



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Proyecto de restauración de un tramo
del río Esla y gestión de los terrenos de
ribera anexos en la localidad de Valle
de Mansilla (León)

Alumno: Ignacio Arroyo Marcos

Tutor: Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio de 2018



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Proyecto de restauración de un tramo
del río Esla y gestión de los terrenos de
ribera anexos en la localidad de Valle
de Mansilla (León)

Documento I. Memoria

Alumno: Ignacio Arroyo Marcos

Tutor: Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio de 2018

Documento I. Memoria

Índice del Documento I. Memoria

Índice.....	1
Memoria.....	3
Anejo 1. Condicionantes del proyecto.....	47
Anejo 2. Situación actual.....	77
Anejo 3. Estudio de alternativas.....	85
Anejo 4. Ingeniería del proceso.....	119
Anejo 5. Ingeniería de las obras.....	137
Anejo 6. Programa de ejecución del proyecto.....	174
Anejo 7. Justificación de precios.....	182
Anejo 8. Evaluación del proyecto.....	196
Anejo 9. Estudio básico de seguridad y salud.....	213
Anejo 10. Bibliografía.....	239

DOCUMENTO I. MEMORIA

Memoria

Índice

Índice	5
Índice de fotografías	8
Índice de ilustraciones	8
Índice de tablas	8
1 Objeto del proyecto	9
1.1 Justificación del proyecto	9
1.2 Emplazamiento	9
1.3 Dimensión del proyecto.....	9
1.4 Agentes implicados.....	10
2 Antecedentes y motivación	11
3 Estudio del medio	14
3.1 Estado legal	14
3.1.1 Propiedad.....	14
3.1.2 Localización y accesos	14
3.1.3 Figuras de protección, restricciones y servidumbres	15
3.2 Estado natural	17
3.2.1 Edafología.....	17
3.2.2 Climatología	18
3.2.3 Topografía.....	19
3.2.4 Hidrología.....	19
3.2.5 Fauna.....	20
3.3 Estado forestal	21
3.4 Estado socioeconómico	21
3.5 Estado actual	22
3.5.1 Zona de la obra de bioingeniería muro Krainer	22
3.5.2 Zona de implantación de la banda de vegetación ripícola	22
3.5.3 Zona de repoblación de chopera de producción.....	22

4	Estudio de alternativas	24
4.1	Estudio de alternativas restauración hidrológica	24
4.1.1	Obra civil	24
4.1.2	Obra de bioingeniería	24
4.2	Estudio de alternativas zona de implantación de la banda de vegetación ripícola	26
4.2.1	Especies a plantar	26
4.2.2	Marco de plantación	27
4.2.3	Tipo de material vegetal a utilizar	27
4.3	Estudio de alternativas repoblación chopera de producción	27
4.3.1	Especie a repoblar	27
4.3.2	Clones chopos	28
4.3.3	Método de plantación	29
4.3.4	Marco de plantación	29
5	Ingeniería del proyecto	30
5.1	Ingeniería del proceso	30
5.1.1	Obra de bioingeniería muro Krainer	30
5.1.2	Implantación banda vegetación ripícola	30
5.1.3	Repoblación chopera de producción	31
5.2	Mantenimiento de las obras	32
5.2.1	Obra de bioingeniería muro Krainer	32
5.2.2	Implantación banda vegetación ripícola	33
5.2.3	Repoblación chopera de producción	33
6	Programa de ejecución del proyecto	35
6.1	Plazo de ejecución	35
6.2	Programación	35
6.2.1	Obra de bioingeniería muro Krainer	35
6.2.2	Implantación banda vegetación ripícola	35
6.2.3	Repoblación chopera de producción	36
7	Normas de explotación del proyecto	37
7.1	Cuestiones comunes para todas las actuaciones	37
7.1.1	Maquinaria	37
7.1.2	Mano de obra	37
7.2	Obra de bioingeniería muro Krainer	37

7.3	Implantación banda vegetación ripícola.....	37
7.3.1	Tratamientos selvícolas podas y clareos.....	37
7.4	Repoblación chopera de producción.....	38
7.4.1	Tratamientos selvícolas gradeos y podas.....	38
7.4.2	Tratamientos fitosanitarios.....	38
7.4.3	Corta final.....	40
8	Resumen estudio básico de seguridad y salud.....	41
9	Evaluación del proyecto económica, social y ambiental.....	43
9.1	Evaluación económica.....	43
9.2	Evaluación social.....	43
9.3	Evaluación ambiental.....	44
9.4	Conclusiones.....	44
10	Resumen del presupuesto.....	45
10.1	Presupuesto general.....	45
10.2	Resumen del presupuesto.....	45

Índice de fotografías

Fotografía 1: Red de accesos	15
Fotografía 2: Intersección de zona de actuación con Red Natura	16
Fotografía 3: Detalle proceso erosivo	22
Fotografía 4: Chopera de producción en pie	23
Fotografía 5: Muro Krainer	25

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Zonificación espacio fluvial	17
Ilustración 2: Alturas lámina de agua en función del caudal	20
Ilustración 3: Tridimensional muro Krainer	26

Índice de tablas

Tabla 1: Datos SIGPAC y propiedad.....	14
Tabla 2: Coordenadas UTM Datum ETRS89 HUSO 30.....	14
Tabla 3: Resultados análisis suelo	18
Tabla 4: Resumen datos meteorológicos.....	19
Tabla 5: Modelo de gestión de chopera de producción	34
Tabla 6: Resumen presupuesto ejecución de material	45
Tabla 7: Resumen del presupuesto ejecución por contrata	45

1 Objeto del proyecto

1.1 Justificación del proyecto

En ocasiones los cursos de agua en su forma naturalizada pueden provocar daños de diferente índole sobre casas, caminos y otro tipo de infraestructuras que se pueden encontrar cerca estos.

En el caso que atañe al presente proyecto el río Esla, uno de los principales afluentes del río Duero y con mayor entidad dentro de la cuenca hidrográfica del Duero, está comenzando a degradar notablemente una de las márgenes del cauce pudiendo llegar a producir daños importantes sobre un molino antiguo restaurado, caminos de concentración y sobre las fincas anexas originando grandes pérdidas a los propietarios de las mismas. Si no se llevaran a cabo las medidas correctoras que se proponen en este proyecto a lo largo de los años se podría originar, por la zona más vulnerable, un nuevo cauce que podría afectar directamente a alguna localidad aguas debajo de la zona a restaurar.

Para poder corregir el problema se estabilizará la zona de la margen degradada mediante técnicas bioingeniería y se procederá a la repoblación de una banda de protección mediante vegetación ripícola. A la vez que se realizan estas dos actuaciones se llevará a cabo la repoblación de una finca anexa con chopo de producción que aportará unos ingresos importantes en el momento de la corta a la entidad propietaria. El objeto de esta repoblación será la obtención de madera de calidad para la fabricación de tablero contrachapado.

1.2 Emplazamiento

El proyecto se va a realizar en la localidad de Valle de Mansilla, localidad perteneciente al término municipal de Villasabariego en la provincia de León.

La obra de bioingeniería se construirá en la parcela 9038 del polígono 403 perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Duero, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (se requerirá de los permisos pertinentes dado que la obra se realizará en dominio público hidráulico). La repoblación de la banda de vegetación con especie ripícolas y la que se va a realizar con chopo de producción se va a ejecutar sobre la parcela 5041 del polígono 403. Esta parcela pertenece a la Entidad Local Menor de Valle de Mansilla y como se ha comentado con anterioridad se encuentra en el término municipal de Villasabariego.

1.3 Dimensión del proyecto

La obra de bioingeniería que se va a utilizar para evitar que se siga erosionando el talud de la orilla del río será mediante un muro Krainer. Se va a realizar un muro de 121,03 metros de longitud en la margen derecha del río Esla.

Las fincas que se va a repoblar con chopo de producción lindan completamente en su parte sur con el cauce del río. La única zona entre la finca a repoblar con chopo y el río y que se encuentra desarbolada de vegetación ripícola es donde se va a realizar el muro, por esta razón se va a realizar la repoblación con especies típicas de ribera en los 15 primeros metros a partir del muro construido. La superficie a repoblar será de 0,11 hectáreas.

Por último, se van a repoblar con chopo de producción la superficie que se talará próximamente y que es un total de 14,51 hectáreas.

1.4 Agentes implicados

- ◆ Promotor: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla.
- ◆ Proyectista: Ignacio Arroyo Marcos.
- ◆ Contratista: por definir.
- ◆ Director de Obra y Responsable de Seguridad y Salud: Ignacio Arroyo Marcos.

2 Antecedentes y motivación

Desde comienzos del siglo XX se vienen realizando plantaciones de choperas de producción en las vegas de los ríos castellano y leoneses. Generalmente las fincas ocupadas por estas plantaciones son fincas que no se pueden utilizar para producción agraria por dos razones fundamentales: la primera sería por la baja calidad media del terreno respecto a los terrenos eminentemente agrícolas, generalmente son terrenos con muchas gravas y lavados en definitiva terrenos degradados y una segunda razón es que dada la proximidad a los cauces son zonas que frecuentemente se inundan hecho que hace que se produzcan daños importantes a los cultivos agrícolas y que los propios agricultores no quieren asumir.

El caso de las parcelas que se van a repoblar en este proyecto entraría dentro de la segunda razón. Para paliar en la medida de lo posible las inundaciones y los continuos arrastres de terreno y proteger la margen dañada se realizará el muro Krainer. Una vez plantada la chopera se realizarán cultivos con plantas anuales de la familia de las gramíneas para evitar que el suelo se encuentre “desnudo” en épocas de alto riesgo de inundación (se explicará detenidamente más adelante)

Actualmente se están invirtiendo recursos para la mejora de las riberas de nuestros ríos, mediante diferentes planes y proyectos tanto como comunitarios como nacionales e incluso proyectos europeos. A través de las diferentes figuras de protección (LIC, ZEPA...etc) se está consiguiendo que las riberas soporten bandas de vegetación con arbolado principalmente ripícola, esto hace que las márgenes de los ríos vayan encaminadas hacia una naturalización que aportara riqueza ecológica a los diferentes hábitats.

Con la aprobación del Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero para el periodo 2015-2021 se da un paso más para que se consiga lo anteriormente expuesto ya que se aprobaron, en función de la entidad de los ríos, el no poder plantar especies que no sean típicas de ribera en las denominadas bandas de protección del cauce que comprenden entre los 5 y los 15 metros a ambas márgenes de los cursos fluviales.

Directamente relacionado con las bandas de protección se realizará la repoblación con especies riparias de la zona que no se encuentra poblada con este tipo de especies vegetales. Según el Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, se establece que en el río Esla desde el embalse de Riaño hasta su desembocadura en el Duero aguas abajo del embalse de Ricobayo en Muelas del Pan se tiene que respetar una banda de 15 metros en cada margen, por esta razón se propone la repoblación con especies de ribera de esa superficie.

Retomando la actuación del proyecto consistente en la repoblación de una superficie con cierta entidad con chopo de producción cabe destacar que actualmente el valor de la madera de este tipo de arbolado se encuentra al alza. El ingreso por la venta de la madera para las entidades públicas propietarias de los terrenos, es el caso concreto en este proyecto, supone en muchos casos el único ingreso extraordinario para las arcas de las entidades locales. Por lo tanto, de estos ingresos dependen muchas de inversiones que tienen que hacer los pueblos como pueden ser mejoras en la red de abastecimiento, inversiones en eficiencia energética y un sinfín de

actuaciones que se pueden llevar a cabo. Es importante ya que pueden llegar a ser autosuficientes y no tener que estar dependiendo de presupuestos ni subvenciones de las administraciones superiores, ahorrando a estas a su vez una importante suma de dinero.

Las ventajas de las choperas de producción son múltiples y variadas. Entre ellas se pueden destacar las siguientes:

- ◆ Se pueden comportar como filtros verdes. Los lixiviados procedentes de los riegos de las explotaciones agrícolas, que generalmente contienen grandes cantidades de nitratos y fosfatos, pasan a través del terreno donde se encuentran las raíces de los chopos que absorben y adsorben tanto estos componentes como otros que puedan contener estos lixiviados. El disminuir la cantidad de elementos minerales y materia orgánica que llegue a los cauces evitará en gran medida que se produzcan fenómenos que puedan llegar a ser muy gravosos para los ecosistemas fluviales como puede ser la eutrofización
- ◆ La retención y fijación de suelos en estas zonas inundables gracias a este tipo de arbolado es una ventaja de este tipo de plantaciones. A parte realizan una función de estabilización de las riberas y márgenes de los ríos
- ◆ Una de las ventajas y que actualmente está muy en boga de la sociedad es la captura de CO₂ por parte de los árboles. En el caso de las choperas pueden llegar a capturar hasta 12 t de CO₂ por hectárea y año (fuente: Junta de Castilla y León) lo que teniendo en cuenta que el turno medio de una choperas de producción es de 15 años a lo largo de su vida capturará 180 t de CO₂.
- ◆ Aunque ya se ha hecho referencia anteriormente cabe resaltarlo de nuevo y hacer hincapié en la importante fuente de ingresos que es para las economías domésticas de las entidades locales.
- ◆ Relacionado con el punto anterior y dado las innumerables actuaciones que se han de hacer en las choperas es un apoyo muy importante tanto para la fijación de población rural como fuente de creación de empresas y trabajo. A parte del trabajo directo alrededor de las choperas se desarrolla un tejido laboral de mucho calado y que afecta tanto al sector primario como al secundario como al terciario. La instalación de fábricas en la comunidad que utilizan como materia prima principalmente el chopo es un hecho, y tiene una razón muy clara y es que Castilla y León es la comunidad con mayor extensión de choperas de producción de España aproximadamente cuenta con unas 44.000 hectáreas, y por lo general este tipo de industrias se instalan cerca de donde se encuentra su principal producto de transformación.
- ◆ Tener este tipo de cultivo en zonas próximas a los ríos hará que sea más accesible el poder llegar a los cauces para entre otras cosas por ejemplo poder mantener en buen estado los cursos de los ríos. Esta facilidad de accesibilidad puede ser beneficiosa tanto por la razón expuesta anteriormente como por otras muchas como facilitar la vigilancia de las zonas a las diferentes guarderías de las administraciones y también para un uso más particular que hará crecer las posibilidades para realizar actividades en las márgenes de los ríos como pueden ser rutas a pie o practicar un deporte tan extendido en esta comunidad como la pesca.

- ◆ Las choperas no de dejan de ser un tipo de cultivo forestal y para que de una buena producción se han de cuidar y realizar los tratamientos culturales necesarios para ello. Esto lleva a apuntar que la chopera se mantendrá limpia lo que facilitará en caso de riada el tránsito del agua evitando de este modo arrastres de material vegetal que puedan provocar taponos en el río y producir daños a infraestructuras.

Una vez explicadas las motivaciones y justificaciones del porqué de cada actuación, una de las razones del proyectista para realizar este trabajo era que le dejaran realizar las tres actuaciones conjuntamente y el motivo es hacer ver que sobre los terrenos anexos a los cauces se puede compatibilizar perfectamente varios usos protector, mediante la repoblación de especies de vegetación de ribera y mediante la construcción del muro Krainer que evitará la erosión, productivo con la repoblación de chopo de producción, recreativo viene dado por las dos anteriores, como se comentó se puede llegar a valorar la posibilidad de realizar algún escenario de pesca o motivar la realización de alguna senda de ribera.

3 Estudio del medio

3.1 Estado legal

3.1.1 Propiedad

La finca que se va a repoblar con chopo de producción y la banda que se repoblará con especies ripícolas pertenecen a la Entidad Local Menor de Valle de Mansilla, localidad perteneciente al término municipal de Villasabariego en la provincia de León. La infraestructura de bioingeniería, muro Krainer, se ejecutará en dominio público hidráulico, por lo que esta zona pertenece a la Confederación Hidrográfica del Duero, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Para realizar esta se deberán conseguir los permisos pertinentes.

En la siguiente tabla se definen según SIGPAC las fincas sobre las que se va a actuar y la propiedad de cada una de ellas:

Tabla 1: Datos SIGPAC y propiedad

	Provincia	Término municipal	Polígono	Parcela	Superficie (m ²)	Pertenencia
1	24	229	403	5041	201.213,00	E.L.M. Valle de Mansilla
2	24	229	403	9038	247.157,00	MAPAMA

Fuente: SIGPAC y E.L.M. Valle de Mansilla.

3.1.2 Localización y accesos

Como se ha comentado con anterioridad el proyecto se llevará a cabo en terrenos sitos en la localidad de Valle de Mansilla en la provincia de León.

El proyecto queda delimitado según las coordenadas UTM del sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Referente System 1989) que aparecen en la siguiente tabla (coordenadas obtenidas a través de SIG):

Tabla 2: Coordenadas UTM Datum ETRS89 HUSO 30

	Coordenada X	Coordenada Y
Norte / Este	308.186,13	4.711.810,32
Sur / Oeste	306.733,57	4.711.065,50

Fuente: elaboración propia.

El acceso a la zona del proyecto se realiza desde la propia localidad de Valle de Mansilla a través de uno de los caminos construidos cuando se realizó la

concentración parcelaria de la zona y que llega hasta el río. A esta localidad se llega a través de la carretera LE-5625, carreta perteneciente a la Diputación de León.

