permeabilidad de horizonte inmediato inferior (a_i) y de la pendiente. Cuando el horizonte inferior es de igual o mayor permeabilidad que el superior $K=0$, K varía entre 0 y 1 siguiendo la siguiente expresión:

$$k = 1 - a_i + (1 + a_s)(1 - c)$$

Para la muestra 1 la capacidad de retención de agua es la siguiente:

- $he = 4,6 + 0,43 \cdot 49,56 + 0,25 \cdot 24,28 + 1,22 \cdot 0,23 = 32,26$
- $k = 0$
- %TF = 70,44
- $c = 1 - 0,9 = 0,1$

$$C.R.A.j = \left[12,5 \cdot 32,26 + \frac{12,5(50 - 32,26) \cdot 0}{2} \right] 0,1 \cdot \frac{70,44}{100} = 28,40 \text{ mm/m}$$

Para la muestra 1 la capacidad de retención de agua es la siguiente:

- $he = 4,6 + 0,43 \cdot 46,56 + 0,25 \cdot 30,28 + 1,22 \cdot 0,23 = 32,47$
- $K=0$
- %TF = 63,86
- $c = 1 - 0,9 = 0,1$

$$C.R.A.j = \left[12,5 \cdot 32,47 + \frac{12,5(50 - 32,47) \cdot 0}{2} \right] 0,1 \cdot \frac{63,86}{100} = 25,91 \text{ mm/m}$$

4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO.

4.1. Reacción del suelo (pH)

Se valora el pH del suelo a través del obtenido en el análisis de las muestras. En función del pH USDA (2003), los suelos pueden clasificar según Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de los suelos según el pH. USDA (2003).

pH	Tipo de suelo
< 3,5	Ultra ácido
3,5 - 4,4	Extremadamente ácido
4,5 - 5	Muy fuertemente ácido
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6	Moderadamente ácido
6,1- 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Ligeramente básico
7,9- 8,4	Moderadamente básico
8,5 - 9	Fuertemente básico
>9	Muy fuertemente básico

Con lo cual para la Muestra 1 tomada en la parte baja de la cárcava el pH de 8,25 se clasifica como moderadamente básico, y el de la Muestra 2 que se tomó en la parte alta tiene un pH de 8,67 el cual se clasifica como fuertemente básico.

4.2. Salinidad

La salinidad mide la cantidad de sales en la solución del suelo y sus unidades son dS/m. En la siguiente Tabla 7 podemos ver la clasificación USDA (2003) de los suelos dependiendo de su conductividad eléctrica.

Tabla 7. Clasificación de los suelos mediante su conductividad eléctrica. USDA (2003)

Conductividad (dS/m)	Tipo de suelo
0-2	No salino
2-4	Muy ligeramente salino
4-8	Ligeramente salino
8-16	Moderadamente salino
>16	Fuertemente salino

Con lo cual podemos decir que los suelos de nuestra cárcava son suelos no salinos ya que la muestra 1 y 2 tienen una salinidad de 0,51 y 0,15 dS/m respectivamente.

4.4. Contenido en materia orgánica

Según su contenido en materia orgánica la USDA (2003) propone la clasificación de suelos que se propone en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de los suelos por su materia orgánica. USDA (2003)

% MO	Tipo de suelo
0 - 0,25	Muy deficiente
1,75 - 3,25	Deficiente
2,5 – 5	Algo deficiente
4 – 6	Normal
5 – 10	Apreciable
8 – 10	Humífero
>10	Muy humífero

De acuerdo con los resultados del análisis la clasificación del suelo es la siguiente:

- Muestra 1: Muy deficiente (0,23%)
- Muestra 2: Muy deficiente (0,23%)

4.5. Carbonatos.

Según los análisis de suelos que tenemos podemos decir que los carbonatos en la muestra 1 son normales y en la muestra 2 no tienen importancia dentro de la muestra.

4.6. Cationes de cambio

Según los datos proporcionados por el ITAGRA el resultado de los análisis para el calcio, magnesio y potasio son los que se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Abundancia de los principales cationes de cambio en la muestra 1 y 2

Muestra	Ca ²⁺ (meq/100g)	Mg ²⁺ (meq/100g)	K ⁺ (meq/kg)	Na ⁺ (meq/100g)	P ⁺ (meq/100g)
1	42,9	1,5	0,22	0,07	< 0.01
2	37,6	1,12	0,24	0,03	< 0.01

Si analizamos la tabla podemos ver que el calcio se encuentra en cantidades muy altas, mientras que el resto de cationes se encuentran en cantidades bajas - muy bajas.

4.7 Índices de erosionabilidad del suelo

La erosionabilidad del suelo es lo susceptible que es este ante la erosión y vamos a valorarla con los siguientes índices:

- Índice de Boyoucos

Este índice se basa en la cohesión existente entre las partículas con diferentes texturas existentes en el suelo, y su expresión es la siguiente:

$$Ib = \frac{\%arena + \%limo}{\%arcilla}$$

El resultado para nuestras dos muestras es el siguiente:

- Muestra 1:

$$Ib = \frac{26,16 + 24,28}{49,56} = 1,02$$

- Muestra 2:

$$Ib = \frac{23,16 + 30,18}{46,56} = 1,15$$

De esta forma el suelo más susceptible a la erosión por su textura es el de la muestra 2, que se corresponde con el de la parte alta de la cárcava.

- Índice de SEI

Este índice trata de saber la susceptibilidad del suelo a la erosión a través de tres factores como son la textura, la profundidad y la pedregosidad.

$$SEI = \text{° textura} \cdot \text{° profundidad} \cdot \text{° pedregosidad}$$

El grado de textura, profundidad y pedregosidad se pueden ver en la tabla 10, 11 y 12 respectivamente.

Tabla 10. Grado de textura según el tipo de suelo. (Almorox et al. 1994)

Grado de textura	Tipo	Textura
1	Ligeramente erosionable	Arcillosa, Arcillosa –arenosa, Arcillosa- limosa
2	Moderadamente erosionable	Franco- arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa, arenosa-franca o arenosa
3	Altamente erosionable	Franca, franca-limosa, limosa o franco-arenosa

Tabla 11. Grado de profundidad según los cm de espesor del suelo. (Almorox et al. 1994)

Grado de profundidad	Tipo	Profundidad (cm)
1	Ligeramente erosionable	>75
2	Moderadamente erosionable	25-75
3	Altamente erosionable	<25

Tabla 12. Grado de cobertura según su porcentaje. (Almorox et al. 1994)

Grado de cobertura	Tipo	% de cobertura
1	Protegido	>10
2	No protegido	<10

Para la muestra 1 tenemos las siguientes características:

- Textura: Arcillosa → Textura grado 1
- Profundidad: 10 cm → Profundidad grado 3
- Pedregosidad: < 10% → Pedregosidad grado 2

$$SEI = 1 \cdot 3 \cdot 2 = 6 \rightarrow \text{erosinabilidad media – alta}$$

Para la muestra 2:

- Textura: Arcillosa → Textura grado 1
- Profundidad: 10 cm → Profundidad grado 3
- Pedregosidad: < 10% → Pedregosidad grado 2

$$SEI = 1 \cdot 3 \cdot 2 = 6 \rightarrow \text{erosinabilidad media – alta}$$

• Factor de erosinabilidad del suelo (Factor K de la USLE)

Este factor representa la pérdida de suelo cuantificada por unidad de erosividad en una determinada superficie. El valor de K se encuentra entre 0 y 1 siendo el valor máximo en torno a 0,9 para suelos en que la arena muy fina y el limo ocupan la práctica totalidad de la muestra. La ecuación empírica que permite su cálculo es:

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

K= factor de erosividad de la lluvia ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1} \cdot hJ^{-1} \cdot cm^{-1} \cdot m^2 \cdot h$)

M=depende de la textura del suelo = (% limo + %arena muy fina) · (100 - %arcilla)

a = materia orgánica del suelo (%)

b= evalúa la estructura del suelo (Tabla 13)

c= permeabilidad (Tabla 14)

Tabla 13. Valor del parámetro "b" según la estructura del suelo. (Wiscmeir y Smith, 1978)

Estructura	Valor del parámetros "b"
Granular muy fina (< 1mm)	1
Granular fina (1-2mm)	2
Granular media a gruesa /2-10mm)	3
Laminar, maciza y cubica	4

Tabla 14. Valor del parámetro "c" según la permeabilidad del suelo. (Wiscmeir y Smith, 1978)

Permeabilidad (mm/h)	Clase	Valor del parámetro "c"
125 - 250	Rápida a muy baja	1
62 – 125	Moderadamente rápida	2
20 - 62	Moderada	3
5 - 20	Moderadamente lenta	4
1,2 – 5	Lenta	5
<1,2	Muy lenta	6

El índice de erosinabilidad para la muestra 1 es el siguiente:

M= 1959,09

a = 0,23 %

b= 4

c= 6 (muy lenta)

$$K = 10^{-6} \cdot 2,71 \cdot 1959,09^{1,14} \cdot (12 - 0,23) + 0,042 \cdot (4 - 2) + 0,0323 \cdot (6 - 3)$$

$$= 0,36 t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1} \cdot hJ^{-1} \cdot cm^{-1} \cdot m^2 \cdot h$$

El índice de erosinabilidad para la muestra 2 es el siguiente:

M= 2289.37

a = 0,23 %

b= 4

c= 6 (muy lenta)

$$K = 10^{-6} \cdot 2,71 \cdot 2289,37^{1,14} \cdot (12 - 0,23) + 0,042 \cdot (4 - 2) + 0,0323 \cdot (6 - 3)$$
$$= 0,20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1} \cdot \text{hJ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Como la pedregosidad es nula y no protege el suelo, no es necesario calcular la K real con pedregosidad con lo que el resultado final es el expuesto anteriormente.

ANEJO III:

VEGETACIÓN

ÍNDICE

1. VEGETACIÓN POTENCIAL	1
1.1 Ámbito biogeográfico	1
1.2 Pisos bioclimáticos	1
1.3 Serie climatófila	1
2. VEGETACIÓN ACTUAL	4

1. VEGETACIÓN POTENCIAL

1.1 **Ámbito biogeográfico**

Se define como ámbito biogeográfico, la calificación de una región por medio de clasificaciones jerárquicas basadas en aspectos geográficos y climáticos de la misma.

Esta clasificación se realiza según la propuesta por Rivas Martínez (2007) que para la zona de Villantodrigo (Palencia) se corresponde con la siguiente:

- Reino Holártico
- Región Mediterránea
- Subregión Mediterránea Occidental
- Provincia Mediterránea Ibérica Occidental
- Subprovincia Carpetano Leonesa
- Sector Planileonés
- Distrito Valdaviés

1.2 **Pisos bioclimáticos**

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 (I_t) propuesto por Rivas-Martínez (1987).

$$I_t = (T + M + m) \times 10 = 167$$

Donde

- T = temperatura media anual = 10,9 °C.
- M = media de las máximas del mes más frío = 7 °C.
- m = media de las mínimas del mes más frío = - 1,2 °C.

$$8 < T < 13 \quad 2 < M < 9 \quad -4 < m < -1 \quad 60 < I_t < 210$$

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

$$61 < I_t < 110 \text{ Superior} \quad 111 < I_t \text{ (130,3)} < 160 \text{ Medio} \quad 161 < I_t < 210 \text{ Inferior}$$

Por lo que estamos situados en un piso supramediterráneo inferior.

1.3 **Serie climatofila**

Según el mapa de las series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), Villantodrigo se sitúa en la serie 19b que es la siguiente: Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila de *Quercus faginea* (Rivas-Martínez, 1987). Esta serie tras la última actualización del año 2011, pasa a denominarse: Serie climatófila castellana calcícola mediterránea pluviestacional oceánica meso-supramediterránea seco- subhúmeda de los bosques de *Quercus faginea* y *Cephalanthera rubra* con *Lonicera hispanica* y *Paeonia humilis*. (*Cephalanthero rubrae-Quercus fagineae* sigmetum). (Rivas-Martínez, 2011). Aunque también la zona de estudio se encuentra influenciada debido a su cercanía por la serie 18a denominada: serie supramediterránea carpetano-ibérico-alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* (Rivas-Martínez, 1987) que tras la actualización de 2011 pasa a llamarse: Serie climatófila guadarrámica celtibérico-alcarreña y oroibérica silicícola mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea subhúmedo-húmeda de los bosques de *Quercus pyrenaica* y *Luzula forsteri* con *Milium vernale* y *Cistus laurifolius* (*Luzulo forsteri- Quercus pyrenaicae* sigmetum) (Rivas-Martínez, 2011). La identificación de estas dos series y su proximidad a la zona de estudio se puede ver en la Figura 1.



Figura 1. Series climatófilas 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.

La serie 19b en su etapa madura o clímax se corresponde con un bosque denso en el que predominan los árboles caducifolios o marcescentes (*Aceri- Quercion fagineae*). Estos bosques suelen estar sustituidos por espinares (*Prunetalia*) y pastizales vivaces en los que abundan caméfitos (*Brometalia*, *Rosmarinetalia*, etc). Se hallan ampliamente

distribuido por las provincias corológicas aragonesa, castellano-maestrazgo-manchega y bética pudiendo sobre ciertos suelos profundos descender al piso meso mediterráneo lo que confiere una gran diversidad florística.

Pese a su óptimo en el piso supramediterráneo pueden descender al meso mediterráneo superior tanto en las umbrías como en las llanuras de suelos profundos. La vocación del territorio es tanto agrícola, ganadera como forestal, lo que está en función de la topografía, grado de conservación de los suelos y usos tradicionales en las comarcas. (Rivas-Martínez, 1987).

Una vez descrita la serie 19b, se pasa a describir la serie 18a: el grupo de series supramediterráneas silicícolas del roble melojo se hallan muy extendidas por todo el piso de vegetación supramediterráneo, en particular sobre suelos silíceos pobres en bases y áreas de carácter húmedo y subhúmedo.

Tienen su óptimo, dentro de la región Mediterránea, en el cuadrante noroccidental peninsular precisamente en la provincia corológica Carpetano-Ibérico-Leonesa, donde tienen su centro genético y de dispersión numerosas especies características de estos ecosistemas (*Quercus pyrenaica*, *Genista florida*, *Genista cinerea*, *Adenocarpus complicatus*, *Genistella tridentata*, *Erica aragonensis*...).

El clímax de estas series corresponde a robledales densos, bastante sombríos, creadores de tierras pardas con humus tipo mull (*Quercenion pyrenaicae*). Las etapas seriales de sustitución correspondientes a etapas degradadas son: en primer lugar, los matorrales retamoides o piornales (*Gestion florideae*), que prosperan todavía sobre suelos muliformes bien conservados y los brezales o jarales (*Ericenion aragonensis*, *Cistus laurifolius*), donde los suelos tienden a podzolizarse en mayor o menor medida por la influencia de una materia orgánica sin descomponer. Este proceso edáfico se manifiesta preferentemente en los brezales de ombroclimas húmedos y en menor medida en los jarales subhúmedos (Rivas Martínez, 1987).

Las etapas de regresión y bioindicadores correspondientes a esta serie son:

Nombre de la serie: Carpetano-ibérico-alcarreña subhúmeda del melojo

Árbol dominante: *Quercus pyrenaica*

Nombre fitosociológico: *Luzulo-Querceto pyrenaicae sigmetum*

- I. Bosque: *Quercus pyrenaica*
Luzula forsteri
Physospermum cornubiense
Geum sylvaticum
- II. Matorral denso *Cytisus scoparius*

	<i>Genista florida</i>	
	<i>Genista cinerea</i>	
	<i>Adenocarpus hispanicus</i>	
III.	Matorral degradado	<i>Cistus laurifolius</i>
		<i>Lavandula pedunculata</i>
		<i>Arctostaphylos crassifolia</i>
		<i>Santolina rosmarinifolia</i>
IV.	Pastizales	<i>Stipa gigantea</i>
		<i>Agrostis castellana</i>
		<i>Trisetum ovatum</i>

2. VEGETACIÓN ACTUAL

Al tener la zona una superficie pequeña, se ha realizado el inventario en toda su extensión, recogiendo muestras de las diferentes especies para su posterior identificación en gabinete.

En la zona de estudio se distinguen 4 zonas bien diferenciadas en cuanto a la cobertura vegetal. Estas zonas son: laderas de orientación sur, donde la vegetación es prácticamente inexistente y la poca que existe es de porte herbáceo; laderas de orientación norte donde la vegetación herbácea es más abundante; fondo de la cárcava con mayor vegetación herbácea e incluso especies arbustivas debido a la humedad del terreno y por último la zona de ladera exterior en la que el tapiz herbáceo es muy abundante y aparece acompañado en ocasiones de pequeños matorrales.

Las especies presentes en la zona de estudio se muestran a continuación separadas por el tipo de estrato al que pertenecen y excluyéndose el estrato arbóreo debido a que no aparecen especies que pertenezcan a él.

Las especies pertenecientes al estrato arbustivo se muestran en la Tabla 1

Tabla 1. Familia y abundancia de las especies que conforman el estrato arbustivo.

Especie	Familia	Abundancia
<i>Thymus mastigoformis</i>	<i>Lamiaceae</i>	
<i>Thymus zygis</i>	<i>Lamiaceae</i>	
<i>Linum suffruticosum</i>	<i>Linaceae</i>	
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Rosaceae</i>	
<i>Prunus spinosa</i>	<i>Rosaceae</i>	
<i>Rosa canina</i>	<i>Rosaceae</i>	

Las especies que se encuentran en el estrato herbáceo son las que se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Familia y abundancia de las especies pertenecientes al estrato herbáceo

Especie	Familia	Abundancia
<i>Centaurea montana</i>	<i>Asteraceae</i>	
<i>Scorzonera angustifolia</i>	<i>Asteraceae</i>	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Brassicaceae</i>	
<i>Coronilla minima</i>	<i>Fabaceae</i>	
<i>Muscari comosum</i>	<i>Liliaceae</i>	
<i>Orchis morio champagne oxi</i>	<i>Orchidaceae</i>	
<i>Ophrys lutea</i>	<i>Orchidaceae</i>	
<i>Ophrys tenthredinifera</i>	<i>Orchidaceae</i>	
<i>Bromus rubens</i>	<i>Poaceae</i>	
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Poaceae</i>	
<i>Koeleria vallesiana</i>	<i>Poaceae</i>	
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Rosaceae</i>	
<i>Veronica tenuifolia</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	

ANEJO IV:

FAUNA

ÍNDICE

1.	INVENTARIO FAUNA.....	1
1.1	Aves	1
1.2	Mamíferos	4
1.3	Reptiles	5

En la zona del proyecto y sus alrededores se han podido observar de forma directa o mediante vestigios, las siguientes especies. Según el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, se han clasificado las diferentes especies en régimen de protección especial (RPE), vulnerable (VU), Peligro de extinción (PEX). En la zona podemos encontrar especies emblemáticas como el águila real, águila calzada, milano negro y milano real el cual se encuentra en peligro de extinción. En la época estival se puede encontrar en la zona una colonia de abejarucos, además de numerosos reptiles. La mayor parte de estas especies se verán favorecidas por la ejecución del proyecto ya que podrán utilizar la masa forestal como lugar de nidificación, de alimento y como posadero. La especie más perjudicada por la actuación es el abejaruco, que se verá obligado a trasladar su colonia a uno de los muchos taludes existentes en la zona.

1. INVENTARIO FAUNA

1.1 Aves

– F. ARADEIDAE

Garza real (*Ardea cinerea*) (RPE)

– F. CICONIIDAE

Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) (RPE)

– F. ACCIPITRIDAE

Águila culebrera (*Circaetus gallicus*) (RPE)

Águila calzada (*Hieratus pennatus*) (RPE)

Águila real (*Aquila chrysaetos*) (RPE)

Milano negro (*Milvus milvus*) (RPE)

Milano real (*Milvus milvus*) (PEX)

Gavilán (*Accipiter nisus*) (RPE)

Ratonero (*Buteo buteo*) (RPE)

Buitre leonado (*Gyps fulvus*) (RPE)

– F. FALCONIDAE

Cernícalo vulgar (*Falco trinnunculus*) (RPE)

Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (RPE)

– F. TYTONIDAE

Lechuza común (*Tyto alba*) (RPE)

– F. STRIGIDAE

Búho real (*Buho buho*) (RPE)

Mochuelo común (*Athene noctua*) (RPE)

Cárabo (*Strix aluco*) (RPE)

Autillo (*Otus scops*) (RPE)

– F. PHASANTIDAE

Codorniz común (*Coturnix coturnix*)

Perdiz roja (*Alectoris rufa*)

– F. COLUMBIDAE

Tórtola (*Streptopelia turtur*)

Paloma torcaz (*Columba palumbus*)

Paloma zurita (*Columba oenas*)

Paloma bravía (*Columba livia*)

- F. SCOLOPACIDAE

Chocha perdiz (*Scolopax rusticola*)

– F. CHARADRIIDAE

Avefría (*Vanellus vanellus*)

– F. CUCULIDAE

Cuco (*Cuculus canorus*) (RPE)

– F. CAPRIMULGIDAE

Chotacabras gris (*Caprimulgus europaeus*) (RPE)

– F. MEROPIDAE

Abejarruco (*Merps apiaster*) (RPE)

– F. UPUPIDAE

Abubilla (*Upupa epops*) (RPE)

– F. PICIDAE

Pito real (*Picus viridis*) (RPE)

Pico picapinos (*Dendrocopus major*) (RPE)

– F. HIRUNDINIDAE

Golondrina común (*Hirundo rustica*) (RPE)

– F. TURDIDAE

Petirrojo (*Erithacus rubecula*) (RPE)

Zorzal charlo (*Turdus viscivorus*)

Zorzal común (*Turdus philomelos*)

Zorzal alirrojo (*Turdus iliacus*)

Mirlo común (*Turdus merula*)

– F. SYLVIIDAE

Mosquitero común (*Phylloscopus collybita*) (RPE)

– F. PARIDAE

Herrerillo capuchino (*Parus cristatus*) (RPE)

Carbonero garrapinos (*Parus ater*) (RPE)

Herrerillo común (*Parus caeruleus*) (RPE)

Carbonero común (*Parus major*) (RPE)

– F. CERTHIIDAE

Agateador común (*Certhia brachydactyla*) (RPE)

– F. ORIOLIDAE

Oropéndula (*Oriolus oriolus*) (RPE)

– F. LANIIDAE

Alcaudón real (*Lanius excubitor*) (RPE)

Alcaudón común (*Lanius senator*) (RPE)

– F. CORVIDAE

Arrendajo (*Garrulus glandarius*)

Rabilargo (*Cyanopica cyana*) (RPE)

Urraca (*Pica pica*)

Grajilla (*Corvus monedula*)

Cuervo (*Corvus corax*)

– F. STURNIDAE

Estornino negro (*Sturnus unicolor*)

Estornino pinto (*Sturnus vulgaris*)

– F. PASSERIDAE

Gorrión doméstico (*Passer domesticus*)

Gorrión molinero (*Passer montanus*)

– F. FRINGILLIDAE

Verdecillo (*Serinus serinus*)

Verderón común (*Carduelis chloris*)

Jilguero (*Carduelis carduelis*)

Pardillo común (*Carduelis cannabina*)

– F. EMBERZIDAE

Escribano montesino (*Emberiza cia*) (RPE)

Triguero (*Miliaria calandra*)

1.2 Mamíferos

– F. ERINACEIDAE

Erizo común (*Erinaceus europaeus*)

– F. SORICIDAE

Musaraña común (*Crocidura rusula*)

– F. TALPIDAE

Topo común (*Talpa occidentalis*)

– F. VESPERTILIONIDAE

Murciélago común (*Pipistrelus pipistrelus*) (RPE)

– F. LEPORIDAE

Liebre (*Lepus capensis*)

Conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*)

– F. SCIURIDAE

Ardilla común (*Sciurus vulgaris*)

– F. ARVICOLIDAE

Rata de agua (*Arvicola sapidus*)

– F. MURIDAE

Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*)

Rata común (*Rattus norvegicus*)

Ratón casero (*Mus musculus*)

– F. CANIDAE

Zorro (*Vulpes vulpes*)

Lobo (*Canis lupus signatus*)

– F. MUSTELIDAE

Visón americano (*Mustela vison*)

Turón (*Mustela putorius*)

Garduña (*Martes foina*)

Comadreja (*Mustela nivalis*)

Tejón (*Meles meles*)

– F. VIVERRIDAE

Gineta (*Genetta genetta*)

– F. FELIDAE

Gato montés (*Felix silvestris*) (RPE)

– F. SUIDAE

Jabalí (*Sus scrofa*)

– F. CERVIDAE

Corzo (*Capreolus capreolus*)

1.3 Reptiles

– F. COLUBRIDAE

Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)

Culebra de collar (*Natrix natrix*) (RPE)

Culebra de escalera (*Elaphe scalaris*) (RPE)

Culebra viperina (*Natrix maura*) (RPE)

– F. LACERTIDAE

Lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*)

Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*) (RPE)

ANEJO V:

**CARACTERIZACIÓN
HIDROLÓGICA**

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA.....	1
1.1. Parámetros físicos de la cuenca.....	1
1.2. Parámetros de la red de drenaje	11
1.3. Estados erosivos	16

1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

Se denomina cuenca vertiente a una zona de la superficie terrestre, en la cual el agua procedente de las precipitaciones caídas sobre ella se dirige hacia un mismo punto de salida. (MARTINEZ DE AZAGRA Y NAVARRO, 1996).

Este punto de salida, se encuentra en el límite de la cuenca, por ello estamos ante una cuenca exorreica, el agua recogida va a parar a un punto externo de la cuenca.

Para delimitar la superficie de la cuenca, se trazó su divisoria topográfica con la cartografía obtenida a través del MDT (IGN, 2011), mientras que el perímetro de la concha erosiva se ha obtenido mediante el uso de GPS centimétrico. Las características de la cuenca vertiente son las siguientes:

- Superficie de la cuenca: 37228,46 m² = 3,723 ha
- Perímetro de la cuenca: 1041,26 m = 1,041 km
- Altitud mínima (sección de cierre): 911 m
- Altitud máxima: 977 m
- Longitud del cauce principal: 369 m
- Cota máxima del cauce principal: 976 m
- Longitud de todos los cauces: 1136,06 m
- Longitud de la cuenca: 441,68 m

1.1. Parámetros físicos de la cuenca

- Divisoria de cuenca vertiente

En la siguiente Figura 1 se presenta cuál es la divisoria topográfica de la cuenca, la concha erosiva y los principales cauces de la cuenca.

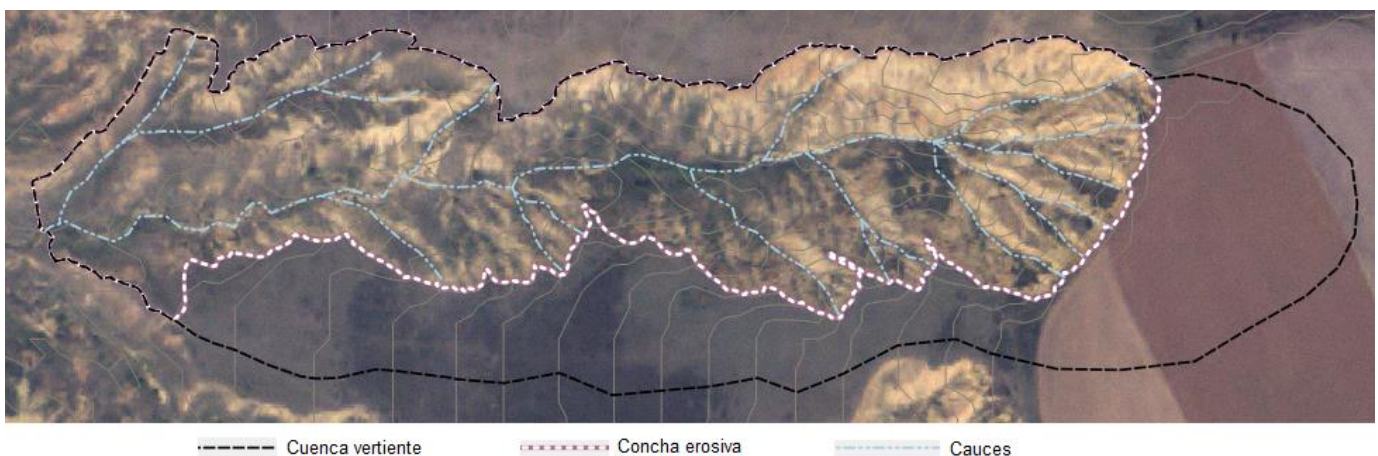


Figura 1. Esquema de la cuenca vertiente.

- Coeficiente de Gravelius

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:

$$K_G = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Donde:

K_G = Coeficiente de Gravelius

P = Perímetro de la cuenca

S = Superficie de la cuenca

El coeficiente de Gravelius siempre toma valores iguales o superiores a 1. 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 – 1,25	Cuenca redonda
1,25 – 1,50	Cuenca ovalada
1,50 – 1,75	Cuenca oblonga
>1,75	Cuenca alargada

Para la cuenca tenemos que:

$$S = 37228,46 \text{ m}^2$$

$$P = 1041,26 \text{ m}$$

$$K_G = 0,28 \cdot \frac{37228,46}{\sqrt{1041,26}} = 1,51$$

Con lo cual nuestra cuenca está clasificada dentro de las de forma oblonga.

- Índice de forma

$$I_f = \frac{S}{L_c}$$

Donde:

I_f = Índice de forma

S = Superficie de la cuenca = 37.228,46 m²

L_c = Longitud de la cuenca = 415,73 m

$$I_f = \frac{37228,46}{415,73} = 89,55 \text{ m}$$

- Relación de elongación

$$Re = \frac{S}{\frac{\pi \cdot (L_c)^2}{4}}$$

Donde:

R_e = Relación de elongación

S = Superficie de la cuenca = 37228,46 m²

L_c = Longitud de la cuenca = 415,73 m

$$Re = \frac{37228,46}{\frac{\pi \cdot (415,73)^2}{4}} = 0,274$$

La relación de elongación es distinta de uno, con lo cual podemos decir que la cuenca es alargada por lo que el agua saldrá rápidamente de la cuenca.

- Curva hipsométrica y curva de frecuencias

Con esta curva representamos el relieve de la cuenca. Por encima de la sección de cierre de la cuenca se encuentra el 100% de la superficie, si nos movemos altimétricamente hacia el punto más alto de esta y calculamos a partir de cada curva de nivel las áreas acumuladas por encima de ellas, podemos calcular la curva hipsométrica. Los datos utilizados se pueden ver en la Tabla 2 y su representación en la Figura 2.

Tabla 2. Superficie por encima de cada curva de nivel y su correspondiente superficie acumulada en %

Altitud (m)	Sup. por encima (m ²)	% Sup. Acumulada
977	0	0%
975	6304,31	17%
970	7514,55	20%
965	9048,94	24%
960	10785,83	29%
955	12691,96	34%
950	14811,78	40%
945	17195,67	46%
940	19906,6	53%
935	22382,29	60%
930	24738,62	66%
925	27981,87	75%
920	33023	89%
915	36091,51	97%
911	37222,62	100%

La curva de frecuencias representa el porcentaje de la superficie entre dos curvas de nivel consecutivas (equidistancia de 5 metros). En la siguiente Tabla 3 muestran las superficies de entre curvas, quedan representada la curva de frecuencias en la Figura 2.

Tabla 3. Superficie existente entre dos curvas de nivel.

Altitud (m)	Superficie (m)	%Superficie
975 - 977	6304,31	17%
970 - 975	1210,24	3%
965 - 970	1534,39	4%
960 - 965	1736,89	5%
955 - 960	1906,13	5%
950 - 955	2119,82	6%
945 - 950	2383,89	6%
940 - 945	2710,93	7%
935 - 940	2475,69	7%
930 - 935	2356,33	6%
925 - 930	3243,25	9%
920 - 925	5041,13	14%
915 - 920	3068,51	8%
911 - 915	1131,11	3%

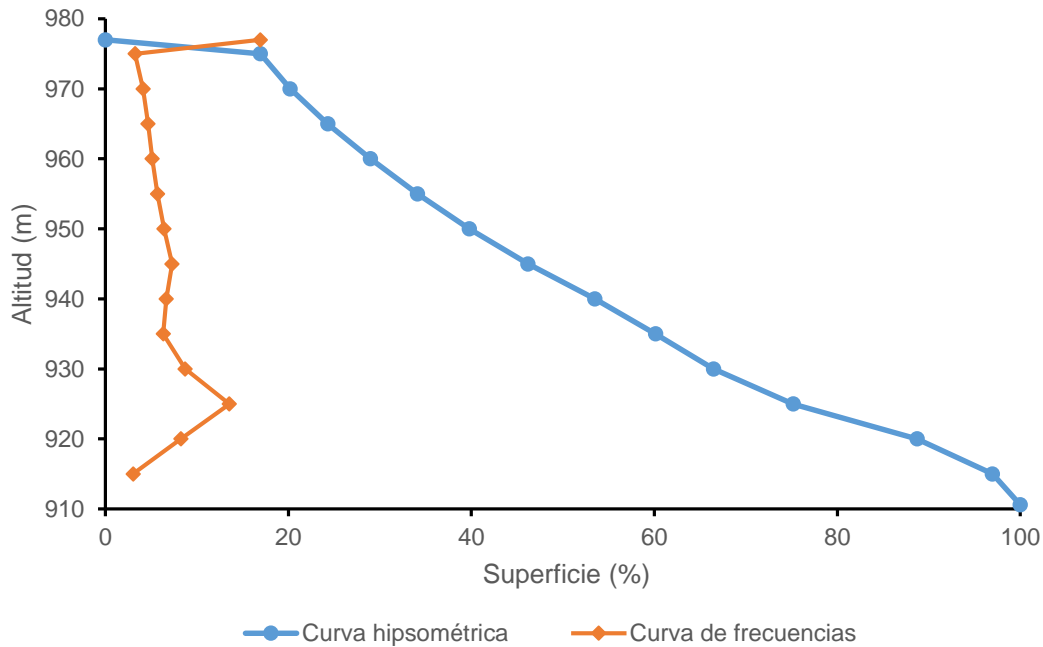


Figura 2. Curva hipsométrica y curva de frecuencias.