Fotografía 1: Red de accesos



Fuente: elaboración propia.

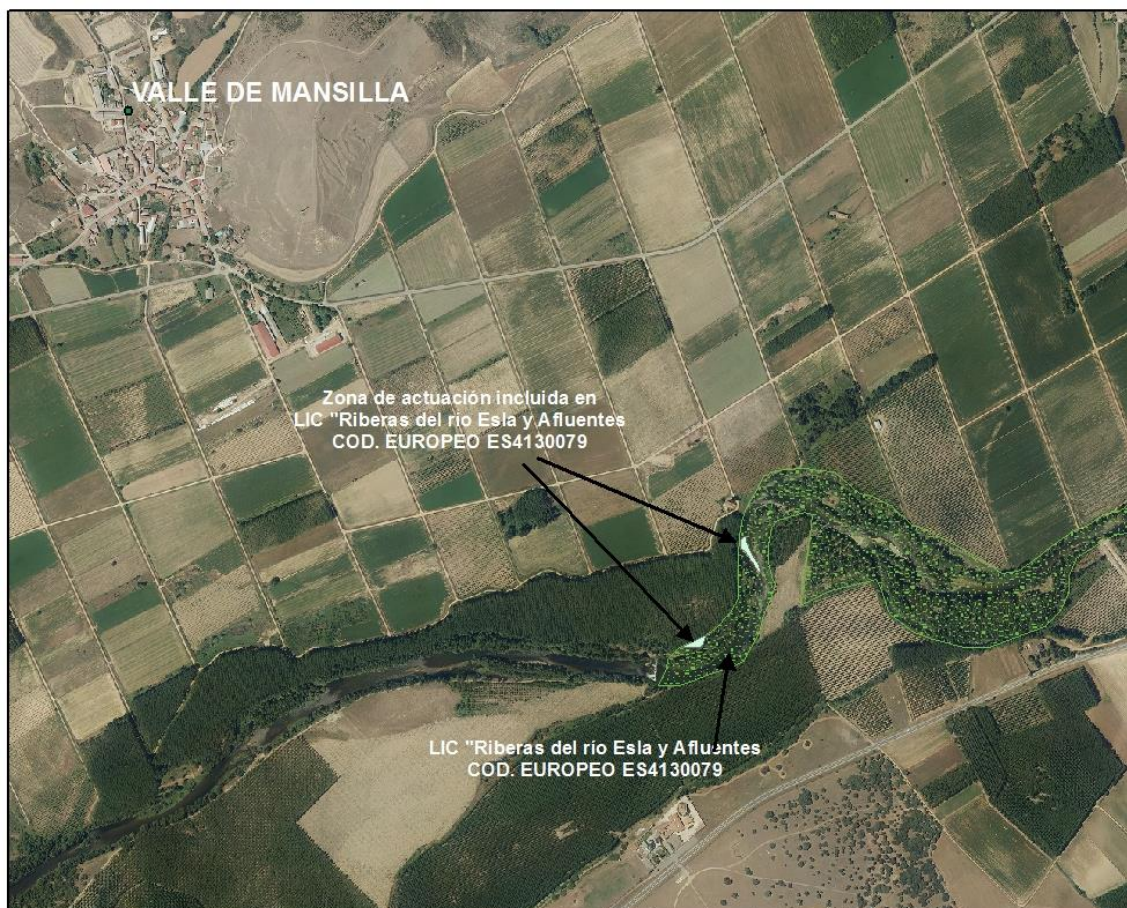
3.1.3 Figuras de protección, restricciones y servidumbres

Coincidente con la zona situada más al norte y este de la finca 5041 se encuentra una pequeña superficie incluida dentro de la figura de protección de la Red Natura 2000 definida como LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) y cuyo nombre y código son los siguientes: Riberas del Río Esla y afluentes código ES4130079.

La superficie coincidente es de 0,16 hectáreas, parte de esta superficie se encuentra poblada con especies típicas de ribera, otra zona es el depósito de gravas y el resto de la superficie está poblada con chopo de producción. Dado que una de las

posibles causas de vulnerabilidad de este LIC, según su ficha, puede proceder de entre otras actuaciones, por las plantaciones de choperas de producción, esta superficie se repoblará con especies ripícolas. Cabe resaltar que esta superficie es la que se denomina en el proyecto como la banda de protección y que es la superficie anexa al muro Krainer.

Fotografía 2: Intersección de zona de actuación con Red Natura



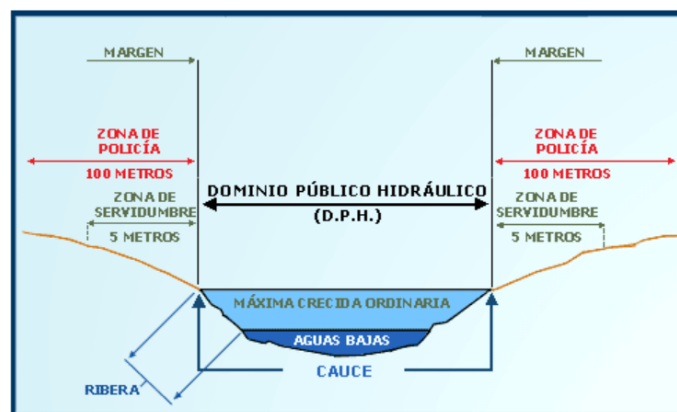
Fuente: elaboración propia.

Como la superficie a repoblar linda con un LIC se solicitarán los permisos necesarios para llevar a cabo las actuaciones. Dichos permisos se solicitarán a la administración competente que en este caso en la Junta de Castilla y León concretamente a la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Servicio Territorial de Medio Ambiente de León.

Igualmente se solicitarán los permisos para realizar las actuaciones a la Confederación Hidrográfica del Duero ya que las actuaciones se encuentran dentro de dominio público hidráulico (muro Krainer) zona de policía (implantación de la banda de vegetación ripícola y repoblación de la chopera de producción).

En la siguiente imagen se puede observar, de acuerdo con la legislación de aguas (*Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas*), la zonificación del espacio fluvial:

Ilustración 1: Zonificación espacio fluvial



Fuente: MAPAMA.

Respecto a servidumbres sobre la zona de actuación no cabe reseñar nada más que lo anteriormente expuesto.

3.2 Estado natural

3.2.1 Edafología

El estudio edafológico se realizó únicamente en la zona de las parcelas donde se va a implantar la chopera de producción. Para poder realizar una caracterización del suelo y poder detectar posibles problemas o incompatibilidades con el suelo se realizaron cuatro análisis completos de tierra en diferentes zonas de la futura plantación.

Se determinó que la superficie a plantar es bastante homogénea. Gracias a los análisis se pudo determinar que no iba a ver ninguna incompatibilidad entre los clones que se han elegido y alguna de las características de suelo como podía ser el pH, caliza activa...etc.

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los análisis:

Tabla 3: Resultados análisis suelo

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Profundidad	0,5 - 1 m	0,5 - 1 m	0,5 - 1 m	0,5 - 1 m
Elementos gruesos	34,63%	12,30%	19,21%	46,06%
Bloques + cantos	6,42%	0,00%	9,60%	14,60%
Bloques	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cantos	6,42%	0,00%	9,60%	14,60%
Gravas	28,21%	12,30%	9,61%	31,46%
Gravas gruesas	22,14%	6,35%	4,70%	23,14%
Gravas finas	19,42%	4,66%	1,31%	20,96%
Gravillas	6,65%	1,29%	0,60%	7,36%
Arena	88,55%	77,00%	82,25%	86,95%
Arena fina	24,35%	42,80%	39,85%	26,85%
Limo	6,35%	16,20%	10,70%	7,45%
Arcilla	5,10%	6,80%	7,05%	5,60%
Textura	arenosa	franco-arenosa	arenosa	arenosa
Carbonatos	0,00%	1,46%	0,00%	0,81%
Caliza activa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Materia orgánica	1,99%	3,94%	4,21%	3,01%
Capacidad de I. C. (meq/100g)	7,41	11,26	12,52	8,96
pH	7,72	7,75	7,41	7,89
Conductividad (mmhos/cm)	0,06	0,16	0,10	0,08
Fósforo (ppm)	1	1	1	1
Potasio (ppm)	45	40	25	32
Calcio (meq/100g)	10,3	16,1	8,5	11,6
Magnesio (meq/100g)	0,39	0,91	0,54	0,36
Sodio (meq/100g)	0,02	0,05	0,06	0,01

Fuente: elaboración propia a partir de análisis realizados por ITAGRA.

3.2.2 Climatología

En este apartado se puede observar un pequeño resumen del estudio climatológico realizado y que se puede consultar completamente en el *Anejo 1 Condicionantes del Proyecto*.

En la siguiente tabla se exponen los parámetros climáticos más importantes respecto a la afección del proyecto:

Tabla 4: Resumen datos meteorológicos.

MES	M.A. (°C)	T.MA (°C)	T.M. (°C)	T (°C)	T.m (°C)	T.ma (°C)	m.a. (°C)	P. (mm)
ENE	19,00	9,40	4,70	3,20	-0,70	-3,10	-6,50	50,00
FEB	18,80	12,60	6,40	4,70	0,00	-3,20	-7,10	34,50
MAR	25,20	19,20	9,60	7,60	1,90	-0,90	-4,00	32,00
ABR	29,20	19,20	10,70	9,00	3,30	-0,30	1,50	44,80
MAY	31,80	21,50	13,10	12,60	6,60	3,20	3,70	56,30
JUN	36,00	27,50	18,60	17,10	10,20	8,00	7,00	30,70
JUL	36,40	30,30	24,70	19,80	12,20	10,50	8,00	19,40
AGO	38,20	29,50	23,80	19,60	12,30	10,50	5,90	22,80
SEP	37,40	27,90	17,80	16,50	10,10	7,50	3,00	38,90
OCT	28,00	20,20	12,00	11,70	6,70	4,70	1,00	61,10
NOV	22,00	15,90	9,10	7,00	2,80	0,20	-5,00	59,10
DIC	19,00	10,60	6,10	4,20	0,40	-3,40	-6,20	65,60

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación meteorológica de AEMET de la Virgen del Camino (Le) periodo comprendido entre 1981-2010.

Donde:

- M.A. T^a Máxima absoluta mensual
- T.MA. T^a Media de las máximas absolutas mensuales
- T.M. T^a Media de las máximas mensuales
- T. T^a Media mensual
- T.m. T^a Media de las mínimas mensuales
- T.ma T^a Media de las mínimas absolutas mensuales
- m.a. T^a Mínima absoluta mensual
- P. Precipitación media mensual

3.2.3 Topografía

La zona de actuación carece prácticamente de pendientes siendo muy escaso el desnivel de la zona más alta respecto a la más baja (pendientes inferiores al 0,1%). La altura media sobre el nivel del mar es de 807 metros, estos datos no son limitantes respecto a las especies a plantar

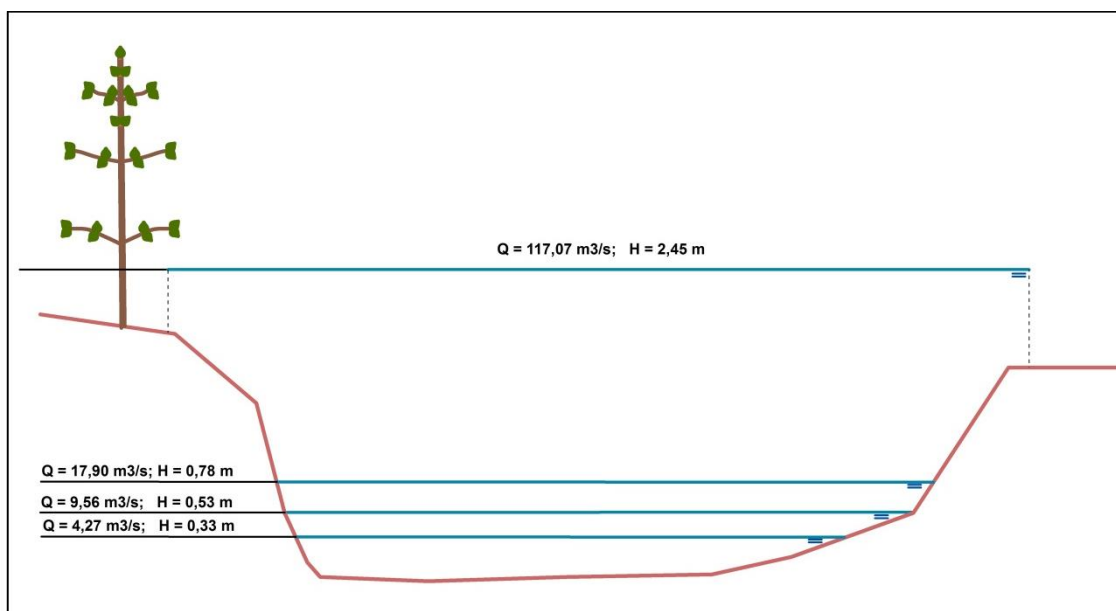
3.2.4 Hidrología

El proyecto se encuentra localizado dentro de una de las vegas más fructíferas de Castilla y León. El río Esla es uno de los afluentes más importantes del Duero aportando gran parte del caudal que transportará este en su travesía por Portugal.

Los datos utilizados para realizar los cálculos hidráulicos del este proyecto se han obtenido de la estación foronómica nº 2111 del río Esla en Villomar. La estación se encuentra a aproximadamente 2 kilómetros aguas abajo de la zona de actuación. Esta estación pertenece a la red nacional que tiene el CEDEX Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Estos datos se han utilizado para poder calcular las diferentes alturas que alcanzaría la lámina de agua en la zona en la que se ha proyectado la construcción del muro Krainer en función del caudal que transporta el río. Los cálculos de la altura a la que llegaría el agua en función del caudal que transporte el río se pueden ver en el *Anejo nº 5 Ingeniería de las obras*.

Ilustración 2: Alturas lámina de agua en función del caudal



Fuente: MAPAMA.

La altura para el caudal medio máximo mensual es ficticia ya que hasta llegar a la altura de cálculo ha tenido que inundarse una amplia zona que no se ha tenido en cuenta. El dato con el que quedarse es que con un caudal de 117 m³/s el río se desborda ampliamente.

3.2.5 **Fauna**

Según la ficha resumen del LIC Riberas del Río Esla y Afluentes nos podemos encontrar con las siguientes especies animales incluidas en Anexo II (Dir. 92/43/CEE) y cuya conservación por el hecho de estar incluidas es obligatoria:

Mamíferos

Rhinolophus ferrumequinum (Murciélago grande de herradura), Galemys pyrenaicus (Desmán ibérico) y *Lutra lutra* (nutria).

Anfibios y reptiles

Discoglossus galganoi (Sapillo pintojo ibérico).

Peces

Chondrostoma polylepis (Boga de río) y *Rutilus arcasii* (Bermejuela).

Invertebracos

Coenagrion mercuriale (Caballito del diablo).

A parte de las especies anteriormente mencionadas también podemos encontrar las siguientes especies reseñables:

Rana perezi (rana común), *Natrix maura* (culebra bastarda), *Pica pica* (corneja), *Passer hispaniolensis* (gorrión), *Anax platyrhynchos* (ánade real), *Buteo buteo* (ratonero común), *Microtus sp.* (topillo), *Sus scrofa* (jabalí), *Vulpes vulpes* (zorro), *Oryctolagus cuniculus* (conejo) y *Capreolus capreolus* (corzo).

3.3 Estado forestal

La vegetación espontánea, ripícola que se encuentra por las zonas anexas se encuentra principalmente en los márgenes de la plantación, en las proximidades del cauce y en los linderos con otras fincas.

En la primera franja desde el cauce predominan las especies del género *Salix*, así como sus híbridos, acompañados por *Scirpus lacustris* y herbáceas hidrófilas.

Algo más alejas del cauce, se encuentran las choperas-saucedas donde aparecen *Populus nigra*, *Populus alba*, *Ulmus minor* y *Fraxinus angustifolia*. A partir de esta franja es donde se enclavan las choperas.

Es muy habitual tanto dentro de las choperas como en los bordes encontrarse con especies arbustivas como las incluidas en los géneros *Rubus*, *Crataegus* y *Rubus*.

Evidentemente a lo largo de la vega del río Esla y concretamente en esta zona predominan en lo que se refiere a bosques las choperas de producción.

3.4 Estado socioeconómico

La localidad de Valle de Mansilla se encuentra enclavada en el Municipio de Villasabariego. Dentro de este Municipio se encuentran también las siguientes localidades Lancia, Palazuelo de Eslonza, Villabúrbula, Villacontilde, Villafalé, Villafañe, Villarente, Villiguer y Villimer.

El Municipio cuenta con una superficie de 59,75 km² y con una población de 1.152 habitantes a fecha 01/01/2017 según los datos del Instituto Nacional de Estadística, lo que supone una densidad de población de 19 habitantes por km². Esta densidad supone encontrarse por debajo de la densidad media rural estatal que se encuentra en casi 20 habitantes por km², considerándose una densidad de población baja.