- Altura media

Existen los siguientes dos métodos de cálculo:

El primero, como la media ponderada de la superficie de la altura media de cada curva de nivel. Su fórmula es la siguiente:

$$Am = \frac{\sum_i^m H_i \cdot S_i}{S}$$

Donde:

- S_i = es la superficie entre dos curvas de nivel
- H_i = es la altura media entre dos curvas de nivel respecto de la cota mínima de la cuenca
- S = Superficie de la cuenca = 37.228,46 m²

En la siguiente Tabla 4 se muestra el desglose de los cálculos para cada altura.

Tabla 4. Desglose de los cálculos para obtener la altura media ponderada de la cuenca.

Altura	Altura media (m)	Sup. (m ²)	H*Sup
911 - 915	2	1131,11	2262,22
915 - 920	7,5	3068,51	23013,82
920 - 925	12,5	5041,13	63014,12
925 - 930	17,5	3243,25	56756,87
930 - 935	22,5	2356,33	53017,42
935 - 940	27,5	2475,69	68081,47
940 - 945	32,5	2710,93	88105,22
945 - 950	37,5	2383,89	89395,87
950 - 955	42,5	2119,82	90092,35
955 - 960	47,5	1906,13	90541,17
960 - 965	52,5	1736,89	91186,72
965 - 970	57,5	1534,39	88227,42
970 - 975	62,5	1210,24	75640
975 - 977	66,5	6304,31	419236,61
		Total	1298.571,34

$$Am = \frac{1298.571,34}{37228,46} = 34,88 \text{ m}$$

Por tanto la Am = 34,88 metros

La segunda forma es a través del volumen de la cuenca, deducido del área bajo la curva hipsométrica.

$$Am = \frac{Vc}{S}$$

Donde:

- Vc = Volumen bajo la curva hipsométrica = 1440512 m³
- S = Superficie de la cuenca = 37228,46 m²

A continuación en la Tabla 5 se muestra la superficie de la sección de cada altura.

Tabla 5. Superficie obtenida para la sección de cada altura

Altitud (m)	Superficie acumulada (m ²)	%S. Acumulada	Superficie de cada sección (m ³)
977	0	0%	424910,49
975	6304,31	17%	80965,05
970	7514,55	20%	94978,74
965	9048,94	24%	98829,04
960	10785,83	29%	98928,14
955	12691,96	34%	99419,55
950	14811,78	40%	99884,99
945	17195,67	46%	100033,31
940	19906,6	53%	78974,51
935	22382,29	60%	63385,27
930	24738,62	66%	71027,17
925	27981,87	75%	85195,09
920	33023	89%	36515,26
915	36091,51	97%	7465,32
911	37222,62	100%	-
TOTAL			1440.512,00

$$Am = \frac{1440.512}{37228,46} = 38,69 \text{ m}$$

Mediante este método se obtiene que $Am = 38,69$ siendo ligeramente superior a la obtenida por el método anterior. Aun así este será el dato que utilizaremos en los cálculos sucesivos.

- Amplitud de relieve y altitud media

$$\text{Amplitud de relieve} = H_{\max} - H_{\min} = 977 - 911 = 66 \text{ m}$$

$$\text{Altitud media} = H_{\min} + \text{Atura media} = 911 + 38,69 = 949,69 \text{ m}$$

- Rectángulo equivalente

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

$$l = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16 S}}{4}$$

Donde:

L = Lado mayor del rectángulo

l = Lado menor del rectángulo

P = Perímetro = 1.041,26 m

S = Superficie = 37.228,46 m²

$$L = \frac{1041,26 + \sqrt{1041,26^2 - 16 \cdot 37228,46}}{4} = 435 \text{ m}$$

$$l = \frac{1041,26 - \sqrt{1041,26^2 - 16 \cdot 37228,46}}{4} = 85,57 \text{ m}$$

En la siguiente Figura 3 se puede ver representado el rectángulo equivalente.

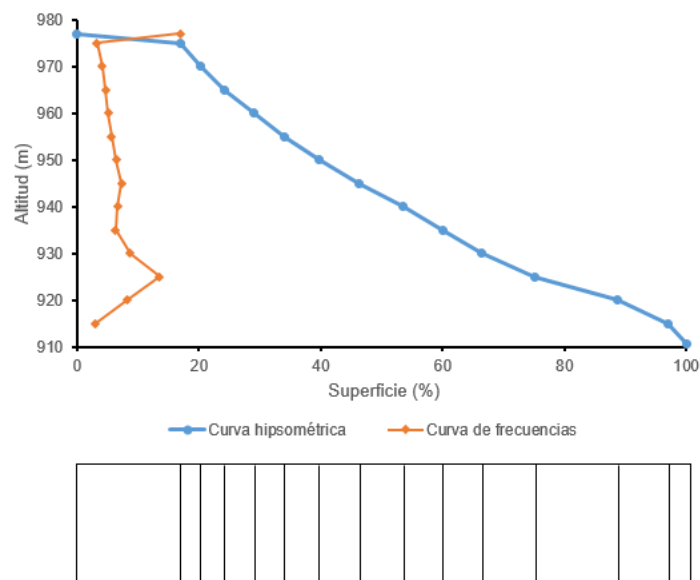


Figura 3. Representación del triángulo equivalente de la cuenca, junto a su curva hipsométrica y curva de frecuencias.

- Relación de relieve

$$Rr = \frac{H_{max} - H_{min}}{Lc}$$

Donde:

Rr = Relación de relieve

Hmax = Altura máxima de la cuenca = 977 m

Hmin = Altura mínima de la cuenca = 911

Lc = Longitud de la cuenca = 415,73

$$Rr = \frac{977 - 911}{415,73} = 0,159$$

- Índice de pendiente relativa

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

$$Jr(\%) = \sqrt{\frac{Hmax - Hmin}{L}} \cdot 100$$

Donde:

- Hmax = Altitud máxima de la cuenca = 977
- Hmin = Altitud mínima de la cuenca = 911
- L = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente = 435

$$Jr(\%) = \sqrt{\frac{977 - 911}{435}} \cdot 100 = 38,95\%$$

- Índice de pendiente media de la cuenca

$$Jc(\%) = \frac{D \cdot L_{TCN}}{S} \cdot 100$$

Donde:

- D = Equidistancia entre las curvas de nivel = 5 m
- L_{TCN} = Longitud de todas las curvas de nivel = 2643,02 m
- S = Superficie de la cuenca = 37228,46 m²

$$Jc(\%) = \frac{5 \cdot 2.643,02}{37228,46} \cdot 100 = 35,49 \%$$

Coefficiente de masividad de Martonne

Se define como la relación entre la altura media de la cuenca (A_m) y su superficie horizontal (OB).

$$tg \alpha = \frac{A_m(m)}{OB(km^2)}$$

Donde:

- A_m = Altura media de la cuenca = 38,69 m
- S = Superficie de la cuenca = 0,03722846 km²

$$tg \alpha = \frac{38,69}{0,03722846} = 1023,68 \frac{m}{km^2}$$

Con lo cual podemos ver que la relación altitud superficie es muy grande.

- Coeficiente orográfico de Fournier

Se define como el producto de la altura media por el Coeficiente de Masividad de Martonne.

$$Co = A_m \cdot tg \alpha = 38,69 \cdot 1023,68 = 39606,18 \frac{m^2}{km^2}$$

Donde:

- A_m = Altura media de la cuenca = 38,69 m
- $tg \alpha$ = Coeficiente de Masividad de Martonne = 1023,68 m/km²

Si $Co > 6$ m²/ha estamos ante un cuenca de relieve acentuado.

Si $Co < 6$ m²/ha estamos ante una cuenca de relieve poco acentuado.

$$Co = 38,69 \cdot 1023,68 = 39606,18 \frac{m^2}{km^2} = 396,0618 \frac{m^2}{ha}$$

Según este resultado nos encontraríamos ante una cuenca con un relieve muy acentuado.

- Factor topográfico medio de la cuenca. Factor LxS de la MUSLE.

La expresión para el cálculo del factor LxS cuando J_c (%) > 9% es la siguiente:

$$LxS = \left(\frac{\lambda(m)}{22,13}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{Jc(\%)}{9}\right)^{1,3}$$

Donde:

- λ = Longitud de ladera media de la cuenca (m)

$$\lambda(m) = 500 \cdot \frac{S(km^2)}{L_{TRIOS}(km)} = 500 \cdot \frac{0,03722846}{1136,06} = 16,38 \text{ m}$$

- $Jc(\%)$ = Pendiente media de la cuenca = 35,49 %

$$LxS = \left(\frac{16,38}{22,13}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{35,49}{9}\right)^{1,3} = 5,44$$

El valor es menor de 10, con lo cual esto nos indica que estamos ante una cuenca relieve poco acentuado, aunque en nuestro caso no es cierto ya que tenemos una alta densidad de drenaje y hace que el resultado esté falseado.

1.2. Parámetros de la red de drenaje

- Esquema de la red de drenaje y longitud de cauce principal

En la Figura 4 podemos observar de la red de drenaje de la cuenca de estudio.

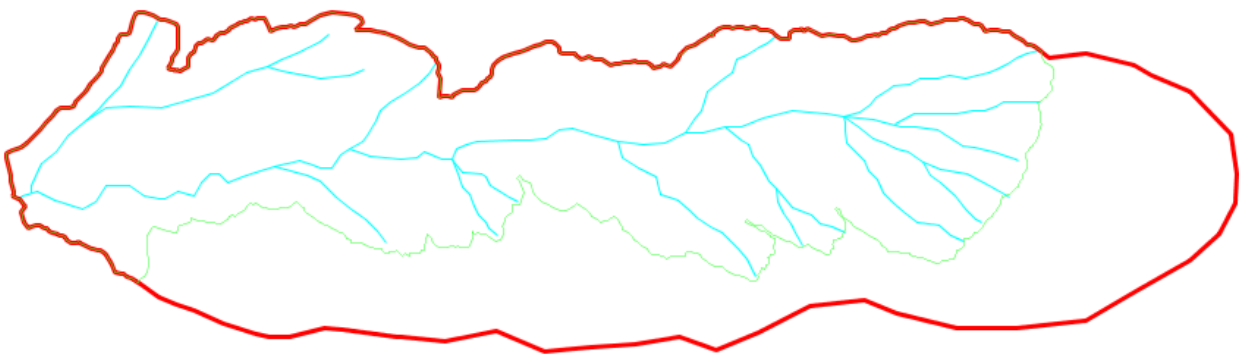
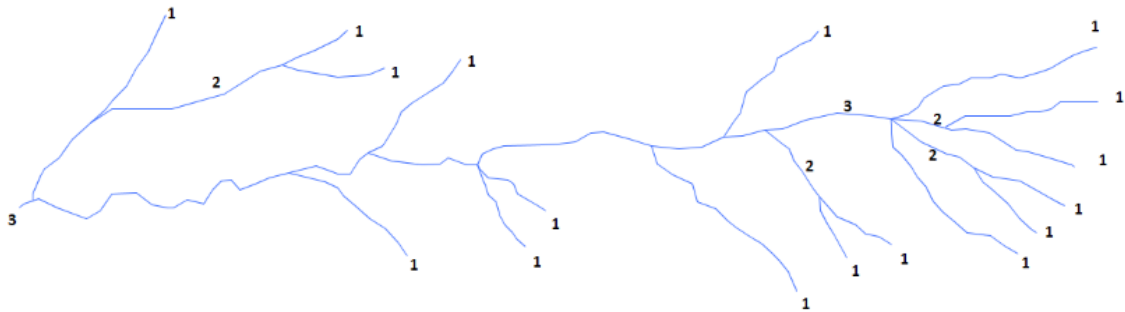


Figura 4. Red de drenaje

La longitud de cauce principal es de 369 m

- 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.



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

- N_1 = Número de cauces de primer orden = 17
- N_2 = Número de cauces de segundo orden = 4
- N_3 = Número de cauces de tercer orden = 3
- N_T = Número total de cauces = 24

• Pendiente media del cauce principal

$$J_{río} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_{río}} \cdot 100$$

Donde:

- H_{max} = Cota máxima del cauce principal = 976 m
- H_{min} = Cota mínima del cauce principal (sección de cierre)= 911 m
- $L_{río}$ = Longitud cauce principal = 369 m

$$J_{río} = \frac{976 - 911}{369} \cdot 100 = 17,61 \%$$

Al ser la pendiente mayor del 6% podemos decir que es un cauce con un marcado carácter torrencial.

• Tiempo de concentración

Es el tiempo que tarda la gota más alejada de la sección de cierre en pasar por esta. Se calcula a través de la fórmula establecida por el MOPU (1987)

$$tc = 0,3 \cdot \left(\frac{Lrío}{(Jrío)^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

- Lrío = Longitud de cauce principal = 369,37
- Jrío = Pendiente media del cauce principal = 0,1761

$$tc = 0,3 \cdot \left(\frac{0,36967}{(0,1761)^{0,25}} \right)^{0,76} = 0.19 \text{ horas} = 11 \text{ min}$$

El tiempo de concentración es muy pequeño, lo que implica una salida muy rápida del caudal por la sección de cierre.

- Densidad de drenaje

Se define como la longitud de todos los cauces entre la superficie de la cuenca.

$$Dd = \frac{Ltc}{S}$$

Donde:

- Ltc = Longitud de todos los cauces = 1136,06 m
- S = superficie de la cuenca = 37228,46 m²

$$Dd = \frac{1,13606}{0,3722846} = 30,516 \text{ km/km}^2$$

Esta densidad de drenaje tan alta es propia de materiales blandos y erosionables, con una cubierta escasa y propia de zonas áridas.

- Canal de alimentación

Se entiende como la superficie de la cuenca necesaria para formar 1 km de cauce. Se calcula como la inversa de la densidad de drenaje.

$$Ca = \frac{1}{Dd} = \frac{1}{30,516} = 0,03277 \frac{km^2}{km}$$

Esto nos indica que existe 1 km de cauce por cada 0,03277 km² de cuenca

- Distancia de escorrentía

$$De = 0,5 \cdot Ca$$

Donde:

Ca= Canal de alimentación = 0,03277 km²/km

$$De = 0,5 \cdot 0,03277 = 0,01638 \frac{km^2}{km}$$

- Coeficiente de torrencialidad

$$Ct = \frac{Dd \cdot N}{S}$$

Donde:

- Dd= Densidad de drenaje = 30,516
- N= Numero de cauces que llegan al cauce principal = 17
- S= superficie de la cuenca = 37228,46 m²

$$Ct = \frac{30,516 \cdot 17}{0,03722846} = 13934,82 \frac{cauce \cdot km}{km^4} \cdot \frac{cauce}{km}$$

- Frecuencia de cauces

Representa el número de cauces existentes en cada km² de cuenca.

$$F = \frac{\sum_i^n n_i}{S}$$

Donde:

- N = Número total de cauces = 24
- S = Superficie de la cuenca = 37228,46 m²

$$F = \frac{24}{0,03722846} = 6446,7 \frac{\text{cauces}}{\text{km}^2}$$

- Radio bifurcación

Se define como el valor medio de los radios de bifurcación correspondiente a cada orden.

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

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

$$Rb_1 = \frac{N_1}{N_2} = \frac{17}{4} = 4,25$$

$$Rb_2 = \frac{N_2}{N_3} = \frac{4}{1} = 4$$

El radio de bifurcación medio es de 4,13 con lo cual al ser mayor de 4 podemos decir que estamos ante un cuenca torrencial.

La homogeneidad de los radios de bifurcación en la cuenca nos indica que la litología y la organización de la red de drenaje lo largo de la cuenca es prácticamente constante.

- Perfil longitudinal

Como se observa en la Figura 5 el perfil de nuestro cauce principal es característico de cuencas torrenciales ya que tiene unas fuertes pendientes en cabecera las cuales disminuyen de forma progresiva a medida que nos aproximamos a la sección de cierre.

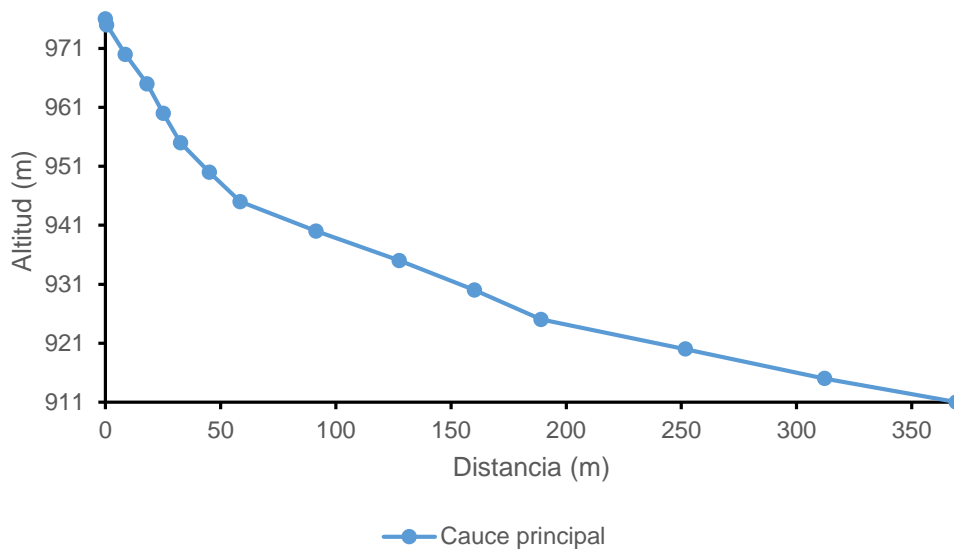


Figura 5. Perfil longitudinal del cauce principal

1.3. Estados erosivos

Otro tipo de características que nos encontramos en la cuenca son los procesos erosivos que se dan en la zona, ya que estos influyen en el tipo de actuaciones a realizar. Dentro de la cárcava la parte que se encuentra sometida a una mayor erosión es la parte de cabecera, reduciéndose paulatinamente la gravedad de estos procesos según avanzamos hacia la sección de cierre (Figura 6).



Figura 6. Erosión en la zona de cabecera

La problemática principal es el avance en cabecera, la cual está introduciéndose en las tierras del cultivo del páramo, una de las causas de este avance 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. Además al encontrarse en una zona con continuos y bruscos cambios de temperaturas hace que el terreno se disgregue de una forma más rápida, favoreciéndose de esta forma otros tipos de erosión como la laminar, en regueros o pequeños deslizamientos (Figura 7).



Figura 7. Erosión laminar y en regueros

De esta forma y para tener unos datos que se aproximen a la realidad se procede a calcular la MUSLE. Esta ecuación nos indica las toneladas sedimentos que salen fuera de la cuenca para un aguacero con un tiempo de retorno determinado.

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

Donde:

Y = Toneladas emitidas fuera de cuenca en un aguacero de tiempo de retorno T. (25 años)

Es = Escorrentía superficial generada.

Q_p = Caudal para un tiempo de retorno T .

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

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

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

$\bar{L} \cdot \bar{S}$ = Factor medio topográfico ladera.

De esta manera la ecuación para nuestra cuenca con un periodo de retorno de 25 años es la siguiente.

$$Y = 11,8 \cdot (7,44 \cdot 0,433)^{0,56} \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 0,2084 \cdot 5,44 = 7,22 \text{ t}$$

Las emisiones de sedimentos causadas por el aguacero de tiempo de retorno 25 años ascienden a 7,22 toneladas. Para evitar esto el único factor que se puede variar de una forma eficaz es factor de vegetación, mediante una repoblación, para ello vamos a calcular la emisiones de la cuenca con una masa arbórea de cobertura total.

$$Y = 11,8 \cdot (7,44 \cdot 0,433)^{0,56} \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 0,02124 \cdot 5,44 = 0,74 \text{ t}$$

Como se puede comprobar el valor que se obtendría con una masa arbórea de cobertura total es prácticamente diez veces inferior al actual. Presumiblemente este valor en la realidad sería aún menor ya que también variarían el resto de factores.

ANEJO VI:

**ANÁLISIS DE
AGUACEROS**

ÍNDICE

1. Método de Gumbel	1
2. Método del número de curva	10
3. Coeficiente de escorrentía (C).....	11
4. Caudales punta (Qp).....	12

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.

1. Método de 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:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}}$$

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):

$$\alpha = 1,28255 \cdot \frac{1}{S}$$

$$S = \sqrt{\sum \frac{P_i^2}{N} - \bar{P}^2}$$

$$\mu = \bar{P} - 0,450047 \cdot S$$

• 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:

$$Fr = \frac{n}{N + 1}$$

Donde:

n: Es el número de orden que ocupa el valor de la serie

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
1957	17	0,0156
1975	19	0,0313
2008	21,7	0,0469
1956	22	0,0625
1994	24,2	0,0781
1968	25,6	0,0938
1976	26,5	0,1094
1963	28	0,1250
1979	29	0,1406
2005	29	0,1563
1978	29,3	0,1719
1980	29,6	0,1875
1964	30	0,2031
1981	30	0,2188
2007	31	0,2344
1965	31,5	0,2500
1972	31,5	0,2656
2011	31,5	0,2813
1999	32,8	0,2969
1991	34	0,3125
1953	35	0,3281
1958	35	0,3438
1973	35	0,3594
1992	35	0,3750
2009	35,2	0,3906
1959	35,5	0,4063
1996	36,5	0,4219
1967	37,5	0,4375
1998	37,5	0,4531
1954	38	0,4688
1952	38,2	0,4844
2000	38,6	0,5000
1977	39	0,5156

Tabla 1. Frecuencia observada para la precipitación máxima en 24 horas de cada año. (Continuación)

Año	Pmax24,d	Fr obs. acumulada
2002	39	0,5313
2014	39,5	0,5469
1960	40	0,5625
1961	40	0,5781
2001	40	0,5938
2006	40	0,6094
1989	40,3	0,6250
2010	40,3	0,6406
2003	41	0,6563
1969	42	0,6719
2013	42,4	0,6875
1970	42,5	0,7031
2012	43,2	0,7188
1974	43,5	0,7344
1995	44,5	0,7500
1983	45	0,7656
1955	45,5	0,7813
1990	45,9	0,7969
1971	46,5	0,8125
1982	48	0,8281
1988	49	0,8438
1984	52,3	0,8594
1962	54	0,8750
1966	58	0,8906
1985	58,3	0,9063
1987	60	0,9219
1993	61	0,9375
1997	63,2	0,9531
1986	65,6	0,9688
2004	78	0,9844
P media	39,33	

Para obtener S sea realizado con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\sum \frac{P_i^2}{N} - \bar{P}^2}$$

Donde:

Pi: Es la precipitación máxima diaria.

N: Número de datos de la serie.

\bar{P} : Precipitación máxima diaria media.

$$S = \sqrt{1680,63 - 1546,85} = 11,57$$

Tras calcular la desviación típica ya se pueden calcular el resto de variables que se necesitan para la función de Gumbel.

$$\alpha = 1,28255 \cdot \frac{1}{11,57} = 0,11$$

$$\mu = 1.546,85 - 0,450047 \cdot 11,57 = 34,12$$

De esta manera y conociendo ya todas sus variables, la función de Gumbel queda de la siguiente forma:

$$F(x) = e^{-e^{-0,11(x-34,12)}}$$

Donde:

X: Precipitación máxima diaria

F(x): Probabilidad de que se produzca un evento de lluvia $\leq X$.

- 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.

Pmax24,d	Fr obs acumulada	F(x)	Fr,obs - F(x)
17	0,0156	0,0014	0,0142
19	0,0313	0,0051	0,0261
21,7	0,0469	0,0198	0,0270
22	0,0625	0,0225	0,0400
24,2	0,0781	0,0509	0,0272
25,6	0,0938	0,0779	0,0159
26,5	0,1094	0,0990	0,0103
28	0,1250	0,1408	0,0158
29	0,1406	0,1727	0,0321
29	0,1563	0,1727	0,0164
29,3	0,1719	0,1828	0,0109
29,6	0,1875	0,1932	0,0057
30	0,2031	0,2074	0,0042
30	0,2188	0,2074	0,0114
31	0,2344	0,2443	0,0099
31,5	0,2500	0,2634	0,0134
31,5	0,2656	0,2634	0,0022
31,5	0,2813	0,2634	0,0178
32,8	0,2969	0,3147	0,0178
34	0,3125	0,3630	0,0505
35	0,3281	0,4034	<u>0,0753</u>
35	0,3438	0,4034	0,0597
35	0,3594	0,4034	0,0441
35	0,3750	0,4034	0,0284
35,2	0,3906	0,4115	0,0209
35,5	0,4063	0,4235	0,0173
36,5	0,4219	0,4632	0,0413
37,5	0,4375	0,5018	0,0643
37,5	0,4531	0,5018	0,0487
38	0,4688	0,5207	0,0519
38,2	0,4844	0,5281	0,0438
38,6	0,5000	0,5429	0,0429
39	0,5156	0,5573	0,0417
39	0,5313	0,5573	0,0261
39,5	0,5469	0,5750	0,0282
40	0,5625	0,5923	0,0298
40	0,5781	0,5923	0,0142
40	0,5938	0,5923	0,0014
40	0,6094	0,5923	0,0171
40,3	0,6250	0,6025	0,0225
40,3	0,6406	0,6025	0,0382

Tabla 3. Resultado de la diferencia de la frecuencia observada y la obtenida de la función. (Continuación)

Pmax24,d	Fr obs acumulada	F(x)	Fr,obs - F(x)
41	0,6563	0,6255	0,0307
42	0,6719	0,6569	0,0150
42,4	0,6875	0,6688	0,0187
42,5	0,7031	0,6718	0,0313
43,2	0,7188	0,6919	0,0269
43,5	0,7344	0,7002	0,0342
44,5	0,7500	0,7267	0,0233
45	0,7656	0,7392	0,0264
45,5	0,7813	0,7513	0,0300
45,9	0,7969	0,7606	0,0363
46,5	0,8125	0,7740	0,0385
48	0,8281	0,8047	0,0234
49	0,8438	0,8232	0,0206
52,3	0,8594	0,8734	0,0140
54	0,8750	0,8938	0,0188
58	0,8906	0,9302	0,0396
58,3	0,9063	0,9324	0,0262
60	0,9219	0,9436	0,0217
61	0,9375	0,9493	0,0118
63,2	0,9531	0,9600	0,0069
65,6	0,9688	0,9691	0,0004
78	0,9844	0,9920	0,0076

El número de Kolmogorov depende del número de datos, en este caso $N = 63$ y de la significación de $\alpha = 0,2$.

Para calcular el número de kolgomorov –Smirnov acudimos a la Tabla 4 (MARTÍNEZ DE AZAGRA Y NAVARRO, 1996).

Tabla 4. 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	0,726	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	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,2	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,19	0,21	0,23	0,27
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:

$$D(63; 0,2) = \frac{1,07}{\sqrt{N}} = \frac{1,07}{\sqrt{63}} = 0,135$$

Con lo cual $0,0753 < 0,135$ por lo que el ajuste es válido.

• Cálculo de la precipitación de periodo de retorno (T)

Para el cálculo de nuestra precipitación 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 este tipo de obras 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.

$$T = \frac{1}{1 - F(x)} \rightarrow F(x) = \frac{T - 1}{T}$$

Donde:

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:

$$0,96 = e^{-e^{-0,11(x-34,12)}}$$

Por lo tanto si despejamos “x”, no queda:

$$x(mm) = \frac{-\ln[-\ln(0,96)]}{0,11} + 34,12$$

De esta forma la precipitación para nuestra zona con periodo de retorno 25 años es de 63,2 mm

- Intensidad media diaria (Id) para cada T

Para calcular la intensidad media diaria se divide la precipitación máxima diaria entre las horas que tiene un día, de tal forma que:

$$Id = \frac{Pd}{24} = \frac{63,2}{24} = 2,63 \text{ mm/h}$$

- Intensidad media de la lluvia durante el tiempo de concentración para T

Para poder pasar la intensidad media diaria a la intensidad de lluvia durante el tiempo de concentración se utiliza la siguiente expresión:

$$Itc = Id \cdot k \frac{28^{0,1 - Tc^{0,1}}}{28^{0,1} - 1}$$

Donde:

Itc: Intensidad del aguacero durante el tiempo de concentración (mm/h)

Tc: Tiempo de concentración de la cuenca = 0,19 h

K: Coef. Adimensional (A través de la Figura 1). K=9,8

Id: Intensidad máxima diaria. (mm/h)



Figura 1. Mapa del factor de regionalización para España. (NAVARRO, 1999)

De esta forma nuestra expresión queda de la siguiente forma:

$$I_{tc} = 2,63 \cdot 9,8^{\frac{28^{0,1} - 0,19^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 62,33 \text{ mm/h}$$

Con lo cual la precipitación producida por una intensidad de lluvia de 62,33 mm/h durante el tiempo de concentración de 0,19 horas será de 11,84 mm

2. Método del número de curva

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 2 se han distinguido 4 tipos de superficies.

- Suelo desnudo: superficie en la que el suelo se encuentra totalmente expuesto a los procesos erosivos debido a la falta de protección vegetal.
- Suelo con cobertura baja de pasto: Suelo en los que la vegetación herbácea cubre menos del 50% de la superficie total.
- Suelo con cobertura alta de pasto: Suelos en los que la vegetación herbácea cubre más de un 80% de la superficie total.
- Zona de cultivo: Suelo destinado a la agricultura.

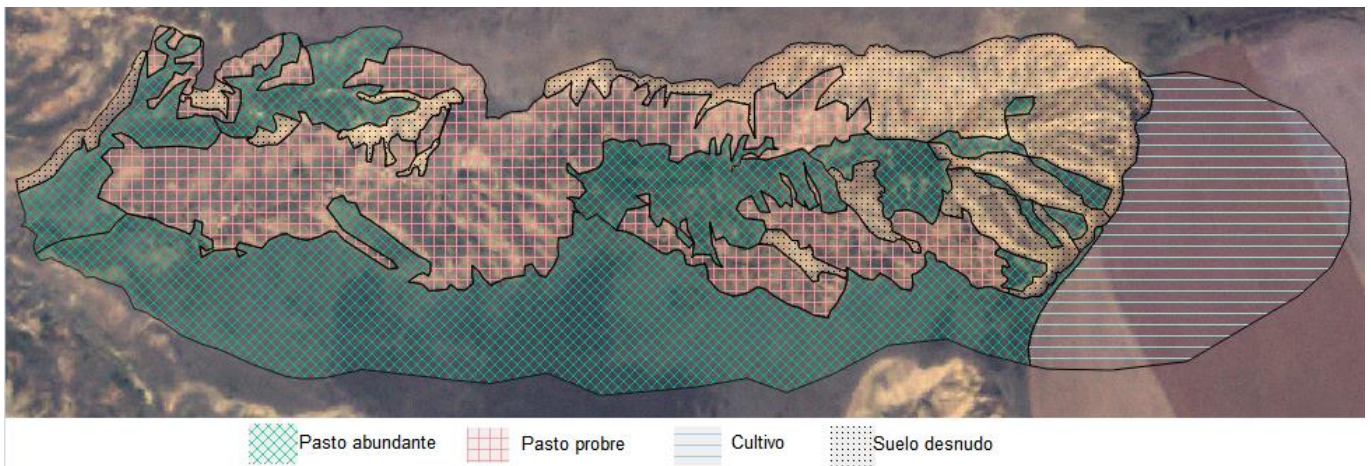


Figura 2. Zonificación de la cuenca según el tipo de suelo.

Para obtener el número de curva se entra en la tabla propuesta por Hawkins et al. (2009) a través del uso del suelo, y se eligen diferentes condiciones hidrológicas. El tipo de suelo hidrológico en nuestro caso siempre va a utilizarse el de tipo D debido a las características obtenidas en el Anejo edafológico. Además para la zona de cultivo se ha estimado el número de curva teniendo en cuenta que pasa la mitad del año en cultivo y la mitad en barbecho.

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:

$$N_{II} = (94 \cdot 0,16263) + (88 \cdot 0,26703) + (78 \cdot 0,41334) + \left(\frac{88 + 94}{2}\right) \cdot 0,15698 = 85,31$$

De tal forma que una vez que tenemos el número de curva de la cuenca, pasamos a hallar S:

$$S_{II} = \frac{25400}{N} - 254 = \frac{25400}{85,311} - 254 = 43,73$$

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:

$$P_{oII} = 0,2 \cdot 43,73 = 8,75 \text{ mm}$$

Teniendo ya los datos del umbral de escorrentía y la precipitación de la cuenca podemos obtener la escorrentía superficial con la siguiente ecuación:

$$Es_{II} = \frac{(P - P_o)^2}{P + (4 \cdot P_o)} = \frac{(11,84 - 8,75)^2}{11,84 + (4 \cdot 8,75)} = 0,20 \text{ mm}$$

Donde:

- P: precipitación máxima diaria (mm).
- P_o : Umbral de escorrentía (mm).