3.5 Estado actual

3.5.1 Zona de la obra de bioingeniería muro Krainer

A fecha de este proyecto la zona erosionada, donde se va a construir la obra de bioingeniería sigue con la dinámica natural de arrastre de material y se sigue abriendo una brecha por donde fluirá el agua de no actuar.

El proceso erosivo comenzó aproximadamente hace unos cinco años originado por un tapón de vegetación que fue arrastrada por el río hacia la orilla opuesta lo que hizo que se redirigiera la corriente hacia la orilla de la margen derecha. Aunque esa masa vegetal ya fue retirada se fue sedimentando material con lo que no se pudo corregir de nuevo la dirección del agua.

Fotografía 3: Detalle proceso erosivo



Fuente: propia.

3.5.2 Zona de implantación de la banda de vegetación ripícola

Existe una amplia zona de esta banda que se encuentra ocupada por la chopera de producción aun en pie. Dado que ya es la segunda vez que se va a cortar la chopera de la anterior se dejaron tocones sin arrancar por lo que también hay rebrotes de chopo de dimensiones considerables que se deberán de eliminar.

3.5.3 Zona de repoblación de chopera de producción

La superficie que se va a repoblar con chopo de producción se subastó en enero del presente año dando un plazo para el aprovechamiento de la misma según el pliego por el que se rige de 8 meses, es decir a finales de septiembre tiene que estar cortada y sin los restos del aprovechamiento.

A partir de octubre cuando la finca esté limpia y se puedan realizar los trabajos comenzaran las actuaciones que se definen en este proyecto. En la siguiente imagen se puede observar la chopera aun en pie.

Fotografía 4: Chopera de producción en pie



Fuente: propia.

4 Estudio de alternativas

4.1 Estudio de alternativas restauración hidrológica

4.1.1 Obra civil

Existen múltiples maneras de corregir la erosión de las orillas de un cauce de un río por la acción del agua. En este caso se plantean o se tienen en cuenta las opciones más afines a la ingeniería civil propiamente dicha.

Entre las obras más representativas de este tipo y para este fin podemos encontrar las siguientes:

- ◆ Escollera con piedra.
- ◆ Deflectores de piedra, gaviones u otros materiales, esta infraestructura generalmente va asociada a otras.
- ◆ Muros de hormigón, contruidos *in situ* o prefabricados.
- ◆ Muros de gaviones.

En un principio las Confederaciones Hidrográficas en concreto la del Duero que es la que atañe a este proyecto son muy reacias en general a realizar correcciones de este tipo y aún más remisas si no son correcciones que se puedan naturalizar o mimetizar con el entorno. Actuadamente pretenden dejar que la dinámica fluvial de los ríos actúe de forma natural y las actuaciones que se presenta para su aprobación han de estar convenientemente justificadas para que las aprueben ya que es el organismo oficial que tiene potestad para ello.

Probablemente cualquiera de los métodos arriba mencionados podrían valer para la corrección erosiva de este proyecto, pero se descartan de base por las explicaciones que se han dado en el párrafo anterior.

En el caso de que la erosión afectara algún tipo de infraestructura viaria importante, alguna construcción habitada o tuviera que ser una corrección de carácter urgente probablemente se aprobaría este tipo de actuaciones.

Se han descartado de antemano también los geotextiles inorgánicos de fabricación de derivados del petróleo. En este caso por una cuestión técnica ya que con la fuerza del agua que tiene en esa zona y la pendiente del talud serían arrastrados.

4.1.2 Obra de bioingeniería

Las obras de bioingeniería tienen las siguientes finalidades:

- ◆ Técnica: principalmente protección frente a la erosión, la estabilización de laderas o la estabilización de márgenes.
- ◆ Ecológica: rehabilitación de los ecosistemas.

◆ Estéticas: integración de obras y construcciones en el paisaje.

Estas obras tienen entre otras ventajas permitir una mayor permeabilidad que otro tipo de obras civiles como por ejemplo los muros de hormigón. Esto supone en la práctica que se pueda mantener un nivel freático a una altura aceptable en la zona que para el caso que incumbe es muy importante ya que apoyará con este aporte parte del agua necesaria para la viabilidad de la chopera que se plantará.

Dada la magnitud curso de agua, en la zona donde se pretende realizar la actuación, pueden pasar caudales de 200 m³/s y superiores (dato de caudal máximo medido entre los años 2003-2014, obtenido del CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, y procedente de estación foronómica nº 2111 del río Esla en Villomar, dicha estación se encuentra a 1,1 km del área de actuación y entre los dos puntos no existe ningún aporte de caudal superficial), se desecha la opción de la empalizada, estimando más segura la opción elegida.

Las opciones de bioingeniería que se barajaron fueron las siguientes:

- ◆ Empalizada.
- ◆ Fajina.
- ◆ Entramado vivo.

Las velocidades del agua en la zona, la altura del talud y las características intrínsecas propias del tipo erosivo que se está produciendo desaconsejan tanto el trenzado vivo como la fajina viva.

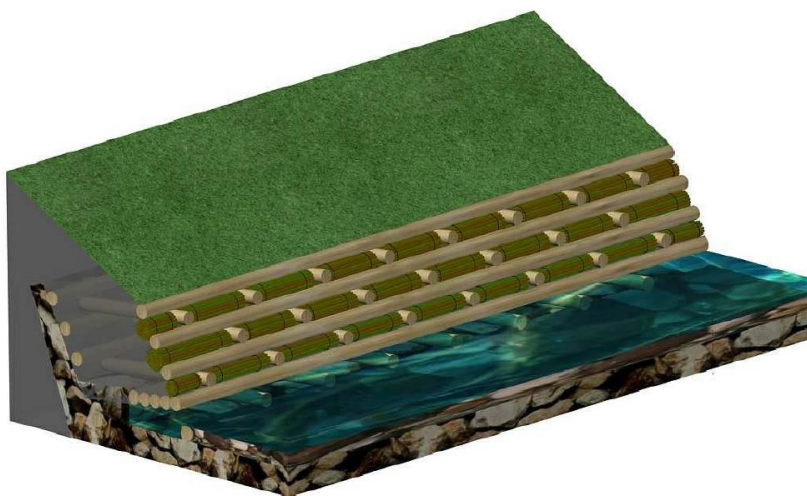
A pesar de ser un río regulado, el Esla tiene variaciones muy importantes de caudal en época de lluvia lo que conlleva a variaciones de nivel y que el proceso erosivo se esté produciendo en varias alturas del talud. La altura del talud es otro de los limitantes de este tipo de actuaciones siendo la más aconsejable el entramado vivo, en el caso del presente proyecto muro Krainer.

Fotografía 5: Muro Krainer



Fuente: Aquanea S.L.

Ilustración 3: Tridimensional muro Krainer



Fuente: Peter Rauch, H. (2008).

4.2 Estudio de alternativas zona de implantación de la banda de vegetación ripícola

En la actuación del establecimiento de la banda de protección no cabía alternativa ya que viene impuesto en la aprobación del Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero para el periodo 2015-2021.

Se pretende con esta actuación que se vaya naturalizando las orillas del río Esla a su paso por Valle de Mansilla. El Plan Hidrológico actual propone que, en función de la entidad de los ríos, el no poder plantar especies que no sean típicas de ribera y autóctonas de la zona en las denominadas bandas de protección del cauce que comprenden entre los 5 y los 15 metros a ambas márgenes de los cursos fluviales.

4.2.1 Especies a plantar

Las especies seleccionadas para llevar a cabo la repoblación han sido elegidas después de haber estudiado las siguientes premisas:

- ◆ Se ha estudiado el Cuaderno de Zona nº8 utilizado como base para la reforestación y creación de superficies forestales y publicado por la Junta de Castilla y León, si bien en este caso no es de obligado cumplimiento porque el promotor no se puede acoger a ninguna subvención, en caso contrario si sería de obligado cumplimiento, se puede tomar las recomendaciones de especies a plantar como aptas para la zona.
- ◆ Como segundo punto se ha tenido en cuenta las figuras de protección que hay en la zona y se han tenido en cuenta los tipos de bosques o formaciones naturales que existen para poder reproducirlos en la zona de actuación.
- ◆ Por último y no menos importante es hacer varias visitas a la zona de actuación y observar las especies que mejor fructifican y que pueden ser

objeto de repoblación (evidentemente se han desechado las especies invasoras, exóticas y mal introducidas que se pueden ver por la zona).

Las especies seleccionadas teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto son: *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus minor* y *Prunus avium*.

4.2.2 Marco de plantación

Se optó por un marco de plantación al tresbolillo con marcado real en vez de un marco real puro para dar sensación de continuidad, bosque de galería y para evitar visualmente que colocándose perpendicular a la plantación se vieran filas definidas.

Una densidad de plantación de casi 1.000 pies por hectárea es la indicada para este tipo de plantaciones, se cuenta con un número importante de marras lo que hará que en los primeros años disminuya considerablemente la densidad. En el caso que fructifique un elevado número de pies se realizarán, si fuera el caso, los tratamientos de disminución de densidad que fueran precisos. Por el lado de la viabilidad de la plantación se considera también aceptable ya que, aunque no fructificara el cincuenta por ciento de ella, una densidad futura, de árbol adulto de 500 pies por hectárea sería la indicada para este tipo de repoblaciones.

4.2.3 Tipo de material vegetal a utilizar.

En este caso cabía la posibilidad de dos opciones:

- ◆ Planta en contenedor (normal o forestal).
- ◆ Planta a raíz desnuda

Dado que la plantación se va a realizar en periodo de parada vegetativa se opta por planta a raíz desnuda. Otra razón importante es que esta actuación no reportará valor económico directo al promotor del proyecto y una imposición de este es el ahorro económico máximo, pero sin que ello afecte a la correcta ejecución y viabilidad de las actuaciones.

La supervivencia de material trasplantado en contenedor respecto al trasplantado a raíz desnuda es sensiblemente mayor, pero el coste del primero incluso teniendo en cuenta que se podría ampliar el marco de plantación y como consecuencia disminuir el número de árboles plantados, es superior que a raíz desnuda.

4.3 Estudio de alternativas repoblación chopera de producción

4.3.1 Especie a repoblar

Dado que es una inversión importante y que el promotor, como es lógico, lo que quiere es recuperar la inversión lo antes posible se optó por la plantación de la especie arbórea que tiene el turno más corto y que se ha demostrado con el paso del tiempo que es una especie que está muy bien adaptada al entorno. Cabe destacar que los

maderistas tienen considerada la madera de chopo que crece en la cuenca del Duero como la de mejor calidad de la Península.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y el condicionante del promotor se propuso a pesar de ello otras alternativas en especies arbóreas, a saber.

- ◆ *Junglans regia* para producción principalmente de fruto. Esta especie está muy adaptada a la zona, aunque en años con heladas tardías puede hacer que se hiele el fruto e incluso el propio árbol. A pesar de que se estima que en 6-8 años podrían estar produciendo nueces el hecho de que se puedan helar, el que la especie requiera de unos cuidados intensivos para que la producción sea aceptable, que probablemente requiriera de la instalación de un riego por goteo que pudiera resultar caro y por último la preocupación al ser una Entidad Local Menor y al poder haber cambios de gobierno que se pudiera plantar pero al cabo de un periodo pequeño de tiempo se dejara abandonado por la complejidad de la gestión hicieron declinar esta opción.
- ◆ *Juglans nigra* para producción de madera de calidad. En este caso ocurre algo similar que, en el anterior, la selvicultura requiere de unos conocimientos poco arraigados en la zona con unas podas complejas de difícil ejecución, aparte de que el turno de esta especie en la zona que se encuentra situada la zona de actuación se puede ir a los 40-45 años lo que supone en el mejor de los casos duplicar el turno de la especie seleccionada.
- ◆ *Fraxinus sp.* para producción de madera de calidad. El hándicap del turno, aproximadamente 40-50 años para que puedan alcanzar los árboles un diámetro normal de 45-50 cm (el mínimo para poder ser destinado a chapa) también hizo desechar esta especie.

Estas tres especies de árboles fueron las que se barajaron para la repoblación de la superficie con destino a producción.

4.3.2 Clones chopos

De los 25 clones de chopos incluidos en el Catálogo Nacional que son los que, en el momento actual, presentan un mayor interés para su cultivo, o que en el pasado han gozado de un interés especial se han seleccionado tres para repoblar la superficie.

Dos de los clones elegidos pertenecen al híbrido *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, este híbrido fue obtenido por el cruce de *Populus deltoides* y *Populus nigra*. Los clones seleccionados son el I-214 y MC. Estos clones presentan características intermedias entre las dos especies, siendo buena elección teniendo en cuenta el tipo de terreno que es y las características climáticas de la zona.

El otro clon elegido es el raspalje. Este clon se engloba dentro del grupo o especie *Populus x interamericana* Brokehuizen híbrido de *Populus deltoides* y *Populus trichocarpa*. A la hora de la elección de este clon se han tenido en cuenta varios estudios, ensayos clonales, realizados por la Junta de Castilla y León que arrojan datos muy llamativos, por lo buenos respecto a la productividad y calidad de la madera.

Se eligen tres clones diferentes por varias razones.

1. Mediante la mezcla de clones (no pie a pie sino por fajas amplias) se consigue que sea más complicado el avance de plagas o enfermedades por la masa.
2. Se consigue no hipotecar toda la plantación al mismo clon ya que no se sabe a ciencia cierta qué tipo de madera va a demandar el mercado.

De igual forma se consigue que si por desgracia entrara una plaga o enfermedad en un clon no se propague al resto ya que son inmunes o resistentes a las plagas o enfermedades del resto de los clones.

4.3.3 Método de plantación

Existen dos métodos de plantación de chopo de producción:

1. A raíz profunda. La plantación se realiza a la profundidad del nivel freático en época estival, de esta manera se asegura que la plantación tenga disponibilidad de agua en los meses que más necesaria es. No es una profundidad fija, en una misma parcela dependiendo de los desniveles puede variar esta profundidad.
2. Raíz superficial. Se planta a una profundidad fija de aproximadamente 1 metro. Toda la plantación se realiza a la misma profundidad.

A pesar de ser un método más caro se opta por la plantación a raíz profunda de este modo se evita el tener que realizar riegos periódicos durante el periodo vegetativo y se consigue que la plantación no sufra estrés hídrico que pudiera afectar al crecimiento del arbolado.

4.3.4 Marco de plantación

Se opta por el marco que frecuentemente se utiliza para las plantaciones de este tipo de arbolado. Se plantará a marco real de 6 metros x 6 metros. Se elige este marco porque el terreno no es lo suficientemente productivo como para reducir el marco y que se consigan diámetros normales aceptables para la industria de desarrollo en un turno normal.

5 Ingeniería del proyecto

5.1 Ingeniería del proceso

5.1.1 Obra de bioingeniería muro Krainer

El proceso constructivo del entramado de troncos con vegetación o muro Krainer a doble pared se realizará siguiendo cronológicamente las siguientes fases:

1) Secar la zona de construcción del muro.

La zona donde se va a construir el muro ha de estar sin agua para facilitar el trabajo constructivo, para ello se moverán gravas depositadas en el medio del cauce para formar un muro paralelo a donde se construirá el muro dejando la zona despejada de agua.

La maquinaria a utilizar será un retroexcavadora de cadenas y un buldócer. Se tardará dos días en realizar la operación.

2) Cajeadado de la zona de construcción del muro.

Con una retroexcavadora de cadenas se procederá a realizar la caja donde se construirá el muro. La tierra y grava que salga de la operación se utilizara coo relleno de las tongadas del muro. En aproximadamente uno o dos días se realizará la actuación.

3) Proceso constructivo.

La construcción de muro es la actuación más ingenieril del proyecto. Es la que más mano de obra necesita y la subfase que más se alargará en tiempo. Se empleará una retroexcavadora de cadenas, una bandeja vibrante y motosierra como maquinaria y herramienta mecánica. Respecto a la mano de obra a esta actuación se la asigna una cuadrilla de ocho peones y un capataz. La duración estimada es de 49 días de trabajo.

4) Remate del muro.

En la parte superior del muro, en la zona que está fuera del alcance de las avenidas ordinarias, se procederá a rellenar con tierra vegetal si fuera necesario y se realizará una siembra con gramíneas, se protegerá con una malla de fibra de coco y se procederá la estaquillado. Para ello se emplearán cuatro jornales, realizando la actuación en dos días ya que se dispondrá de dos peones.

5.1.2 Implantación banda vegetación ripícola

La repoblación de la banda de vegetación ripícola conlleva la realización cronológica de las siguientes actuaciones:

1) Destoconado.

Para evitar el movimiento de tierra que provoca un destococonado mecánico en la zona de repoblación con vegetación ripícola se opta por un destococonado biológico. El destococonado que se llevará a cabo en esta zona se realizará mediante inoculación de

micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre los tocones. El proceso se llevará a cabo por un técnico y un peón. La duración estimada será de un día realizándose en el mes de octubre.

2) Señalamiento del terreno.