3. Coeficiente de escorrentía (C)

Una vez obtenida la escorrentía se pasa a calcular el coeficiente C mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23 \cdot Po)}{(Pd + 11 \cdot Po)^2}$$

Donde:

- Pd: Precipitación máxima diaria para un tiempo de retorno T (mm)
- Po: Umbral de escorrentía (mm)

- Condición II

$$C = \frac{(63,2 - 8,75) \cdot (63,2 + 23 \cdot 8,75)}{(63,2 + 11 \cdot 8,75)^2} = 0,56$$

4. Caudales 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:

$$Q = \frac{C \cdot S \cdot I}{3}$$

Donde:

- Q: caudal punta para el periodo de retorno T (m³/s)
- C: Coeficiente de escorrentía superficial.
- S: Superficie de la cuenca (km²)
- I: Intensidad de lluvia para un episodio de duración igual al tiempo de concentración (mm/h)

- Condición II

$$Q = \frac{0,56 \cdot 0,03722846 \cdot 62,3}{3} = 0,433 \text{ m}^3/\text{s}$$

ANEJO VII:

**ESTUDIOS DE
ALTERNATIVAS**

Anejo VII: Estudio de alternativas

ÍNDICE

1.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS EN DIQUES.....	1
1.1.	Elección de la fábrica.....	1
1.1.1.	Identificación de alternativas.....	1
1.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes	1
1.1.2.	Efecto sobre los objetivos	2
1.1.3.	Elección definitiva de la fábrica.....	2
1.2.	Elección del tipo de perfil.....	2
1.2.1.	Identificación de alternativas.....	2
1.2.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	3
1.2.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	3
1.2.4.	Evaluación de alternativas	3
1.2.5.	Elección definitiva del tipo de perfil	4
2.	REPOBLACIÓN.....	4
2.1.	Elección de especies	4
2.1.1.	Identificación.....	4
2.1.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	6
2.1.3.	Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto	6
2.1.4.	Evaluación de alternativas	6
2.1.5.	Elección definitiva de especie	9
2.2.	Tratamiento de la vegetación preexistente	11
2.3.	Preparación del terreno	12
2.3.1.	Identificación de alternativas.....	12
2.3.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	12
2.3.3.	Efectos de la preparación del terreno sobre los objetivos del proyecto ..	12
2.3.4.	Evaluación de alternativas	13
2.3.5.	Elección definitiva de alternativas	13
2.4.	Implantación vegetal.....	14
2.4.1.	Identificación de alternativas.....	14
2.4.2.	Restricciones impuestas por los condicionantes.....	15
2.4.3.	Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto.....	15
2.4.4.	Evaluación de alternativas	16
2.4.5.	Elección definitiva de alternativas	16

1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS EN DIQUES.

1.1. Elección de la fábrica.

1.1.1. Identificación de alternativas

Las distintas alternativas que se consideran para la construcción del dique son:

- Mampostería en seco

El material utilizado son piedras, que se van colocando unas encima de otras, sin ningún tipo de unión.

- Mampostería hidráulica.

Se utilizan piedras que se van uniendo con cemento.

- Mampostería gavionada.

Se utilizan jaulas prismáticas rectangulares de acero galvanizado, las cuales se rellenan de piedras. En este tipo fábrica el volumen de obra es mayor, pero el material es más barato.

- Hormigón en masa

Mezcla de piedras, cemento y arena a la cual se da forma mediante un encofrado.

- Hormigón armado

Similares al hormigón en masa, pero a estos se encuentran formados en su interior por una estructura de acero la cual permite una mayor resistencia a la tracción.

- Tierra

Formados por capas de tierra compactada.

1.1.2 Restricciones impuestas por los condicionantes

En la elección del tipo de fábrica tienen una gran importancia los condicionantes tanto internos como externos, que caracterizan el proyecto. Estos condicionantes son los siguientes:

- Condicionantes internos
 - Pedregosidad abundante en la parte alta y en los alrededores.
 - Secciones transversales muy irregulares.
 - Acceso con una dificultad media al interior de la concha erosiva.
 - Pendientes elevadas.

- Condicionantes externos
 - Permitir cierto flujo de agua para reducir empujes e inestabilidad en las laderas.
 - Vida útil de los diques \geq 25 años.
 - Posible necesidad de agrandar las obras.

1.1.2. Efecto sobre los objetivos

La función de los diques consiste en 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.

Para lograr estos objetivos y teniendo en cuenta los condicionantes del proyecto los tipos de fábrica más interesantes son los que aprovechan los materiales de la zona, se adaptan al relieve de la zona tienen una vida útil de al menos 25 años.

1.1.3. 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, sobre todo que los formados por hormigón. Además la mampostería gavionada permite una adaptabilidad de la obra al terreno aceptable en el proyecto, permitiendo además acceder con los materiales a la concha erosiva de una forma relativamente cómoda.

Podemos concluir entonces que los gaviones suponen la mejor elección debido a que: no se necesita de mano de obra especializada, del fácil transporte de la estructura metálica, el relleno se encuentra en las inmediaciones de la zona del proyecto abaratando de esta forma los costes de transporte.

Otra ventaja de la mampostería gavionadas es que estructuras drenantes y duraderas con gran adaptabilidad en el terreno, produciendo un bajo impacto visual ya que se construyen con el material de la zona.

En la zona ya se ha observado el importante papel de este tipo de diques en los proyectos realizado por Ayerbe (1930) y Azcarretazabal (1963) en la localidad de Saldaña. Además los resultados obtenidos en el estudio realizado por Ramos (2014) para estos trabajos efectuados en Saldaña corroboran el empleo de este tipo de fábrica, ya que son capaces de retener un 97.7% del sedimento generado.

1.2 Elección del tipo de perfil

1.2.1 Identificación de alternativas

A continuación se exponen los principales perfiles a considerar para las obras.

- Paramento aguas arriba vertical y paramento de aguas abajo escalonado

Este tipo de perfil puede tener los escalones de longitud variable o constante.

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

Dentro de este tipo de perfil existen dos variantes:

- Escalones de longitud variable: el empleo de este perfil supone un mínimo de obra.
- Escalones de longitud constante: el empleo de este perfil supone un volumen de obra algo mayor que el modelo anterior, pero se consigue un perfil más estético.

Este tipo de perfiles permiten un vertido escalonado, lo que puede evitar la construcción de un cuenco amortiguador, aunque los arrastres de mayor tamaño pueden impactar en el paramento de aguas abajo. En este caso se protege el vertedero y los escalones de la sección central

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

Con este tipo de perfil se 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 y estudio de la socavación ya que puede ser muy probable el cuenco amortiguador.

- Paramento de aguas arriba y paramento de aguas abajo escalonados

Precisa un volumen de obra mucho mayor que los perfiles anteriores.

1.2.5 Elección definitiva del tipo de perfil

El perfil seleccionado para nuestra obra será el de paramento aguas arriba vertical y paramento aguas abajo escalonado, con una longitud de los escalones constante. Con este perfil se reduce el volumen de obra y los vertidos escalonados pueden evitar la construcción del cuenco amortiguador.

Este tipo de diques se suelen estar formados de varias hiladas de gaviones las cuales suelen tener una altura de 1 m, debido a las medidas estándar de los gaviones. Cada una de estas hiladas debe de cumplir la condición de no deslizamiento y la de núcleo central.

2. **REPOBLACIÓN**

2.1 **Elección de especies**

2.1.1. Identificación

A continuación se expone una relación de las especies que se pretende instalar en la zona.

- *Pinus sylvestris* (Pino albar o pino de Valsaín)

Aparece en laderas y cumbres de las montañas, casi siempre por encima de los 1000 m y hasta los 2100 m de altitud, pero desciende en el norte hasta por debajo de los 500 m. Se adapta a cualquier tipo de suelo y soporta grandes heladas, así como el viento y la nieve. En España se sitúa en zonas frescas y umbrías preferentemente.

- *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Pino pudio o pino salgareño)

En España podemos encontrar dos variedades siendo la variedad *hispanica* la propia de las montañas del centro y sur de 800 a 2000 m. Prefiere suelos calizos aunque puede vivir en silíceos.

- *Pinus pinaster* (Pino negral o pino resinero)

Especie que aparece desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1500 m de altitud, principalmente en suelo silíceos. Es una especie heliófila y la subespecie *mediterránea* es más xerófila que la variedad *atlántica*, resistiendo mayor sequedad ambiente y fríos invernales

- *Quercus pyrenaica* (melojo o rebollo)

Preferentemente en laderas y faldas de montaña silíceas. Se puede encontrar en todas las posiciones, entre los 400 y 1500 metros. Se encuentra muy bien adaptado a los

climas muy continentales, resultando muy resistente a grandes fríos y a las heladas. Suele sustituir altitudinalmente a los encinares.

- *Quercus faginea* (quejigo o roble carrasqueño)

Se trata de una especie de media luz que aparece en todo tipo de suelos, tanto pobre como rico en cal. Presenta adaptación a una gran amplitud térmica, propia de climas continentales y con fuertes contrastes de humedad. Puede aparecer desde el nivel del mar hasta los 1900 m, pero su óptimo se encuentra entre los 600 y los 1200m de altitud.

- *Quercus ilex subsp. ballota* (Encina)

Árbol típico de la zona mediterránea, adaptado a las sequías estivales y los fríos inviernos. Medra en todo tipo de suelos, apareciendo hasta los 1500 metros de altura.

- *Crataegus monogyna* (Espino albar)

Se cría en todo tipo de terrenos, desde el nivel del mar hasta encima de los 1800 m de altitud, tanto en climas fríos como cálidos, en los setos, espinares, sotos, ribazos y linderos de bosque.

- *Prunus spinosa* (Endrino)

Aparece en setos, espinares, calveros de bosque, y también con frecuencia en cascajales y laderas pedregosas, en cualquier tipo de terreno ascendiendo hasta unos 1500 m.

- *Sorbus aria* (Mostajo)

Se cría en gran cantidad de bosques. Prefiere suelos calizos aunque también aparece en suelos silíceos. Tiene una gran amplitud altitudinal ya que se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2000 m, en forma de arbusto o arbustillo.

- *Populus nigra* (Álamo negro, negrillo)

En los sotos y riberas de los ríos, entre el nivel del mar y unos 1500 m de altitud, asociada a olmos sauces y fresnos, en suelos frescos.

- *Salix atrocinerea* (Sarga negra, sauce o bardaguera)

Se cría en terrenos frescos, tanto en las orillas de las corriente de agua como y gravas de los ríos como en los prados, vaguadas y setos con cierta humedad en el suelo, preferentemente en terrenos pobre en bases.

2.1.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

- Condicionantes internos:

Las principales limitaciones en cuanto al clima son, las heladas y la sequía estival y en cuanto al suelo, su textura arcillosa con una estructura compacta y la escasez de materia orgánica.

- Condicionantes externos

El principal objetivo de la repoblación objeto de este estudio es la protección. De esta manera es necesario escoger las especies con un crecimiento más rápido y hoja perenne para que el suelo este protegido lo antes posible y de forma continua, evitando así fuertes fenómenos erosivos y permitiendo la recuperación del suelo existente. Además con esta repoblación se pretende potenciar la sucesión vegetal natural de la zona.

2.1.3. Efecto de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

El objetivo de la repoblación como ya se ha expuesto anteriormente, es crear con la mayor celeridad posible una cubierta natural que proteja el suelo de la erosión.

Las especies del genero *Pinus* son la que tienen una mayor garantía de arraigo por su carácter pionero y su frugalidad. Además este género al tener un mayor crecimiento en las edades más tempranas hace que se pueda alcanzar antes la tangencia de copas, protegiendo de esta manera al suelo de los procesos erosivos producidos por la lluvia. Esta protección se produce además a lo largo de las cuatro estaciones ya que las especies de este género son perennifolias. La inclusión en la repoblación de especies de frondosas dota a la masa de una mayor diversidad, permitiendo que la sucesión vegetal se vea favorecida y que el conjunto de la masa sea más estable a incendios y plagas. Además la inclusión en la parte baja de especies con un buen rebrote ayuda a que la masa prospere por si misma desde el primer momento.

2.1.4. Evaluación de alternativas

En este apartado se pretende evaluar si la elección de especies ha sido correcta, y de tal forma que la viabilidad de la repoblación sea la máxima posible.

- Cuadernos de zona de la Junta de Castilla y León (2007)

La zona de estudio pertenece a la zona denominada de transición que se corresponde con el cuaderno nº 7.

La estación para las laderas de la cárcava se corresponde con la estación 6 ya que la zona tiene una altitud menor de 1000 m en terrenos básicos y con una pendiente mayor del 30%. Las especies correspondientes a esta estación son las que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Especies para la estación 6 según los cuadernos de zona.

Estación 6		
Especies aconsejables (0-100%)	<i>Pinus nigra</i> <i>Pinus pinaster</i>	Pino pudio Pino resinero
Especies posibles (0-30%)	<i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i>	Quejigo Encina
Especies accesorias (0-10%)	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus dulcis</i> <i>Rosmarinus officinalis</i>	Espino majuelo Almendro Romero

La estación para el fondo de la cárcava se corresponde con la estación número 13 denominada fondos de valle que se caracteriza por estar situada en fondos de valle a menos de 1000 m, en terrenos básicos con una pendiente menor del 30%. Las especies para esta estación son las que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Especies para la estación 12 según el cuaderno de zona

Estación 13		
Especies aconsejables (0-100%)	<i>Populus alba</i> <i>Populus nigra</i> <i>Fraxinus angustifolia</i>	Álamo blanco Álamo negro Fresno de hoja estrecha
Especies posibles (0-30%)	<i>Populus x euroamericana</i> <i>Populus x interamericana</i> <i>Alnus glutinosa</i>	Chopo de producción Chopo de producción Aliso
Especies accesorias (0-10%)	<i>Salix fragilis</i> <i>Frangula alnus</i>	Mimbrera Arraclán

- Método de las tablas de juicio ecológico y biológico de Rivas-Martínez.

Las tablas de juicio ecológico y biológico de Rivas-Martínez muestran cuales son las especies más adecuadas para las diferentes series de vegetación, teniendo en cuenta factores ecológicos y biológicos.

Según los mapas de vegetación de Rivas-Martínez (1987) nuestra zona de estudio pertenece a la zona de transición que existe entre la serie 19b, denominada serie supra-mediterránea castellano-alcarreño-manchega basófilo de *Quercus faginea* o quejigo, y la serie 18a llamada serie supramediterránea carpetano-iberico-alcarreña subhúmeda silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*). Por eso tendremos presente a la hora de llevar a cabo este método las dos series de vegetación.

Según la tablas de juicio biológico como especies posibles aparecen para la serie 19b *Pinus nigra* y *Quercus faginea* y para la serie 18a *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Castanea sativa*, *Quercus faginea*.

Como especies dudosas para la serie 19b *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Quercus rotundifolia* y para la serie 18a solo aparece como dudosa *Quercus rotundifolia*.

Para las tablas de juicio ecológico aparecen para la serie 18a:

- Especies posibles positivas: *Castanea sativa*, *Quercus faginea*.
- Especies posibles negativas: *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*.
- Especies dudosas positivas: *Quercus rotundifolia*.

Para la serie 19b la clasificación que aportan las tablas de juicio ecológico es la siguiente:

- Especies posibles positivas: *Quercus faginea*
- Especies posibles negativas: *Pinus nigra*
- Especies dudosas positivas: *Quercus rotundifolia*
- Especies dudosas negativas: *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*

- Método clásico o criba por factores del medio

Según este método todas las especies tendrían cabida en nuestra zona, pero existen especies como el *Pinus sylvestris* que se encuentran en su límite de precipitaciones, sobre todo en verano debido a la sequía estival. De igual forma el *Quercus pyrenaica* se encuentra fuera del tipo de suelo propicio para un buen desarrollo ya que prefiere los suelos silíceos.

- Experiencias cercanas

En la zona existen multitud de repoblaciones exitosas tanto de *Pinus nigra* como de *Pinus sylvestris*. Además también tenemos el ejemplo cercano de la restauración hidrológico forestal llevada a cabo en la vecina localidad de Saldaña por el ingeniero de montes José María Ayerbe en 1930, en el que se repobló con *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster*, además de *Robinia pseudoacacia* y diferentes especies de género *Ulmus* y *Populus*.

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.

Finalmente en la siguiente Tabla 3 se expone un resumen de los métodos aplicados.

Tabla 3. Resumen de los resultados de cada método para cada especie

Especie	Método			
	1	2	3	4
<i>Pinus sylvestris</i>	X	✓	X	✓
<i>Pinus nigra</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Pinus pinaster</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Quercus pyrenaica</i>		✓	X	
<i>Quercus ilex</i>	✓			✓
<i>Quercus faginea</i>	✓	✓	✓	
<i>Crataegus monogyna</i>	✓		✓	
<i>Sorbus aria</i>				
<i>Populus nigra</i>	✓			✓
<i>Salix atrocinerea</i>				

2.1.5. Elección definitiva de especie

Las especies que finalmente se han elegido para efectuar la repoblación son las siguientes:

- *Pinus sylvestris* (Pino albar o pino de Valsaín)

Es un árbol que puede alcanzar 30 m o más de altura, de tronco cilíndrico y recto, que en su parte alta adquiere un color naranja característico. Acículas cortas, torcidas helicoidalmente que permanecen en el árbol 3 o 4 años y proporcionan al follaje un color verde grisáceo o glauco. Piñones pequeños y largamente alados, que constituyen su único medio de regeneración.

Florece en mayo junio y maduran las piñas en el otoño del año siguiente, diseminando los piñones durante la primavera que le sigue.

No es exigente en cuanto a sustrato, tolerando suelos calizos y yesosos, aunque prefiere las formaciones arenosas, frescas y profundas, siempre con algo de humedad.

Su amplia área natural y la difusión que ha sufrido de manera artificial le confieren a este pino una gran variedad en cuanto a condiciones ecológicas se refiere, por lo que resulta difícil el establecimiento de límites. En general se puede decir que es una planta que resiste heladas. Su temperamento robusto dificulta el crecimiento bajo cubierta, exigiendo mucha luz para un desarrollo óptimo.

De crecimiento rápido, su madera es de las más apreciadas entre las españolas, por su calidad y rectitud de fuste. Se trata de una especie que sufre numerosas enfermedades y plagas debido a su amplia distribución, no obstante su gran valor en las repoblaciones de carácter protector, le convierten uno de los pinos más empleados para este fin.

- *Pinus nigra* subsp. *salzmanni* (Pino pudio o pino salgareño)

Este árbol puede alcanzar hasta los 40 metros de altura. Copa de forma muy variable. El tronco más o menos derecho, de corteza muy grisácea o blanquecina, a veces algo plateado. Hojas aciculares de color verde intenso, algo rígidas pero flexibles y poco punzantes. Florece marzo a mayo, las piñas maduran en el otoño del segundo año y diseminan la primavera del siguiente.

Aparece en todo tipo de terrenos, aunque muestra una marcada preferencia por los calizos, entre los 800 -1500 m. Se encuentra muchas veces en contacto con quejigares, encinares y robledales. Es muy resistente a la sequía y a los grandes fríos invernales

- *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis* (Pino negral o pino resinero)

Árbol de copa irregular, avece desproporcionada. Alcanza los 20 ó 30 m de altura. Tronco grueso, con corteza áspera, resquebrajada y bastante gruesa de color pardo rojiza. Hojas aciculares largas, recias y punzantes, de color verde oscuro. Florece de abril a mayo, madurando las piñas al final del verano, no diseminando los piñones hasta la primavera del tercer año. Soporta sequía y heladas. Forma masas puras o mixtas.

Es uno de los pinos más utilizados en repoblaciones y el más utilizado para la obtención de resina. Además se ha convertido en un excelente punto de nidificación de especies emblemáticas como es el Águila imperial (*Aquila adalberti*)

- *Quercus ilex* subsp. *Ballota* (Encina)

Es un árbol de copa amplia densa y redondeada, aunque también se puede encontrar como arbusto. La corteza es grisácea y 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 abril a mayo y fructifica en los meses de octubre y 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.

- *Crataegus monogyna* (Espino albar)

Arbusto o arbolillo de hasta 8 ó 10 m de altura, aunque lo normal es que no pase de los 4. Se ramifica profusamente, con un tronco grisáceo y ramillas espinosas. Las hojas son alternas, con peciolo bien desarrollado, lámina espatulada hendida más o menos profundamente 3-7 lóbulos desiguales y estrechados en forma de cuña en la base.

Florece en marzo, abril o mayo y sus frutos maduran en septiembre u octubre.

Se cría en todo tipo de terrenos, desde el nivel del mar hasta encima de los 1800 m de altitud, tanto en climas fríos como cálidos, en los setos, espinares, sotos, ribazos y linderos de bosque.

- *Prunus spinosa* (Endrino)

Arbusto muy intrincado y ramoso de hoja caduca, con ramillas espinosas. Las hojas son simples, alternas, lanceoladas con el margen finamente aserrado y de un color verde mate. Las flores son muy numerosas, blancas y nacen antes que las hojas. Los frutos son unas drupas globosas de color azul oscuro o negro. Estos frutos son muy codiciados ya que con ellos se prepara el pacharán.

Aparece en setos, espinares, calveros de bosque, y también con frecuencia en cascajales y laderas pedregosas, en cualquier tipo de terreno ascendiendo hasta unos 1500 m.

- *Populus nigra* (Álamo negro, negrillo)

Es un árbol robusto que puede alcanzar hasta los 20 – 30 metros de altura. Posee un tronco grueso y erguido de corteza grisácea. Hojas con un peciolo largo y aplastado con dos estípulas membranosas en la base. La hoja tiene forma ovado-romboidal y se estrecha en forma de ancha cuña en la unión con el peciolo. El margen tiene pequeños dientes a menudo en forma de sierra. Florece en febrero o marzo y disemina la semilla en abril o mayo.

Aparece en los sotos y riberas de los ríos, entre el nivel del mar y unos 1500 m de altitud, asociada a olmos sauces y fresnos, en suelos frescos.

- *Salix atrocinerea* (Sarga negra, sauce o bardaguera)

Se cría en terrenos frescos, tanto en las orillas de las corriente de agua como y gravas de los ríos como en los prados, vaguadas y setos con cierta humedad en el suelo, preferentemente en terrenos pobre en bases. Además tiene un buen desarrollo mediante estaquillas.

2.2 Tratamiento de la vegetación preexistente

Debido a que las fuertes pendientes del terreno y a que la escasa vegetación existente en la zona está compuesta principalmente de especies herbáceas y de unos pocos individuos de porte arbustivo, se estima innecesario un tratamiento previo de la vegetación existente. De esta forma el tratamiento se efectuará de manera simultánea a la implantación en una pequeña zona circundante a la planta, preservando así la

vegetación existente, reduciendo al mínimo posible la exposición a nuevos procesos erosivos.

2.3 Preparación del terreno

2.3.1. Identificación de alternativas

Los distintos métodos de preparación del terreno que se presentan como alternativas son:

- Casillas o raspas
- Ahoyado manual
- Ahoyado con barrena
- Ahoyado con retroexcavadora
- Ahoyado con retroaraña
- Subsulado lineal
- Acaballonado superficial
- Aterrazado con subsulado
- Laboreo pleno
- Subsulado pleno

2.3.2. 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

Las principales limitaciones son los suelos compactos y arcillosos con cierta pedregosidad a lo que se suma una pendiente elevada.

- Condicionantes externos

Se tendrá en cuenta los métodos que provoquen menos erosión y mejoren las condiciones hídricas del suelo. Siempre que se dé una igualdad de resultado entre dos métodos se elegirá el que implique un menor coste.

2.3.3. 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 instalarse 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.

2.3.4. Evaluación de alternativas

- Casillas o raspas: El efecto hidrológico es escaso y la mejora del perfil reducida.
- Ahoyado manual: Desaconsejado para suelos muy compactos como el de la zona de estudio.
- Ahoyado con barrena: Método apropiado para suelos de calidad y profundos, con lo cual no es apropiado para nuestro suelo arcilloso y algo predregoso, además el tránsito por las laderas se ve muy dificultado.
- Ahoyado con retroexcavadora: Método que ofrece un buen efecto hidrológico, pero que se ve limitado en altas pendientes y por la irregularidad de la superficie.
- Ahoyado con retroaraña: Similar al anterior pero sin tantas restricciones por pendiente e irregularidad.
- Subsulado lineal: Método de preparación lineal del terreno con el que se aumenta la profundidad del perfil sin inversión de horizontes, favorece la infiltración.
- Acaballonado superficial: La pendiente para este método está limitada al 35%
- Aterrazado con subsulado: Impacto paisajístico elevado y dificulta la transitabilidad por el monte.
- Laboreo pleno: Limitado a pendientes inferiores al 15%, además tiene efectos hidrológicos negativos.
- Subsulado pleno: Mismas limitaciones que el método anterior.

2.3.5. Elección definitiva de alternativas

Los métodos escogidos para preparar el terreno y sus características son los siguientes

- Ahoyado con retroaraña

Se trata de un método de preparación puntual del terreno que no precisa de eliminación previa de la vegetación.

Esta operación se propone en terrenos extremadamente difíciles que por su pendiente no son accesible para la maquinaria y donde el suelo es tan compacto que no permite el trabajo de manera puntual.

La retroaraña es un retroexcavadora que posee dos ruedas y dos patas hidráulicas regulables en longitud y un brazo telescópico de al menos 7 m con un cazo al final.

La maquinaria se va desplazando por el terreno por línea de máxima pendiente apoyando su cazo en el suelo, que le sirve de punto de apoyo. Estacionada en un punto comienza a excavar, depositando la tierra en el propio hoyo.

Este método se utilizará en las zonas donde no pueda acceder otro tipo de maquinaria.

- Ahoyado con retroexcavadora

Este método consiste en la remoción de suelo, creando una forma prismática con el cazo de la excavadora. De esta forma el hoyo removido es posteriormente refinado con conforma una banqueta con microcuenca.

La máquina avanzará por líneas de máxima pendiente siempre que pueda, efectuando los hoyos a uno y otro lado. En los casos en que no sea posible este método, se realizarán los hoyos desde el fondo y la parte alta de la cárcava.

2.4 Implantación vegetal

2.4.1. Identificación de alternativas

Los distintos métodos que se consideran son según la forma de implantación:

- Siembra

Mediante este método se introduce la semilla en el suelo, ya preparado, a una profundidad y en unas condiciones adecuadas para que se produzca la nascencia. Es el método que necesita una mejor preparación del terreno.

Las especies que se deben introducir mediante este método han de ser de luz, necesitándose una gran cantidad de semillas.

Tiene la ventaja de ser rápido y provocar una selección natural tanto entre especies como entre individuos, pero presenta dificultades en el tratamiento del matorral en los años sucesivos a la siembra.

- Plantación a raíz desnuda

Proceso de trasplante, sobre un suelo preparado previamente, en el que la planta es criada normalmente en vivero y extraída sin la tierra que ha envuelto sus raíces.

Es un válido para climas húmedos y carentes de aridez. Es imprescindible aviverar la planta en el monte y realizar la plantación con un buen tempero y a savia parada.

Este método resulta más caro que la siembra y más barato que la planta en contenedor, aunque la garantía de arraigo es menor.

- Plantación en contenedor

Es un proceso de trasplante sobre suelos previamente preparados. Las plantas son criadas en el vivero dentro de envases, disponen de un cepellón de tierra mezclada con sus raíces.

Este método se utiliza en climas secos o con mucha irregularidad pluviométrica. Es más costoso que los anteriores métodos, pero proporciona un mayor éxito de arraigo en zonas difíciles, siendo además el transporte y el almacenamiento en el monte más sencillo. Este método se puede utilizar en todo tipo de especies, y en el momento de la plantación no es necesario un buen tempero, ni que se realice a savia parada.

Sus principales inconvenientes son que propicia un peor desarrollo de las raíces, y el gran peso del material que hace que se disminuyan los rendimientos.

- Estaquillado

Este tipo de implantación se hace mediante estaquillas. Este método se utiliza en zonas húmedas, de esta forma se obtienen individuos idénticos genéticamente al cual se tomó la estaquilla. Además es un método sencillo de utilizar.

Según la forma de ejecución se puede distinguir:

- Manual

Se introduce la planta en el hoyo simultáneamente, abriendo el hoyo con una azada, barrón o plantamón. Debido a su alto coste se utiliza únicamente en lugares donde las máquinas plantadoras son incapaces de entrar.

- Mecanizada

Consiste en el trasplante mecánico mediante máquinas plantadoras arrastradas por tractores. El uso de estas máquinas se encuentra muy limitado en cuanto a las pendientes

- Simultánea

En este método se realiza al tiempo la preparación del terreno y la plantación. Es un método que se suele utilizar en choperas con retroexcavadora.

2.4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

Los condicionantes externos e internos en los que se basará la elección del método de implantación son los siguientes:

- Condicionantes internos:

En este apartado los condicionantes más importantes son la sequía estival y el periodo de heladas. Además nos encontramos en una zona con pendientes elevadas y un suelo arcilloso de baja fertilidad, sin prácticamente materia orgánica y compacto.

- Condicionantes externos

Al ser una repoblación de carácter protector, en la que se busca un rápido recubrimiento del suelo, el riesgo de fracaso debe ser mínimo.

2.4.3. Efectos de las alternativas sobre los objetivos del proyecto

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.

El objetivo protector de la repoblación como se ha dicho anteriormente impone que se minimice el riesgo de fracaso de la repoblación, por lo que se busca que el número de marras sea el mínimo. En terrenos pobres el riesgo de marras disminuye utilizando plantas con cepellón.

2.4.4. Evaluación de alternativas

Las principales conclusiones que se pueden extraer de lo citado anteriormente se exponen a continuación:

- Siembra: Necesita de un clima apropiado, de una buena calidad del suelo y de un preparación de este muy exhaustiva.
- Planta a raíz desnuda: Necesita de climas húmedos y de un suelo con un buen tempero.
- Planta en contenedor: Es el método que mejor se adapta a suelos de mala calidad y climas adversos, pero también es el método más caro.
- Estaquillado: Método con necesidades hídricas del terreno medias, método barato.
- Manual: Es un método caro, que solo se utiliza en zona de difícil acceso, donde no puede hacerlo la maquinaria
- Mecanizada: Es el método más barato y rápido, pero no se puede utilizar en pendientes mayores al 15%
- Simultánea: Este método actualmente queda reducido a plantaciones de chopo en las que se precisa que la raíz de la planta llegue a la capa freática.

2.4.5. Elección definitiva de alternativas

Las alternativas elegidas y que se van a llevar a cabo en este proyecto son las siguientes:

- Plantación manual de planta en contenedor:

Consiste en el trasplante manual sobre suelos previamente preparados. Las plantas son criadas en el vivero dentro de envases, disponen de un cepellón de tierra mezclada con sus raíces.

La planta no necesita un aviverado tan cuidadoso como en la planta a raíz desnuda, aunque sí que se la debe proteger del viento, las heladas y la insolación.

Se realiza un hoyo con la azada o barrón de un tamaño suficiente para que entre el cepellón e incluso el cuello de la raíz quede algo enterrado. La planta debe de quedar recta. Después se recubre de tierra y se pisa ligeramente. También se puede realizar un aporcado o microcuenca.

Esta plantación se puede realizar a savia movida y sin tempero.

Este método se utiliza en climas secos o con mucha irregularidad pluviométrica. Es más costoso que los anteriores métodos, pero proporciona un mayor éxito de arraigo en zonas difíciles. Este método se puede utilizar en todo tipo de especies, y en el momento de la plantación no es necesario un buen tempero, ni que se realice a savia parada.

Sus principales inconvenientes son que propicia un peor desarrollo de las raíces, y el gran peso del material que hace que se disminuyan los rendimientos.

En este proyecto se utilizará en la plantación de todas las especies, menos la de los chopos.

- Plantación manual de planta en estaquilla

En este caso se clavara la estaquilla en los hoyos efectuados previamente, teniendo en cuenta la orientación de yemas y procurando dejar al menos una por encima de la superficie.

Este método se utilizará en el presente proyecto para la planta de *Populus nigra* y *Salix atrocinerea* que se ubicará en la parte más baja y húmeda de la cárcava.

ANEJO VIII:

**INGENIERÍA
DEL
PROYECTO**

ÍNDICE

1.	UBICACIÓN Y DISEÑO DE LOS DIQUES	1
1.1	Ubicación.....	1
1.2	Datos para el diseño.....	1
1.2.1.	Dique 1A.....	3
1.2.2.	Dique 2A.....	5
1.2.3.	Dique 3A.....	9
1.2.4.	Dique 4A.....	13
1.2.5.	Dique 1B.....	16
1.2.6.	Dique 2B.....	17
1.3	Construcción.....	18
1.4	Rendimientos.....	18
2.	REPOBLACIÓN.....	18
2.1	Apeo de rodales	18
2.2	Preparación del terreno.	19
2.2.1.	Maquinaria y aperos	19
2.2.2.	Intensidad de la actuación	19
2.2.3.	Ejecución de la actuación	20
2.2.4.	Rendimientos.....	21
2.3	Plantación.....	21
2.3.1.	Tipo de planta.....	22
2.3.2.	Necesidades de planta	22
2.3.3.	Viveros	23
2.3.4.	Transporte	23
2.3.5.	Época de plantación	24
2.3.6.	Herramienta.....	24
2.3.7.	Distribución de la planta	24
2.3.8.	Plantación y estaquillado	24
2.3.9.	Rendimientos.....	24
2.4	Resumen de los medios humanos, materiales y mecánicos.	25
2.4.1.	Medios humanos	25
2.4.2.	Medios mecánicos.....	25

1. UBICACIÓN Y DISEÑO DE LOS 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.

Tras comprobar la bibliografía existente referente a la pendiente de compensación, se ha comprobado que los valores propuestos en relación con las experiencias cercanas son excesivamente altos. Debido a esto se ha tomado los datos de pendiente del terreno y pendiente de compensación de Ramos (2014), y con ellos se ha efectuado una regresión lineal, obteniéndose los resultados de la Figura 1.

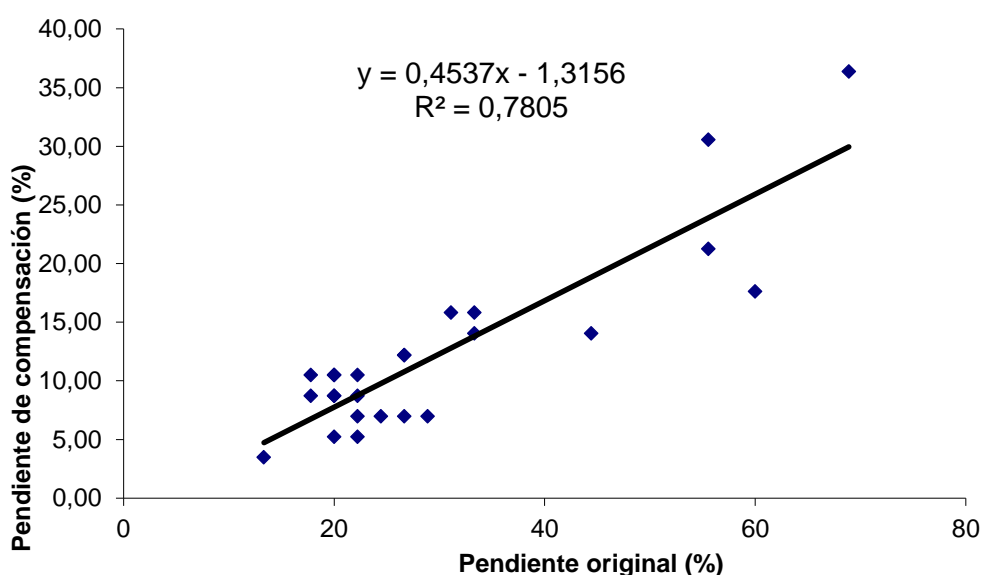


Figura 1. Relación entre la pendiente original del terreno y la pendiente de compensación.

De esta manera la pendiente de compensación para los diques de este proyecto se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Pendiente en cada dique y su pendiente de compensación estimada.

Nº Dique	Pdt. Original (%)	Pdt. Compensación (%)
1A	3	0,05
2A	10,5	3,5
3A	8,7	2,6
4A	12,2	4,2
1B	14,05	5
2B	17,63	3,7

Véase Plano 3 de situación de diques y Plano 4 de perfiles del cauce.

1.2 Datos para el diseño

Los diques de mampostería gavionada elegidos tienen el perfil de aguas arriba vertical y el de aguas abajo escalonado con escalones de 0,5 m. Además los gaviones se empotrarán medio metro en el terreno para evitar la posible obra debido a fenómenos de tubificación. De esta forma se consigue el menor volumen de obra posible en cada dique. Los gaviones se construyen con piedra de la zona y su peso específico se calcula de la siguiente forma.

γ_{gs} = Peso específico del gavión seco

$$\gamma_{gs} = \gamma_s \cdot (1-p)$$

Donde:

γ_s = Peso específico de las piedras = 22033,26 N/m³

p = Porosidad de gavión lleno = 0,25

De esta forma el peso del gavión seco es de 16523,96 N/m³

El coeficiente de rozamiento de los gaviones y el terreno es $\phi_1 = 0,50$ y el coeficiente de rozamiento interno de los gaviones $\phi_2 = 0,7$.

El caudal de cálculo para un periodo de retorno de 25 años es $Q = 0,433$ m³/s. El peso específico del agua con el que se va a trabajar es de 10791 kN/m³

La altura de los gaviones del dique es 1 metro.

La capacidad portante del terreno para una profundidad de cimentación de 1 metro según la norma básica de edificación NBE-AE-88 es 4 kp/cm² = 39,24 N/ cm²..

Además todos los diques tendrán el mismo tipo de vertedero, cuyos cálculos de diseño se muestran a continuación:

Longitud de vertedero para todos los diques será de $L = 1,5$ m. (Figura 2)

$$h^* = \sqrt{\frac{Q^2}{g \cdot l}} = \sqrt{\frac{0,433^2}{9,81 \cdot 1,5^2}} = 0,2040 \text{ m}$$

Donde:

h^* = altura de la lámina de agua sobre el vertedero.

Q= Caudal de diseño

g= fuerza de gravedad

l= longitud del vertedero

Con lo cual la altura del agua antes del vertedero (h):

$$h = \frac{3}{2} \cdot h^* = \frac{3}{2} \cdot 0,2040 = 0,306 \text{ m}$$

De modo que la altura de las alas será 0,5 m para que se ajusten a las medidas de fábrica de los gaviones. Con estas medidas se considera un resguardo de casi 20 cm.

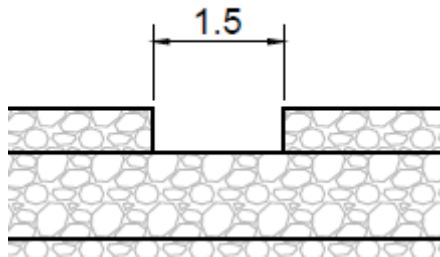


Figura 2. Esquema del vertedero

1.2.1. Dique 1A

Este dique se encuentra representado en el plano N° 5. Dique 1A.

- Altura útil de dique (H)

El principal objetivo de este dique es laminar la salida de agua y aunque también tiene el objetivo de retener los sedimentos que no hayan podido ser retenidos por los diques anteriores. Con lo cual su altura y su espesor serán de 1 m. Al ser un dique tan pequeño y cumplir la función de una albarda no tendrá vertedero.

- 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.

$$F_H = \gamma \cdot \frac{H^2}{2} = 10791 \cdot \frac{1^2}{2} = 5395,5 \text{ N}$$

$$F_V = 16523,96 \cdot 1 = 16523,96 \text{ N}$$

$$\varphi = \frac{\sum F_H}{\sum F_V} = \frac{5395,5}{16523,96} = 0,32 < 0,5$$

Aunque la obra cumple la condición de no deslizamiento, se le añadirá una zapata de un metro de profundidad para evitar la ruina de la obra debido al fenómeno de la tubificación.

- Tensiones de compresión sobre el terreno

$$C1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_V} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde:

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)

$$\sum M_A = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot \frac{H}{3} + \sum W_i \cdot d_i$$

Donde:

W_i = peso de cada hila

d_i = brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\sum M_A = \frac{10791 \cdot 1^2}{2} \cdot \frac{1}{3} + (2 \cdot 16523,96 \cdot 1 \cdot 0,5) = 18322,46 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sum F_V = 33047,92 \text{ N}$$

Con lo cual no existe problema de excentricidad ya que $0,054 \text{ m} < 0,17 \text{ m}$

$$S_{MAX} = \frac{\sum F_v}{LC} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{3368,8}{1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,054}{1}\right) = 3550,71 \frac{N}{m^2} = 0,355 N/cm^2$$

$$S_{MIN} = \frac{\sum F_v}{LC} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{3368,8}{1} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,052}{1}\right) = 3186,88 \frac{N}{m^2} = 0,319 N/cm^2$$

$$MEDI = \frac{(3 \cdot S_{MAX} + S_{MIN})}{4} = \frac{(3 \cdot 4,42 + 2,32)}{4} = 0,346 N/cm^2$$

El terreno soporta las tensiones causadas por el dique, ya que $0,346 N/cm^2 < 39,24 N/cm^2$

- Alcance del vertido (AL)

$$AL = \sqrt{2 \cdot H \cdot h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 \cdot 1 \cdot 0,2040 + 0,2040^2} = 0,67 m$$

$$b - a = 1 - 1 = 0$$

Donde:

b= Longitud de la base.

a= Espesor en coronación.

Pese a que la altura del dique es pequeña, se instalará un colchón de gavión aguas abajo para evitar la socavación e impedir la ruina de la obra. La longitud de estos colchones será de 1 metro desde el paramento de aguas abajo.

1.2.2. Dique 2A

Este dique se encuentra representado en el plano N° 6. Dique 2A.

- Altura útil de dique (H).

El principal objetivo de este dique es retener los sedimentos generados en la cárcava de tal forma que se genere una cuña de sedimentos que estabilice las laderas, pero también laminar la avenida de agua y reconducir su flujo a la parte central del cauce. Al

encontrarse en una zona en la que existe menos erosión y encontrarse precedido por dos diques, se ha escogido una altura útil de 2 m.

- Espesor en coronación (a_1)

Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas de gaviones

$$a_1 \geq \frac{\gamma \cdot i}{2 \cdot \varphi_2 \cdot \gamma_g} - \frac{i-1}{2} \cdot d = \frac{10791 \cdot 2}{2 \cdot 0,7 \cdot 16523,96} - \frac{2-1}{2} \cdot 0,5 = 0,68 \text{ m}$$

Condición de núcleo central:

$$a_1 \geq -\frac{3 \cdot (i-1) \cdot d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma \cdot i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} \cdot (5 \cdot i^2 - 8 \cdot i + 3)}$$
$$= -\frac{3 \cdot (2-1) \cdot 0,5}{2} + \sqrt{\frac{10791 \cdot 2^2}{16523,96} + \frac{0,5^2}{4} \cdot (5 \cdot 2^2 - 8 \cdot 2 + 3)} = 0,31 \text{ m}$$

El espesor en coronación final (a_1) será 1 metro. A partir del espesor en coronación conocer el espesor de la base es sencillo, $b=1,5$ m

- 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.

$$F_H = \gamma \cdot \frac{H^2}{2} = 10791 \cdot \frac{2^2}{2} = 21582 \text{ N}$$

$$F_V = 16523,96 \cdot (1,5 + 1) = 41309,9 \text{ N}$$

$$\varphi = \frac{\sum F_H}{\sum F_V} = \frac{21582}{41309,9} = 0,522$$

En esta cosa la obra sí que deslizaría, puesto que para realizar el cálculo anterior no se ha tenido en cuenta la hilada de cimentación. De esta manera si añadimos la hilera de gaviones que forman la zapata con una puntera de 0,5 m el resultado es el siguiente:

$$F_V = 16523,96 \cdot (2 + 1,5 + 1) = 74357,82 \text{ N}$$

$$\varphi = \frac{\sum F_H}{\sum F_V} = \frac{21582}{74357,82} = 0,29$$

Como el resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) podemos decir que la obra no deslizará.

- Tensiones de compresión sobre el terreno

Para 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.

$$C1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_V} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde:

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)

$$\sum M_A = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot \frac{H}{3} + \sum W_i \cdot d_i$$

Donde:

W_i = peso de cada hilada

d_i = brazo del peso de cada hilada respecto al talón.

$$\sum M_A = \frac{10791 \cdot 2^2}{2} \cdot \frac{2}{3} + (16523,96) \cdot (2 \cdot 1 + 1,5 \cdot 0,75 + 1 \cdot 0,5) = 74287,35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sum F_V = 74357,82 \text{ N}$$

Con lo cual no existe problema de excentricidad ya que $-9,47 \cdot 10^{-4} \text{ m} < 0,33 \text{ m}$

$$S_{MAX} = \frac{\sum F_v}{LC} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{74357,82}{2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot (9,47 \cdot 10^{-4})}{2}\right) = 37284,53 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ = 3,73 \text{ N/cm}^2$$

$$S_{MIN} = \frac{\sum F_v}{LC} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{74357,82}{2} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot (9,47 \cdot 10^{-4})}{2}\right) = 37073,28 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ = 3,71 \text{ N/cm}^2$$

$$MEDI = \frac{(3 \cdot S_{MAX} + S_{MIN})}{4} = \frac{(3 \cdot 3,73 + 3,71)}{4} = 3,72 \text{ N/cm}^2$$

Cumple con la condición de las tensiones ya que $3,72 \text{ N/cm}^2 \lll 39,24 \text{ N/cm}^2$

- Alcance del vertido (AL)

$$AL = \sqrt{2 \cdot H \cdot h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 0,2040 + 0,2040^2} = 0,926 \text{ m}$$

$$b - a = 2 - 1 = 1$$

Donde:

b= Longitud de la base.

a= Espesor en coronación.

$AL < b - a$ con lo cual el vertido cae sobre el paramento de aguas abajo, debiéndose reforzar los últimos escalones con cemento. Pese a esto, para evitar la socavación en

la parte de aguas abajo del dique, se va a colocar una solera formada por colchones de gaviones.

La longitud de la solera (L) será:

$$L = \varphi \cdot \sqrt{H} \cdot h$$

Donde:

L = Longitud de la solera

φ = Coeficiente según la pendiente del terreno

Pendiente (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
φ	4,61	4,16	3,80	3,51	3,27	3,07	2,89	2,72	2,56	2,41	2,27

H = Altura del dique

h = Altura del vertido

En este caso como la pendiente es del 10 % se ha tomado el valor 3,07 de esta forma estaremos del lado de la seguridad. Con lo cual el resultado es:

$$L = 3,07 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,306 = 1,33 \text{ m}$$

Se toma una longitud de 1,5 metro para ajustarse a las medidas estándar. Y su anchura de 2 metros.

1.2.3. Dique 3A

Este dique se encuentra representado en el plano N° 7. Dique 3A.

- Altura útil de dique (H)

Este dique se encuentra situado en la zona de cabecera de la cárcava, en esta zona es donde se aprecian lo mayores fenómenos erosivos, por eso la principal función de este dique es la retención de sedimentos de tal forma que generen una cuña que establezca los taludes, además de impedir la emisión de sedimentos al resto de la cárcava. Por estos motivos estos diques situados en la cabecera son los de mayor altura del proyecto con una altura útil en este caso de 3 m.

- Espesor en coronación (a_1)

Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma \cdot i}{2 \cdot \varphi_2 \cdot \gamma_g} - \frac{i-1}{2} \cdot d = \frac{10791 \cdot 3}{2 \cdot 0,7 \cdot 16523,96} - \frac{3-1}{2} \cdot 0,5 = 0,89 \text{ m}$$

Condición de núcleo central:

$$a_1 \geq -\frac{3 \cdot (i-1) \cdot d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma \cdot i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} \cdot (5 \cdot i^2 - 8 \cdot i + 3)}$$
$$= -\frac{3 \cdot (3-1) \cdot 0,5}{2} + \sqrt{\frac{10791 \cdot 3^2}{16523,96} + \frac{0,5^2}{4} \cdot (5 \cdot 3^2 - 8 \cdot 3 + 3)} = 1,21 \text{ m}$$

El espesor en coronación final será de 1,5 metros

A partir del espesor en coronación y conociendo la longitud de los gradones conocer el espesor en la base es sencillo, b=2,5 m.

- 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.

$$F_H = \gamma \cdot \frac{H^2}{2} = 10791 \cdot \frac{3^2}{2} = 48559,5 \text{ N}$$

$$F_V = 16523,96 \cdot (1,5 + 2 + 2,5) = 99143,76 \text{ N}$$

$$\varphi = \frac{\sum F_H}{\sum F_V} = \frac{48559,5}{99143,76} = 0,49 > 0,5$$

Como el resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\phi_1 = 0,50$) podemos decir que la obra no deslizará. Pero aunque la obra cumple la condición de no deslizamiento, se le añadirá una zapata de un metro de profundidad y 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

$$C1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_V} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde:

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 en la base.

LC = Longitud de la zapata (o cimentación)

$$\sum M_A = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot \frac{H}{3} + \sum W_i \cdot d_i$$

Donde:

W_i = peso de cada hila

d_i = brazo del peso de cada hilada respecto al talón de la zapata.

$$\sum M_A = \frac{10791 \cdot 3^2}{2} \cdot \frac{3}{3} + (16523,96) \cdot (1,5 \cdot 0,75 + 2 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1,25 + 3 \cdot 1,5) = 226192,07 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sum F_V = 148713,21 \text{ N}$$

Con lo cual no existe problema de excentricidad ya que $0,02 \text{ m} < 0,5 \text{ m}$

$$S_{MAX} = \frac{\sum F_v}{LC} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{148713,21}{3} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,02}{3}\right) = 51553,91 \frac{N}{m^2} = 5,15 N/cm^2$$

$$S_{MIN} = \frac{\sum F_v}{LC} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{15159,6}{3} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,159}{3}\right) = 47588,23 \frac{N}{m^2} = 4,76 N/cm^2$$

$$MEDI = \frac{(3 \cdot S_{MAX} + S_{MIN})}{4} = \frac{(3 \cdot 5,15 + 4,46)}{4} = 4,97 N/cm^2$$

Cumple las condiciones ya que $4,97 N/cm^2 \lll 39,24 N/cm^2$

- Alcance del vertido (AL)

$$AL = \sqrt{2 \cdot H \cdot h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 \cdot 3 \cdot 0,2040 + 0,2040^2} = 1,216 m$$

$$b - a = 3 - 1,5 = 1,5 m$$

Donde:

b= Longitud de la base.

a= Espesor en coronación.

En este caso el vertido impacta obre la puntera de la zapata, la cual habrá que reforzar con cemento.

Además para evitar la socavación se diseñará una solera a pie de dique la cual tendrá una anchura de 2 metros, y una longitud que está determinada por la siguiente expresión:

$$L = \varphi \cdot \sqrt{H} \cdot h$$

Donde:

L = Longitud de la solera

φ = Coeficiente según la pendiente del terreno

H = Altura del dique

h = Altura del vertido

Pendiente (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
φ	4,61	4,16	3,80	3,51	3,27	3,07	2,89	2,72	2,56	2,41	2,27

En este caso como la pendiente es del 8,7% se ha tomado el valor correspondiente a una pendiente de 9 %, de esta forma estaremos del lado de la seguridad. Con lo cual el resultado es:

$$L = 3,27 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,306 = 1,73 \text{ m}$$

Se toma un longitud de 2 metro para ajustarse a las medidas estándar.

1.2.4. Dique 4A

Este dique se encuentra representado en el plano N° 8. Dique 4A.

- Altura útil de dique (H)

Este dique se encuentra situado en la zona de cabecera de la cárcava, en esta zona es donde se aprecian lo mayores fenómenos erosivos, por eso la principal función de este dique es la retención de sedimentos de tal forman que generen una cuña que estabilice los taludes. Por este motivo este dique es el de mayor altura del proyecto con una altura útil de 4 m.

- Espesor en coronación (a_1).

Condición de no deslizamiento:

i = número de hiladas

$$a_1 \geq \frac{\gamma \cdot i}{2 \cdot \varphi_2 \cdot \gamma_g} - \frac{i - 1}{2} \cdot d = \frac{1100 \cdot 4}{2 \cdot 0,7 \cdot 1684,4} - \frac{4 - 1}{2} \cdot 0,5 = 1,11 \text{ m}$$

Condición de núcleo central:

$$a_1 \geq -\frac{3 \cdot (i - 1) \cdot d}{2} + \sqrt{\frac{\gamma \cdot i^2}{\gamma_g} + \frac{d^2}{4} \cdot (5 \cdot i^2 - 8 \cdot i + 3)}$$

$$= -\frac{3 \cdot (4 - 1) \cdot 0,5}{2} + \sqrt{\frac{1100 \cdot 4^2}{1684,4} + \frac{0,5^2}{4} \cdot (5 \cdot 4^2 - 8 \cdot 4 + 3)} = 1.44 \text{ m}$$

El espesor en coronación final será de 1,5 metros para cumplir con las medidas de fábrica.

A partir del espesor en coronación y la anchura de los gradones, conocer el espesor en la base es sencillo, $b= 3 \text{ m}$

- 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.

$$F_H = \gamma \cdot \frac{H^2}{2} = 1100 \cdot \frac{4^2}{2} = 8800 \text{ kp}$$

$$F_V = 1684,4 \cdot (1,5 + 2 + 2,5 + 3) = 15159,6 \text{ kp}$$

$$\varphi = \frac{\sum F_H}{\sum F_V} = \frac{8800}{15159,6} = 0,4749 < 0,5$$

Como el resultado obtenido es menor que el rozamiento de la fábrica con el terreno ($\varphi_1 = 0,50$) podemos decir que la obra no deslizará.

- Tensiones de compresión sobre el terreno

Para evitar la ruina de la obra por tubificación y mejorar su estabilidad a lo del tiempo, se diseña una zapata con 0,5 metros de puntera.

$$C1 = \frac{\sum M_A}{\sum F_V} - \frac{LC}{2}$$

$$C1 \leq \frac{LC}{6}$$

Donde:

$C1$ = 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 en la base.

LC = Longitud de la zapata (o cimentación)

$$\sum M_A = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot \frac{H}{3} + \sum W_i \cdot d_i$$

Donde:

W_i = peso de cada hila

d_i = brazo del peso de cada hilada respecto del talón.

$$\begin{aligned} \sum M_A &= \frac{1100 \cdot 4^2}{2} \cdot \frac{4}{3} + (1684,4) \cdot (3,5 \cdot 1,75 + 3 \cdot 1,5 + 2,5 \cdot 1,25 + 2 \cdot 1 + 1,5 \cdot 0,75) \\ &= 40157,58 \text{ kp} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\sum F_V = 21055 \text{ kp}$$

Con lo cual no existe problema de excentricidad ya que $0,15 \text{ m} < 0,58 \text{ m}$

$$S_{MAX} = \frac{\sum F_V}{LC} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{21055w}{3} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,159}{3}\right) = 9123,83 \frac{\text{kp}}{\text{m}^2} = 0,912 \text{ kp/cm}^2$$

$$S_{MIN} = \frac{\sum F_V}{LC} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot C1}{LC}\right) = \frac{21055}{3} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,159}{3}\right) = 4912,83 \frac{\text{kp}}{\text{m}^2} = 0,491 \text{ kp/cm}^2$$

$$MEDI = \frac{(3 \cdot S_{MAX} + S_{MIN})}{4} = \frac{(3 \cdot 0,912 + 0,491)}{4} = 0,81 \text{ kp/cm}^2$$

Cumple con las condiciones ya que $081 \text{ N/cm}^2 \lll 39,24 \text{ N/cm}^2$

- Alcance del vertido

$$AL = \sqrt{2 \cdot H \cdot h^* + h^{*2}} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 0,2040 + 0,2040^2} = 1,2936 \text{ m}$$

$$b - a = 3,5 - 1,5 = 2 \text{ m}$$

Donde:

b= Longitud de la base.

a= Espesor en coronación.

En este caso el vertido cae sobre el paramento de aguas abajo.

- Zampeado

En el dique 4A pese a que el vertido cae en el paramento de aguas abajo del dique se construirá un zampeado de solera inclinada, amparado por muros cajeros de 1,5 metros de alto y 1 metro de ancho. De esta forma se pretende fijar las laderas y dotarlas de estabilidad, impidiendo que en esta zona tan estrecha del cauce los deslizamientos interrumpen el flujo del agua.

La solera tendrá un ancho de 1,7 m y un espesor de 0,2 m. el diente del final de la solera tendrá una profundidad 0,5 m a mayores que la solera y un ancho también de 0,5 m.

La longitud de la solera será:

$$L = \varphi \cdot \sqrt{H} \cdot h$$

Donde:

L = Longitud de la solera

φ = Coeficiente según la pendiente del terreno

Pendiente (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
φ	4,61	4,16	3,80	3,51	3,27	3,07	2,89	2,72	2,56	2,41	2,27

H = Altura del dique

h = Altura del vertido

En este caso como la pendiente es del 12,2 % se ha tomado el valor correspondiente a una pendiente de 13 %, de esta forma estaremos del lado de la seguridad. Con lo cual el resultado es:

$$L = 2,56 \cdot \sqrt{4} \cdot 0,306 = 1,56 \text{ m}$$

Se toma una longitud de 2 metros para ajustarse a las medidas estándar.

La altura de la lámina de agua en la solera se ha calculado mediante el programa informático H-canales y es de 0,12 m con lo cual los muros cajeros tienen una altura más que suficiente para contener el vertido

1.2.5. Dique 1B

Este dique se encuentra representado en el plano N° 9. Dique n° 1B.

Los cálculos para el dique son los mismos que los del dique n° 2A.

- Zampeado

En este caso la solera tendrá una solera de 2 metros de ancho, y la longitud está determinada por la siguiente expresión:

$$L = \varphi \cdot \sqrt{H} \cdot h$$

Donde:

L = Longitud de la solera

φ = Coeficiente según la pendiente del terreno

Pendiente (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
φ	4,61	4,16	3,80	3,51	3,27	3,07	2,89	2,72	2,56	2,41	2,27

H = Altura del dique

h = Altura del vertido

En este caso como la pendiente es del 14% se ha tomado el valor correspondiente a 2,41. Con lo cual el resultado es:

$$L = 2,41 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,306 = 1,04 \text{ m}$$

Se toma una longitud de 1,5 metros para ajustarse a las medidas estándar.

1.2.6. Dique 2B

Este dique se encuentra representado en el plano N° 10. Dique n° 2B.

Los cálculos para el dique son los mismos que los del dique n° 2A.

- Zampeado

En este caso la solera tendrá una solera de 2 metros de ancho, y la longitud está determinada por la siguiente expresión:

$$L = \varphi \cdot \sqrt{H} \cdot h$$

Donde:

L = Longitud de la solera

φ = Coeficiente según la pendiente del terreno

Pendiente (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
φ	4,61	4,16	3,80	3,51	3,27	3,07	2,89	2,72	2,56	2,41	2,27

H = Altura del dique

h = Altura del vertido

En este caso como la pendiente es del 17,6 % y no aparecen valores para tal pendiente se ha tomado el valor correspondiente al 15 % de esta forma estaremos además del lado de la seguridad. Con lo cual el resultado es:

$$L = 2,27 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,306 = 1,20 \text{ m}$$

Se toma una longitud de 1,5 metros para ajustarse a las medidas estándar.

1.3 Construcción

Para la construcción se han mayorado los empotramientos, de tal forma que cada hilera de gaviones quede al menos introducida un mínimo de medio metro, de esta forma se trata de evitar la ruina de la obra.

1.4 Rendimientos

Para la construcción de los diques se estima que se necesitarán 0,1 h/m³ de excavación y 3 h/m³ de gavión.

2. REPOBLACIÓN

2.1 Apeo de rodales

En el siguiente apartado se pretenden definir los diferentes rodales que se van a crear en el área del proyecto. Los principales factores que se han tenido en cuenta para definir estos rodales han sido la pendiente, la orientación y las especies a implantar, ya que la zona del proyecto al ser de pequeño tamaño tiene unas condiciones edáficas y climatológicas muy homogéneas.

De esta manera la zona queda dividida en los siguientes rodales (tabla 2), los cuales también se muestran en el plano 11. Plano de rodales:

Tabla 2. Rodales con su superficie y pendiente media

Rodal	Superficie (ha)	Pendiente media (%)
I	0,858616	22
II	0,24799	31
III	0,66618	60
IV	0,01847	7
V	0,045314	9
VI	0,019202	7
VII	0,017275	8
VIII	0,008554	7
IX	0,51696	26
X	0,55655	63

2.2 Preparación del terreno.

2.2.1. Maquinaria y aperos

Distinguimos dos tipos de preparaciones del terreno.

- Rodal I, II, IV, V, VI, VII, VIII y IX. Ahoyado mecanizado con retroexcavadora. Se utiliza una retroexcavadora hidráulica de orugas, de aproximadamente 95 C.V. de potencia.

La máquina se va desplazando por el terreno y estacionada en un punto, excava los hoyos depositando la tierra de nuevo en el interior.

- Rodal III y X. Ahoyado mecanizado con retroaraña. Se utiliza este tipo de retroexcavadora adaptada a trabajos en el monte en zonas de alta pendiente. Este tipo de maquinaria esta provista de dos ruedas y dos patas hidráulicas extensibles. Tiene una potencia de 100 C.V. y una longitud de brazo de 8,5 metros.

La retroaraña avanza por la ladera apoyando su cazo en el suelo el cual actúa como punto de apoyo y una vez estacionada comienza a excavar, depositando la tierra en el mismo hoyo.

2.2.2. Intensidad de la actuación

- Rodal I. En este rodal la preparación se realizará mediante ahoyado con retroexcavadora. La densidad de plantación será de 1110 pies/ha, con un marco de plantación real desfasado de 3 x 3 m.

- Rodal II y IX. En estos rodales para la preparación del terreno efectuará un ahoyado con retroexcavadora, con una densidad de 1600 pies/ha y un marco de plantación real desfasado de 2,5 x 2,5 m.
- Rodal III y X. En estos rodales la preparación de terrenos será un ahoyado con retroaraña, en el que la densidad de pies será de 2500 pies/ha y un marco real desfasado de 2 x 2 m
- Rodal IV-V-VI-VII-VIII. En estos tres rodales se va a realizar un ahoyado con retroexcavadora con una densidad de pies de 816 pies/ha, y un marco real de 3,5 x 3,5m

2.2.3. Ejecución de la actuación

- Rodal I. Ahoyado con retroexcavadora.

En primer lugar se realiza un marcado de los hoyos en el terreno siguiendo un marco real desfasado de 3 x 3 metros.

La máquina realiza la apertura de un hoyo, equipada con un cazo y desplazándose por líneas de máxima pendiente.

La máquina se va desplazando por el terreno, y una vez estacionada en un punto comienza a excavar, preparando un numero de hoyos a su alrededor, para posteriormente trasladarse a otra posición. El hoyo será al menos de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodal II y IX. Ahoyado con retroexcavadora.

El primer paso es el marcado de los hoyos con un marco real desfasado de 2,5 x 2,5 metros. Tras esto la maquina se desplaza por la parte alta de la cárcava efectuado los hoyos de la ladera desde arriba, para después desde del interior de la cárcava efectuar los hoyos que no se encontraban al alcance. Estos hoyos tendrán un tamaño de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodal III y X. Ahoyado con retroaraña.

En esto rodales se marcarán los hoyos a una distancia de 2 x 2 metros con un marco real desfasado.

En este caso la maquina avanza por líneas de máxima pendiente, apoyando el cazo en el suelo, el cual le sirve como punto de apoyo. Una vez estacionada comienza a excavar preparando los hoyos a los cuales tiene alcance, para luego desplazarse a la siguiente posición.

La operación de apertura del hoyo se efectuara dos veces volviendo a depositar la tierra en el interior, para de esta forma conseguir un hoyo adecuado para el desarrollo de la planta, el hoyo tendrá unas medidas mínimas de 60 x 60 x 60 cm.

- Rodales IV-V-VI-VII-VIII. Ahoyado con retroexcavadora.

En esto rodales se realizara un marcado de los hoyos a 3,5 x 3,5 metros. A continuación la máquina realiza la apertura de un hoyo, equipada con un cazo y se va desplazando por el terreno, y una vez estacionada en un punto comienza a excavar, preparando un numero de hoyos a su alrededor, para posteriormente trasladarse a otra posición. El hoyo será al menos de 60 x 60 x 60 cm

2.2.4. Rendimientos

A continuación se exponen los rendimientos estimados en los diferentes métodos de preparación del terreno.

- Rodal I. Ahoyado con retroexcavadora.

En este rodal la densidad es de 1110 pies/ha, que con un rendimiento de 65 hoyos/hora, que equivale a 17 h/ha.

La superficie de rodal I es de 0,859 ha, por lo que se necesitarían 14,7 horas. Si se toman jornales de 8 horas serían necesarios 1,83 jornales.

- Rodal II y VII. Ahoyado con retroexcavadora.

En este caso la densidad de plantación es de 1600 pies/ha, con un rendimiento de 60 hoyos/hora. Esto equivale a 26,7 h/ha.

La superficie del rodal II es de 0,248 ha y la del rodal VII 0,517 ha lo que hace un cómputo de 0,765 ha, necesitándose 20,4 horas, que equivalen a 2,6 jornales.

- Rodal III y VIII. Ahoyado con retroaraña.

Estos dos rodales tienen una densidad de 2500 pie/ha. La retroaña tiene un rendimiento de 60 hoyos/hora lo que supone 41,7 h/ha.

El roda III y rodal VIII tienen una superficie de 0,666 y de 0,556 respectivamente, lo que hace una superficie de 1,222 ha para las cuales se necesita un tiempo de 50,9 h. Este tiempo equivale a 6,4 jornales.

- Rodales IV-V-VI-VII-VIII. Ahoyado con retroexcavadora.