Se procederá a la marcación de cuatro líneas paralelas entre si y al cauce del río a una distancia de tres metros y treinta y tres centímetros entre ellas. La primera fila más cercana al muro se marcará a una distancia de cinco metros del borde de este que pega contra el talud de tierra (cara opuesta a la que va a estar expuesta a la corriente de agua), que corresponde con la zona de servidumbre de cauces. Perpendiculares a estas y paralelas entre si se marcará igualmente líneas que cruzarán las anteriores marcando los puntos que servirán de base para la plantación. Las líneas perpendiculares a las primeras estarán unas de otras a tres metros de distancia. La actuación se realizará con un tractor provisto de un GPS y un apero marcador. Medio día será necesario para rayar la superficie a plantar.

3) Apertura de hoyos y plantación.

La plantación se realizará con una retroexcavadora de cadenas y será necesario un peón forestal. En un día se plantarán los 114 árboles.

4) Reposición de marras.

El año posterior a la plantación se realizará un conteo de las marras que se hayan producido procediendo a reponerlas siempre que supere el 10 % de las que inicialmente se plantaron. Teniendo en cuenta que se produjera el 10 % de marras se tardaría un día en la reposición.

5.1.3 Repoblación chopera de producción

La repoblación de la chopera de producción conlleva la realización cronológica de las actuaciones que se describen a continuación:

1) Destoconado

Esta subfase se llevará a cabo en el mes de octubre con la utilización de una retroexcavadora. Se pretende llevar a cabo al comienzo de la ejecución de proyecto porque la siguiente actuación que es el nivelado requiere que el terreno se encuentre asentado ya que en el caso que se hayan generado socavones u otras irregularidades en el terreno se pueda tapar con el buldócer. Se requerirán quince días para ejecutar la actuación.

2) Nivelación previa del terreno

La nivelación se llevará a cabo con un buldócer con orugas, se realizarán sucesivas pasadas para eliminar las alteraciones del nivel existente en la parcela. Esta actuación requerirá de siete días para su ejecución.

3) Señalamiento del terreno

El marcaje se realizará con un tractor provisto de un GPS y un apero marcador. Para ello se introducirá en el GPS las líneas de marcado que se han diseñado en

gabinete y se procederá al marcaje. Se realizará una cuadrícula de 6x6 metros. La duración de esta subfase es de cinco días.

4) Apertura de hoyos y plantación

Sin duda alguna la subfase más crítica de la repoblación ya que hay que asegurar que los chopos vayan a la profundidad del nivel freático estival. Se necesitarán dos retroexcavadoras durante doce días. Se asignarán también dos peones.

5) Ordeño del plantón

La operación de ordeño consiste en la eliminación de todos los brotes que salen en el tercio inferior del plantón mediante el arrastre de la mano a lo largo del tronco en su fase incipiente. Para la realización se necesitarán seis jornales, como se asignarán dos peones se llevará a cabo en tres días.

6) Laboreo mediante grada de discos

Para la realización de esta subfase se necesitará una grada de discos que irá tirada por un tractor de ruedas, este puede ser agrícola o forestal. Se realizará en dos fases, dando una gradeo cruzado cada vez en este primer año. Para cada pase de grada se necesitarán tres días.

7) Reposición de marras.

El año posterior a la plantación se realizará un conteo de las marras que se hayan producido procediendo a reponerlas siempre que supere el 2 % de las que inicialmente se plantaron. Esta actuación se realizaría con una retroexcavadora y con un peón. La reposición de marras duraría entre medio día y dos días en función de las marras a reponer siempre que el rango se encuentre entre el 2 y el 5 %.

5.2 Mantenimiento de las obras

Si bien la única actuación contemplada al siguiente año de la ejecución del proyecto es la de reposición de marras tanto de la chopera de producción como en la banda de repoblación con vegetación ripícola en los siguientes apartados se dan las directrices de mantenimiento tanto de la infraestructura de bioingeniería como de las repoblaciones.

5.2.1 Obra de bioingeniería muro Krainer

El control de esta obra será la labor más importante que se tendrá que hacer ya que descalce del muro por pequeño que sea puede hacer que se lo lleve la corriente.

En principio con una ejecución correcta en el proceso constructivo no debería haber problemas, pero muchas veces no depende solo de cómo se construya si no de las posibles variaciones que sucedan a lo largo del tiempo, por ejemplo, cambios en el curso del agua, mayores avenidas o más recurrentes.

Cada cierto tiempo el promotor deberá contratar o contar con los servicios de un ingeniero conocedor de este tipo de obras, para que haga una evaluación de la infraestructura y pueda determinar los problemas que puedan surgir.

Es muy importante la detección incipiente del problema ya que de este modo la solución a este suele ser de una cuantía infinitamente inferior que si se detecta pasado un tiempo. Una vez detectado el problema, si lo hubiera, se contrataría los servicios de una empresa para que los solucionara.

5.2.2 Implantación banda vegetación ripícola

La primera actuación a valorar en este caso sería a reposición de marras. La reposición en la banda de vegetación ripícola no es de tanto interés como pueda ser en la chopera de producción porque en este caso el que falle un árbol no implica la pérdida sustanciosa de dinero.

Se ha de ver la viabilidad global, que se forme un bosque de ribera, pero fijándose en el futuro. Si la repoblación se viabilizara con un arbolado de entre el 80-90 % de lo repoblado a 15 años vista probablemente necesitara un clareo por poder acceder a la ribera.

El clareo se realizará siempre por lo bajo, es decir quitando los pies dominados, aunque es importante que haya sustratos de todo tipo de pies para que se forme un ecosistema lo más heterogéneo y naturalizado posible. Nunca se harán cortas sistemáticas siempre por huroneo.

Se respetarán en todo caso los pies que tengan cualquier tipo de nido ya sea exterior o en el interior del tronco.

A parte del clareo se deberán realizar podas. Se intentará dejar los árboles con ramas que comiencen en los 2 metros, estas se ejecutarán siempre por personal que esté instruido a tal efecto. Las podas facilitarán el tránsito a las diferentes guarderías de la administración, así como a pescadores y resto de personas que quieran disfrutar de las márgenes del río.

5.2.3 Repoblación chopera de producción

La repoblación de la chopera de producción si requerirá de tratamientos puntuales en momentos concretos. Para poder producir madera de calidad en una chopera se han de realizar los trabajos por personal conocedor de las labores y muy importante ejecutarlas en el momento idóneo. En presente proyecto la chopera será la que de viabilidad económica a este.

En la siguiente tabla se pueden ver las labores tipo a realizar en una chopera de producción de madera de calidad:

Tabla 5: Modelo de gestión de chopera de producción

Anualidad	Actuación
Año 0	Destoconado
Año 0	Nivelación previa del terreno
Año 0	Señalamiento del terreno
Año 0	Plantación
Año 0	Ordeño del plantón
Año 0	Pase cruzado (2) con grada de discos
Año 1	Reposición de marras
Año 1	Pase cruzado con grada de discos
Año 1	Poda formación-conformación
Año 2	Pase cruzado con grada de discos
Año 2	Poda formación-conformación *
Año 3	Pase cruzado con grada de discos
Año 3	Poda formación-conformación
Año 4	Pase cruzado con grada de discos
Año 5	Pase cruzado con grada de discos
Año 5	Poda formación-conformación
Año 6	Pase cruzado con grada de discos
Año 7	Pase cruzado con grada de discos
Año 7	Poda conformación
Año 8	Destallado de chupones
Años 8-15	Pase simple con grada de discos
Año 15	Corta de la chopera **

Fuente: elaboración propia

* Poda valorable, en función de desarrollo del arbolado.

** Turno estimado, en función de desarrollo del arbolado.

6 Programa de ejecución del proyecto

6.1 Plazo de ejecución

Las actuaciones incluidas en este proyecto, construcción de muro Krainer, implantación de banda de vegetación ripícola y repoblación de chopera de producción para producción de madera de calidad han de estar ejecutadas antes del 15 de enero de 2019, si bien contando con la actuación de reposición de marras el final real del proyecto se consideraría a mediados de noviembre de 2019.

6.2 Programación

Aunque en el *Anejo 6 Programa de ejecución de proyecto* se expone más minuciosamente los plazos de ejecución para cada actuación a continuación se hace una breve reseña.

En este Anejo aparecerán las actuaciones programadas correlativamente. En un principio serán como se tienen que ejecutar pero en función de las condiciones climatológicas del otoño invierno podrán variar para ajustarse al plazo de ejecución, es decir que se podrá ir solapando actuaciones. Todo lo anteriormente comentado deberá ser dirigido y autorizado por la Dirección de obra.

6.2.1 Obra de bioingeniería muro Krainer

Esta actuación será la primera en ejecutarse. Se llevará a cabo entre los meses de octubre, noviembre y mediados de diciembre del presente año. Se aprovechará en este momento a la construcción ya que suelen ser los meses que menos caudal lleva el río por dos razones principalmente, la primera es que ha finalizado la campaña de riego que necesita de un caudal importante porque la vega del río Esla soporta miles de hectáreas de regadío y una segunda que aunque es una época de intensas lluvias los pantanos, en este caso el de Riaño, suelen empezar a retener agua para recuperarse de la época estival.

Por último cabe reseñar que como se va a trabajar con material vegetal vivo a raíz desnuda y con estaquillado sin raíz es imprescindible que la vegetación se encuentre en parada vegetativa, para que pueda emitir correctamente raíces y la plantación fructifique.

6.2.2 Implantación banda vegetación ripícola

Una vez construido el muro Krainer la siguiente actuación será la implantación de la banda de vegetación ripícola. En general en todas las actuaciones lo que va a marcar que se tenga que ejecutar entre las fechas de referencia es que toda la vegetación se encuentre en parada. Esto es así ya que todo el material vegetal utilizado será a raíz desnuda, su fuera en cepellón las fechas se podrían ampliar dos meses hacia los extremos lo que ocurre es que todo ese material en contenedor resultaría mucho más caro.

6.2.3 Repoblación chopera de producción

La última actuación que se llevará a cabo será la plantación de la chopera de producción. Esta última actuación tendrá que estar acabada el 15 de enero del 2019. Para la ejecución de los gradeos posteriores a la plantación se aumentarán los plazos 2 meses de forma que el primer pase se ejecutará en el mes de mayo (primera quincena siempre y cuando el terreno se encuentre con el tempero idóneo para poder realizar el trabajo) y el segundo pase cruzado en la segunda quincena de julio. De este modo se elimina la vegetación competidora y se limita la producción de combustible que pudiera provocar o alimentar un posible incendio.

7 Normas de explotación del proyecto

Dado que en el presente proyecto no viene reflejada la explotación de ninguna de las actuaciones lo que se expone a continuación se ha de tomar como una serie de recomendaciones a cumplir.

7.1 Cuestiones comunes para todas las actuaciones.

7.1.1 Maquinaria

La maquinaria deberá cumplir con la legislación vigente y con los estándares obligatorios en materia de seguridad y salud en el trabajo. Las características de la maquinaria que se tiene que emplear deben ser de características similares a las que aparecen en el Pliego de Condiciones del proyecto. Cada máquina deberá ser utilizada en los trabajos que se exigen sus características y no utilizarse en trabajos que no les sean especificados.

Especial atención se deberá poner en la maquinaria necesaria para realizar los trabajos que más peligro pueden acarrear como por ejemplo las podas en altura ya que se necesitará máquinas elevadoras que pueden llegar a una altura de 12 metros desde el suelo.

7.1.2 Mano de obra

Respecto a la mano de obra se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes procedentes del actual Ministerio de Empleo y Seguridad Social o del Ministerio que en su día sea el asignado de regular en esta materia, y principalmente se pondrá hincapié en materia laboral y muy especialmente en las referidas a higiene y seguridad en el trabajo.

7.2 Obra de bioingeniería muro Krainer

En el caso del muro Krainer en principio no necesita ningún tipo de actuación de mantenimiento especial. El primer y segundo año posterior a la construcción se deberá ver si hay una viabilidad palpable del estaquillado que se ha realizado. Si no fuera así se deberá volver a estaquillar con las mismas premisas con las que se ejecutó a la hora de la construcción tanto en material como en mano de obra. Evidentemente sólo se podrá estaquillar en las paredes vistas del muro.

7.3 Implantación banda vegetación ripícola

7.3.1 Tratamientos selvícolas podas y clareos

De todas las actuaciones de explotación las cortas serán las únicas que necesiten permisos para ejecutarse. Según la legislación vigente a fecha de la redacción de este proyecto se deberá notificar la corta a la Junta de Castilla y León concretamente a la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Servicio Territorial de

Medio Ambiente de León y se deberá pedir autorización de corta a la Confederación Hidrográfica del Duero, Comisaria de Aguas ya que gran parte de la chopera se encuentra en zona de policía de cauces.

En el caso de las podas no requiere ningún permiso especial, lo único que se deberá tener en cuenta es que se deberá de retirar el material cortado para que en caso de riada no sea arrastrado por el agua.

7.4 Repoblación chopera de producción

A pesar de no venir contemplada la explotación de la chopera en este proyecto, a continuación, se expone brevemente los puntos más importantes.

Cabe destacar de la repoblación de la chopera de producción que se va a proceder a la planificación mediante la aprobación de un plan técnico de gestión. La razón de planificar el monte es porque la propiedad del terreno quiere certificarlo mediante el sistema de certificación forestal PEFC en un principio pudiendo contempla la opción de adherirse también al sistema FSC y para ello es obligatorio tener un plan de gestión aprobado por la Administración competente.

El sello de certificación PEFC tiene sus propias normas de gestión por lo que los tratamientos y todas las actuaciones que se realicen en la chopera han de estar adecuadas a las exigencias del sello para no correr el riesgo de su pérdida.

7.4.1 Tratamientos selvícolas gradeos y podas

Los gradeos se pueden realizar de igual modo que se expone en el Pliego de Condiciones o en la Memoria de este proyecto. La única diferencia a tener en cuenta es que del año 0 al 7 el gradeo que se realice será cruzado es decir en dos direcciones y a partir del 8º año se realizará un pase simple. La razón del cambio de un pase cruzado a uno simple es que en principio aproximadamente sobre la edad del cambio se producirá la tangencia de copas que hará que llegue menos luz al suelo y sea más complicada la proliferación de malas hierbas.

Las podas se realizarán a mano desde el suelo la del año 1y año 2 si se ejecuta. A partir del año 3 los chopos deberán tener una altura superior a los 7 metros por lo que será obligatorio realizar las podas con plataforma elevadora.

La eliminación de las podas se realizará mediante el pase de grada por eso las podas siempre deberán ejecutarse anteriormente al gradeo.

Ninguna de las dos actuaciones requerirá permisos especiales para su ejecución.

7.4.2 Tratamientos fitosanitarios

Previamente a la aplicación de productos fitosanitarios se tendrá que comprobar que la materia activa debe estar incluida y autorizada en el Registro de Productos Fitosanitarios del (MAPAMA) para tratar especies del género *Populus*, además

deberán ajustarse a las normas establecidas en la legislación vigente en dicho momento.

Los envases deberán reunir las condiciones precisas para la adecuada conservación de la calidad de los productos. Éstos deberán estar envasados, etiquetados y precintados, según las normas oficiales, figurando el número de registro del producto, la composición química, la riqueza en elementos útiles, el grado de peligrosidad y el nombre del fabricante.

El personal que utilice los productos deberá guardar especial cuidado en el modo de empleo y en su propia seguridad, no empleando productos no aprobados por el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). La aplicación de productos fitosanitarios se realizará con la maquinaria adecuada y en perfecto estado de funcionamiento. Solamente se utilizarán las cantidades recomendadas y se utilizarán las protecciones adecuadas.

Se recomienda tener en cuenta la siguiente legislación en materia de productos fitosanitarios o en su caso la vigente en el momento de su aplicación.

- ◆ *Real Decreto 443/1994, de 11 de marzo, Real Decreto 162/1991, de 8 de febrero y Real Decreto 3349/1983, de 30 de noviembre por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas*
- ◆ *Directiva 78/631/CEE sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.*
- ◆ *Orden APA/326/2007, de 9 de febrero por la que se establecen las obligaciones de los titulares de explotaciones agrícolas y forestales en materia de registro de la información sobre el uso de productos fitosanitarios.*
- ◆ *Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.*
- ◆ *Ley 43/2002, de 20 de noviembre de sanidad vegetal.*
- ◆ *Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.*
- ◆ *Orden PRE/3297/2004, de 13 de octubre por la que se incluyen nuevos Anexos en el Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios.*
- ◆ *Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.*

Esta actuación no requerirá permisos especiales para su ejecución.

7.4.3 Corta final

A parte de lo expuesto en el apartado 7.3.1 respecto a los clareos de la zona de implantación de la banda de vegetación ripícola respecto a la corta de arbolado cabe reseñar que la tala es junto con la poda de altura la actuación más peligrosa a realizar en las choperas por lo que se deberá de exigir a la empresa cortadora que cumpla con toda la legislación vigente que implique su actividad.

8 Resumen estudio básico de seguridad y salud

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción es en el que se basará la redacción de lo que atañe en este proyecto a la Seguridad y Salud laboral.

Según el artículo 4 de este Real Decreto se establece la obligatoriedad de realización de un estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras en función de una serie de condicionantes.

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450 759,08 €).
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Dado que el proyecto no se encuentra en ninguno de los supuestos que establece el Real Decreto y que obliga a la redacción de un estudio de seguridad y salud se redactará un estudio básico de seguridad y salud que se puede consultar en el *Aneo 9 Estudio Básico de Seguridad y Salud* del presente proyecto.

El artículo 6 del Real Decreto establece las condiciones que debe cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud. A saber

1. El estudio básico de seguridad y salud a que se refiere el apartado 2 del artículo 4 será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

2. El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro 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.

3. En el estudio básico 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.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, obliga a la realización de un presupuesto siempre y cuando sea obligatorio la realización de un Estudio de Seguridad y Salud.

En el caso de que la obra requiera únicamente un Estudio Básico de Seguridad y Salud no contempla la obligatoriedad de ejecutar una partida económica para la seguridad y salud por esta razón este proyecto no tiene una partida como tal y la empresa adjudicataria deberá incluir en sus gastos generales esta partida.

9 Evaluación del proyecto económica, social y ambiental

9.1 Evaluación económica

La evaluación económica de este proyecto se puede realizar únicamente desde el punto de vista de la inversión que va a tener un retorno implícito exclusivamente es decir de la chopera de producción sin tener en cuenta la inversión de la restauración de la orilla del río o teniendo en cuenta ambas actuaciones. En cualquier caso se podría evaluar también desde el punto de vista de la no ejecución del proyecto, dicho de otro modo si no se lleva a cabo la protección de la orilla si no se corrige la erosión cuáles serían las pérdidas a largo plazo.

Se ha calculado la TIR (tasa interna de retorno) incluyendo la inversión de la restauración y no incluyéndola. En el primer caso la TIR arroja un dato del 0,94% teniendo en cuenta que la tasa de actualización es de 2,5 % y al ser mayor que la TIR se consideraría una inversión no viable debido a que la rentabilidad es inferior al coste de los recursos financieros. En el segundo caso el dato que arroja este índice es 7,37%. Este segundo dato es mucho más normal para un negocio de este tipo, en el *Anejo nº8 Evaluación del proyecto* se explican los datos y como se han llevado a cabo los cálculos.

9.2 Evaluación social

En una Comunidad eminentemente exportadora de capital humano y en un momento en el que la fijación de población en el medio rural es uno de los caballos de batalla de la sociedad, el crear riqueza, trabajo, en las zonas rurales puede hacer que sea un acicate para que la gente no quiera dejar los pueblos e incluso regrese de las urbes.

Gran parte de las actuaciones forestales requieren de una importante cantidad de mano de obra y en casos concretos mano de obra especializada. La creación de masas de arbolado ya sea para uso comercial, generación de biodiversidad o estructuras boscosas naturalizadas en diferentes ámbitos naturales necesitará de trabajadores para su conservación.

Es evidente que únicamente con la superficie arbolada que se implantará gracias a este proyecto no generará por si puestos de trabajo continuos ni hará que se fije población porque es relativamente poca superficie pero sí que puede servir como ejemplo para otras zonas u otros pueblos que pueden seguir los pasos y crear masas extensas de bosques ripícolas y de chopo de producción.

A parte de lo comentado hasta ahora también se puede considerar la posible generación de puestos de trabajos directos e indirectos gracias al uso turístico, recreativo o deportivo de las zonas repobladas. Deportes como el senderismo o la pesca atraen a multitud de personas que pueden erigirse como fuente potenciales de generación de riqueza para las zonas rurales.

En el *Anejo 8: Evaluación del proyecto* apartado de evaluación social se ha realizado un cálculo de los jornales teórico que generará el proyecto. Como resultado de que los empleos generados durante todo el turno es de aproximadamente 4 jornales siendo el equivalente de jornales por año del turno de 0,27.

9.3 Evaluación ambiental

Generalmente las choperas se encuentran en las vegas de los ríos, justo en la zona de transición entre los cultivos agrícolas y las masas de agua. Tanto las bandas de vegetación ripícola anexas a estos cursos como las propias choperas de producción se pueden comportar como filtros verdes siendo capaces de captar los lixiviados procedentes de las explotaciones agrícolas.

Otra de los beneficios ambientales es la retención y fijación de suelos en estas zonas inundables. Este tipo de arbolado por sus características genéticas, tienen generalmente un sistema radicular muy importante que hace que este en contacto con mucha superficie de terreno ayudando a la estabilización de las riberas y márgenes de los ríos

Por último y no menos importante es la función de captura de CO₂ por parte de los árboles. Uno de los grandes problemas mundiales generado principalmente por la combustión de combustibles fósiles es la generación de gases de efecto invernadero siendo el CO₂ el gas que mejor se puede combatir con medidas ambientales (creación de masas arboladas).

Cabe destacar en este punto, ya que no se ha comentado con anterioridad, que según la normativa vigente, *Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León*, ninguna de las actuaciones de este proyecto requiere ni de evaluación de impacto ambiental ni de autorización ambiental ni siquiera de comunicación ambiental. Si bien este hecho no es condición *sine qua non* para que un proyecto sea positivo ambientalmente hablando deja claro lo que no es, negativo.

9.4 Conclusiones

Teniendo en cuenta las anteriores evaluaciones se considera que el proyecto será positivo para la zona. Proyectará una imagen de diversificación y compatibilización de usos recreativo, productivo y protector en el que se podrán fijar los pueblos del contorno y poder crear una zona mucho más amplia y que pudiera ser gestionada conjuntamente en un futuro.

10 Resumen del presupuesto

10.1 Presupuesto general

En la siguiente tabla se hace un breve resumen del presupuesto ejecución de material del Proyecto.

Tabla 6: Resumen presupuesto ejecución de material

Capítulo	Resumen	Importe (€)	% sobre el total
A	Construcción muro Krainer	68.764,93	67,01%
B	Plantación	33.854,08	32,99%
Presupuesto de Ejecución de Material		102.619,01	

Fuente: elaboración propia.

El Presupuesto de Ejecución de Material asciende a la cantidad de CIENTO DOS MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON UN CÉNITMO (102.619,01 €).

10.2 Resumen del presupuesto

Finalmente desglosado por capítulos en la siguiente tabla se pueden ver por memorizados todos los importes parciales y totales por partidas.

Tabla 7: Resumen del presupuesto ejecución por contrata

	Capítulo A (€)	Capítulo B (€)	TOTAL (€)
Presupuesto de Ejecución Material	68.764,93	33.854,08	102.619,01
Gastos Generales (13%)	8.939,44	4.401,03	13.340,47
Beneficio Industrial (6%)	4.125,90	2.031,24	6.157,14
Base Imponible	81.830,27	40.286,35	122.116,62
I.V.A. 21% Capítulo A y 10 % Capítulo B	17.184,36	4.028,64	21.213,00
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	99.014,63	44.314,99	143.329,62

Fuente: elaboración propia.

El Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (143.329,62 €).

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 1. Condicionantes del proyecto

Índice

Índice	49
Índice de figuras	51
Índice de ilustraciones	51
Índice de tablas	51
1 Introducción	53
2 Condicionantes legales	54
2.1 Propiedad	54
2.2 Permisos administrativos	54
3 Condicionantes ambientales	56
3.1 Figuras de protección, restricciones y servidumbres	56
4 Condicionantes edafológicos y geológicos	57
4.1 Introducción	57
4.2 Clasificación de los suelos según WRB	57
4.3 Origen geológico de los suelos	58
4.4 Análisis de suelo	59
4.4.1 Delimitación de superficies	59
4.4.2 Recogida de muestras de suelo	59
4.4.3 Resultados de los análisis	59
4.4.4 Interpretación de resultados	60
4.4.4.1 Características físicas	60
4.4.4.2 Características químicas	61
4.5 Conclusión condicionantes edafológicos y geológicos	63
5 Condicionantes climatológicos	64
5.1 Elección del observatorio	64
5.2 Elementos climáticos térmicos	65
5.2.1 Observaciones termométricas	65
5.2.2 Régimen de heladas	65

5.3	Elementos climáticos hídricos	66
5.4	Viento	66
5.5	Representaciones mixtas	67
5.6	Índices climáticos	69
5.6.1	Índice de pluviosidad de Lang (1918)	69
5.6.2	Índice de aridez de Martonne (1923)	69
5.6.3	Clasificación climática de Köppen (1900)	70
5.7	Conclusiones de los condicionantes climatológicos	71
6	Condicionantes socioeconómicos	72
7	Otros condicionantes	75
7.1	Topografía	75
7.2	Hidrología	75
7.3	Fauna	75
7.4	Forestal	76

Índice de figuras

Figura 1: Precipitación media mensual	66
Figura 2: Diagrama ombrotérmico de Gausсен	68
Figura 3: Climodiagrama	68

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Fragmento del MAGNA.....	58
Ilustración 2: Rosa de los Vientos	67
Ilustración 3: Habitantes por localidad municipio de Villasabariego.....	72
Ilustración 4: Evolución de la población municipio de Villasabariego.....	72
Ilustración 5: Pirámide de población municipio de Villasabariego.....	73

Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas UTM Datum ETRS89 HUSO 30.....	53
Tabla 2: Datos SIGPAC y propiedad.....	54
Tabla 3: Resultados análisis suelo	59
Tabla 4: Clasificación del suelo en función del pH.....	61
Tabla 5: Clasificación de los suelos en función de la conductividad eléctrica.....	62
Tabla 5: Clasificación de los suelos en función contenido en M.O.	62
Tabla 7: Datos de la estación meteorológica de referencia	64
Tabla 8: Resumen datos térmicos.....	65
Tabla 9: Resumen datos pluviométricos	66
Tabla 10: Frecuencias en direcciones y velocidades del viento.....	67
Tabla 11: Zonas de influencia climática según el índice de Lang (1918).....	69
Tabla 12: Zonas climáticas según el índice de Martonne (1923).....	70
Tabla 13: Grupos climáticos de la clasificación climática de Köppen (1900).....	70
Tabla 14: Subgrupos climáticos de la clasificación climática de Köppen (1900)	70
Tabla 15: Subdivisiones climáticas de la clasificación climática de Köppen (1900)	71
.....	71
Tabla 7: Datos paro por sector y edad-sexo	73

1 Introducción

El proyecto se sitúa en la localidad de Valle de Mansilla, localidad perteneciente al término municipal de Villasabariego en la provincia de León. La comarca se conoce como Tierra de León y se encuentra en la parte centro-este de provincia. La distancia que separa a Valle de Mansilla con la capital de provincia es de 28 km por carretera de y 17 km en línea recta.

Es una zona donde predomina la agricultura y ganadería. Por regla general los terrenos dedicados a la agricultura, donde se crían cereales y tubérculos principalmente, son de buena a muy buena calidad siendo la vega del Esla una de las más fructíferas en la comunidad. Es sabido también que el río Esla es de los ríos que más choperas soporta en Castilla y León y que la madera que se cría a lo largo del curso del río es de las de mejor calidad de toda la Península.

El proyecto queda delimitado según las coordenadas UTM del sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Referente System 1989) que aparecen en la siguiente tabla (coordenadas obtenidas a través de un SIG):

Tabla 1: Coordenadas UTM Datum ETRS89 HUSO 30

	Coordenada X	Coordenada Y
Norte / Este	308.186,13	4.711.810,32
Sur / Oeste	306.733,57	4.711.065,50

Fuente: elaboración propia.

El acceso a la zona del proyecto se realiza desde la propia localidad de Valle de Mansilla a través de uno de los caminos construidos cuando se realizó la concentración parcelaria de la zona y que llega hasta el río. A esta localidad se llega a través de la carretera LE-5625, carretera perteneciente a la Diputación de León.

El objeto de redacción de este anejo es la búsqueda en un principio de características limitantes que puedan obligar a la no ejecución del proyecto y en un segundo plano el facilitar, en la medida que influyan las características objeto de estudio a la toma de decisiones de las diferentes alternativas que se tendrán en cuenta para cada actuación incluida en el proyecto.

A priori no se conoce ninguna limitación del tipo limitante absoluto por lo que este anejo servirá principalmente para ayudar a la elección correcta de la alternativa a ejecutar.

De todos los apartados que se estudiarán a continuación por memorizado unos serán más limitantes que otros, ejemplo de un apartado que suponga una escasa limitación es el socioeconómico ya que el proyecto no requerirá de mano de obra no especializada respecto a trabajos forestales. Un apartado más limitante puede ser el legal ya que todas las actuaciones requieren de permisos por parte de las administraciones competentes en cada materia.

2 Condicionantes legales

2.1 Propiedad

La finca que se va a repoblar con chopo de producción y la banda de protección que se repoblará con especies ripícolas pertenecen a la Entidad Local Menor de Valle de Mansilla. La construcción de la infraestructura de bioingeniería, muro Krainer, se ejecutará en dominio público hidráulico, por lo que esta zona pertenece a la Confederación Hidrográfica del Duero, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

En la siguiente tabla se definen según SIGPAC las fincas sobre las que se va a actuar y la propiedad de cada una de ellas:

Tabla 2: Datos SIGPAC y propiedad

	Provincia	Término municipal	Polígono	Parcela	Superficie (m2)	Pertenencia
1	24	229	403	5041	201.213,00	E.L.M. Valle de Mansilla
2	24	229	403	9038	247.157,00	MAPAMA

Fuente: SIGPAC y E.L.M. Valle de Mansilla.

2.2 Permisos administrativos

Una cuestión a tener muy en cuenta para evitar posibles problemas a posteriori es estudiar bien las obras que requieren permisos para llevarlas a cabo por sí, es decir, por ser un tipo de obra determinado que requiere permisos especiales y también por el lugar donde se va a ejecutar, es decir zonas de afección a infraestructuras, zonas de policía, servidumbres, lugares protegidos...etc.

A la Confederación Hidrográfica del Duero, a su departamento de Comisaría de Aguas, se le solicitará autorización de obras para la construcción del muro Krainer por estar dentro de dominio público hidráulico y autorización para la plantación de especies arbóreas ya que ambas repoblaciones se encuentran en zona de policía de cauces definida esta como la franja lateral de cien metros de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce (*Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas*).

A la administración, Junta de Castilla y León concretamente a la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Servicio Territorial de Medio Ambiente de León, se le solicitará autorización para la construcción del muro Krainer y autorización para llevar a cabo las repoblaciones tanto de la banda de vegetación de la chopera de producción ya que parte de las actuaciones se solapan con superficies incluidas en la RED NATURA 2000. En principio esta administración emitirá un informe IMENA (Informe de Afección al Medio Natural) o un IRNA (Informe de Repercusiones Sobre la Red Natura 2000) en

el que se detallará por memorizado todas las posibles afecciones con los condicionantes requeridos para cada una de ellas.

Al Ayuntamiento de Villasabariego, al que pertenece Valle de Mansilla se le proporcionará el proyecto para que determine si existe alguna ordenanza municipal que regulara la ejecución de alguna de las actuaciones. En este caso en principio solo podría existir alguna ordenanza del tipo distancias a dejar entre la última fila de la plantación de la chopera de producción a tierras agrícolas, acequias de riego o caminos.

3 Condicionantes ambientales

3.1 Figuras de protección, restricciones y servidumbres

Coincidente con la zona situada más al norte y este de la finca 5041 se encuentra una pequeña superficie incluida dentro de la figura de protección de la Red Natura 2000 definida como LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) y cuyo nombre y código son los siguientes: Riberas del Río Esla y afluentes código ES4130079.

La superficie coincidente es de 0,16 hectáreas, parte de esta superficie se encuentra poblada con especies típicas de ribera, otra zona es el depósito de gravas y el resto de la superficie está poblada con chopo de producción. Dado que una de las posibles causas de vulnerabilidad de este LIC, según su ficha, puede proceder de entre otras actuaciones, por las plantaciones de choperas de producción, esta superficie se repoblará con especies ripícolas. Cabe resaltar que esta superficie es la que se denomina en el proyecto como la banda de protección y que es la superficie anexa al muro Krainer.

Como la superficie a repoblar linda con un LIC se solicitarán como se comentó anteriormente los permisos necesarios para llevar a cabo las actuaciones así como los permisos pertinentes a la Confederación Hidrográfica del Duero.

Se ha estudiado si sobre los terrenos donde se van a ejecutar las obras pasa alguna vía pecuaria que obligara a respetarla sin plantar ya que es un bien patrimonial de la administración en este caso la Junta de Castilla y León y se ha comprobado que no atraviesa la zona objeto del proyecto.

Respecto a otro tipo de servidumbres sobre la zona de actuación no cabe reseñar nada más que lo anteriormente expuesto. Únicamente comentar que sobre los terrenos existirán las servidumbres de paso habituales y las que históricamente se hayan constituido.

4 Condicionantes edafológicos y geológicos

4.1 Introducción

Es muy importante conocer las características de los suelos en los que se llevarán a cabo las actuaciones. El tipo de suelo puede ser un condicionante de obligado cumplimiento, que podrá hacer variar la primera idea, si se detecta alguna característica incompatible con las especies que utilizarán en la repoblación, como por ejemplo altos contenidos en caliza activa o valores extremos de pH.

4.2 Clasificación de los suelos según WRB

Para el análisis de los suelos del área del proyecto se ha utilizado la cartografía disponible en ITACYL (2013) sobre los Grupos de Suelos de Referencia (GSR) de Castilla y León.