En este rodal la densidad es de 816 pies/ha, que con un rendimiento de 65 hoyos/hora, que equivale a 17 h/ha.

La superficie de rodal I es de 0,859 ha, por lo que se necesitarían 14,6 horas. Si se toman jornales de 8 horas serían necesarios 1,83 jornales.

2.3 Plantación

2.3.1. Tipo de planta

Las características de las plantas que se van a introducir de cada especie se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Especies utilizadas con su edad y su región de procedencia.

Especie	Tipo	Savias	Región de procedencia
<i>Pinus sylvestris</i>	Contenedor	1	Guadarrama
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmanni</i>	Contenedor	1	Soria
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>mesogeensis</i>	Contenedor	1	Sierra de Oña
<i>Quercus ilex</i>	Contenedor	1	Cuenca central del Duero
<i>Crataegus monogyna</i>	Contenedor	1	-
<i>Prunus spinosa</i>	Contenedor	1	-
<i>Populus nigra</i>	Estaquilla		Páramo del Duero-Fosa de Almazán
<i>Salix atrocinerea</i>	Estaquilla		-

2.3.2. Necesidades de planta

En este apartado se expone la cantidad de planta necesaria para cada rodal. En la Tabla 4 se puede ver la cantidad de planta que precisa cada rodal. Se ha añadido un 4% de planta para poder reponer la planta que se pueda romper en el transporte, en el monte, etc.

Tabla 4. Detalle de la densidad en cada rodal y las especies a utilizar.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Especie (%)	Planta +4%
I	0,859	1110	<i>Pinus nigra</i> (40)	392
			<i>Pinus sylvestris</i> (40)	392
			<i>Quercus ilex</i> (15)	149
			<i>Prunus spinosa</i> (5)	50
II	0,248	1600	<i>Pinus sylvestris</i> (80)	318
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	42
			<i>Prunus spinosa</i> (5)	21
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	21
III	0,666	2500	<i>Pinus sylvestris</i> (80)	1386
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	174
			<i>Prunus spinosa</i> (5)	87
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	87
IV	0,018	816	<i>Populus nigra</i>	8
			<i>Salix atrocinerea</i>	8
V	0,045	816	<i>Populus nigra</i>	16
			<i>Salix atrocinerea</i>	16
VI	0,019	816	<i>Populus nigra</i>	9
			<i>Salix atrocinerea</i>	9

Tabla 4. Detalle de la densidad en cada rodal y las especies a utilizar. (Continuación)

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Especie (%)	Planta +4%
VII	0,017	816	<i>Populus nigra</i>	8
			<i>Salix atrocinerea</i>	8
VIII	0,009	816	<i>Populus nigra</i>	4
			<i>Salix atrocinerea</i>	4
IX	0,517	1600	<i>Pinus nigra</i> (80)	695
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	116
			<i>Quercus ilex</i> (5)	43
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	43
X	0,556	2500	<i>Pinus nigra</i> (80)	1157
			<i>Pinus pinaster</i> (10)	145
			<i>Quercus ilex</i> (5)	73
			<i>Crataegus monogyna</i> (5)	73

De esta manera la cantidad total de planta que se necesita por especie se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Necesidades totales de planta para cada especie.

Especie	Nº de planta (+4%)
<i>Pinus sylvestris</i>	2096
<i>Pinus nigra</i>	2244
<i>Pinus pinaster</i>	477
<i>Quercus ilex</i>	265
<i>Prunus spinosa</i>	158
<i>Crataegus monogyna</i>	224
<i>Populus nigra</i>	45
<i>Salix atrocinerea</i>	45
Total	5554

2.3.3. Viveros

La planta será suministrada por viveros que se encuentren situados a una distancia de al menos de 100 km.

2.3.4. Transporte

El transporte de la planta se realizará en un camión de caja cerrada para evitar la desecación de la planta en el transporte, además el transporte se realizará de forma escalonada para evitar que la planta pase mucho tiempo en el monte sin plantarse. El camión tendrá una capacidad de 7 m³. Para calcular la cantidad de planta que se puede transportar en un viaje se ha estimado que la bandeja tiene un volumen de 0,054 m³, este volumen también se aplica a la parte aérea de la planta, con lo cual cada bandeja ocupará 0,108 m³. Con lo cual en un solo viaje se puede transportar 3111 plantas. Con lo que es necesario emplear dos viajes de ida y vuelta cada uno para trasladar toda la planta. Se estima que se emplea medio jornal por cada viaje con lo cual es necesario el empleo de 1 jornal para el transporte de toda la planta.

2.3.5. Época de plantación

La plantación se realizará a parada vegetativa, y fuera del periodo de heladas seguras. Por eso se ha decidido que la plantación se realice en el mes de octubre, ya que aunque las heladas son probables, estas son poco intensas. Además no se realizará la plantación en día de fuerte viento para evitar la desecación de la planta.

2.3.6. Herramienta

La plantación al ser manual se realizará con una azada de boca estrecha

2.3.7. Distribución de la planta

La planta se transportara del vivero al monte a medida que esta vaya siendo necesaria, evitando de esta forma que se dañe en el monte de forma innecesaria.

La planta en contenedor se regará y será distribuirá por el monte en la cantidades necesarias para cada jornada a primera hora de la mañana. La planta a raíz desnuda se irá distribuyendo a media que se vaya necesitando, manteniéndose aviverada el mayor tiempo posible.

2.3.8. Plantación y estaquillado

Debido a la pendiente la plantación se realizara de forma manual. Esta operación la realiza el operario extrayendo la tierra del hoyo con la azada, para después extraer la planta tirando del cuello de la raíz y se deposita en el hoyo de tal forma que quede vertical y enterrado el cepellón un par de centímetros por debajo del nivel de la tierra. Finalmente se compacta la tierra para evitar la existencia de cámaras de aire y se realiza una pequeña microcuenca que retenga la escorrentía superficial y ayude al aporte de agua a la planta. En todas las plantas en contenedor se instalarán tubos protectores rígidos perforados para protegerla de posibles depredadores y de la desecación excesiva.

Para el estaquillado se realizara un pequeño mullido previo, posteriormente se inca la estaquilla y se compacta el terreno para evitar las bolsas de aire y asegurar un completo contacto de la estaquilla con el terreno. Las yemas deben estar orientadas hacia arriba y se debe dejar unos 2 cm de estaquilla sobresaliendo del terreno. Para realizar esta tarea el suelo debe estar húmedo.

2.3.9. Rendimientos

El rendimiento de la plantación de planta en contenedor se estima que será de 150 plantas por jornal. Los rendimientos para la plantación simultánea se han expuesto en el apartado 2.2.4. De tal forma que los jornales se distribuyen como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 2. Rendimientos en cada rodal dependiendo de la densidad y la superficie.

Rodal	Superficie (ha)	Densidad (pies/ha)	Jornales
I	0,859	1110	9,4
II	0,248	1600	2,6
III	0,666	2500	11,1
IV	0,018	816	0,2
V	0,045	816	0,6
VI	0,019	816	0,3
VII	0,017	816	0,2
VIII	0,009	816	0,1
IX	0,517	1600	5,5
X	0,556	2500	9,3

2.4 Resumen de los medios humanos, materiales y mecánicos.

A continuación se resumen los medios necesarios como los jornales.

2.4.1. Medios humanos

- Plantación manual

La plantación e instalación de los tubos protectores se efectuará durante el mes de Octubre, y comenzará en el rodal III. Para este tipo de plantación se precisa de 38,4 jornales, que para una cuadrilla de 4 peones supone 9,6 jornadas de trabajo de ocho horas cada una.

2.4.2. Medios mecánicos

- Ahoyado con retroaraña.

Se requieren 6,4 jornales para realizar este trabajo que se realizara durante el mes de Junio.

- Ahoyado con retroexcavadora

Para el ahoyado con retroexcavadora en todos los rodales del proyecto se requieren un total de 4,4 jornales.

ANEJO IX:

**JUSTIFICACIÓN
DE PRECIOS**

Anejo IX: Justificación de precios

ÍNCIDE

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 DE LAS UNIDADES DE OBRAS DESCOMPUESTAS ...	2
	CAPITULO I: EXCAVACIÓN.....	2
	CAPITULO II: GAVIONES.....	2
	CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	3
	CAPITULO IV: PLANTACIÓN	3
	CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES	7
	CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO.....	7

1. PRECIOS UNITARIOS

1.1 Material

Ud.	Concepto	Precio (€)
kg	Alambre galvanizado normal 1,3mm, p.o.	2,87
m ³	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,47
Ud.	Estaca de madera de 2,5 cm de diámetro y 80cm de longitud	0,4
Ud.	Malla V8 de 0,60 m	0,41
m ³	Malla-gavión galvanizada 8-10 nº16	17,9
Ud.	Paca de paja 1,2 x 0,7 x 2,5 m puesta pie de obra	15

1.2 Mano de obra

Ud.	Concepto	Precio (€)
h	Capataz forestal	9,93
h	Peón construcción	8,9
h	Peón forestal	7,24

1.3 Maquinaria

Ud.	Concepto	Precio (€)
h	Retroaraña 71/100 CV	55,5
h	Retroexcavador hidráulica 71/100CV	56,44
h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39
h	Vehículo todoterreno 75-85CV c/remolque	72,2

1.4 Planta

Ud.	Concepto	Precio (€)
Ud.	Ud. de Crataegus monogyna en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56
Ud.	Ud. de planta de Pinus sylvestris de edad 2+0 en alveolo de 250cc, puesta a pie de obra	0,38
Ud.	Ud. de planta de Pinus nigra salzmanii de 1+0 en alveolo de 250 cc puesta a pie de obra	0,41
Ud.	Ud. De planta de Pinus pinaster en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35
Ud.	Ud. de Populus nigra en estaquilla, puesta a pie de obra	0,37
Ud.	Ud. de Prunus spinosa en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61

Ud.	Concepto	Precio (€)
Ud.	Ud. de planta de Quercus ilex en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56
Ud.	Ud. de Salix atrocinerea en estaquilla, puesta a pie de obra	0,35

2. CUADRO DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRAS DESCOMPUESTAS

CAPITULO I: EXCAVACIÓN

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio(€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1	D1.01		m ³	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.			
		0,0430	h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	2,43	
Total partida							2,43

CAPITULO II: GAVIONES

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1	D2.01		m ³	Gavión con malla metálica 8x10, n°16 y 0,5-1 m de altura, con piedra recogida “in situ” con pala y transporte de material hasta 8km. Incluso colocado en obra, cosido y atirantado con alambre galvanizado.			
	O002	0,7500	h	Jefe cuadrilla R. G.	22,00	16,50	
	O005	1,1250	h	Peón construcción	19,00	21,38	
	P0703	0,4000	kg	Alambre galvanizado normal 1,3mm, p.o.	2,87	1,15	
	P0612	1,000	m ³	Malla-gavión galvanizada 8·10 n°16	17,90	17,90	
	MA015	0,300	h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39,00	11,70	
	%002	3	%	Costes indirecto	68,63	2,05	
	NIF033	1,100	m ³	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,47	0,52	
	NIF032	8,000	km	Transporte materiales	0,58	3,48	
Total partida							75,9

CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1	C3.01		Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60-60-60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.			
	MA011	0,0143	h	Retroexcavador hidráulica 71/100CV	56,44	0,81	
	%001	0,0081	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
Total partida							0,82
3.2	C3.07		Ud.	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60-60-60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 500 hoyos/ha.			
	MD015	0,0230	h	Retroaraña 71/100 CV	55,50	1,28	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
Total partida							1,29

CAPITULO IV: PLANTACIÓN

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.1	C.2.03		mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior al 50%.			
	MOB.1	1,000	h	Peón forestal	7,24	7,24	
	MOB.2	0,100	h	Capataz forestal	9,93	9,93	
	MAQ.49	0,120	h	Vehículo todoterreno 75-85CV c/remolque	72,20	8,66	
Total partida							16,89
4.2	c.2.04		mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.			
	MOB.1	1,200	h	Peón forestal	7,24	8,69	
	MOB.2	0,120	h	Capataz forestal	9,93	1,19	
	MAQ.49	0,140	h	Vehículo todoterreno 75-85CV c/remolque	72,20	10,11	
Total partida							19,99

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Anejo IX: Justificación de precios

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.3	C.2.10		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1110 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (40%), <i>Pinus sylvestris</i> (40%), <i>Quercus ilex</i> (10%) <i>Prunus spinosa</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	98,283	h	Peón forestal	7,24	711,57	
	MOB.2	26,107	h	Capataz forestal	9,93	259,24	
	NRPLF0 102	444	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	0,38	168,72	
	NRPLF0 103	444	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	0,41	182,04	
	NRPPI02 16	111	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56	62,16	
	NRPPL0 206	56	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61	24,16	
	P0406	1110	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	455,1	
	MA018	12,21	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	536,26	
	P010509	33,3	m ²	Agua (p.o.)	0,54	17,92	
		2	%	Costes indirectos		48,34	
				Total partida		2465,51	
4.4	C.2.11		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	149,66	h	Peón forestal	7,24	1083,47	
	MOB.2	76,35	h	Capataz forestal	9,93	758,18	
	NRPLF0 102	1280	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	0,38	486,4	
	NRPLF0 103	160	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	56	
	NRPPI02 16	80	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	44,80	
	NRPPL0 206	80	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61	48,80	
	P0406	1600	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	656	
	MA018	17,6	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	772,99	
	P010509	48	m ³	Agua (p.o.)	0,54	25,92	
	%001	2	%	Costes indirectos	7,24	78,65	
				Total partida		4011,21	

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.5	C.2.11		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	149,66	h	Peón forestal	7,24	1083,47	
	MOB.2	76,35	h	Capataz forestal	9,93	758,18	
	NRPLF0 103	1280	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	0,41	524,8	
	NRPLF0 103	160	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	56	
	NRPPI02 16	80	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	44,80	
	NRPPI02 16	80	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56	44,80	
	P0406	1600	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	656	
	MA018	17,6	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	772,99	
	P010509	48	m ³	Agua (p.o.)	0,54	25,92	
	%001	2	%	Costes indirectos		79,34	
				Total partida			4046,3
4.6	C.2.13		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	246,075	h	Peón forestal	7,24	1781,58	
	MOB.2	35,025	h	Capataz forestal	9,93	347,8	
	NRPLF0 102	2000	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	0,38	760	
	NRPLF0 103	250	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	87,5	
	NRPPI02 16	125	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	70	
	NRPPL0 206	125	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61	76,25	
	P0406	2500	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	1025	
	MA018	27,5	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	1207,8	
	P010509	75	m ³	Agua (p.o.)	0,54	40,5	
	%001	2	%	Costes indirectos		107,91	
				Total partida			5503,34

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Anejo IX: Justificación de precios

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.7	C.2.13		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	246,075	h	Peón forestal	7,24	1781,58	
	MOB.2	35,025	h	Capataz forestal	9,93	347,8	
	NRPLF0103	2000	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	0,41	820	
	NRPLF0103	250	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	87,5	
	NRPPI0216	125	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	70	
	NRPPI0216	125	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56	70	
	P0406	2500	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	1025	
	MA018	27,5	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	1207,8	
	P010509	75	m ³	Agua (p.o.)	0,54	40,5	
	%001	2	%	Costes indirectos		109	
				Total partida		5559,18	
4.8.	NRRP056		ha	Estaquillas en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 816 estaquillas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Populus nigra</i> (50%), <i>Salix atrocinerea</i> (50%). Incluso realización de alcorque y primer riego.			
	O002	11,43	h	Capataz forestal	9,93	1113,52	
	O001	80,319	h	Peón forestal	7,24	581,51	
	NRPPL2098	408	Ud.	Ud. de <i>Populus nigra</i> en estaquilla, puesta a pie de obra	0,37	150,96	
	NRPPL2099	408	Ud	Ud. de <i>Salix atrocinerea</i> en estaquilla, puesta a pie de obra	0,35	142,8	
	MA018	8,98	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	394,40	
	P010509	24,48	m ³	Agua (p.o.)	0,54	13,21	
	%001	2	%	Costes indirectos		47,93	
				Total partida		2444,33	

CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal(€)	Importe (€)	
5.1.	DP2563		. m	Albarrada de pacas de pajas de paja de 1,2 x 0,7 x 2,5 m puesta a pie de obra, fijadas con estacas				
	O002	0,03	h	Capataz forestal	9,93	0,3		
	O001	0,1	h	Peón forestal	7,24	0,72		
	MA011	0,0215	h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	1,21		
	NPP0292	0,4	Ud.	Paca de paja 1,2 x 0,7 x 2,5 m puesta pie de obra	15	6		
	NPP0269	1	Ud.	Estaca de madera de 2,5 cm de diámetro y 80cm de longitud	0,4	0,4		
	%001	2	%	Costes indirectos				
Total partida							8,63	

CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal(€)	Importe (€)	
6.1.	NRPO020		Ud.	Riego de planta forestal de 10 litros				
	O002	0,025	h	Jefe de cuadrilla R.G.	22,00	0,55		
	MA018	0,025	h	Camión cisterna de agua 131/160 CV	43,92	1,09		
	PO10509	0,01	m ³	Agua	0,54	0,005		
	%001	0,0052	%	Costes indirectos	1	0,02		
Total partida							1,66	

ANEJO X:

**ESTUDIO BÁSICO
DE SEGURIDAD
Y SALUD**

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Justificación del estudio básico de seguridad y salud.	1
1.2	Objetivo del estudio básico de seguridad y salud.	1
1.3	Datos de la memoria de obra.....	2
1.4	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.	2
1.5	Descripción de la obra y sus fases.	3
2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA	3
3.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.	4
3.1	Descripción de los puestos de trabajo.	4
3.2	Equipos de protección individual.....	4
3.3	Protecciones colectivas.	4
3.4	Análisis de riesgos.....	5
3.4.1.	Riesgos profesionales de los trabajadores de la obra.....	5
3.4.2.	Riesgos profesionales a terceros.....	8
4.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.....	9
4.6	Prevención de riesgos y daños derivados de las condiciones del medio	9
4.6.1.	Normas básicas de seguridad	9
4.6.2.	Equipos de protección individual.....	9
4.7	Prevención de riesgos provocados por el estado de los trabajadores.....	9
4.7.1.	Normas básicas de seguridad	9
4.8	Prevención de riesgos provocados por el transporte de personas, transporte de maquinaria y materiales, y de actividades de carga y descarga	10
4.8.1.	Normas básicas de seguridad	10
4.8.2.	Equipos de protección individual.....	11
4.8.3.	Medios de protección colectiva	11
4.9	Prevención de riesgos provocados por la circulación de vehículos de transporte y maquinaria por vías públicas o pistas	11
4.9.1.	Normas básicas de seguridad	11
4.9.2.	Medios de protección colectiva	12
4.10	Prevención de riesgos provocados por el montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria.....	12
4.10.1.	Normas básicas de seguridad	12
4.10.2.	Equipos de protección individual	13
4.10.3.	Medios de protección colectiva	13
4.11	Prevención de riesgos y daños en la restauración hidrológico-forestal	13

4.11.1.	Normas básicas de seguridad	13
4.11.2.	Equipos de protección individual	16
4.11.3.	Medios de protección colectiva	16
4.12	Prevención de riesgos de daños a terceros	17
4.12.1.	Normas básicas de seguridad	17
4.12.2.	Equipos de protección individual	17
4.12.3.	Medios de protección colectiva	17
4.13	Obligaciones del promotor	17
5.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	18
6.	FORMACIÓN.....	18
7.	SERVICIOS COMUNES	18
8.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	19
9.	LIBRO DE INCIDENCIAS	19
10.	PARALIZACIONES EN LOS TRABAJOS.....	19
11.	PRESUPUESTO	20

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Justificación del estudio básico de seguridad y salud.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al 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 elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud 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 Objetivo del estudio básico de seguridad y salud.

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.
- 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.

1.3 Datos de la memoria de obra.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere a la Memoria del PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA Nº1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Proyecto de referencia	
Memoria Técnica de Ejecución de:	PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA Nº 1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)
Ingeniero autor de la Memoria:	Sergio Galicia López
Titularidad del encargo:	Ayto. Quintanilla de Onsoña
Emplazamiento:	Villantodrigo
Presupuesto de Ejecución Material:	73422,66 €
Número máximo de operarios:	6

En la tabla siguiente se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizara la obra:

Datos del emplazamiento	
Accesos a la obra:	Sencillo
Visibilidad:	Alta
Edificaciones colindantes:	Inexistentes
Suministro de energía eléctrica:	Inexistente
Suministro de agua:	Inexistente
Sistema de saneamiento:	Inexistente

1.4 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

No se consideran precisas. Si las condiciones de trabajo alcanzaran una penosidad especial, se suspenderá el trabajo de campo.

De acuerdo con el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

Primeros auxilios y asistencia sanitaria		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Saldaña	13
Asistencia Especializada (Hospital)	Palencia	62

1.5 Descripción de la obra y sus fases.

Las fases de obra que se van a llevar a cabo durante la ejecución de la obra son las siguientes:

- Construcción de medidas ambientales
- Ahoyado con retroaraña
- Ahoyado con retroexcavadora
- Excavaciones
- Construcción de diques
- Repoblación
- Riegos de apoyo

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN 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.

Peón Especialista Forestal: Estaquillado y plantación de árboles, arbustos.

Peón Ordinario: Realizara trabajos de excavación, construcción de diques de gaviones y albarrada de pacas de paja.

3.2 Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que debe utiliza el trabajador serán:

- Auriculares u otro tipo de protección frente al ruido.
- Guantes de cuero.
- 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 de protección personal para evitar rigores climáticos.
- Gafas solares antipartículas.

3.3 Protecciones colectivas.

Además del EPI, existirán protecciones colectivas, que serán:

- Señales de tráfico en accesos y salidas de las obras.
- Señales de seguridad que marquen la existencia de obras.
- Cintas de balizamiento en las zonas de actuación.
- Extintores para zonas de higiene y seguridad.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Vallas perimetrales en zona de peligro.

Se instalarán carteles indicativos de "PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA" y "USO OBLIGATORIO DE CASCO".

Se instalarán carteles indicativos de riesgo en los distintos lugares.

3.4 Análisis de riesgos.

3.4.1. Riesgos profesionales de los trabajadores de la obra

3.4.1.1. *Generales*

a. Derivados de las condiciones del medio

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.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caída a nivel de suelo	Resbalón debido por el suelo resbaladizo, principalmente 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 ambientales altas y/o bajas
Acciones de las radiaciones solares UV	Exposición al sol
Insolaciones	Exposición al sol
Acción del viento	Intrusión de partículas en los ojos

b. Derivados de las condiciones personales de los trabajadores

Estos riesgos, son independientes de las diferentes operaciones y tienen su origen en las circunstancias personales de cada trabajador.

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Accidentes diversos: <ul style="list-style-type: none">- Impactos- Golpes- Compresiones- Pinchazos- Cortes- Quemaduras- Abrasiones- Caídas de personas a distintos niveles- Caída de objetos	Falta de experiencia en el manejo de herramienta y maquinaria Exceso de confianza en el manejo de las herramientas o la maquinaria Desarrollo del trabajo en situación de fatiga aguda, enfermedad, somnolencia o falta de concentración Incapacidad personal para el desarrollo de la tarea concreta

3.4.1.2. *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.

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 pavimento, baches, agujeros
Caídas a distinto nivel	Transporte de personas en vehículos no destinados a ese fin.
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	Herramientas mal colocadas 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 maquina transportada	Maniobra de subida o bajada al medio de transporte demasiado rápida
Cortes	Carga, descarga o transporte manual de herramientas con elementos cortantes no protegidos
Peligros para la salud (lesiones dorsolumbares)	Malas posturas en la carga y descarga de materiales y/o objetos

CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE Y MAQUINARIA POR VÍAS PÚBLICAS O PISTAS

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Colisiones con vehículos ajenas 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

MONTAJE, REPARACION 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 desconectar previamente esta
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

3.4.1.3. Durante el proyecto de restauración

Se hace referencia a los riesgos varios que se dan en un Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

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, tropiezos 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 maquina

Riesgo	Origen y forma de los riesgos
Caída de la maquinaria ladera abajo	Pendiente excesiva
Incendio de la maquinaria	Fallo mecánico
Colisiones o atropellamientos	Falta de visibilidad Maniobras imprudentes
Compresiones	Aprisionamiento por maquinaria Acción accidental de los equipamientos de la maquina
Golpes, impactos o cortes	Utilización de herramientas en mal estado Caída de objetos Proyección de elementos solidos 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
Peligro para la salud (lesiones dorsolumbares)	Transporte manual de elementos pesados Utilización de herramientas inadecuadas Utilización de técnicas o posturas inadecuadas en el manejo de plantas o en el manejo de herramientas

3.4.2. 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.

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

4.6 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.

4.6.1. 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.

4.6.2. 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 antipartículas.

4.7 Prevención de riesgos provocados por el estado de los trabajadores

Se tratará con estas normas, mejorar las condiciones físicas y mentales de los trabajadores.

4.7.1. 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.

4.8 Prevención de riesgos provocados por el transporte de personas, transporte de 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.

4.8.1. 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 circularan 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 aledaños mientras estén en curso las maniobras de carga y descarga de maquinaria.

4.8.2. 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

4.8.3. 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

4.9 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.

4.9.1. 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, llevaran 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.

4.9.2. Medios 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.

4.10 Prevención de riesgos provocados por el montaje, reparación y mantenimiento de la maquinaria

Este conjunto de normas y equipamientos, se centrar en el mantenimiento, reparaciones y montajes de la maquinaria necesaria para la obra.

4.10.1. 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.

4.10.2. 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.

4.10.3. 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

4.11 Prevención de riesgos y daños en la restauración hidrológico-forestal

4.11.1. Normas básicas de seguridad

4.11.1.1. *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 recibo 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 máquina 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.

4.11.1.2. *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.

4.11.1.3. *Para la plantación*

- Se organizará el transporte de plantas al lugar de plantación minimizando las posibilidades de lesiones dorsolumbares.

4.11.1.4. *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.

4.11.1.5. *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.

4.11.1.6. *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.

4.11.2. 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.

4.11.3. 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

4.12 Prevención de riesgos de daños a terceros

4.12.1. 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.

4.12.2. 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.

4.12.3. Medios de protección 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.

4.13 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.

5. 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.

6. 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.

7. SERVICIOS COMUNES

Los servicios comunes de la obra consistirán en:

- Local de primeros auxilios donde se situarán los botiquines.
- Comedor climatizado.
- Vestuarios climatizados.
- 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. PRESUPUESTO

Se estima el presupuesto de Seguridad y Salud en un 3 % del Presupuesto de Ejecución Material.

ANEJO XI:

BIBLIOGRAFÍA

Allmorox, J., De Antonio, R., Saa, A., Cruz, M. y Gasco, J.M. (1994). *Métodos de estimación de la erosión hídrica*. Madrid: Editorial Agrícola Española

Allué, J.L. (1990). *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Ayerbe, J.M. (1928). *Proyecto de repoblación y fijación del álveo del río Carrión. Provincia de Palencia. Documento nº 1: Memoria*. Valladolid: Servicio Forestal de la Confederación Sindical Hidrográfica del Duero, (Archivo de la Confederación Hidrográfica del Duero).

Ayerbe, J.M. (1930). *Proyecto de restauración y repoblación de las laderas de la margen izquierda del río Carrión. Memoria y presupuesto*. Valladolid: Servicio Forestal de la Confederación Sindical Hidrográfica del Duero, (Archivo de la Confederación Hidrográfica del Duero).

Azcarretazábal, D. (1963). *Proyecto de repoblación forestal, restauración de laderas y consolidación de márgenes en el río Carrión. Memoria y presupuesto*. Valladolid: Servicio Forestal de la Confederación Sindical Hidrográfica del Duero, (Archivo de la Confederación Hidrográfica del Duero).

Bartolomé, D. (2012). *Variaciones en la producción y emisión de sedimentos en la cárcava nº 11 de Lobera de la Vega (Palencia) tras las restauraciones hidrológico-forestales del siglo XX*. Trabajo fin de carrera I.T.F. Explotaciones Forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia.

Caballero, J.M., Cortes, J. León, G.L. y Lozano J.J. (2003). *Saldaña y su tierra, narraciones y testimonios históricos*.

Campano, A. (2012). *Estudio de infiltración en una cárcava restaurada en Saldaña (Palencia)*. Trabajo fin de carrera I.T.F. Explotaciones Forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia.

Casalí, J., et al. (2009). Estado actual del conocimiento sobre la erosión por flujos concentrados en Navarro. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, XXXV(1), 63- 86.

Castillo, V.M., Martínez- Mena, M. y Albaladejo, J. (2001). *Validez del método del número de curva para el cálculo de caudales de escorrentía en áreas mediterráneas semiáridas*. Murcia: Centro de edafología y biología aplicada del Segura. Departamento de Conservación de Agua.

Ceñal, M.A., Glaria, G., Blanco A. y Bermejo, M.A. (1988). *Análisis del medio físico de Palencia. Delimitación de unidades y estructura territorial*. Valladolid: Junta de Castilla y León, Epypsa.

CHD (1988). *Plan Hidrológico. Documentación básica*. Valladolid: CHD, MOPU. 39 lám.

Dantín, J. y Revenga, A. (1941). Las líneas y las zonas isoxeras de España, según los índices termoplumiométricos. Avance al estudio de la aridez en España. *Estudios Geográficos*, 2: 35- 91.

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*. (En línea) (Disponible: <http://www.conama11.es/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1896706011.pdf>).

- Emberguer, E. (1932). *Sur une formule climatique et ses applications en botanique. La météorologie*, 423- 432.
- FAO, PNUMA Y UNESCO (1981). *Clasificación provisional para la evaluación de la degradación de suelos*. Roma: FAO, PNUMA, UNESCO.
- FAO (1998). *Word Reference Base for Soil Resources*. Roma: FAO
- Fournier, F. (1960). *Climat et érosion*. París: Ed. Presses Universitaires de France.
- Fournier, F. (1975). *Conservación de suelos*. Madrid: Mundi- Prensa
- Gandullo, J.M. y Serrada, R. (1977). *Mapa de productividad potencial forestal*. Madrid: INIA.
- Gandullo, J.M. (1985). *Ecología vegetal*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar.
- García Ruiz, J.M., Martí Bono, C., Arnáez Vadillo, J., Beguería Portugués, S., Lorente
- Gorezynski, W. (1920). Sur le calcul de degré de continentalisme et son application dans la Climatologie. *En Annuaire de Géographie* (pp. 52- 68).
- Hawkins, R.H., Ward, T.J., Woodward, D.E. & Van Mullen, J.A. (Eds.) (2009). *Curve number hydrology: state of the practice*. Reston: ASCE
- Hudson, N.W. (1971). *Soil conservation*. London: Batsford.
- Hudson, N.W. (1982). *Conservación del suelo*. Barcelona: Ed. Reverté.
- ICONA (1988). *Agresividad de la lluvia en España: valores del factor R de la ecuación universal de pérdidas de suelo*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- IGME (1982). *Mapa geológico de España. Escala 1.50000. Hoja 16 (Carrión de los Condes)*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- IGN (2006). *Mapa de suelos cartográfica y taxonómicamente generalizado*. Escala 1:1.000.000. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- IGN (2011). *Mapa topográfico Nacional de España a escala 1:25000 de la hoja nº 167-II (Carrión de los Condes)*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- IGN (2011). *Mapa topográfico Nacional de España a escala 1:50000 de la hoja nº 167-II (Carrión de los condes)*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- IGN (2011). *Modelo digital del terreno malla 5 metros de la hoja nº 167- II (Carrión de los Condes)*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- IGN (2011). *Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- ITACyL (2011). *Ortofotografía aérea año 2011 (hoja nº 167)*. Valladolid: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

Lang, R. (1920). *Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde*. Stuttgart.

López- Bermudez, F. y Romero A. (1998). Erosión y desertificación: implicaciones ambientales y estrategias de investigación. *Papeles de geografía*, 28: 77- 89.

López Cadenas de Llano, F. (1988). *Corrección de torrentes y estabilización de cauces*. Roma: FAO.

Martínez de Azagra, A., Navarro Hevía, J. (1996). *Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico*. Valladolid: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valladolid.

Martínez de Azagra, A., Fernández de Villarán, R., Seseña Rengel, A., Méndez Carvajal, C., Díez Hernández, J.M., Navarro Hevía, J. y Varela Nieto, J.M. (2002). Metodología para la inventariación de diques forestales gavionados. Aplicación en la provincia de Palencia. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencia Forestal*, 13, 171- 181.

Martonne, E. (1906). *L'indice d'aridité de l'Association Géographique de France*, X, 3-5.

MOPU (1987). *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. Madrid: MOPU.

Navarro, J. (1999). *Cuaderno de ejercicios prácticos de hidrología forestal*. Palencia: Servicio de Publicaciones de la ETSIIA (Publicación nº 33).

Navarro Hevía J. (2013). *Apuntes de hidrología forestal*. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia.

Navarro Hevía, J. Mongil Manso, J. y De Araújo, J.C. (2012). *Desertización secular de las cuevas de Saldaña (Palencia) frente a 80 años de restauración*. En Iriarte Goñi, I. (Coord.) *IV Reunión Grupo de Trabajo de historia Forestal. Gestión forestal y sostenibilidad: experiencias históricas*. (Enviado y aceptado).