Los diferentes GSR son establecidos por la Base de Referencia Mundial del Recurso Suelo (WRB) a nivel mundial (*IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007*). A continuación se describen según la clasificación FAO (*Elaborado por el Itacyl en Mayo de 2012*):

- ◆ Nombre asociado:
 - ✓ (FLc) Fluvisol calcárico + (Fle) Fluvisol eútrico // (FLd) Fluvisol dístrico + (Fle) Fluvisol eútrico
- ◆ Inclusión:
 - ✓ (CMg) Cambisol gléico + (LVa) Luvisol albico
- ◆ Textura:
 - ✓ Gruesa media
- ◆ Fase:
 - ✓ Freática

Para entender el tipo de suelo que nos encontramos en la zona del proyecto a continuación se hace una pequeña descripción del grupo de suelo y los calificadores:

- ◆ Grupos de Suelos de Referencia (GSR)
 - ✓ Fluvisol. Suelos con edafogénesis controlada por la posición en el relieve. Recientes. En llanuras aluviales, marismas y depósitos lacustres. Inundaciones periódicas.
 - ✓ Cambisol Suelos moderadamente desarrollados. Estructura y color distintos del material originario. Con endopediación cámbico. Perfil ABw.
 - ✓ Luvisol. Suelos con acumulación de arcilla o humus y óxidos de hierro. Con endopediación árgico con arcillas de alta actividad. Zonas mediterráneas: templadas frías y subtropicales. Perfil ABt.

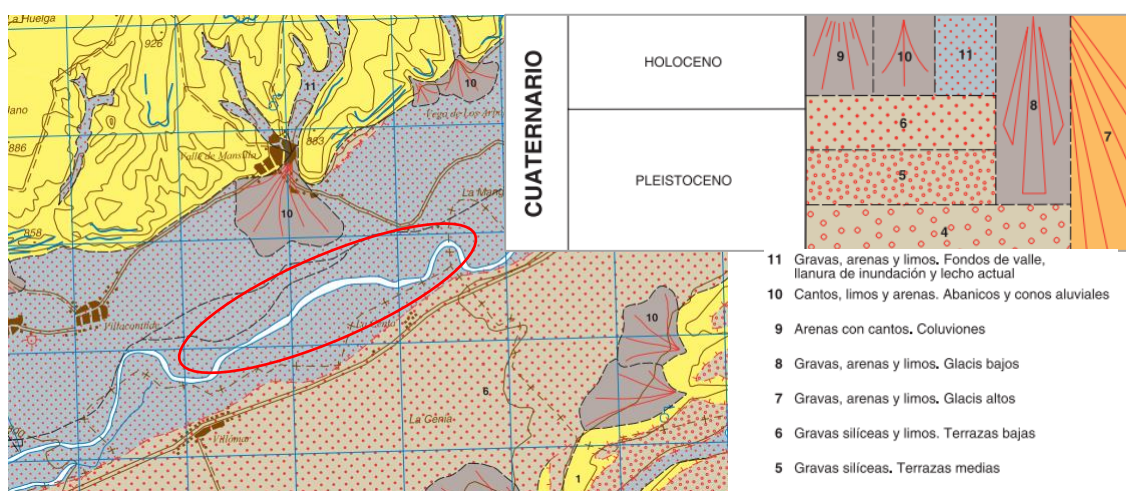
◆ **Calificadores para los GSR**

- ✓ Calcárico Que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
- ✓ Dístrico Que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
- ✓ Eútrico Que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
- ✓ Álbico Que tiene un horizonte álbico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
- ✓ Gléico Que tiene dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor que tiene condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléico en todo el espesor.

4.3 Origen geológico de los suelos

Según *El Mapa Geológico Nacional (MAGNA)*, realizado entre 1972 y 2003 por el Instituto Geológico y Minero de España el suelo donde se va a realizar el proyecto procede Cuaternario, Holoceno y son terrenos aluviales de gravas, arenas y limos. Y se encuentran en fondos de valle llanuras de inundación y lecho actual.

Ilustración 1: Fragmento del MAGNA



Fuente: IGME

4.4 Análisis de suelo

Par poder conocer y estudiar las características físico-químicas del suelo se procedió a realizar un análisis de varias muestras del suelo.

4.4.1 Delimitación de superficies

Se tomaron 4 muestras de tierra para llevarlas a analizar. Estas muestras se tomaron únicamente en la superficie donde se va a llevar a cabo la repoblación con chopo de producción ya que es la zona que más riesgo correría si se utilizan clones que no pudieran habitar ese terreno. Las muestras se tomaron una por cada subrodal.

4.4.2 Recogida de muestras de suelo

Las herramientas y materiales utilizados en la recogida fueron una barrena, una pala, bolsas de plástico (una para cada muestra), un cubo y bolsas de laboratorio (una para cada muestra). Teniendo en cuenta la homogeneidad dentro de cada subrodal no se creyó conveniente tomar más de una muestra por cada unidad.

La toma de muestras se realizó en el mes de enero, recorriendo los 4 puntos determinados. En cada zona de extracción se retiraron los primeros 40 cm para poder llegar con la barrena a la profundidad deseada. Una vez retirado ese suelo se sacaron con la barrena dos muestras separadas 50 cm una de la otra, las muestras se depositaron en el cubo. Una vez terminado el muestreo de cada zona se mezcló de manera homogénea las muestras en el cubo, recogiendo en la bolsa de laboratorio una muestra de 1 kg aproximadamente.

Las 4 muestras de 1 kg se llevaron a analizar al laboratorio que tiene el ITAGRA (Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario Itagra.CT) en el edificio de la Yutera en el Campus de Palencia.

Con los datos de los análisis se realiza una caracterización del suelo y se podrán detectar posibles problemas o incompatibilidades entre el suelo y las especies a repoblar.

4.4.3 Resultados de los análisis

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los análisis:

Tabla 3: Resultados análisis suelo

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Profundidad	0,5 - 1 m	0,5 - 1 m	0,5 - 1 m	0,5 - 1 m
Elementos gruesos	34,63%	12,30%	19,21%	46,06%
Bloques + cantos	6,42%	0,00%	9,60%	14,60%
Bloques	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cantos	6,42%	0,00%	9,60%	14,60%
Gravas	28,21%	12,30%	9,61%	31,46%
Gravas gruesas	22,14%	6,35%	4,70%	23,14%

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Gravas finas	19,42%	4,66%	1,31%	20,96%
Gravillas	6,65%	1,29%	0,60%	7,36%
Arena	88,55%	77,00%	82,25%	86,95%
Arena fina	24,35%	42,80%	39,85%	26,85%
Limo	6,35%	16,20%	10,70%	7,45%
Arcilla	5,10%	6,80%	7,05%	5,60%
Textura	arenosa	franco-arenosa	arenosa	arenosa
Carbonatos	0,00%	1,46%	0,00%	0,81%
Caliza activa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Materia orgánica	1,99%	3,94%	4,21%	3,01%
Capacidad de I. C. (meq/100g)	7,41	11,26	12,52	8,96
pH	7,72	7,75	7,41	7,89
Conductividad (mmhos/cm)	0,06	0,16	0,10	0,08
Fósforo (ppm)	1	1	1	1
Potasio (ppm)	45	40	25	32
Calcio (meq/100g)	10,3	16,1	8,5	11,6
Magnesio (meq/100g)	0,39	0,91	0,54	0,36
Sodio (meq/100g)	0,02	0,05	0,06	0,01

Fuente: elaboración propia a partir de análisis realizados por ITAGRA.

4.4.4 **Interpretación de resultados**

4.4.4.1 **Características físicas**

◆ **Profundidad**

Para este aspecto del suelo se observaron las catas que hizo la propiedad de los terrenos durante el verano de 2017 para comprobar el nivel freático en época estival. Se determina que hasta una profundidad de 2,5 - 3 m, nivel freático estival, no existe ningún perfil que pueda llegar a dificultar el desarrollo radicular de los arboles a repoblar.

◆ **Textura**

La textura hace referencia a la composición granulométrica, según la proporción de arenas (partículas de 2 a 0,05 mm), limo (partículas de 0,05 a 0,002 mm) y arcilla (inferior a 0,002 mm) que tenga el suelo. Infiuye directamente en el comportamiento del suelo respecto a su permeabilidad, a su capacidad de retención de agua y nutrientes y a su capacidad para descomponer la materia orgánica presente en el suelo.

En este caso la textura la aporta el propio análisis por lo que no se ha de determinar según el diagrama triangular para la determinación de la textura (*Fuentes 2003*).

Las muestras arrojan una homogeneidad de terrenos respecto a la textura. En principio son todas aptas, ya que según Ciria (2009), los chopos se adaptan bien a

muchos tipos de suelos, si estos no son extremadamente arcillosos, ácidos o salinos, vegetando bien en terrenos sueltos (arenosos) como es el caso, aunque, prefirieren suelos de textura tipo franca a franca-arenosa o franca-arcillo-arenosa o franca-limosa.

♦ **Estructura**

La estructura de un suelo es la disposición de sus partículas para formar otras unidades de mayor tamaño. La arcilla junto con el humus de la materia orgánica, son los encargados de aglutinar las distintas partículas.

Ésta es un factor muy importante para las plantaciones de chopo, ya que según sea determinará la facilidad que tienen las raíces para penetrar en el suelo. Además influye en la circulación del agua y el aire así como en la vida microbiana del suelo.

En el caso de todas las zonas estudiadas en la superficie a repoblar, la estructura es granular, siendo ésta bastante buena ya que mejora las características de aireación y permeabilidad.

4.4.4.2 Características químicas

♦ **Alcalinidad**

La determinación del pH del suelo es un aspecto a tener en cuenta, ya que éste va a influir en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, así como en la actividad microbiana y en casos extremos en la posibilidad o no de plantar determinado árboles.

Mediante el pH medido en los análisis de suelo realizados y la clasificación de los suelos en función del pH que se muestra en la Tabla 3, se ha determinado el tipo de suelo según las muestra tomadas.

Tabla 4: Clasificación del suelo en función del pH

Intervalo pH	Suelo	Muestra
< 4,6	Extremadamente ácido	
≥ 4,6 < 5,1	Muy fuertemente ácido	
≥ 5,1 < 5,6	Fuertemente ácido	
≥ 5,6 < 6,1	Medianamente ácido	
≥ 6,1 < 6,6	Ligeramente ácido	
≥ 6,6 < 7,4	Neutro	
≥ 7,4 < 7,9	Medianamente básico	1, 2, 3, 4
≥ 7,9 < 8,5	Básico	
≥ 8,5 < 9,0	Alcalino	
≥ 9,0	Muy alcalino	

Fuente: Sánchez (1998) y elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior todas las muestras corresponden a suelos medianamente básicos, por lo tanto el material vegetal a implantar debe soportar estos niveles de pH. El género *Populus* sp se desarrolla bien en suelos con pH comprendidos entre 5,5 y 8,5 (*Fernández, 1998*).

♦ **Salinidad**

La salinidad de un suelo se viene determinada por la conductividad eléctrica en extracto de saturación (CEe).

Tabla 5: Clasificación de los suelos en función de la conductividad eléctrica

CEe (mS/cm)	Clasificación	Influencia sobre el material vegetal	Muestra
< 2,0	No salino	Inapreciable	1, 2, 3, 4
2,0 - 4	Algo salino	Afecta a especies sensibles a la salinidad	
4,1 - 8,0	Salino	Implantar especies resistentes a la salinidad	
8,1 - 16,0	Muy salino	Implantar especies muy resistentes a la salinidad	
> 16,0	Intensamente salino	No se puede cultivar	

Fuente: Sánchez (1998) y elaboración propia

La influencia de esta característica frente a los cultivos, en este caso el chopo, se considera inapreciable para todas las muestras tomadas.

♦ **Fertilidad**

Por la fertilidad del suelo se entiende, como la capacidad que tiene éste para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesita la planta en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable (García-Serrano et al., 2011).

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de los suelos en función del contenido de materia orgánica, esta clasificación ha sido adaptada por los autores para la superficie cultivable española y en que lugar se encuentran las muestras tomadas.

Tabla 6: Clasificación de los suelos en función contenido en M.O.

Materia orgánica (%)	Valoración	Muestra
< 0,5	Muy bajo	
≥ 0,5 < 0,8	Bajo	
≥ 0,8 < 1,2	Normal	
≥ 1,2 < 1,5	Alto	
≥ 1,5	Muy alto	1, 2, 3, 4

Fuente: ITACYL (2011) y elaboración propia

♦ **Otros elementos a tener en cuenta**

El fósforo en las plantas afecta directamente sobre el inicio del desarrollo de las plantas, por ello es considerado factor de precocidad. En suelos básicos en fósforo puede quedar inmovilizado en presencia de calcio. La valoración de fósforo asimilable según Ruipérez (1999) de todas las muestras tomadas es muy baja.

El calcio en las plantas resulta básico para la absorción de elementos nutritivos, participando junto al magnesio en la activación de enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas. La valoración de contenido en calcio en el suelo según Ruipérez (1999) de las muestras 1 y 3 son normales y de las 2 y 4 son altas.

El magnesio es un elemento esencial para las plantas en la realización de la fotosíntesis. La valoración de contenido en magnesio en el suelo según *Ruipérez (1999)* de las todas las muestras es muy baja excepto de la muestra 2 que se considera baja.

El potasio en las plantas promueve la síntesis de lignina y mejora la actividad fotosintética a la vez que aumenta la resistencia a la sequía y a heladas, por lo que se le considera el factor de calidad. La valoración de contenido en potasio en el suelo según *Ruipérez (1999)* de las todas las muestras es muy baja, ya que los valores de estas en meq/100 g se encuentran en una horquilla entre 0,115 y 0,082.

El sodio no es un elemento esencial para las plantas, pero puede ser usado en pequeñas cantidades, al igual que los micronutrientes, como auxiliar para el metabolismo y la síntesis de clorofila. La valoración de sodio asimilable según *Ruipérez (1999)* para este tipo de terreno con estas texturas es de muy baja.

4.5 Conclusión condicionantes edafológicos y geológicos

Según el estudio edafológico realizado sobre la superficie a repoblar con chopo de producción se puede observar que las 4 zonas analizadas tienen características edáficas muy similares, por ello se tratarán como una única zona homogénea.

Las características físicas del lugar son aptas para las plantaciones de chopo. La profundidad del suelo, la estructura y las texturas son las adecuadas. La textura es levemente variable pero todas ellas son aptas para la implantación de chopos, puesto que estos se adaptan bien a muchos tipos de suelos, si estos no son extremadamente arcillosos, ácidos o salinos (*Ciria, 2009*).

El pH de todas las zonas de muestreo es ligeramente básico, siendo estos suelos adecuados puesto que los chopos se desarrolla bien con pH comprendidos entre 5,5 y 8,5 (*Fernández, 1998*). Teniendo en cuenta el pH y la textura se puede afirmar que la producción potencial de madera será muy aceptable. En lo que se refiere a la salinidad del suelo no se van a presentar problemas en la plantación.

La fertilidad de todas las zonas de la superficie a repoblar en general es adecuada. El contenido de materia orgánica es alto por lo que no se realizará ningún tipo de fertilización orgánica. Respecto a los elementos esenciales en general son bajos pero en un principio no tiene por qué afectar al cultivo de chopo para producción de madera. En el caso que el terreno se fuera a utilizar para plantar con chopo pero para producción de biomasa o implantación de un vivero forestal si se plantearía el realizar aportes mediante formulados químicos de los elementos que en menor medida están representados.

Resumiendo las características edáficas del suelo son perfectamente aptas para la plantación de una chopera de producción de madera de calidad.

5 Condicionantes climatológicos

5.1 Elección del observatorio

Para realizar el estudio climatológico del rodal modelo se ha elegido una estación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). La estación más cercana a la zona del proyecto con datos suficientes termopluviométricos es la que se encuentra en la Virgen del Camino (León). Esta estación se encuentra a unos 15 km de la zona del proyecto.