Navarro Hevía, J., Mongil Manso, J. y De Araújo, J.C. (en preparación). *Assessment of 80 years of ancient- badland forest and hydrologic restoration in Saldaña (Palencia), Spain*.

Navas, A., Valero- Garcés, B., Gaspar, L., García- Ruíz, J.M., Beguería, S., Machín, J. y López- Vicente, M. (2008). Variabilidad espacial del transporte de sedimento en la cuenca superior del río Aragón. *Cuadernos de investigación geográfica*, 34: 39- 60.

NRCS (2003). *Field Book for Describing and Sampling Soils*. Lincoln.NB: NRCS- USDA. (En línea) (Disponible en <http://www.soils.usda.gov>)

PAND (2008). *Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. (En línea) (Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/luchacontraladesertificacion/pand%20agosto%202008%20tcm7-1964.pdf>).

Pallo Méndez, I. (2012). *Evolución de la erosión hídrica en la parte alta y media de la cuenca del río Carrión, en el periodo 1957- 2010*. Trabajo fin de Máster Ingeniería de

Montes. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia.

Ramos, I. (2012). *Control de sedimentos y evaluación morfológica de la cárcava nº 20 de Saldaña (Palencia) como consecuencia de su restauración hidrológico- forestal*. Trabajo fin de carrera I.T.F. Explotaciones Forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia.

Rawls, W.J. & Brakensiek, D.L. (1989). *Estimation of soil water retention and hydraulic properties*. In Morel- Seytoux (Ed.) *Unsaturated flow in hydrologic modeling theory and practice* (pp 275- 300). Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers.

Rivas- Martínez, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. Madrid: ICONA, MAPA.

Rivas- Martínez, S. (2007), Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España. Parte 1). *Itinera Geobotánica*, 17: 5- 436.

Romero Díaz, A. (2008). Los diques de corrección hidrológica como instrumentos de cuantificación de la erosión. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 34: 83-89.

Témez, J.R. (1987). *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. Madrid: MOPU, Dirección General de Carreteras.

Témez, J.R. (1991). *Extended and Improved Rational Method. Version of the Highways Administration of Spain*. In proc. XXIV Congress, Madrid, Spain. Vol. A, pp 33- 40.

Thorntwaite, C.W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, 55- 94.

TRAGSA (1984). *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*. Madrid: Ed. Mundi- Prensa.

UNEP (1997). *Word Atlas of Desertification*. (2nd ed). Oxford University Press.

USDA (2003). *Soil Survey Manual. Soil Conservation Service*. (Rev Ed.) Wasington DC: USDA.

Vernet, J.L. & Vernet, P.H. (1966). Sur un indice bioclimatique applicable aux climars de la France. *Naturalia Monspel. Sér. Botanique*, 14: 253- 262.

Walter, H y Lieth, H. (1960). *Klimadiagramm- Weltatlas*. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag.

Wischmeier, W.H. (1959). A rainfall erosion index for universal soil loss equation. *Soil Science Society of America Proceedings*, 23: 246- 249.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1965). *Predicting rainfall- erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains*. Washington DC.: USDA.

Wischmeier, W.H., Johnson, C.B. & Cross, B.V. (1971). *A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites*. *Journal of soil and water conservation*, 26, 189- 192.

Wischmeier, W.H. (1975). *Estimating the soil loss equation cover and management factor for undisturbed areas. In Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources*. Washington DC: USDA.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington DC: USDA.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico –
forestal de la cárcava nº1 situada en el
“Alto de los Castaños” en la localidad
de Villantodrigo (Palencia)

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

Alumno: Sergio Galicia López

Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Cotutor: Luis Ortiz Sanz

Septiembre de 2015

ÍNDICE

Plano nº 1. Situación.

Plano nº 2. Localización.

Plano nº 3. Situación de diques.

Plano nº 4. Perfil de la concha erosiva.

Plano nº 5. Dique 1A.

Plano nº 6. Diques 2A.

Plano nº 7. Dique 3A.

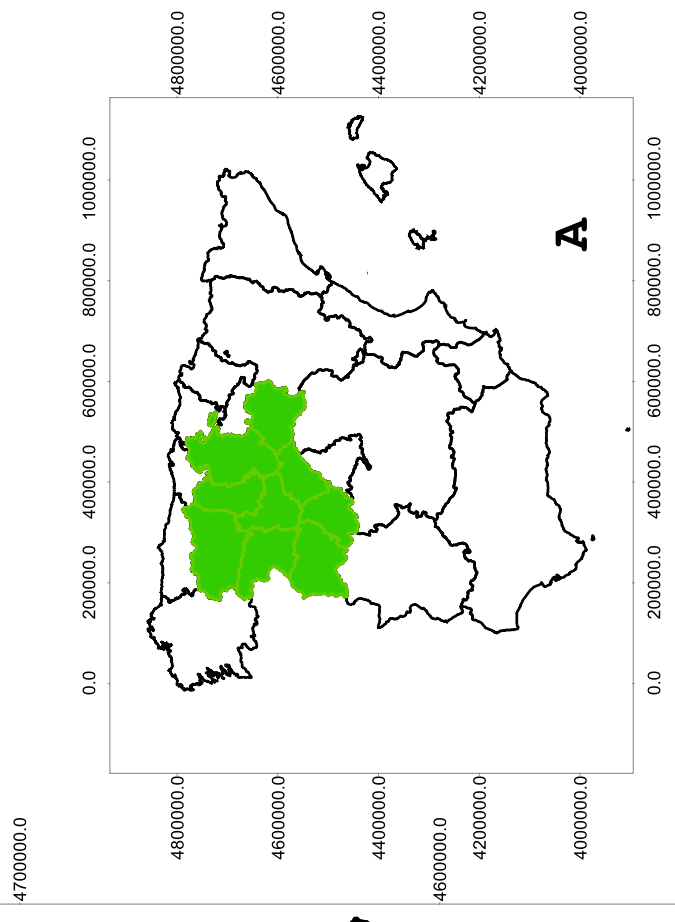
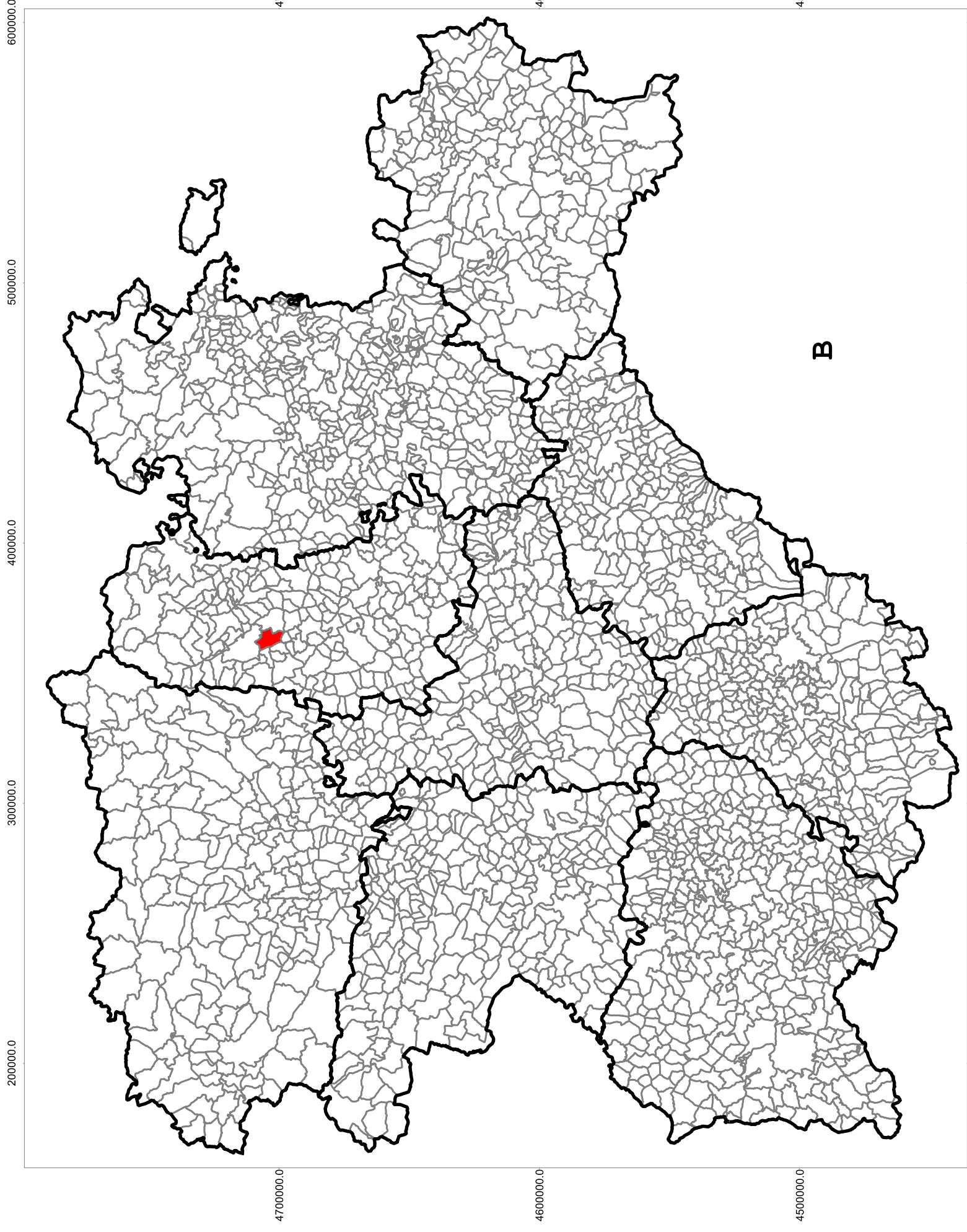
Plano nº 8. Dique 4 A.

Plano nº 9. Dique 1 B.

Plano nº 10. Dique 2 B.

Plano nº 11. Abarrada de paja.

Plano nº 12. Rodales de la repoblación.



- Comunidad Autónoma de Castilla y León
- Término municipal de Villantodrigo



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS.

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA).

PLANO: SITUACIÓN DEL PROYECTO

EL AUTOR:

FECHA: SEPTIEMBRE 2015

ESCALA: A = 1:15000000

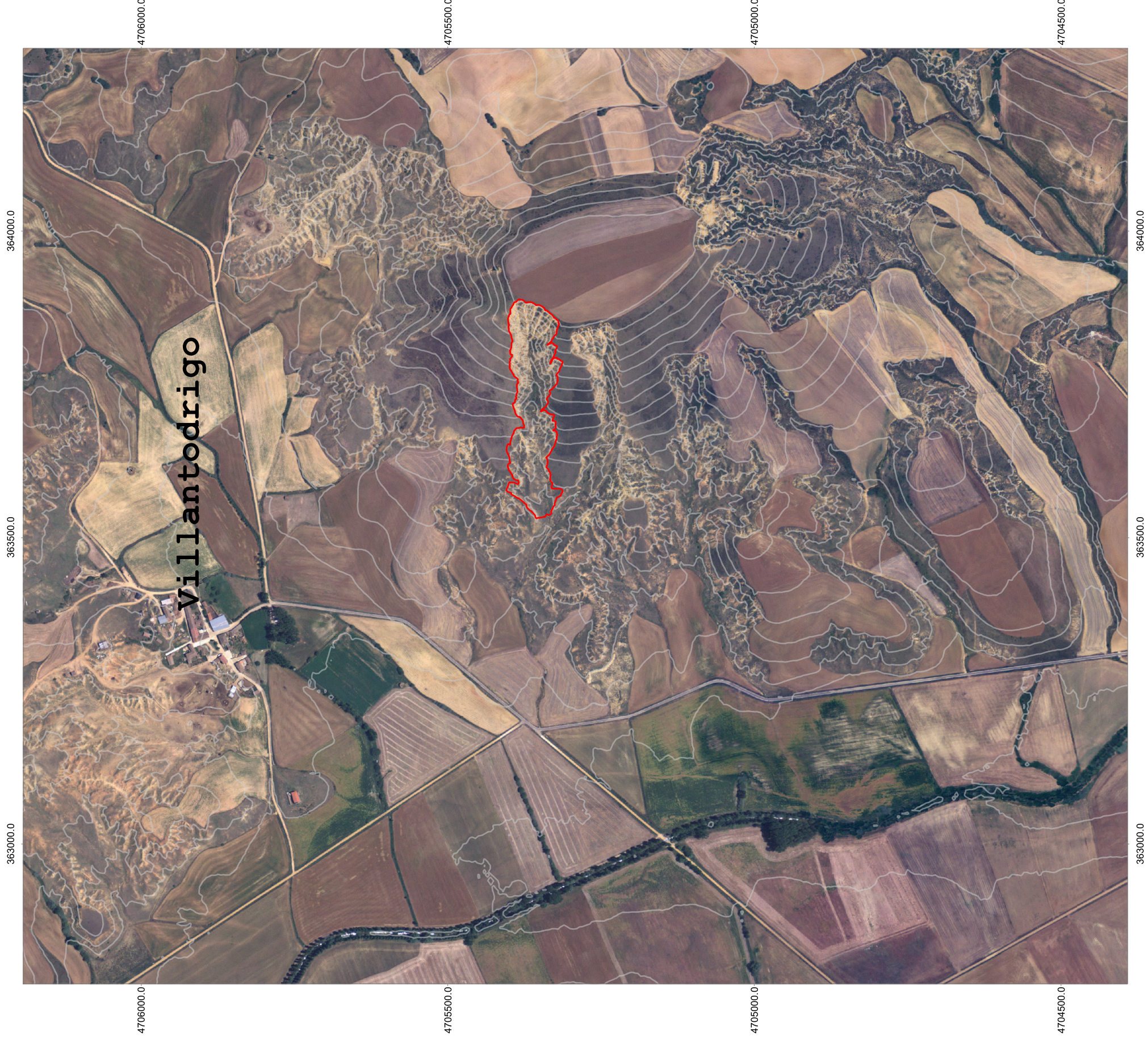
B = 1:1800000

ETRS 89

PLANO Nº

1

Edo: Sergio Galicia López



Curvas de nivel (5 metros)



Zona del proyecto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS.

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL






PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA).

PLANO:	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	EL AUTOR:
FECHA:	SEPTIEMBRE 2015	
ESCALA:	1:7000 ETRS 89	PLANO Nº 2

Edo: Sergio Galicia López




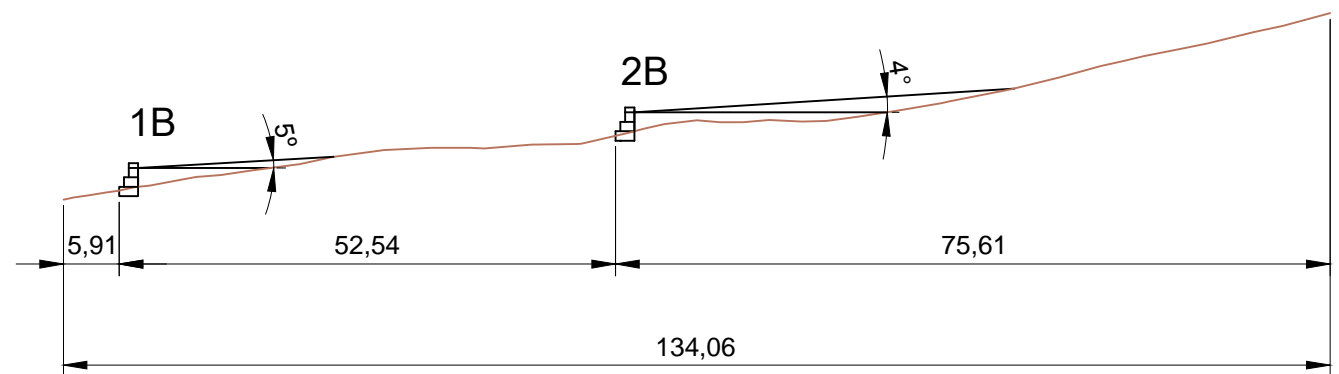
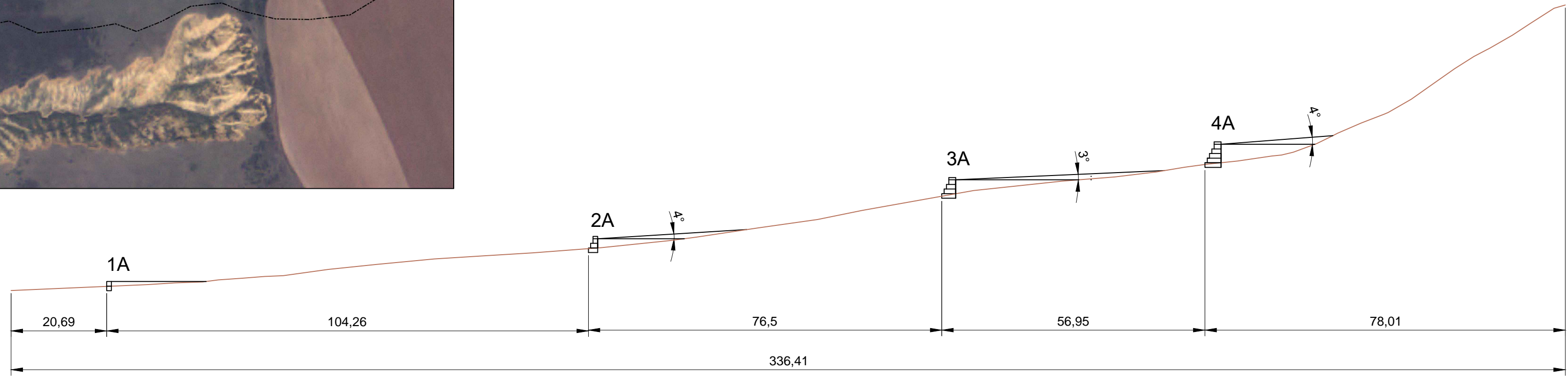
Leyenda

-  Cuenca
-  Cauces
-  Concha erosiva
-  Diques
-  Albarrada de paja

COORDENADAS (UTM)

Dique	X	Y
1A	36565	4705344,5
2A	363673,95	4705356,13
3A	363761,38	4705362,12
4A	363813,21	4705368,82
1B	363549,84	4705357,89
2B	363605,9	4705378,69
DP	363537,1	4705341,4

	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS. GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	
	PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA).	
PLANO:	SITUACIÓN DE LOS DIQUES	EL AUTOR:
FECHA:	SEPTIEMBRE 2015	
ESCALA:	1:1100 ETRS 89	PLANO Nº 3
Fdo: Sergio Galicia López		



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DEL OTERÓN"
EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL DE LA CONCHA EROSIVA

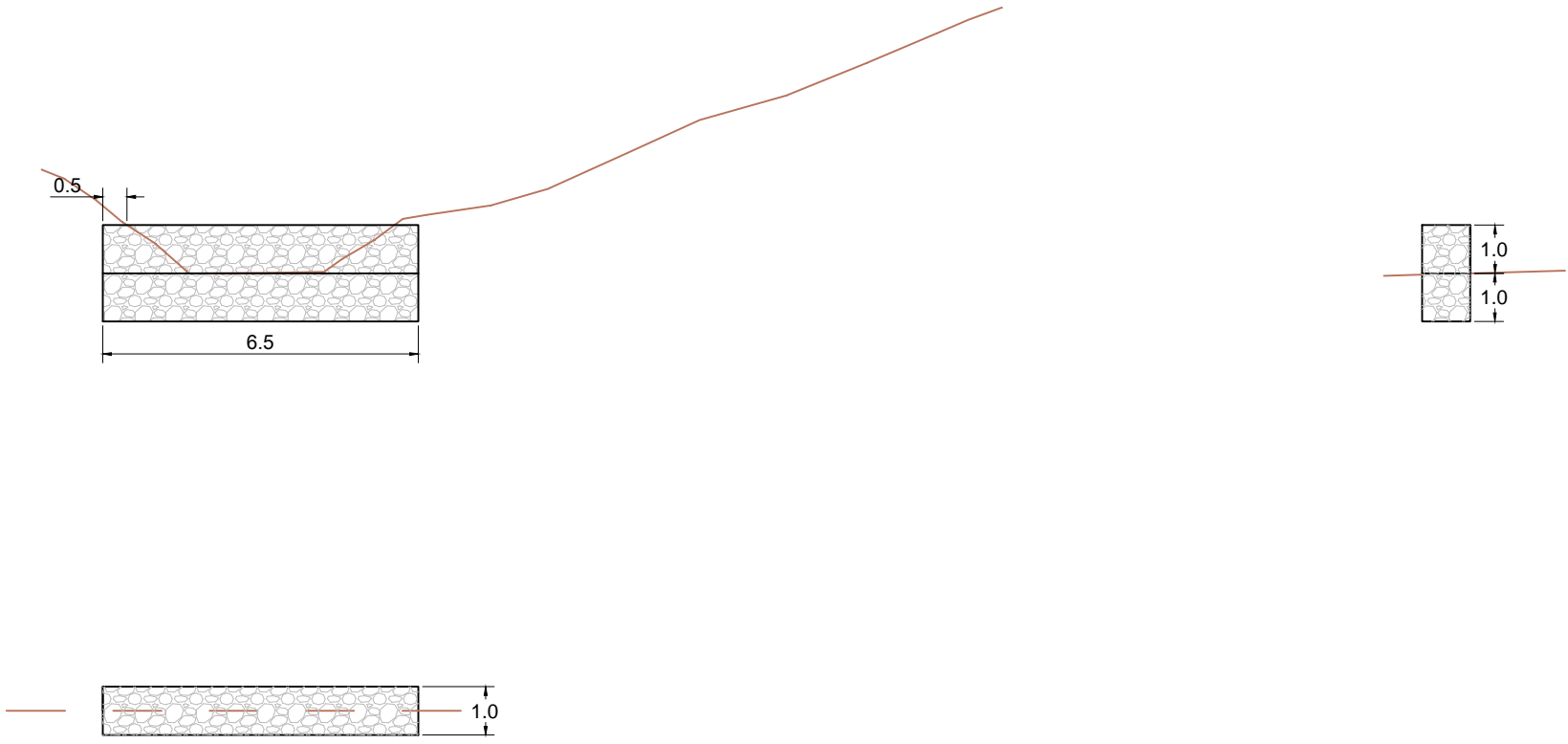
EL AUTOR:

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/800
Cota en metros

PLANO Nº:
4

Fdo: Sergio Galicia López



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS
CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: DIQUE 1A

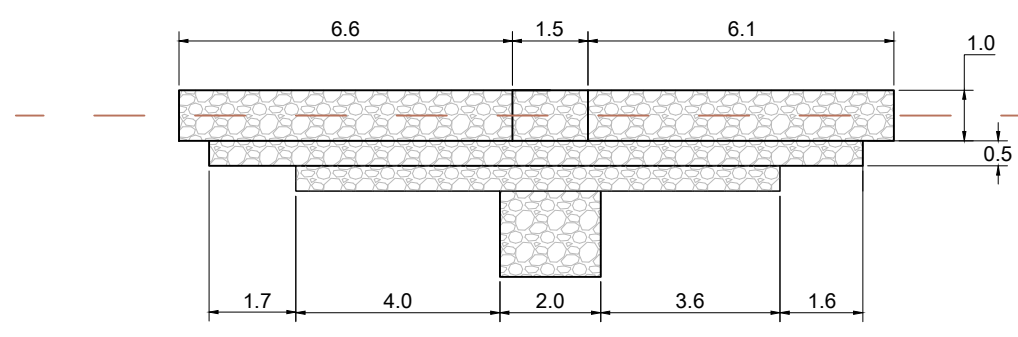
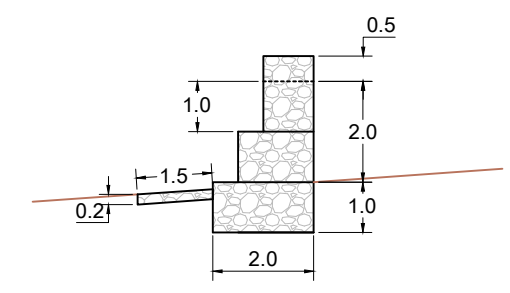
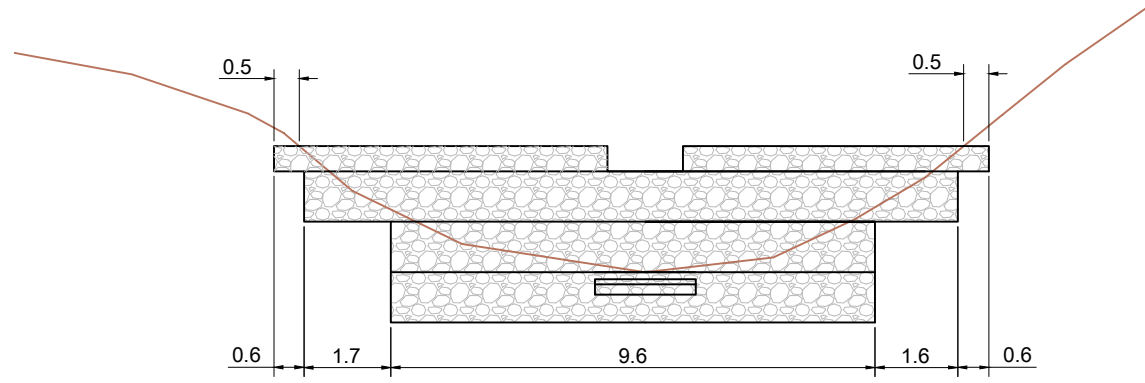
EL AUTOR:

Fdo: Sergio Galicia López

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/150
Cotas en metros

PLANO Nº:
5



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS
CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: DIQUE 2A

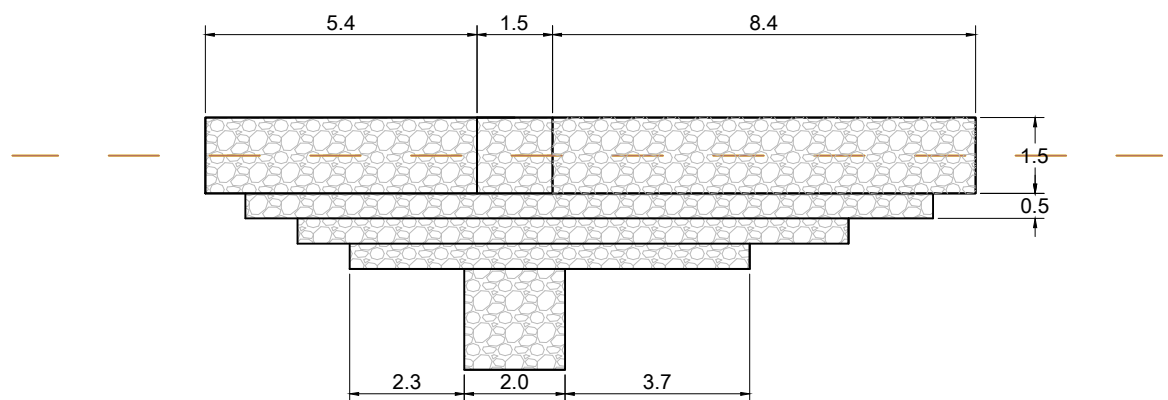
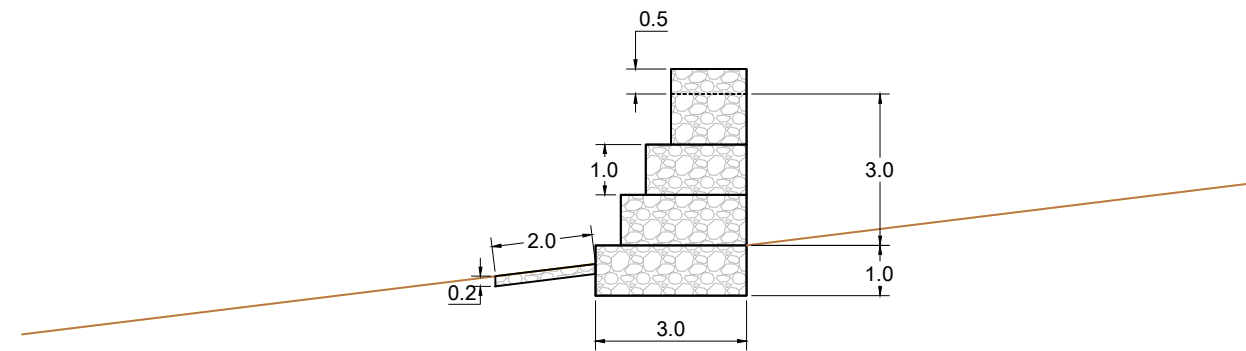
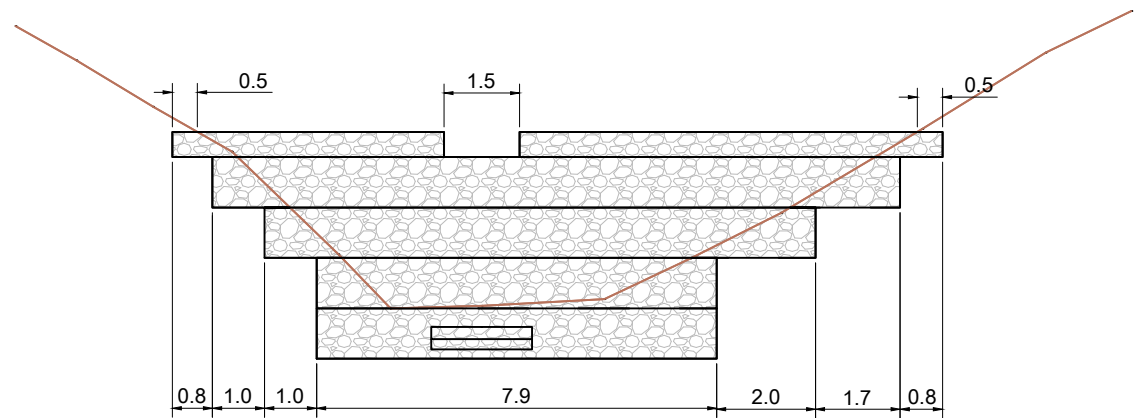
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/150
Cotas en metros

PLANO Nº:
6

EL AUTOR:

Fdo: Sergio Galicia López



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS
CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: DIQUE 3A

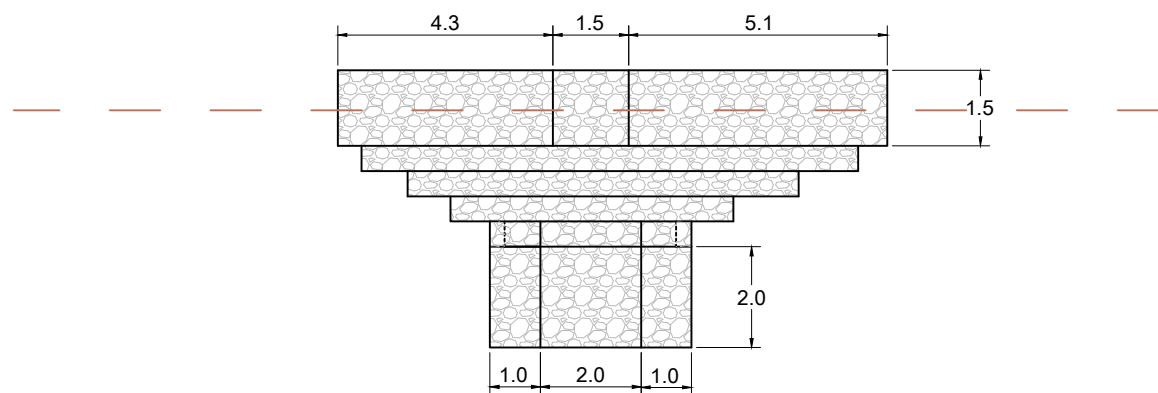
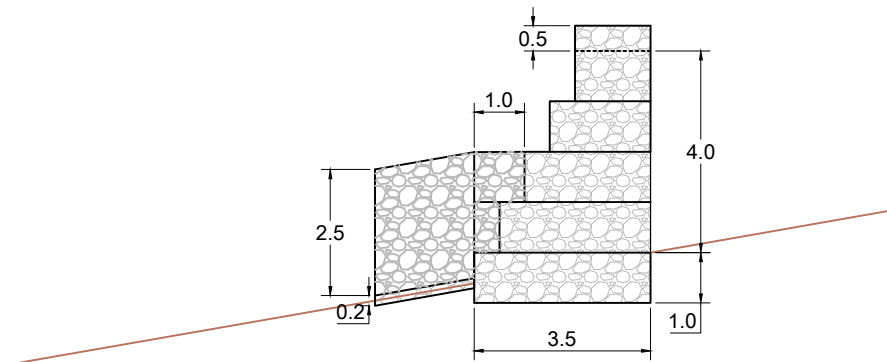
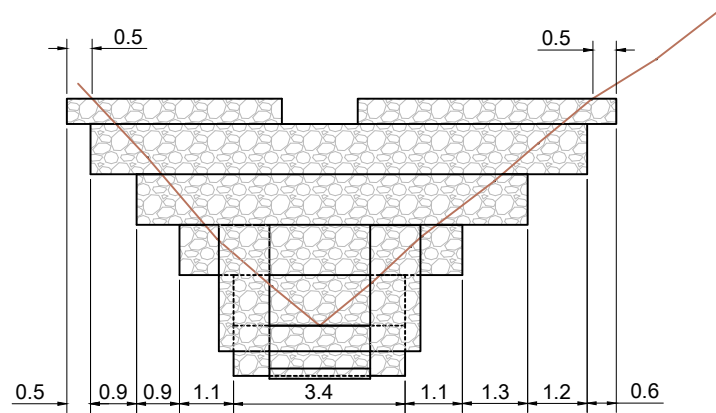
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/150
Cotas en metros

PLANO Nº:
7

EL AUTOR:

Fdo: Sergio Galicia López



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS
CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: DIQUE 4A

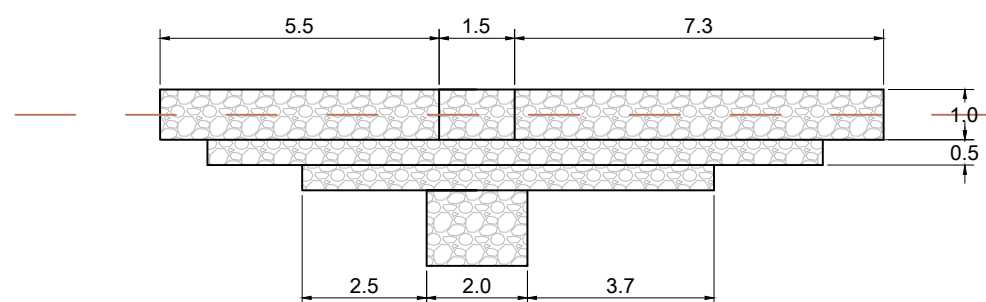
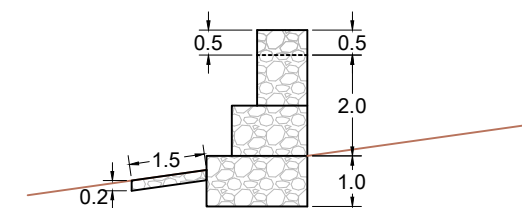
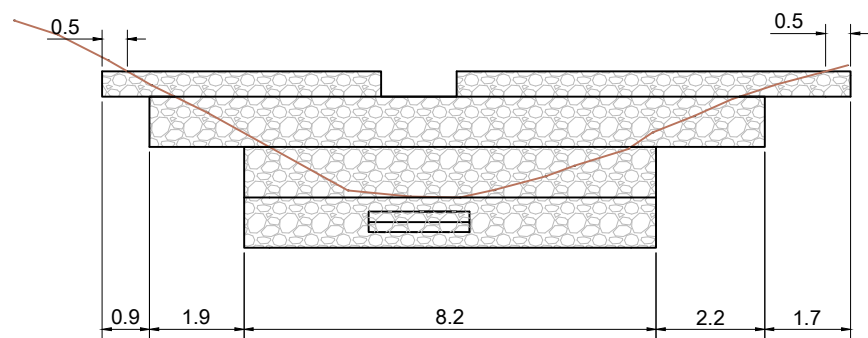
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/150
Cotas en metros

PLANO Nº:
8

EL AUTOR:

Fdo: Sergio Galicia López



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS
CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: DIQUE 1B

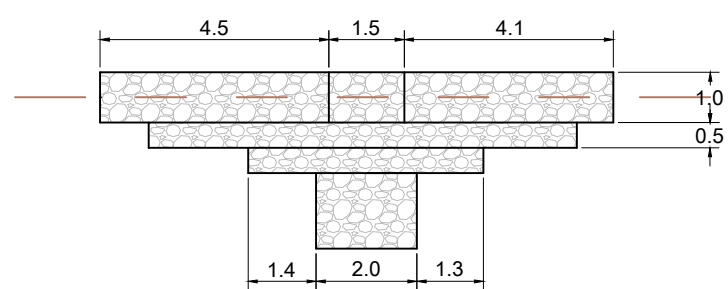
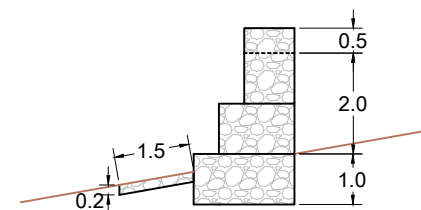
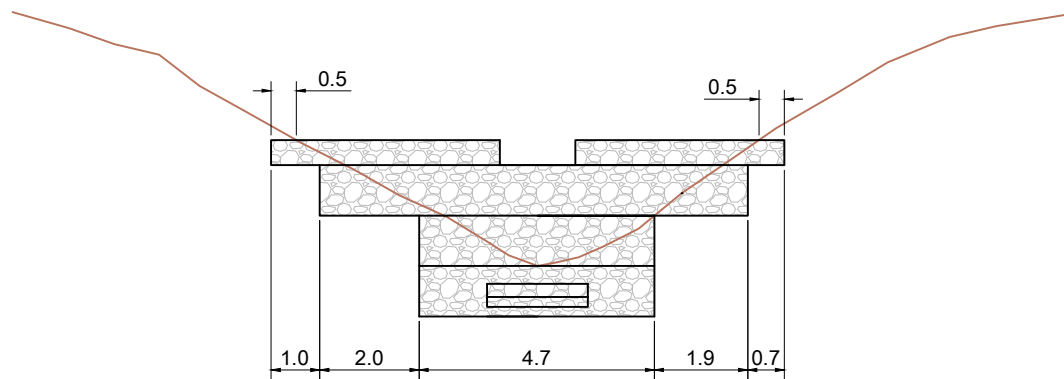
EL AUTOR:

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/150
Cotas en metros

PLANO Nº:
9

Fdo: Sergio Galicia López



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS
CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: DIQUE 2B

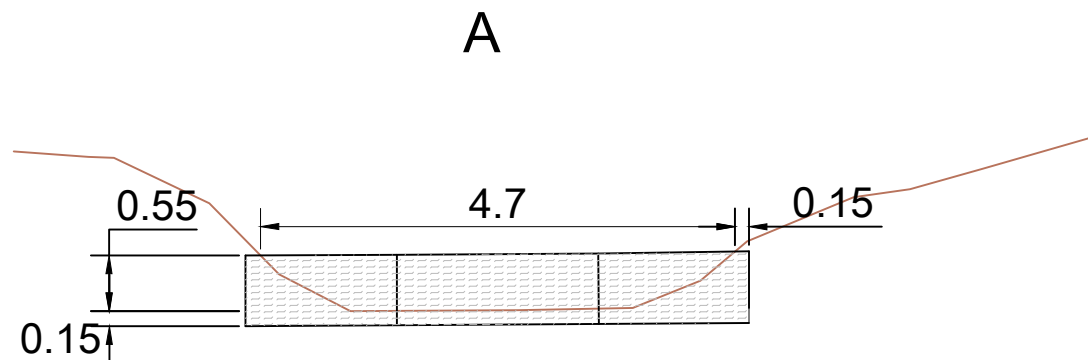
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA:
1/150
Cotas en metros

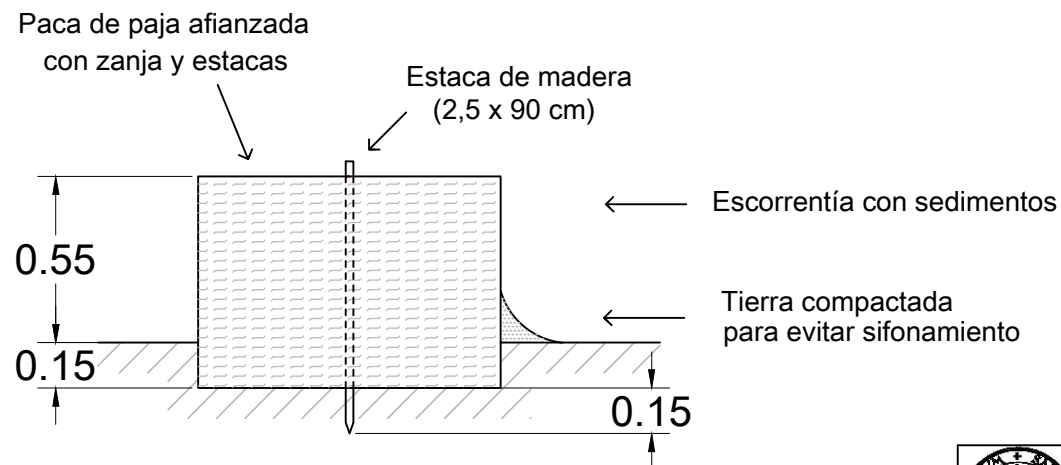
PLANO Nº:
10

EL AUTOR:

Fdo: Sergio Galicia López



A



B



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

TÍTULO DEL TRABAJO:
PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO - FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

PLANO: ALBARRADA DE PAJA

EL AUTOR:

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015

ESCALA: A: 1/75
B: 1/25
Cotas en metros

PLANO Nº:
11

Fdo: Sergio Galicia López

363800.0

363700.0

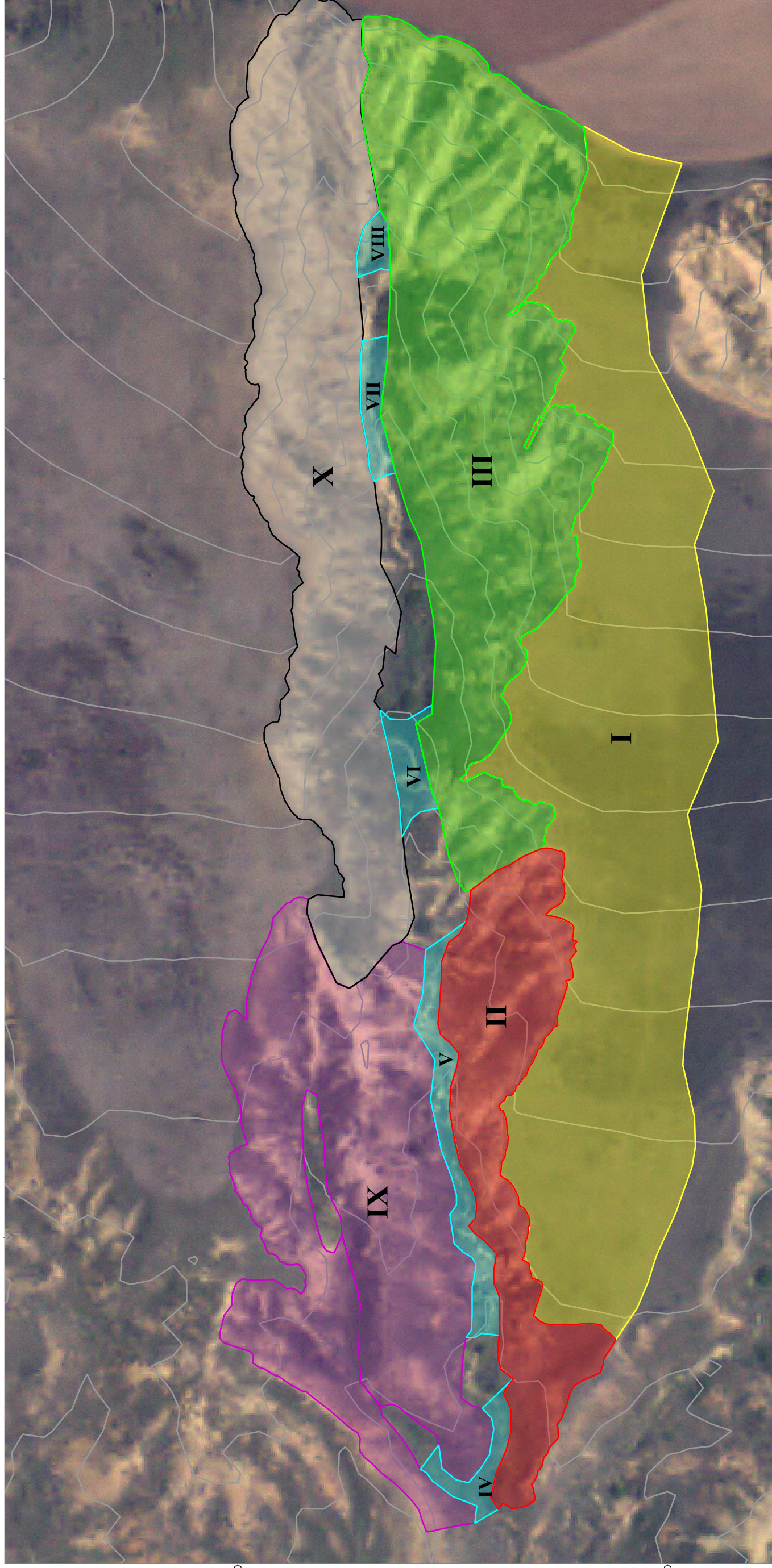
363600.0

4705400.0

4705400.0

4705300.0

4705300.0



363800.0

363700.0

363600.0

ACTUACIONES

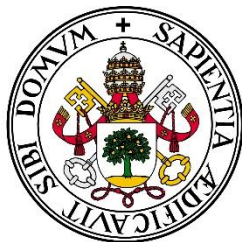
- I- Ahoyado con retroexcavadora (60x50x50 cm). Densidad 1110 pies/ha (3x3 m). *Pinus nigra* (40%), *Pinus sylvestris* (40%), *Quercus ilex* (15%) *Prunus spinosa* (5%)
- II- Ahoyado con retroexcavadora (60x50x50 cm). Densidad 1600 pies/ha (2,5x2,5 m). *Pinus sylvestris* (80%), *Pinus pinaster* (10%), *Prunus spinosa* (5%), *Crataegus monogyna* (5%)
- III- Ahoyado con retroaraña (50x50x50 cm). Densidad 2500 pies/ha (2x2 m). *Pinus sylvestris* (80%), *Pinus pinaster* (10%), *Prunus spinosa* (5%), *Crataegus monogyna* (5%)
- IV- Estaquillado (50x50x80 cm). Densidad 816 pies/ha (3,5x3,5 m). *Populus nigra* (50%) y *Salix atrocinerea* (50%)
- V- Estaquillado (50x50x80 cm). Densidad 816 pies/ha (3,5x3,5 m). *Populus nigra* (50%) y *Salix atrocinerea* (50%)
- VI- Estaquillado (50x50x80 cm). Densidad 816 pies/ha (3,5x3,5 m). *Populus nigra* (50%) y *Salix atrocinerea* (50%)
- VII- Estaquillado (50x50x80 cm). Densidad 816 pies/ha (3,5x3,5 m). *Populus nigra* (50%) y *Salix atrocinerea* (50%)
- VIII- Estaquillado (50x50x80 cm). Densidad 816 pies/ha (3,5x3,5m). *Populus nigra* (50%) y *Salix atrocinerea* (50%)
- IX- Ahoyado con retroexcavadora (60x50x50 cm). Densidad 1600 pies/ha (2,5x2,5 m). *Pinus nigra* (80%), *Pinus pinaster* (10%), *Quercus ilex* (5%), *Crataegus monogyna* (5%)
- X- Ahoyado con retroaraña (50x50x50 cm). Densidad 2500 pies/ha (2x2 m). *Pinus nigra* (80%), *Pinus pinaster* (10%), *Quercus ilex* (5%), *Crataegus monogyna* (5%)



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS.
GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRCAVA Nº1 SITUADA EN EL "ALTO DE LOS CASTAÑALES" EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA).

PLANO:	RODALES REPOBLACIÓN		EL AUTOR:
FECHA:	SEPTIEMBRE 2015		
ESCALA:	1:1000 ETRS 89	PLANO Nº	12



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico –
forestal de la cárcava nº1 situada en el
“Alto de los Castaños” en la localidad
de Villantodrigo (Palencia)

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Sergio Galicia López

Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Cotutor: Luis Ortiz Sanz

Septiembre de 2015

ÍNDICE

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA	1
A - Condiciones técnicas particulares para la construcción de diques.	1
Capítulo 1. Descripción de las obras.....	1
Capítulo 2. Unidades de obra.	2
Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos.....	3
Capítulo 4. Programa de pruebas	4
B - Condiciones técnicas particulares para la repoblación.....	4
Capítulo 1. Descripción de las obras.....	4
Capítulo II. Unidades de obra.	9
C - Condiciones técnicas particulares para las medidas ambientales.....	14
Capítulo 1. Descripción de las obras.....	14
Capítulo 2. Unidades de obra.	15
Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos.....	16
Capítulo 4. Programa de pruebas	16
D - Condiciones técnicas particulares para los riegos de apoyo.....	16
Capítulo 1. Descripción de las obras.....	16
Capítulo 2. Unidades de obra.	17
Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos.....	18
Capítulo 4. Programa de pruebas	18
TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	18
Capítulo 1. Dirección e inspección de las obras.....	18
Capítulo 2. Trabajos preparatorios para la ejecución de las obras	21
Capítulo 3. Desarrollo y control de las obras.....	21
Capítulo 4. Responsabilidades especiales del contratista durante la ejecución de la obra	24
Capítulo 5. Disposiciones generales.....	26
Capítulo 6. Disposiciones varias	27
TITULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	27
Capítulo 1. Medición y abono de las obras	27
TITULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	30
Capítulo 1. Documentos que definen el proyecto.....	30

El presente pliego de condiciones contiene el conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras del presente proyecto y las condiciones técnicas que deben reunir los materiales y maquinaria a emplear en ellas. De esta manera la obra ha de ser ejecutada conforme lo establecido en los diferentes documentos que componen este proyecto, siguiendo las condiciones del contrato y las ordenes e instrucciones efectuadas por la dirección de obra, sea de forma oral o escrita.

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.

TÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

A - Condiciones técnicas particulares para la construcción de diques.

Capítulo 1. Descripción de las obras

1.1 Alcance de las condiciones

Las prescripciones de este título se aplicaran en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la unidad de inversión correspondiente a la construcción de diques.

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 los diferentes diques tiene como objeto la retención de sedimentos y consolidación de laderas, comprendiendo por tanto, todos los trabajos y cuantas obras y operaciones sean necesarias para que los trabajos queden ejecutados de acuerdo con los Planos y prescripciones de este Pliego.

Todas las obras se describen seguidamente, figuran en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras.

En las obras 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 Villantodrigo, en la provincia de Palencia, en las laderas que conforma el Alto de los Castaños.

Su localización exacta se encuentra perfectamente definida en los documentos de la Memoria y los Planos del Proyecto.

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.

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 cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán de cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones y la normativa vigente, además de ser aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

El contratista tiene la libertad para obtener los materiales que precisen las obras en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

• Gaviones

Los alambres con los que se confeccionarán los gaviones serán de triple torsión, en malla de 8 x 10 cm de escuadra.

Dicho alambre deberá cumplir las normas BSS 1052/80, resistencia media a la rotura de 42 a 52 kg/mm².

El alambre será galvanizado, reforzado según las normas DIM 1548 y BSS 443/82 con contenido mínimo de zinc de 240 g/m².

Se admitirá una tolerancia en el diámetro de los alambres galvanizados de $\pm 2,5\%$

Para el gavión se admitirá una tolerancia de hasta el $\pm 3\%$ en su longitud y anchura, y de un 5% en su altura.

El alambre para el cosido de los gaviones será al menos de las mismas características de espesor, resistencia y protección que el empleado en los propios gaviones.

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 el necesario el Director de Obra, se limpiarán las excavaciones a fin de que pueda ser reconocido terreno. No se efectuará el relleno de las excavaciones mientras no lo ordene el director de obra.

Se realizarán las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad del personal y evitar además deformaciones y alabeos en los gaviones.

Para el llenado de los gaviones se empleará piedra natural recogida en la zona con un diámetro de 10 a 20 cm. No deberá contener en su composición agente de tipo corrosivo, teniendo que ser resistente a la acción de agua y de la intemperie.

- 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.

Capítulo 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 centimétrico, quedando marcado con estacas y cordeles. Este replanteo debe ser aprobado por la dirección facultativa.

Posteriormente se pasa a construir los diques y zampeados de la siguiente manera.

- Desdoblar cada gavión sobre una superficie rígida y plana, y eliminar todas sus irregularidades.
- Doblar los paneles de lado y de fondo para formar una caja y juntar los cantos superiores con los hilos gruesos que salen de los mismos.
- Colocar el alambre de amarre en la unión entre las aristas superiores de los paneles amarrar las aristas con vueltas simples y dobles cada 10 cm.
- Amarrar varios gaviones en grupos y colocar en posición.
- Después de haber colocado varios gaviones en posición, antes de llenarlos, estirar con un polipasto manual, tipo “tirfor”.
- Llenar los gaviones hasta 1/3 de la capacidad total.
- Colocar los tirantes por encima de las piedras, atándolos en las mallas de gavión, después enroscarlos entre sí con una piedra para evitar que se desenreden.
- Después de fijar los tirantes hasta 2/3 de la capacidad total, y los otros tirantes al final.

- Terminar de llenar hasta 3 ó 5 cm por encima de la altura del gavión.
- Doblar las tapas y amarrar.

Capítulo 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 concluidos estos, antes de finalizado el periodo 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

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 de los trabajos.

B - Condiciones técnicas particulares para la repoblación

Capítulo 1. Descripción de las obras.

1.1. Alcance de las condiciones.

Las prescripciones que se citan aquí se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la repoblación de este proyecto.

Contiene las condiciones técnicas que, además de las particulares que se establezcan en el contrato, deberán regir la ejecución de dichas obras.

1.2. Objeto del proyecto.

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 prescripciones de este Pliego.

Todas las obras que se describen seguidamente, figuran incluidas en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras autorizadas por superioridad.

En los Planos y memoria figuran las delimitaciones para la correcta y realización de la repoblación.

1.3. Instrucciones en cuanto a la forma del tratamiento del suelo.

Siendo el suelo del monte un factor fundamental sobre el que ha de asentar 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 coadyuven al mejor logro de estas finalidades como medio físico sobre el que asienta la repoblación y vegetación existente, las que han de formar unidad de funcionamiento.

Para lograr mullir el suelo, facilitar la infiltración y el crecimiento radicular, se harán ahoyados con retroexcavadora y retroaraña, según los rodales definidos en la Memoria e incluidos en los Planos.

1.4. Fases de la repoblación

La repoblación se ejecuta en este caso en tres fases, las cuales se pueden dividir en preparación del terreno, plantación y riegos de supervivencia.

I. Preparación del terreno

- Ahoyado con retroexcavadora. Este método se empleará en los rodales I-II-IV-V-VI-VII-VIII, IX. La máquina se va desplazando por el terreno y estacionada en un punto excava con el cazo los hoyos depositando la tierra de nuevo en su interior. La potencia de la retroexcavadora estará comprendida entre 71 y 100 CV.
- Ahoyado con retroaraña. Este método se utilizará en los rodales III y X que son los que tienen una pendiente media del 60%. En estos rodales se empleará una retroaraña de 71-100 CV , la cual avanzará por líneas de máxima pendiente y una vez estacionada, excavará los hoyos que se encuentran a su alrededor, volviendo a depositar la tierra en su interior.

Las características de la zona, así como la distribución espacial y la descripción de las actuaciones previstas en ella, vienen ampliamente indicadas y representadas en el documento de la Memoria, Anejos y Planos, por lo que no es necesario adjuntarlos de nuevo en el presente Pliego.

II. Plantación

Las condiciones del medio no permiten la utilización de maquinaria con este fin, por lo que la plantación será, manual en todos los rodales, si bien la densidad variará según el método empleado.

- Rodal I. En este rodal la preparación del terreno es un ahoyado con retroexcavadora, la densidad de plantación es de 1110 pies/ha con un marco de plantación de 3 x 3 m.
- Rodales II y IX. Para este rodal la preparación del terreno será un ahoyado con retroexcavadora con una densidad de 1600 pies/ha. El marco de plantación será de 2,5 x 2,5 m.

- Rodales III y X. En estos dos rodales la preparación del terreno se realizara mediante ahoyado con retroaraña, con una densidad de 2500 pies/ha y un marco de plantación de 2 x 2 m
- Rodales IV-V-VI-VII-VIII. En estos rodales se realizará un estaquillado de *Populus nigra*. Con un marco de plantación de plantación de 3,5 x 3,5 lo que nos da una densidad de 816 pies/ha

1.5. Descripción de las obras

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos, las prescripciones del presente Pliego, y las órdenes complementarias de Ingeniero Director de las obras.

- Localización de las obras.

Las obras se realizan en el término municipal de Villantodrigo, de la provincia de Palencia, en las laderas que forma el “Alto de los Castaños”.

La superficie que ocupa es de 2,96 ha

La localización precisa de la zona de repoblación se encuentra perfectamente indicada en la Memoria y Planos del proyecto.

- Apeo de rodales

Los rodales de repoblación se determinarán teniendo en cuenta la homogeneidad de cada uno de ellos en cuanto a la pendiente del terreno, orientación y vegetación a implantar y tiempos de ejecución.

Según este planteamiento, en la zona que nos ocupa se consideran tres rodales, que se encuentran definidos tanto en sus características, como en su localización y en los trabajos a desarrollar en ellos, en la Memoria y Planos del proyecto.

Las actuaciones en los distintos rodales son:

Rodal I:

Superficie: 0,859 ha

Pendiente media: 22%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora

Plantación: Manual

Densidad: 1110 pies/ha. 3 x 3 m

Especies: *Pinus sylvestris* (40%)

Pinus nigra (40%)

Quercus ilex (15%)

Prunus spinosa (5%)

Rodal II:

Superficie: 0,248

Pendiente media: 31%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora

Plantación: Manual

Densidad: 1600 pies/ha. 2.5 x 2.5 m

Especies: *Pinus sylvestris* (80%)

Pinus pinaster (10%)

Crataegus mnogyna (5%)

Prunus spinosa (5%)

Rodal III:

Superficie: 0,666

Pendiente media: 60%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña

Plantación: Manual

Densidad: 2500 pies/ha. 3 x 3 m

Especies: *Pinus sylvestris* (80%)

Pinus pinaster (10%)

Crataegus mnogyna (5%)

Prunus spinosa (5%)

Rodal IV-V-VI-VII-VIII:

Estos rodales se diferencian únicamente por su situación y tiempo de ejecución.

Superficie: 0,018 / 0,045 / 0,019 / 0,017 / 0,009 ha

Pendiente media: 8%

Preparación del terreno y plantación: manual de estaquilla

Densidad: 816 pies/ha. 3,5 x 3,5 m

Especies: *Populus nigra* (100%)

Rodal IX:

Superficie: 0,517

Pendiente media: 26%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroexcavadora

Plantación:Manual

Densidad: 1600 pies/ha. 2.5 x 2.5 m

Especies: *Pinus nigra* (80%)

Pinus pinaster (10%)

Crataegus mnogyna (5%)

Quercus ilex (5%)

Rodal X:

Superficie: 0,556

Pendiente media: 63%

Preparación del terreno: Ahoyado con retroaraña

Plantación:Manual

Densidad: 2500 pies/ha. 3 x 3 m

Especies: *Pinus nigra* (80%)

Pinus pinaster (10%)

Crataegus mnogyna (5%)

Quercus ilex (5%)

Capítulo II. 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.

Asimismo se entenderán incluidos los ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria y la conservación durante el plazo de garantía de las obras.

2.2. Condiciones generales que deben 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.

Cuando el vivero de origen no esté fijado en el proyecto, la planta será obtenida por el contratista de los viveros de suministro que estime oportunos. No obstante deberá exigir la procedencia que en su caso señalen los documentos informativos del proyecto y las observaciones complementarias que pueda hacer el Ingeniero Director.

La administración no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre en 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 copiara plantas que no cumplieren las condiciones del 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 esta, 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 o temperaturas elevadas durante el transporte en especial, el referido a la turgencia y coloraciones adecuadas. Se cuidará especialmente su buen estado fitosanitario.

En ningún caso no se admitirán procedencias de planta cuyo origen no se encuentre en la Península Ibérica.

Las procedencias para las especies que marca la normativa estatal vigente son las que se muestran en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Regiones de procedencia para cada especie.

Especie	Procedencia
<i>Pinus sylvestris</i>	Sierra Guadarrama
<i>Pinus nigra subsp. Salzmannii</i>	Soria
<i>Pinus pinaster subsp. Mesongensis</i>	Sierra de Oña
<i>Quercus ilex</i>	Cuenca central del Duero
<i>Populus nigra</i>	Páramo del Duero-Fosa de Almazán.

La utilización de dicha planta no libera, 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 la planta a utilizar, según las especies vendrán dadas por los valores mínimos exigibles de los siguientes parámetros.

- a- **Altura:** Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz.
- b- **Robustez:** Se mide por el diámetro del cuello de la raíz, expresado en mm.
- c- **Forma del sistema radical:** Debe estar ramificado equilibradamente, con numerosas raicillas laterales y abundantes terminaciones meristemáticas, y no haberlas perdido en proporción apreciable durante el arranque.

En el caso de plantas en contenedor, se tendrá que cuenta el sustrato del 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 cuando están juntos. En vivero los envases deben estar suficientemente elevados para que pueda producirse un correcto autorrepicado.

- d- **Relación raíz-parte aérea:** Se define en longitud o en peso; si se expresa como este último, el peso de cada una de las partes no deberá rebasar 1,8 veces el de la otra.
- e- **Hojas y 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. Asimismo, la planta no presentará heridas sin cicatrizar, ya que por ellas pueden iniciarse enfermedades o ataque de insectos.

- f- Estado: No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas, a haber sufrido temperaturas levadas o desecaciones durante el transporte. No debe confundirse la coloración por deficiencias, con el cambio de coloración que experimentan debido a las heladas, que en nada merma la calidad de la planta.
- g- Edad: Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en el vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodo vegetativos.

Las edades que deben de tener las especies elegidas son las siguientes:

- *Pinus sylvestris*: Dos savias
- *Pinus nigra subsp. Salzmannii*: Una savia
- *Quercus ilex*: una savia
- *Prunus spinosa*: una savia
- *Crataegus monogyna*: una savia

En el caso de las estaquillas deberán estar correctamente lignificadas, sanas, rectas, sin lesiones en la corteza. Su tamaño deben ser de aproximadamente 35 cm de longitud y tener un grosor medio de 2 cm. Debe de poseer al menos dos yemas. Estas se deben de mantener refrigeradas impidiendo su brotación, sin descuidar la hidratación. En caso de que no se cuente con cámara frigorífica se podrán aviverar en el campo, protegiéndolas con arena gruesa, bien aireada, sin agua estancada y colocando los haces en posición vertical.

2.3. Forma de realizarse los trabajos-operaciones de repoblación.

Tanto las operaciones que comprenden la repoblación, como la forma de realizarse, varían según los condicionantes particulares de cada proyecto.

2.3.1. Preparación del terreno. Procesos operativos.

- Ahoyado con retroaraña. Es el proceso elegido para los rodales III y X. En primer lugar se realiza un marcado del terreno siguiendo una distribución irregular con una distancia entre hoyos de 2,5 x 2,5 m siguiendo un marco real desfasado.

La máquina se va desplazando por el terreno por líneas de máxima pendiente apoyando su cazo en el suelo, que le sirve de punto de apoyo. Estacionada en un punto comienza a excavar, preparando un número determinado de hoyos, para luego trasladarse a otra posición.

La operación se realizara dos veces para conseguir un hoyo que facilite el desarrollo de la planta, con unas medidas de 60 x 60 x 60 cm.

- Ahoyado con retroexcavadora. Es el proceso elegido para los rodales I-II y IX. En este proceso se utiliza una retroexcavadora de orugas de 71/100 CV. En el rodal I la maquina avanza por el terreno y una vez estacionada efectúa los hoyos de 60 x 60 x 60 cm depositando la tierra de nuevo en su interior. Estos hoyos se encuentran a una distancia de 3 metros entre sí con un marco real desfasado, de tal forma que el replanteo previo es más sencillo.

En los rodales II y IX el proceso será el mismo que para el rodal anterior pero en los lugares donde la retroexcavadora no pueda avanzar se efectuarán los hoyos desde la parte alta o baja de la cárcava. Estos hoyos tendrán un marco de plantación de 2,5 x 2,5 m de tal forma que se obtiene una densidad de 1600 hoyos, con unas dimensiones de 60 x 60 x 60 cm.

En todos los casos siempre se respetarán los individuos ya existentes de *Rosa canina* y *Crataegus mongyna*.

2.3.2. Plantación. Proceso operativo.

La plantación se realizará de forma que los primeros rodales en lo que se actúa son los rodales III y X, continuando por los rodales II y IX y terminando por el rodal I.

Las plantas se distribuyen a primera hora de la mañana antes de comenzar la plantación. Se repartirá en cada rodal la planta necesaria para cubrir las necesidades en cada momento.

El punto de plantación será el hoyo abierto.

A continuación se abre una cata con la azada de pala larga, de profundidad ligeramente superior a la longitud del cepellón.

La planta 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.

Posteriormente se coloca el protector tipo V8 y se realiza el alcorque que facilitará la retención de agua.

Riego de 10 litros por planta para facilitar la instalación de la planta.

Los envases se deben recuperar tanto por su elevado coste como por el negativo efecto estético producido en la zona si no se recogen, además del cumplimiento de 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 realizará con un aparato topográfico y se expresará 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.

2.3.3. Estaquillado. Proceso operativo.

Para el estaquillado se realizara un pequeño mullido previo, posteriormente se hinca la estaquilla y se compacta el terreno para evitar las bolsas de aire y asegurar un completo contacto de la estaquilla con el terreno. Las yemas deben estar orientadas hacia arriba y se debe dejar unos 2 cm de estaquilla sobresaliendo del terreno. Para realizar esta tarea el suelo debe estar húmedo.