Tabla 7: Datos de la estación meteorológica de referencia

Localización y tipo de estación	
Indicativo	2661
Nombre estación	LEÓN/VIRGEN DEL CAMINO
Provincia	LEON
Altitud estación (m)	856
Coordenada X (huso 30)	282.469
Coordenada Y (huso 30)	4.718.510
Datum	ETRS89
Periodo de datos	1981-2010
Tipo	TERMOPLUVIOMETRICAS
Variables observadas	
p - Precipitación diaria	SI
t - Temperatura diaria	SI
P - Precipitación horaria	SI
T - Temperatura horaria	SI
M - Precipitación mensual	SI
m - Temperatura mensual	SI
V - Viento	SI
B - Presión	SI
H - Humedad	SI
N - Nubosidad	SI
I - Insolación	SI
h - Termómetro húmedo	SI
v - Visibilidad	SI
S - Temperatura subsuelo	SI
e - Evaporación piché	SI
E - Evaporación en tanque	SI
R - Radiación global (horaria)	SI
r - Radiación global (diaria)	SI
D - Radiación directa	SI
d - Radiación difusa	SI
G - Datos químicos en gases	NO
Q - Datos químicos precipitación	NO
i - Radiación infrarroja	SI
U - Radiación ultravioleta	SI
O - Ozono superficial	NO
o - Capa de ozono	NO

Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

5.2 Elementos climáticos térmicos

5.2.1 Observaciones termométricas

Con los datos obtenidos de la estación mediante la descarga telemática se ha elaborado la siguiente tabla resumen:

Tabla 8: Resumen datos térmicos

MES	M.A. (°C)	T.MA (°C)	T.M. (°C)	T (°C)	T.m (°C)	T.ma (°C)	m.a. (°C)
ENE	19,00	9,40	4,70	3,20	-0,70	-3,10	-6,50
FEB	18,80	12,60	6,40	4,70	0,00	-3,20	-7,10
MAR	25,20	19,20	9,60	7,60	1,90	-0,90	-4,00
ABR	29,20	19,20	10,70	9,00	3,30	-0,30	1,50
MAY	31,80	21,50	13,10	12,60	6,60	3,20	3,70
JUN	36,00	27,50	18,60	17,10	10,20	8,00	7,00
JUL	36,40	30,30	24,70	19,80	12,20	10,50	8,00
AGO	38,20	29,50	23,80	19,60	12,30	10,50	5,90
SEP	37,40	27,90	17,80	16,50	10,10	7,50	3,00
OCT	28,00	20,20	12,00	11,70	6,70	4,70	1,00
NOV	22,00	15,90	9,10	7,00	2,80	0,20	-5,00
DIC	19,00	10,60	6,10	4,20	0,40	-3,40	-6,20

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación meteorológica de AEMET de la Virgen del Camino (Le) periodo comprendido entre 1981-2010.

Donde:

- M.A. T^a Máxima absoluta mensual
- T.MA. T^a Media de las máximas absolutas mensuales
- T.M. T^a Media de las máximas mensuales
- T. T^a Media mensual
- T.m. T^a Media de las mínimas mensuales
- T.ma T^a Media de las mínimas absolutas mensuales
- m.a. T^a Mínima absoluta mensual

5.2.2 Régimen de heladas

Según los datos obtenidos de la estación de la Virgen del Camino y contrastados con los que se aportan desde el Atlas Climatológico del ITACYL se determina que la helada más tardía se produce el 25 de abril y la más temprana el 1 de noviembre.

La primera helada podría ser la más limitante respecto al daño que podría provocar en el arbolado. Según Rueda J., Aguilar S. (2017) en el documento Fenología de los clones de chopos del catálogo nacional considera el clon I-214 como muy precoz en la foliación considerando el punto en el que la yema se encuentra en la fase segunda de brotación y raspaje y MC como precoces. A pasar de ser así hay que considerar que la yema se encuentra totalmente plegada en esa fase y que una helada no provocaría apenas daño.

5.3 Elementos climáticos hídricos

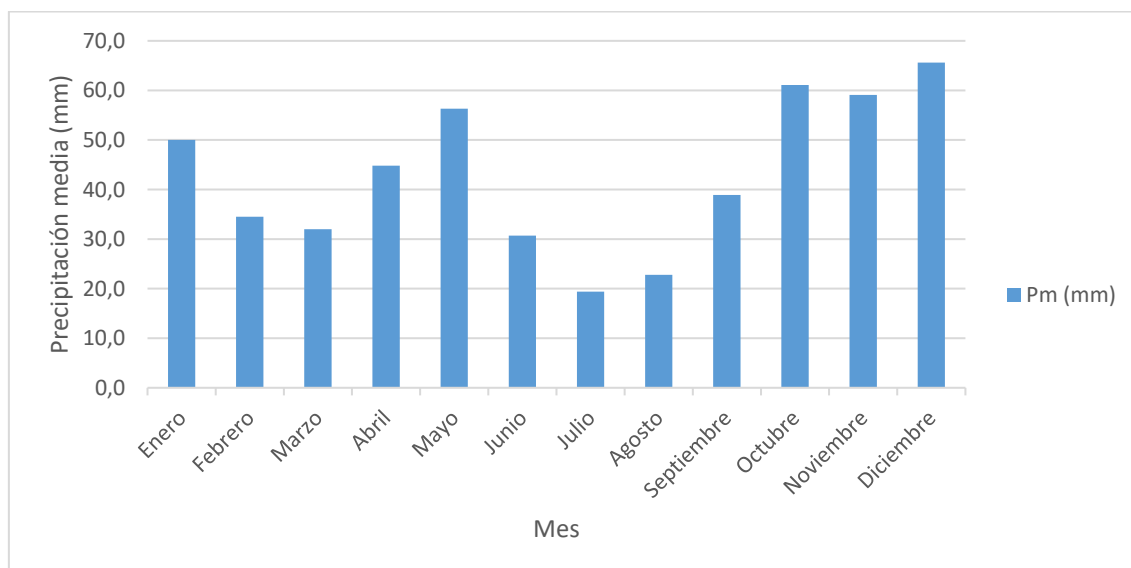
En la siguiente tabla se muestra el resumen de los datos pluviométricos medios por mes de la zona de estudio. El dato a destacar sería que la precipitación media anual es de 515,20 mm.

Tabla 9: Resumen datos pluviométricos

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pm (mm)	50,0	34,5	32,0	44,8	56,3	30,7	19,4	22,8	38,9	61,1	59,1	65,6

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación meteorológica de AEMET de la Virgen del Camino (Le) periodo comprendido entre 1981-2010.

Figura 1: Precipitación media mensual



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación meteorológica de AEMET de la Virgen del Camino (Le) periodo comprendido entre 1981-2010.

5.4 Viento

Este factor meteorológico podría ser limitante ya que no todos los clones de chopo de producción tienen la misma resistencia al viento por varias razones. La primera por las diferencias de emisión del sistema radicular, hay clones cuyas raíces van más horizontales que otros que son más pivotantes (la diferente forma de emisión de raíces también va a depender del nivel de la capa freática). Otra de las razones es la magnitud del follaje y tamaño de las hojas que pueden ofrecer más resistencia o menos provocando la caída del árbol. La dureza de la madera y la lignificación también son factores importantes principalmente en edades tempranas cuando el chopo se está formando.

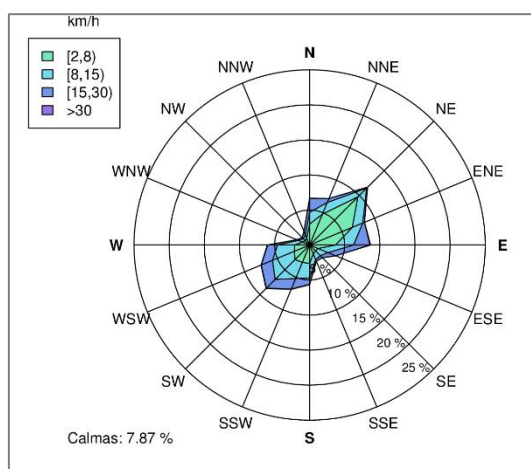
Tabla 10: Frecuencias en direcciones y velocidades del viento

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)
N	5,98%	5,57
NNE	7,06%	5,28
NE	6,72%	4,51
ENE	8,61%	4,93
E	8,87%	5,00
ESE	4,60%	3,94
SE	3,40%	3,65
SSE	3,62%	3,95
S	5,00%	4,74
SSW	8,21%	5,84
SW	10,32%	6,02
WSW	8,31%	5,59
W	8,51%	6,29
WNW	3,63%	4,84
NW	3,04%	4,70
NNW	4,10%	5,33

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Atlas eólico del IDAE.

A parte de los datos obtenidos del Atlas eólico del IDEA se han estudiado los que se han conseguido del helipuerto de la localidad de Sahechores de Rueda. Se puede observar que aunque hay alguna pequeña discrepancia en general coinciden en lo esencial.

Ilustración 2: Rosa de los Vientos



Fuente: Helipuerto de Sahechores de Rueda
Datos 2009-2011.

Observando las velocidades del viento en la zona no representa un peligro para ninguna de las actuaciones del proyecto.

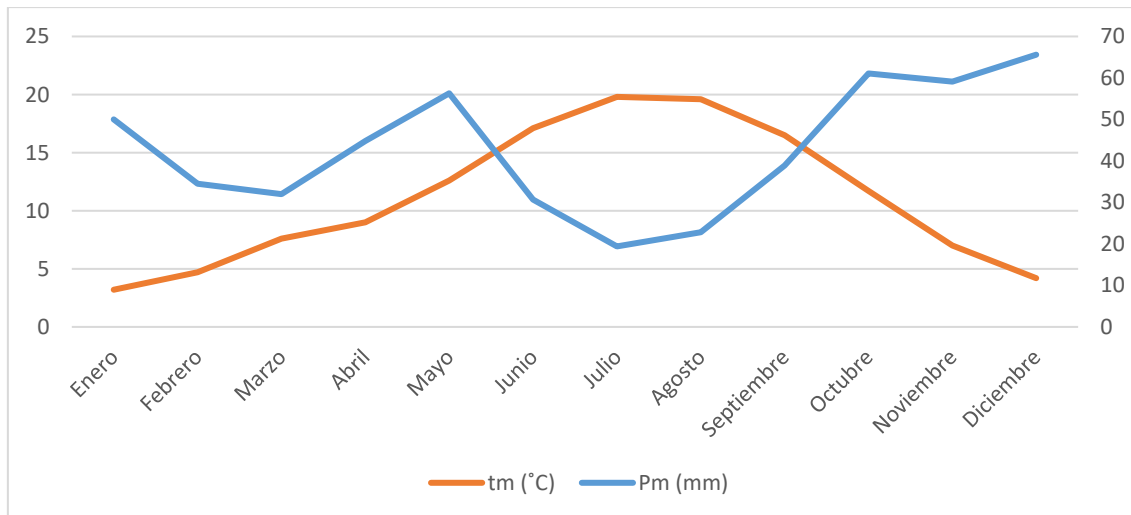
5.5 Representaciones mixtas

En las representaciones mixtas se muestran temperaturas y precipitaciones con el objetivo de ver las dos variables a la vez, un ejemplo de éstas son el diagrama ombrotérmico de Gaussen.

Con él se puede determinar el denominado periodo seco (cuando la curva de precipitaciones está por debajo de la de temperaturas).

En la zona de ejecución del proyecto se puede observar que este periodo es de cuatro meses, el periodo comprendido entre primeros de junio a primero del mes de septiembre.

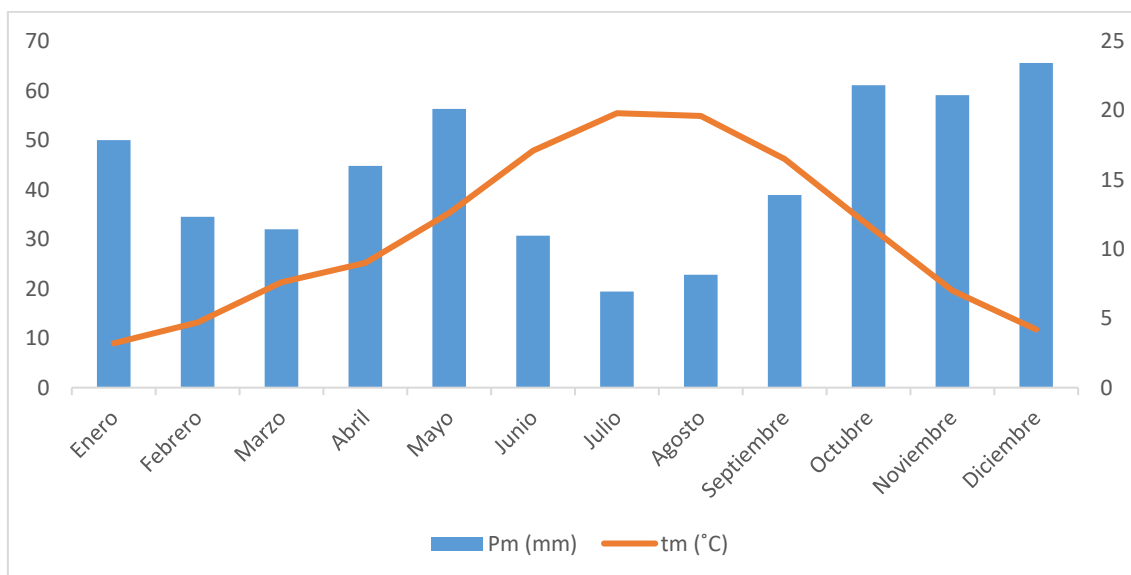
Figura 2: Diagrama ombrotérmico de Gaussen



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación meteorológica de AEMET de la Virgen del Camino (Le) periodo comprendido entre 1981-2010.

Otro diagrama frecuentemente representado es el climodiagrama. En él se representa las precipitaciones en forma de barras y la temperatura como una línea.

Figura 3: Climodiagrama



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación meteorológica de AEMET de la Virgen del Camino (Le) periodo comprendido entre 1981-2010.

5.6 Índices climáticos

5.6.1 Índice de pluviosidad de Lang (1918)

El índice de Lang se calcula mediante la Ecuación 1 y se interpreta según lo indicado en la Tabla 11. Obteniendo un I_L de 46,4 lo cual indica que la zona de influencia climática es una zona húmeda de estepas o sabanas.

$$I_L = \frac{P}{tm} = \frac{515,20}{11,1} = 46,4$$

Ecuación 1: Índice de Lang

Siendo:

P = Precipitación anual (mm)

tm = Temperatura media anual (°C)

Tabla 11: Zonas de influencia climática según el índice de Lang (1918)

Zona climática	Valores del índice de Lang (1918)
Desiertos	0 - 20
Zonas áridas	20 - 40
Zonas húmedas de estepas o sabanas	40 - 60
Zonas húmedas de bosques y claros	60 - 100
Zonas húmedas de grandes bosques	100 - 160
Zonas perhúmedas de prados y tundras	> 160

Fuente: Turrión (2000).

5.6.2 Índice de aridez de Martonne (1923)

El índice de Martonne (1923) a diferencia del anterior intenta evitar los resultados negativos. Con la aplicación de la Ecuación 2 se obtiene un I_M de 24,4 lo cual indica que la zona pertenece a la zona subhúmeda (Tabla 12).

$$I_M = \frac{P}{(tm+10)} = \frac{515,20}{11,1+10} = 24,4$$

Ecuación 2: Índice de Martonne

Siendo:

P = Precipitación anual (mm)

tm = Temperatura media anual (°C)

Tabla 12: Zonas climáticas según el índice de Martonne (1923)

Zona climática	Valores del índice de Martonne (IM)
Desértica	0-5
Semi desértica	5- 10
Estepas y países secos mediterráneos	10 - 20
Subhúmeda	20- 30
Húmeda	30- 60
Perhúmeda	>60

Fuente: Turrión (2000).

5.6.3 Clasificación climática de Köppen (1900)

Para definir el clima que se da en la zona objeto de estudio se va a utilizar la clasificación climática de Köppen (1900). Ésta clasificación define distintos tipos de clima en tres fases en función del grado de aridez y las temperaturas.

La primera fase es definir en función de las temperaturas y las precipitaciones medias el grupo climático, existen cinco y se nombran con las letras mayúsculas A, B, C, D, y E (ver Tabla 13).

Tabla 13: Grupos climáticos de la clasificación climática de Köppen (1900)

Letra	Significado
A	Clima tropical lluvioso: La temperatura media del mes más frío es superior a 18 °C, lo cual indica que todos los meses del año tienen temperaturas superiores a 18 °C y que no existe estación invernal
B	Clima seco: La precipitación son inferiores a la evaporación
C	Clima templado húmedo: La temperatura media del mes más frío está comprendida entre -3 y 18 °C y la media del mes más cálido supera los 10 °C
D	Clima boreal, de nieve y bosque microtérnico: La temperatura media del mes más cálido es inferior a -3 °C y la del mes más frío es superior a 10 °C.
E	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C, lo que indica que no existe estación cálida

Fuente: Köppen (1900).

La segunda fase es definir el subgrupo climático, que aporta la variación estacional de la humedad, según exista o no estación seca y si ésta coincide con la estación cálida o fría. Hay cuatro subgrupos y se nombran con las letras minúsculas f, s, w y m (ver Tabla 14).

Tabla 14: Subgrupos climáticos de la clasificación climática de Köppen (1900)

Letra	Significado
s	La estación seca es verano
w	La estación seca es invierno
f	No existe estación seca, es un clima lluvioso durante todo el año
m	Las precipitaciones son muy abundantes

Fuente: Köppen (1900).

La tercera fase es definir la subdivisión climática, que describe el régimen térmico. Hay seis subdivisiones y se nombran con las letras minúsculas a, b, c, d, h, y k (ver Tabla 15).

Tabla 15: Subdivisiones climáticas de la clasificación climática de Köppen (1900)

Letra	Significado
a	Los veranos son calurosos, la temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C
b	Los veranos son cálidos, la temperatura media del mes más cálido es inferior a 22 °C, pero con temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a 10 °C
c	Los veranos son cortos y frescos, menos de cuatro meses con temperaturas medias superiores a 10 °C
d	Los inviernos muy fríos, el mes más frío está por debajo de -3,8 °C
h	El clima es seco y caluroso, la temperatura media anual es superior a 18 °C
k	El clima es seco y frío, la temperatura media anual es inferior a 18 °C

Fuente: Köppen (1900).