2.4. Programa de pruebas al 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.

2.4.1. Pruebas durante la ejecución de los trabajos.

Fase de preparación del terreno:

- Distribución y dimensiones de los hoyos especialmente la profundidad

Fase de plantación.

- Descalce de planta 1 ó 2 días después de la plantación para comprobar la posición de la raíz.
- Intento de arranque de plantas, estaquillas y protectores, para comprobar si el terreno a quedado bien compactado a su alrededor.
- Medición del tamaño de los hoyos
- Características de la planta y cuidados de la misma en el tajo
- Comprobación visual de la correcta realización de los alcorques
- Retirada de la capa superficial de tierra en el alcorque para comprobar que tiene humedad debido a la realización del riego.

Además en cada rodal se realizarán unas parcelas de contraste, que ocuparán un 10% de la superficie de cada rodal y las cuales supervisará durante su ejecución el Ingeniero Director de las Obras.

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 estime oportuna; asimismo podrá llevar a cabo cualquier otra comprobación que estime oportuna para verificar la correcta realización de los trabajos.

Finalizado el plazo de garantía se procederá un muestreo sistemático en todos y cada uno de los rodales, en que se estime que el porcentaje de marra es superior al 10% de total de las plantas, de acuerdo con lo estipulado en el capítulo III de presente pliego.

C - Condiciones técnicas particulares para las medidas ambientales.

Capítulo 1. Descripción de las obras

1.2 Alcance de las condiciones

Las prescripciones de este título se aplicarán en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la unidad de inversión correspondiente a la construcción de diques.

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 la albarrada compuesta por pacas de paja tiene como objetivo la retención de los sedimentos que se puedan generar durante la ejecución de las obras, y de esta forma evitar la emisión de partículas al río Valdecuriada.

Todas las obras se describen seguidamente, figuran en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras.

En las obras figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización de la albarrada.

1.3. Localización de las obras

Las obras se realizan en el término municipal de Villantodrigo, en la provincia de Palencia, en las laderas que conforma el Alto de los Castaños.

Su localización exacta se encuentra perfectamente definida en los documentos de la Memoria y los Planos del Proyecto.

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 siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución.

Asimismo se entenderán incluidos los gastos ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria y lo de conservación durante el plazo de garantía.

2.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán de 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 la libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

- Pacas de paja

Las pacas de paja tendrán unas dimensiones de 1 metro de ancho y 0,70 de alto, con una longitud nunca inferior a un metro.

Para las pacas se admitirá una tolerancia de hasta el $\pm 3\%$ en su longitud y anchura, y de un 5% en su altura.

Las estacas necesarias para afianzar las pacas al terreno tendrán una longitud de un diámetro de 2,5 cm y una longitud de 90 cm

- 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.

Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos

El primer trabajo a realizar es la excavación y perfilado de los taludes. Esta excavación se realizará tras el replanteo el cual se realizará mediante los Planos y GPS centimétrico, quedando marcado con estacas y cordeles. Este replanteo debe ser aprobado por la dirección facultativa.

El proceso de instalación consta de las siguientes fases:

- Se realiza una pequeña excavación de 15 cm de profundidad y con un ancho 10 cm superior al de las pacas de paja (1 m).
- Se presentan las pacas en la zanja, y se clavan dos estacas de madera a través que penetren 15 cm en el suelo de tal manera que la paca queda fija
- Se introduce los pequeños huecos que pueda quedar entre pacas, con paja suelta.
- Se rellena parcialmente la parte de aguas arriba de la paca y se compacta ligeramente la tierra, para de esta forma evitar el sifonamiento.

Capítulo 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 concluidos estos, antes de finalizado el periodo 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

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 de los trabajos.

D - Condiciones técnicas particulares para los riegos de apoyo.

Capítulo 1. Descripción de las obras

1.3 Alcance de las condiciones

Las prescripciones de este título se aplicaran en los casos que correspondan a la ejecución de las obras comprendidas dentro de la unidad de inversión correspondiente a los riegos de apoyo.

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 aplicación de estos riegos de apoyo tiene como finalidad tratar de asegurar la supervivencia de la planta durante el primer año, de tal forma que durante la estación seca tengan el aporte agua suficiente para su supervivencia.

Todas las obras se describen seguidamente, figuran en el proyecto, con arreglo al cual deberán ejecutarse salvo modificaciones ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras.

En las obras figuran las referencias planimétricas y altimétricas, así como las delimitaciones necesarias para la correcta ubicación y realización de los riegos de apoyo.

1.3. Localización de las obras

Las obras se realizan en el término municipal de Villantodrigo, en la provincia de Palencia, en las laderas que conforma el Alto de los Castaños.

Su localización exacta se encuentra perfectamente definida en los documentos de la Memoria y los Planos del Proyecto.

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 entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución.

Asimismo se entenderán incluidos los gastos ocasionados por la reparación de los daños inevitables causados por la maquinaria.

2.2. Condiciones generales que deben cumplir los materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán de 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 la libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos.

• Riegos de apoyo

Estos riegos de apoyo se efectuarán durante los meses de estío, en los que se aporta unos 10 litros a cada planta.

- 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.

Capítulo 3. Forma de realizar los trabajos.

Los riegos se efectuarán desde la parte al de la cárcava realizando el tendido de manguera por líneas de máxima pendiente, ya que la orografía, los diques y la propia plantación impedirán hacerlo de otra forma. El operario realizará el tendido de manguera, y posteriormente procederá al riego a medida que se va recogiendo. Siempre que sea posible se realizarán los trabajos a primera o a última hora del día, para disminuir en la medida de lo posible la evaporación.

Capítulo 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 concluidos estos, antes de finalizado el periodo 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

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 de los trabajos.

TÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

Capítulo 1. Dirección e inspección de las obras

1.1. Dirección de las obras.

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 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.
- Aprobar y supervisar los diferentes replanteos
- 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.
- 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.
- 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.
- Aprobar el plan de Seguridad y Salud.

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.
- 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.
- Poner en marcha el plan de seguridad y salud.

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. Ordenes 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. Diario de las obras

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.

Capítulo 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.

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. Quedando cumplimentado el acta de replanteo.

El contratista deberá responsabilizarse de la conservación de los puntos de replanteo que hayan sido entregados.

Capítulo 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 dure 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

3.9.1. *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.

3.9.2. *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.

3.9.3. *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.

3.9.4. *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.

3.9.5. *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.

3.9.6. 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.

3.9.7. 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 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.

Capítulo 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. Objetos 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.

Capítulo 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 el mes de septiembre, concretamente durante la primera quincena de este mes.

5.1.2. *Repoblación*

Ahoyado mecánico con retroaraña

El periodo comprendido desde el 25 de y el 25 de Agosto, incluyendo tanto días festivos como la pérdida de días por causas diversas, para que la labor esté finalizada al menos 1 meses antes del comienzo de la plantación.

Ahoyado mecánico con retroexcavadora

El periodo comprendido desde el 15 de y el 25 de Agosto, incluyendo tanto días festivos como la pérdida de días por causas diversas, para que la labor esté finalizada al menos 1 meses antes del comienzo de la plantación.

Plantación manual y estaquillado

Estas operaciones a realizar por la cuadrilla se efectuarán del 25 de al 15 de Octubre

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.

Capítulo 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.

TITULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Capítulo 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 centimétrico 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 valoración 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 íntegras 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.

TITULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Capítulo 1. Documentos que definen el proyecto

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.

1.5.1 *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.

1.5.2. Documentos informativos

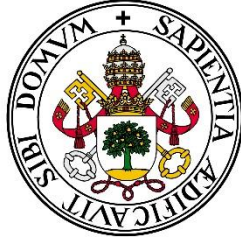
Los datos sobre suelo y vegetación, características de materiales, ensayos, condiciones locales, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son documentos informativos.

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 a de Septiembre de 2015

Fdo. Sergio Galicia López



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico –
forestal de la cárcava nº1 situada en el
“Alto de los Castaños” en la localidad
de Villantodrigo (Palencia)

DOCUMENTO Nº4: MEDICIONES

Alumno: Sergio Galicia López

Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Cotutor: Luis Ortiz Sanz

Septiembre de 2015

ÍNDICE

CAPITULO I: EXACAVACIÓN	1
CAPITULO II: GAVIONES	2
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	3
CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN	4

CAPITULO I: EXCAVACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Superf.	Profund.	Subtotal	Medición
1.1	D1.01	m³	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.					
			Dique 1A					
			Hilada 1	1	1,5	1	1,46	1,5
			zapata	1	6,5	1	6,5	6,5
			Total dique 1A					8
			Dique 2A					
			Hilada vertedero	1	0,8	1	0,8	0,8
			Hilada 1	1	2,53	1	2,5	2,5
			Hilada 2	1	4,1	1,5	6,2	6,2
			Zapata	1	9,6	2	19,2	19,2
			Solera	1	0,4	1,5	0,6	0,6
			Total dique 2A					29,3
			Dique 3A					
			Hilada vertedero	1	0,92	1,5	1,38	1,38
			Hilada 1	1	2,34	1,5	3,84	3,84
			Hilada 2	1	2,47	2	4,94	4,94
			Hilada 3	1	2,83	2,5	7,1	7,1
			Zapata	1	7,9	3	23,7	23,7
			Solera	1	0,4	2	0,8	0,8
			Total dique 3A					41,8
			Dique 4A					
			Hilada vertedero	1	0,8	1,5	1,2	1,2
			Hilada 1	1	2,1	1,5	3,2	3,2
			Hilada 2	1	2,1	2	4,2	4,2
			Hilada 3	1	2,1	2,5	5,3	5,3
			Hilada 4	1	1,2	3	3,6	3,6
			Zapata	1	3,4	3,5	11,9	11,9
			Muros cajeros	1	3,6	2	7,2	7,2
			Solera	1	0,2	2	0,3	0,3
			Total dique 4A					36,9
			Dique 1B					
			Hilada vertedero	1	1,2	1	1,2	1,2
			Hilada 1	1	3,2	1	3,2	3,2
			Hilada 2	1	3,6	1,5	5,4	5,4
			Zapata	1	8,2	2	16,4	16,4
			Solera	1	0,4	1,5	0,6	0,6
			Total dique 1B					26,8
			Dique 2B					
			Hilada vertedero	1	0,92	1	0,92	0,92
			Hilada 1	1	2,6	1	2,6	2,6
			Hilada 2	1	2,2	1,5	3,3	3,3
			Zapata	1	4,7	2	9,4	9,4
			Solera	1	0,4	1,5	0,6	0,6
			Total dique 2B					16,8
			Total partida 1.1					159,4

CAPITULO II: GAVIONES

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	X	Y	Z	Subtotal	Medición
2.1	D2.01	m ³	Gavión con malla metálica 8x10, n°16 y 1m de altura, con piedra recogida “in situ” con pala y transporte de material hasta 8km. Incluso colocado en obra, cosido y atirantado con alambre galvanizado.						
			Dique 1A						
			Hilada 1	1	6,5	1	1	6,5	6,5
			zapata	1	6,5	1	1	6,5	6,5
			Total dique 1A						13
			Dique 2A						
			Hilada vertedero	1	12,7	0,5	1	6,35	6,4
			Hilada 1	1	12,9	1	1	12,9	12,9
			Hilada 2	1	9,6	1	1,5	14,4	14
			Zapata	1	9,6	1	2	19,2	19,2
			Solera	1	2	0,2	1,5	0,6	0,6
			Total dique 2A						53,1
			Dique 3A						
			Hiladas vertedero	1	13,8	0,5	1,5	10,4	10,4
			Hilada 1	1	13,6	1	1,5	20,4	20,4
			Hilada 2	1	10,9	1	2	20,8	20,8
			Hilada 3	1	7,9	1	2,5	19,8	19,8
			Zapata	1	7,9	1	3	23,7	23,7
			Solera	1	2	0,2	2	0,8	0,
			Total dique 3A						95,9
			Dique 4A						
			Hilada vertedero	1	9,4	0,5	1,5	7,1	7,1
			Hilada 1	1	9,9	1	1,5	14,9	14,9
			Hilada 2	1	7,8	1	2	15,6	15,6
			Hilada 3	1	5,6	1	2,5	8,4	8,4
			Hilada 4	1	3,4	1	3	10,2	10,2
			Zapata	1	3,4	1	3,5	11,9	11,9
			Muros cajeros	2	2,5	1	2	5	5
				2	2	1	0,8	1,6	1,6
			Solera	1	2	0,1	2	0,4	0,4
			Total dique 4A						75,1
			Dique 1B						
			Hilada vertedero	1	12,8	0,5	1	6,4	6,4
			Hilada 1	1	12,1	1	1	12,1	12,1
			Hilada 2	1	8,2	1	1,5	12,3	8,4
			Zapata	1	8,2	1	2	16,4	16,4
			Solera	1	2	0,2	1,5	0,6	0,6
			Total dique 1B						70,7
			Dique 2B						
			Hilada vertedero	1	8,6	0,5	1	4,3	4,3
			Hilada 1	1	8,6	1	1	8,6	8,6
			Hilada 2	1	4,7	1	1,5	7,1	7,1
			Zapata	1	4,7	1	2	9,4	9,4
			Solera	1	2	0,2	1,5	0,6	0,6
			Total dique 2B						30
			Total partida 1.1						337,8

CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Medición
3.1.	C3.01	Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60-60-60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.		
			Rodal I	954	954
			Rodal II	397	397
			Rodal IX	827	827
			Total partida 3.1.		2178
3.2.	C3.07	Ud.	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60-60-60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 500 hoyos/ha.		
			Rodal III	1665	1665
			Rodal X	1390	1390
			Total partida 3.2.		3055

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Medición
4.1.	C.2.03	mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior al 50%.		
			Rodal I	0,954	0,954
			Rodal II	0,397	0,397
			Rodal IX	0,827	0,827
			Total partida 4.1.		2,178
4.2.	c.2.04	mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.		
			Rodal III	1,665	1,665
			Rodal X	1,390	1,390
			Total partida 4.2.		3,055

CAPÍTULO IV: PLANTACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Medición	
4.3.	C.2.10	mil	Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo. En terreno con pendiente inferior al 50%.			
				Rodal I	0,954	0,954
				Rodal II	0,397	0,397
				Rodal IX	0,827	0,827
				Total partida 4.3.		2,178
4.4	C.2.13		Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo. En terreno con pendiente superior al 50%.			
				Rodal III	1,665	1,665
				Rodal X	1,390	1,390
				Total partida 4.4.		3,055
4.5.	NRRP056	Ud.	Plantación de chopo a profundidad inferior a 2 m, con retroexcavadora en suelos sueltos o de tránsito. Incluye el marquileo, apertura, plantación y tapado. No se incluye el precio de la planta y su transporte.			
				Rodal IV	15	15
				Rodal V	37	37
				Rodal VI	16	16
				Rodal VII	14	14
				Rodal VIII	7	7
				Total partida 4.5.		89
4.6.	NRPLF0102	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	2096	2096	
				Total partida 4.5.		2096
4.7.	NRPLF0103	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	2244	2244	
				Total partida 4.6.		2244
4.8.	NRPPL0104	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc	477	477	
				Total partida 4.7.		477
4.9.	NRPPI0216	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0	265	265	
				Total partida 4.9.		265

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACAVA Nº1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Mediciones

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	nº Ud.	Medición
4.10.	NRPPL0206	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0	158	158
Total partida 4.10.					158
4.11.	NRPPL0234	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc	224	224
Total partida 4.11.					224
4.12.	NRPPL2098	Ud.	Ud. de <i>Populus nigra</i> a raíz desnuda y altura >2m	87	87
Total partida 4.12.					87
4.13.	NRPO14	Ud.	Colocación de mala para protección individual de polietileno, de 60 cm de altura y 12 cm de diámetro. Aporcado y reparto por el tajo incluido.		
			Rodal I	954	954
			Rodal II	397	397
			Rodal III	1665	1665
			Rodal IX	827	827
			Rodal X	1390	1390
Total partida 4.13					5233



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Proyecto de restauración hidrológico –
forestal de la cárcava nº1 situada en el
“Alto de los Castaños” en la localidad
de Villantodrigo (Palencia)

DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO

Alumno: Sergio Galicia López

Tutor: Joaquín Navarro Hevia
Cotutor: Luis Ortiz Sanz

Septiembre de 2015

ÍNDICE

CUADRO DE PRECIOS N°1	1
CAPITULO I: EXACAVACIÓN.....	1
CAPITULO II: GAVIONES.....	1
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	1
CAPITULO IV: PLANTACIÓN	2
CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES	3
CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO.....	3
CUADRO DE PRECIOS N°2	4
CAPITULO I: EXACAVACIÓN.....	4
CAPITULO II: GAVIONES.....	4
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	4
CAPITULO IV: PLANTACIÓN	5
CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES	9
CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO.....	9
PRESUPUESTOS PARCIALES	10
CAPÍTULO I: EXACAVACIÓN.....	10
CAPITULO II: GAVIONES.....	10
CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO	10
CAPITULO IV: PLANTACIÓN	11
CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES	12
CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO.....	12
PRESUPUESTO GENERAL.....	13
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	13
PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	14

CUADRO DE PRECIOS N°1

CAPITULO I: EXCAVACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
1.1	D1.01	m ³	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	2,43

CAPITULO II: GAVIONES

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
2.1	D2.01	m ³	Gavión con malla metálica 8x10, n°16 y 0,5-1 m de altura, con piedra recogida “in situ” con pala y transporte de material hasta 8km. Incluso colocado en obra, cosido y atirantado con alambre galvanizado.	SETENTA Y CINCO con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	75,51

CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
3.1	C3.01	Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60-60-60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.	CERO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	0,82
3.2	C3.07	Ud.	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60-60-60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 500 hoyos/ha.	UN EURO con OCHENTA Y UN CÉNTIMO	1,81

Palencia, a 3 de Septiembre de 2015

El alumno

Fdo.: Sergio Galicia López

CAPITULO IV: PLANTACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
4.1	C.2.03	mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior al 50%.	DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	16,89
4.2	c.2.04	mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.	DIECINUEVE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	19,99
4.3	C.2.10	ha	Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1110 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (40%), <i>Pinus sylvestris</i> (40%), <i>Quercus ilex</i> (10%) <i>Prunus spinosa</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego	DOS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	2465,51
4.4	C.2.11	ha	Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego	CUATRO MIL ONCE EUROS con VENTIÚN CÉNTIMOS	4011,21
4.5	C.2.11	ha	Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	CUATRO MIL CUARENTA Y SEIS con TREINTA CÉNTIMOS	4046,3

Palencia, a 3 de Septiembre de 2015
El alumno

Fdo.: Sergio Galicia López

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
4.6	C.2.13	ha	Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	CINCO MIL QUINIENTOS TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	5503,34
4.6	C.2.13	ha	Plantación y tapado de un millar de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	5559,18
4.5.	NRRP056	Ud.	Estaquillas en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 816 estaquillas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Populus nigra</i> (50%), <i>Salix atrocinerea</i> (50%). Incluso realización de alcorque y primer riego.	DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	2444,33

CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
5.1.	DP2563	m	Albarrada de pacas de pajas de paja de 1,2 x 0,70 x 2,5 m puesta a pie de obra, fijadas con estacas.	OCHO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	8,63

CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Importe (€)	
				Letra	Cifra
6.1.	NRPO020	Ud.	Riego de planta forestal de 30 litros	UN EURO con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	1,66

Palencia, a 3 de Septiembre de 2015
El alumno

Fdo.: Sergio Galicia López

CUADRO DE PRECIOS N°2

CAPITULO I: EXCAVACIÓN

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio(€)	Subtotal (€)	Importe (€)
1.1	D1.01		m ³	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.			
		0,0430	h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	2,43	
Total partida							2,43

CAPITULO II: GAVIONES

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
2.1	D2.01		m ³	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 0,5-1 m de altura, con piedra recogida "in situ" con pala y transporte de material hasta 8km. Incluso colocado en obra, cosido y atirantado con alambre galvanizado.			
	O002	0,7500	h	Jefe cuadrilla R. G.	22,00	16,50	
	O005	1,1250	h	Peón construcción	19,00	21,38	
	P0703	0,4000	kg	Alambre galvanizado normal 1,3mm, p.o.	2,87	1,15	
	P0612	1,000	m ³	Malla-gavión galvanizada 8·10 nº16	17,90	17,90	
	MA015	0,300	h	Retroexcavadora mixta 71/100 CV	39,00	11,70	
	%002	3	%	Costes indirecto	68,63	2,05	
	NIF033	1,100	m ³	Carga/acopio con pala mecano D<=5m	0,47	0,52	
	NIF032	8,000	km	Transporte materiales	0,58	3,48	
Total partida							75,9

CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.1	C3.01		Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60·60·60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.			
	MA011	0,0143	h	Retroexcavador hidráulica 71/100CV	56,44	0,81	
	%001	0,0081	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
Total partida							0,82

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
3.2	C3.07		Ud.	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60-60-60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 500 hoyos/ha.			
	MD015	0,0230	h	Retroaraña 71/100 CV	55,50	1,28	
	%001	0,0128	%	Costes indirectos	1,00	0,01	
Total partida							1,29

CAPITULO IV: PLANTACIÓN

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.1	C.2.03		mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior al 50%.			
	MOB.1	1,000	h	Peón forestal	7,24	7,24	
	MOB.2	0,100	h	Capataz forestal	9,93	9,93	
	MAQ.49	0,120	h	Vehículo todoterreno 75-85CV c/remolque	72,20	8,66	
Total partida							16,89
4.2	c.2.04		mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.			
	MOB.1	1,200	h	Peón forestal	7,24	8,69	
	MOB.2	0,120	h	Capataz forestal	9,93	1,19	
	MAQ.49	0,140	h	Vehículo todoterreno 75-85CV c/remolque	72,20	10,11	
Total partida							19,99

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Presupuesto

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.3	C.2.10		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1110 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (40%), <i>Pinus sylvestris</i> (40%), <i>Quercus ilex</i> (10%) <i>Prunus spinosa</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	98,283	h	Peón forestal	7,24	711,57	
	MOB.2	26,107	h	Capataz forestal	9,93	259,24	
	NRPLF0 102	444	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	0,38	168,72	
	NRPLF0 103	444	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	0,41	182,04	
	NRPI02 16	111	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56	62,16	
	NRPPL0 206	56	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61	24,16	
	P0406	1110	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	455,1	
	MA018	12,21	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	536,26	
	P010509	33,3	m ²	Agua (p.o.)	0,54	17,92	
		2	%	Costes indirectos		48,34	
				Total partida			2465,51
4.4	C.2.11		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	149,66	h	Peón forestal	7,24	1083,47	
	MOB.2	76,35	h	Capataz forestal	9,93	758,18	
	NRPLF0 102	1280	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	0,38	486,4	
	NRPLF0 103	160	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	56	
	NRPI02 16	80	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	44,80	
	NRPPL0 206	80	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61	48,80	
	P0406	1600	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	656	
	MA018	17,6	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	772,99	
	P010509	48	m ³	Agua (p.o.)	0,54	25,92	
	%001	2	%	Costes indirectos	7,24	78,65	
				Total partida			4011,21

Alumno/a: Sergio Galicia López

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

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Presupuesto

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.5	C.2.11		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	149,66	h	Peón forestal	7,24	1083,47	
	MOB.2	76,35	h	Capataz forestal	9,93	758,18	
	NRPLF0 103	1280	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	0,41	524,8	
	NRPLF0 103	160	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	56	
	NRPPI02 16	80	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	44,80	
	NRPPI02 16	80	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56	44,80	
	P0406	1600	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	656	
	MA018	17,6	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	772,99	
	P010509	48	m ³	Agua (p.o.)	0,54	25,92	
	%001	2	%	Costes indirectos		79,34	
				Total partida			4046,3
4.6	C.2.13		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	246,075	h	Peón forestal	7,24	1781,58	
	MOB.2	35,025	h	Capataz forestal	9,93	347,8	
	NRPLF0 102	2000	Ud.	Ud de planta de <i>Pinus sylvestris</i> de edad 2+0 en alveolo de 250cc	0,38	760	
	NRPLF0 103	250	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	87,5	
	NRPPI02 16	125	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	70	
	NRPPL0 206	125	Ud.	Ud. de <i>Prunus spinosa</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,61	76,25	
	P0406	2500	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	1025	
	MA018	27,5	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	1207,8	
	P010509	75	m ³	Agua (p.o.)	0,54	40,5	
	%001	2	%	Costes indirectos		107,91	
				Total partida			5503,34

Alumno/a: Sergio Galicia López

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

PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO – FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL “ALTO DE LOS CASTAÑALES” EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA)

Presupuesto

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
4.7	C.2.13		ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.			
	MOB.1	246,075	h	Peón forestal	7,24	1781,58	
	MOB.2	35,025	h	Capataz forestal	9,93	347,8	
	NRPLF0103	2000	Ud.	Ud. de planta de <i>Pinus nigra salzmanii</i> de 1+0 en alveolo de 250 cc	0,41	820	
	NRPLF0103	250	Ud.	Ud. De planta de <i>Pinus pinaster</i> en alveolo de 250cc puesta a pie de obra	0,35	87,5	
	NRPPI0216	125	Ud.	Ud. de <i>Crataegus monogyna</i> en alveolo de 300cc, puesta a pie de obra	0,56	70	
	NRPPI0216	125	Ud.	Ud. de planta de <i>Quercus ilex</i> en alveolo de 300cc, edad 1+0 puesta a pie de obra	0,56	70	
	P0406	2500	Ud.	Malla tipo V8 de 0,60 m	0,41	1025	
	MA018	27,5	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	1207,8	
	P010509	75	m ³	Agua (p.o.)	0,54	40,5	
	%001	2	%	Costes indirectos		109	
				Total partida		5559,18	
4.8.	NRRP056		ha	Estaquillas en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 816 estaquillas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Populus nigra</i> (50%), <i>Salix atrocinerea</i> (50%). Incluso realización de alcorque y primer riego.			
	O002	11,43	h	Capataz forestal	9,93	1113,52	
	O001	80,319	h	Peón forestal	7,24	581,51	
	NRPPL2098	408	Ud.	Ud. de <i>Populus nigra</i> en estaquilla, puesta a pie de obra	0,37	150,96	
	NRPPL2099	408	Ud	Ud. de <i>Salix atrocinerea</i> en estaquilla, puesta a pie de obra	0,35	142,8	
	MA018	8,98	h	Camión cisterna agua 131/160 CV	43,92	394,40	
	P010509	24,48	m ³	Agua (p.o.)	0,54	13,21	
	%001	2	%	Costes indirectos		47,93	
				Total partida		2444,33	

Alumno/a: Sergio Galicia López

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

CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal(€)	Importe (€)
5.1.	DP2563		. m	Albarrada de pacas de pajas de paja de 1,2 x 0,7 x 2,5 m puesta a pie de obra, fijadas con estacas			
	O002	0,03	h	Capataz forestal	9,93	0,3	
	O001	0,1	h	Peón forestal	7,24	0,72	
	MA011	0,0215	h	Retroexcavadora hidráulica 71/100 CV	56,44	1,21	
	NPP0292	0,4	Ud.	Paca de paja 1,2 x 0,7 x 2,5 m puesta pie de obra	15	6	
	NPP0269	1	Ud.	Estaca de madera de 2,5 cm de diámetro y 80cm de longitud	0,4	0,4	
	%001	2	%	Costes indirectos			
Total partida						8,63	

CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO

nº orden	código	Cantidad	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Precio (€)	Subtotal(€)	Importe (€)
6.1.	NRPO020		Ud.	Riego de planta forestal de 10 litros			
	O002	0,025	h	Jefe de cuadrilla R.G.	22,00	0,55	
	MA018	0,025	h	Camión cisterna de agua 131/160 CV	43,92	1,09	
	PO10509	0,01	m³	Agua	0,54	0,005	
	%001	0,0052	%	Costes indirectos	1	0,02	
Total partida						1,66	

PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPÍTULO I: EXCAVACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	D1.01	m ³	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero.	159,4	2,43	387,34
Total capítulo I:						387,34

CAPITULO II: GAVIONES

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	D2.01	m ³	Gavión con malla metálica 8x10, nº16 y 0,5-1 m de altura, con piedra recogida "in situ" con pala y transporte de material hasta 8km. Incluso colocado en obra, cosido y atirantado con alambre galvanizado.	337,8	75,51	25507,28
Total capítulo II:						25507,28

CAPITULO III: PREPARACIÓN DEL TERRENO

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1	C3.01	Ud.	Apertura de cualquier tipo de hoyo, de 60-60-60 cm, con retroexcavadora, en suelo compacto. Densidad de plantación superior o igual a 700 pies/ha.	2265	0,82	1857,3
3.2	C3.07	Ud.	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60-60-60 cm, con retroaraña, pendiente superior al 50% y hasta donde esta lo permita. Con una densidad de hoyos superior a 500 hoyos/ha.	3055	1,81	5529,55
Total capítulo III						7386,85

CAPITULO IV: PLANTACIÓN

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1	C.2.03	mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente inferior al 50%.	2,179	16,89	36,79
4.2	c.2.04	mil	Reparto dentro del tajo de planta en bandeja con envase termoformado o rígido con capacidad >250 cm ³ empleada en los distintos métodos de plantación, en terreno con pendiente superior al 50%.	3,055	19,99	61,07
4.3	C.2.10	ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1110 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (40%), <i>Pinus sylvestris</i> (40%), <i>Quercus ilex</i> (10%) <i>Prunus spinosa</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	0,859	2465,51	2117,87
4.4	C.2.11	ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	0,248	4011,21	994,78
4.5	C.2.12	ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 1600 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	0,517	4046,3	2091,94

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.6	C.2.13	ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus sylvestris</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Prunus spinosa</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego.	0,666	5503,34	3665,22
4.7	C.2.14	ha	Plantación y tapado de una ha. de plantas en bandeja con capacidad >250 cm ³ en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito.. En terreno con pendiente superior al 50%. Con una densidad de 2500 plantas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Pinus nigra</i> (80%), <i>Pinus pinaster</i> (10%), <i>Quercus ilex</i> (5%) <i>Crataegus monogyna</i> (5%). Incluso colocación de malla protectora tipo V8, realización de alcorque y primer riego	0,556	5559,18	3090,90
4.8.	NRRP 056	ha	Estaquillas en hoyos ya preparado en suelos sueltos o tránsito. En terreno con pendiente inferior al 50%. Con una densidad de 816 estaquillas puestas a pie de obra. Compuesta por <i>Populus nigra</i> (50%), <i>Salix atrocinerea</i> (50%). Incluso realización de alcorque y primer riego.	0,513	2444,33	1253,94
Total capítulo IV						11406,51

CAPÍTULO V: MEDIDAS AMBIENTALES

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio(€)	Importe(€)
5.1.	DP256 3	m.l.	Albarrada de pacas de pajas de paja de 1,2 x 0,7 x 2,5 m puesta a pie de obra, fijadas con estacas	12	8,63	103,56
Total Capítulo V						103,56

CAPÍTULO VI: RIEGOS DE APOYO

nº orden	código	Ud.	Descripción de la unidad de obra	Medición	Precio(€)	Importe(€)
6.1.	NRPO 020	Ud.	Riego de planta forestal de 30 litros	15960	1,66	26493,6
Total partida Capítulo VI						26492,6

PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

Grupo de inversión 1: Diques

- Capítulo I: Excavación	387,34
- Capítulo II: Gaviones	25507,28
Total grupo de inversión 1	25894,62

Grupo de inversión 2: Repoblación

- Capítulo III: Preparación del terreno	7386,85 €
- Capítulo IV: Plantación (sin planta)	9132,77 €
Planta	2273,74 €
- Capítulo VI: Riegos de apoyo	26492,6 €
Total grupo de inversión 2	45285,96 €

Grupo de inversión 3: Medidas ambientales

- Capítulo V: Medidas ambientales	103,56 €
Total grupo de inversión 3	103,56 €

Grupo de inversión 4: Seguridad y salud.

- Capítulo VII: Seguridad y Salud	2138,52 €
Total grupo de inversión 4	2138,52 €

Total ejecución material

73422,66 €

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL ALTO DE LOS CASTAÑALES EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA) A LA CANTIDAD DE **SETENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS VENTIDÓS EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (73422,66 €)**”

Palencia, a 3 de Septiembre de 2015
El alumno

Fdo.: Sergio Galicia López

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material	73422,66 €
Gastos generales de la empresa (18%)	13216,08 €
Beneficio industrial (6%)	4405,36€
TOTAL PARCIAL	91044,1
IVA (21%) / 88770,4€	18641,78
IVA Planta (10%) / 2273,7€	227,37
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	108113,25

“ASCIENDE EL **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA** DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL DE LA CÁRACA N°1 SITUADA EN EL ALTO DE LOS CASTAÑALES EN LA LOCALIDAD DE VILLANTODRIGO (PALENCIA) A LA CANTIDAD DE **CIENTO OCHO MIL CIENTO TRECE EUROS con VENTICINCO CÉNTIMOS (108113,25 €)**”

Palencia, a 3 de Septiembre de 2015
El alumno

Fdo.: Sergio Galicia López