Según lo indicado en las Tablas 13, 14 y 15 la clasificación climática de Köppen (1900) para el rodal modelo es un Clima templado húmedo, con la estación seca en verano y con veranos cálidos (Csb).

5.7 Conclusiones de los condicionantes climatológicos

Según los que se desprenden después de realizar el estudio climatológico de la zona se puede aseverar que no existe ningún condicionante que impida realizar ninguna de las actuaciones planteadas en el proyecto.

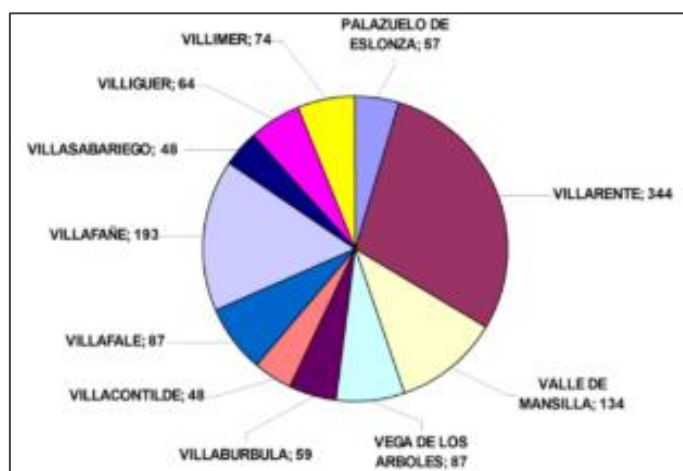
Se ha confirmado que la elección tanto de las especies ripícolas como de los clones seleccionados para ambas repoblaciones son los idóneos aunque no únicos ya que se podrían poner otras especies y otros clones (no se han seleccionado más especies y mas clones porque se cree que con la selección se cumple a la perfección con la biodiversidad en el caso de la repoblación con especie ripícolas y en el caso de la chopera de producción para evitar una complicación excesiva en la futura gestión y que ese hecho fuera un hándicap a la hora de la venta de la chopera).

6 Condicionantes socioeconómicos

La localidad de Valle de Mansilla se encuentra enclavada en el Municipio de Villasabariego. Dentro de este Municipio se encuentran también las siguientes localidades Lancia, Palazuelo de Eslonza, Villabúrbula, Villacontilde, Villafalé, Villafañe, Villarente, Villiguer y Villimer.

El Municipio cuenta con una superficie de 59,75 km² y con una población de 1.152 habitantes a fecha 01/01/2017 según los datos del Instituto Nacional de Estadística, lo que supone una densidad de población de 19 habitantes por km². Esta densidad supone encontrarse por debajo de la densidad media rural estatal que se encuentra en casi 20 habitantes por km², considerándose una densidad de población baja.

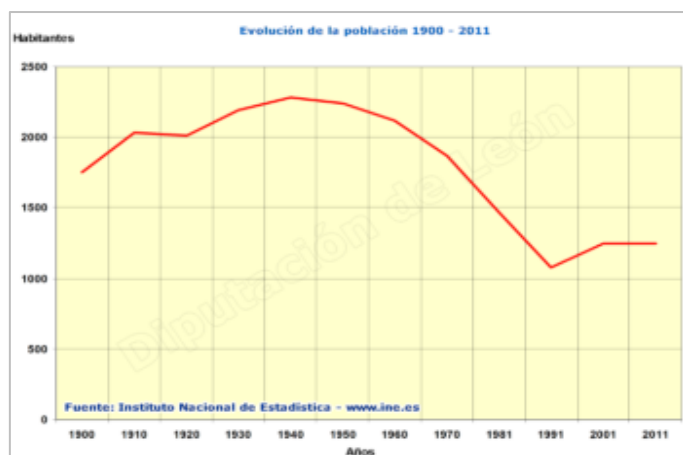
Ilustración 3: Habitantes por localidad municipio de Villasabariego



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, recopilado por Ayuntamiento de Villasabariego

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de población absoluta en el municipio de Villasabariego.

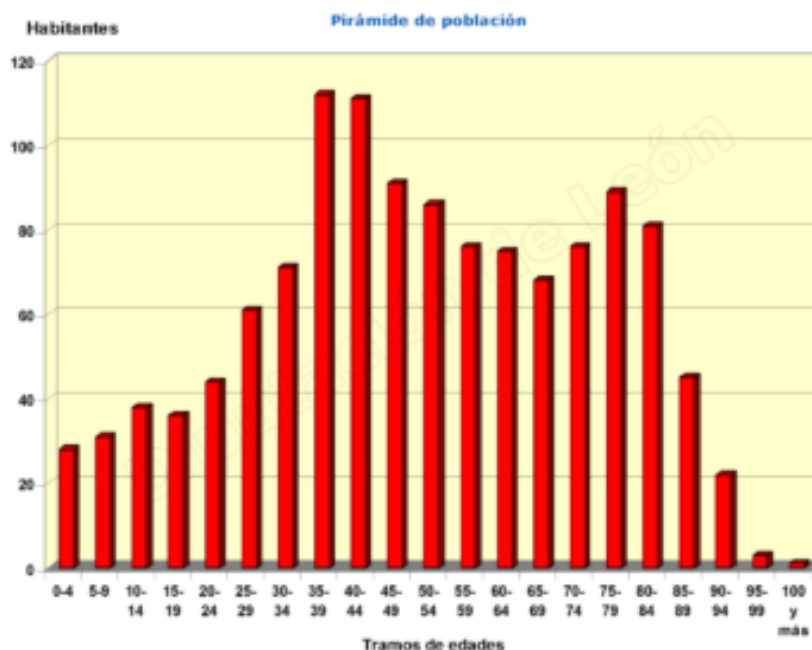
Ilustración 4: Evolución de la población municipio de Villasabariego



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, recopilado por Ayuntamiento de Villasabariego

Como se puede observar en la última década ha habido un repunte al alza de la población probablemente debido a los incentivos para jóvenes agricultores.

Ilustración 5: Pirámide de población municipio de Villasabariego



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, recopilado por Ayuntamiento de Villasabariego

La distribución de la población por rangos de edades que muestra la pirámide anterior refleja síntomas de agotamiento donde la población se encuentra envejecida. Es la típica pirámide poblacional de los pueblos de la comunidad.

En lo que respecta a población en Paro en la siguiente tabla se puede ver la distribución por edad y sexo y por sector productivo.

Tabla 16: Datos paro por sector y edad-sexo

Sector	Individuos	Edad y sexo	Individuos
Agricultura	2	Paro hombre edad < 25	1
Industria	6	Paro hombre edad 25 -45	7
Construcción	7	Paro hombre edad >=45	16
Servicios	27	Paro mujer edad < 25	3
Sin empleo Anterior	6	Paro mujer edad 25 -45	6
Total	48	Paro mujer edad >=45	15
		Total	48

Fuente: SEPE - Servicio Público de Empleo Estatal. Datos diciembre 2017

Respecto a la población activa del municipio cabe decir que es una zona donde eminentemente se ha trabajado en el campo, la agricultura y ganadería ha sido el motor del municipio. Un hecho que hace hincapié en este punto es que el sector que menos

paro registra es el agrícola estando el resto de los sectores muy parejos en cuanto a número de parados.

La zona también se caracteriza por una amplia tradición forestal. Como se ha comentado en numerosas ocasiones durante la redacción del presente proyecto las choperas son las masas forestales que más dinero reportan a la comarca pero no las únicas ya que hay repoblaciones recientes de pinares y bosques naturales de quercineas. Estas importantes extensiones de bosques pueden hacer que se cree un tejido laboral alrededor de ellas ya que necesitan de mucha mano de obra y mano de obra especializada.

7 Otros condicionantes

7.1 Topografía

La zona de actuación carece prácticamente de pendientes siendo toda la superficie muy llana. La altitud media de la superficie es de 807 metros siendo la altitud máxima 808,12 m.s.n.m. y la mínima 806,21 m.s.n.m., por lo que la variación de desnivel es de 1,91 metros. Las pendientes son inferiores a 0,1 % aunque puntualmente pueda haber alguna pendiente entre 1-2%.

Aunque las pendientes fueran levemente superiores a las que hay (máximo 3%) no sería un factor limitante para la repoblación.

7.2 Hidrología

El proyecto se encuentra localizado dentro de una de las vegas más fructíferas de Castilla y León. El río Esla es uno de los afluentes más importantes del Duero aportando gran parte del caudal que transportará este en su travesía por Portugal.

Los datos utilizados para realizar los cálculos hidráulicos del este proyecto se han obtenido de la estación foronómica nº 2111 del río Esla en Villomar. La estación se encuentra a aproximadamente 2 kilómetros aguas abajo de la zona de actuación. Esta estación pertenece a la red nacional que tiene el CEDEX Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Sobre la superficie que se va a plantar con chopo de producción existe una capa freática que se encuentra entre los 2,5 y los 3 metros de profundidad. Para conocer la profundidad de la capa freática se realizaron varias catas durante el verano de 2017 y conocer de este modo la profundidad de esta en época estival ya que es el momento en el que a la chopera no le puede faltar agua y evitar de este modo posible eventos de estrés hídrico.

La profundidad de la capa freática podría ser un factor limitante si se pretende repoblar mediante el método de "a raíz profunda". El límite se marca aproximadamente sobre los 4 - 4,5 metros siendo estas profundidades ya muy considerables. El elevado coste de plantación haría inviables estas repoblaciones y se debería pensar en cambiar el método de plantación lo que obligaría a regar la chopera siempre y cuando existiera esta posibilidad.

Más adelante en el *Anejo 4 Ingeniería del Proyecto* se realizarán los cálculos necesarios para confirmar que el muro Krainer está correctamente dimensionado y saber a qué altura llegaría la lámina de agua en función de unos caudales de referencia.

7.3 Fauna

En un principio no se encuentran indicios excesivamente graves respecto al daño que podría causar la fauna salvaje sobre las repoblaciones y la obra de bioingeniería y que desaconsejara el llevarlas a cabo, si bien se está produciendo un repunte de

individuos ungulados principalmente corzo (*Capreolus capreolus*) y de lagomorfos sobretodo conejo (*Oryctolagus cuniculus*) que pueden causar daños puntuales principalmente en las repoblaciones.

Los daños que pueden causar son bien diferentes aunque el fin pueda ser el mismo, la muerte del árbol. El daño que provoca el corzo se produce al rozar el chopo con la cuerna para deshacerse de la borra que las recubre cuando les nace en cambio el conejo, roe y anilla por encima del suelo el chopo lo que hace que se muera este.

Se deberá advertir también a los ganaderos de la zona que pastoreen que tengan especial cuidado hasta que el arbolado se encuentre perfectamente implantado esto es hasta los 3 o 6 años de edad en función del ganado que se vaya a meter. Ovejas y vacas podrían ser las especies que podrían pastar la chopera mientras que los equinos no deberían dejarse meter en ningún momento ya que tienen tendencia a mordisquear el tronco para comerse la corteza provocando en el peor de los casos el anillamiento total de este y la muerte del árbol.

7.4 Forestal

La vegetación espontánea, ripícola que se encuentra por las zonas anexas se encuentra principalmente en los márgenes de la plantación, en las proximidades del cauce y en los linderos con otras fincas. Esta vegetación se respetará en todo momento no cortando ningún ejemplar a no ser por estricta necesidad.

Como se ha comentado la vegetación se encuentra en los bordes de la finca por lo que es perfectamente compatible con las actuaciones proyectadas.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 2. Situación actual

Índice

Índice	79
Índice de fotografías	80
1 Situación actual de la zona de construcción de la obra de bioingeniería	81
2 Situación actual de la zona de implantación de la banda de protección	82
3 Situación actual de la zona a repoblar con chopo de producción	83

Índice de fotografías

Fotografía 1: Situación actual de la zona del proyecto	84
--	----

1 Situación actual de la zona de construcción de la obra de bioingeniería

Existe una imperiosa necesidad de abordar el problema erosivo de algunas márgenes de los ríos de la comunidad. En concreto el proyecto que se va a llevar a cabo se centra en la margen derecha del río Esla a su paso por Valle de Mansilla.

Actualmente existen varias zonas en el término municipal de Villasabariego al que pertenece la localidad donde está el problema a solucionar con la ejecución del proyecto que requerirían de alguna actuación de restauración de ribera aunque no fuera tan importante como la que atañe en el presente.

El tramo en cuestión de unos 120 metros se lleva erosionando desde hace algunos años y eso se nota en la dinámica creciente de pérdida de suelo. Este hecho se evidencia porque hay arbolado, chopo de producción, caído en el cauce del río y tocones justo a la orilla de este lo que da a entender que, sabiendo que la plantación se realizó en su día a un mínimo de 5 metros obligatoriamente, lo correspondiente a la zona de servidumbre de cauce, evidencia que hay zonas que cómo mínimo han perdido esos 5 metros de terreno.

La pérdida de suelo es importante, a lo largo de la longitud de la zona afectada. La altura mínima erosionada desde el borde del cauce al fondo de la orilla es algo superior al metro de altura. Poniendo de media que haya erosionado hacia el interior de la finca 3 metros daría un total de pérdida de suelo de unos 400 m³ que si suponemos una densidad de esta tierra vegetal con gravas de 1.800 kg/m³ daría un total de 720 t de material perdido en escasamente 2-3 años.

Como es lógico la pérdida de material, en este caso, está íntimamente relacionada con la pérdida de superficie lo que provoca que poco a poco la propiedad vaya perdiendo parte de su patrimonio.

Por estas razones se propone a la propiedad de las finca realizar la inversión en la construcción del muro Krainer y atajar el problema.

2 Situación actual de la zona de implantación de la banda de protección

En la actualidad el 75 % de la superficie que se va a repoblar con especies ripícolas para formar la banda de vegetación y simular un bosque de galería está ocupada por chopo de producción, el resto de la superficie se encuentra despoblada de vegetación arbórea aunque no arbustiva.

En breve, se cortará la chopera de producción y quedará esa superficie libre para poder repoblarla con especies típicas de ribera.

3 Situación actual de la zona a repoblar con chopo de producción

La superficie que se va a repoblar con chopo para la producción de madera de calidad se encuentra a fecha de este proyecto con arbolado de la anterior repoblación.

Aunque la chopera esté en pie cabe reseñar que se subastó en enero del presente año dando un plazo para el aprovechamiento de la misma según el pliego por el que se rige la venta de 8 meses, es decir a finales de septiembre tiene que estar cortada y sin los restos del aprovechamiento.

Se prevé que el maderista adjudicatario de la madera apure los plazos de corta ya que un crecimiento a mayores de la chopera le supondrá una ganancia importante en metros cúbicos y por lo tanto una mayor rentabilidad en la compra.

La productividad de la chopera, crecimiento medio anual, en la anterior repoblación ha sido de unos 16 m³/ha*año, teniendo en cuenta que la cubicación se ha realizado hasta 18 cm en punta delgada. Es un crecimiento más que aceptable para la zona y presupone que merezca la pena económicamente hablando el volver a plantar de nuevo.

Evidentemente a parte de la productividad en términos absolutos, es decir en metros cúbicos, hay que tener en cuenta que con un buen cuidado cultural se producirá mucha madera y madera de alta calidad lo que hará que la chopera sea aún más rentable.

Fotografía 1: Situación actual de la zona del proyecto



Fuente: propia.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 3. Estudio de alternativas

Índice

Índice	87
Índice de fotografías	89
Índice de ilustraciones	89
Índice de tablas	89
1 Estudio de alternativas restauración hidrológica	91
1.1 Obra civil	91
1.1.1 Escollera con piedra.	91
1.1.2 Deflectores y espigones.....	92
1.1.3 Muros de hormigón	93
1.1.4 Muros de gaviones.....	94
1.1.5 Conclusión.	95
1.2 Obra de bioingeniería.....	96
1.2.1 Introducción	96
1.2.2 Empalizada.	101
1.2.3 Fajinas.	102
1.2.4 Entramado vivo. Muro Krainer	103
1.2.5 Conclusión	104
2 Estudio de alternativas zona implantación banda de protección	106
2.1 Especies a plantar.....	106
2.2 Marco de plantación.....	107
2.3 Tipo de material vegetal a utilizar	108
2.4 Modo de plantación.....	108
3 Estudio de alternativas repoblación chopera de producción	109
3.1 Elección de especie a repoblar	109

3.2	Selección de los clones de chopo de producción	109
3.2.1	Caracterización de los clones seleccionados	111
3.3	Método de plantación.....	116
3.4	Marco de plantación y turno	117

Índice de fotografías

Fotografía 1: Escollera	92
Fotografía 2: Espigón	93
Fotografía 3: Muros de hormigón	94
Fotografía 4: Gaviones.....	95
Fotografía 5: Empalizada	102
Fotografía 6: Muro Krainer	103

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Fajina	103
-----------------------------	-----

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen de las técnicas de bioingeniería.....	100
Tabla 2: Aplicación de las diferentes técnicas en función de velocidad de corriente y transporte de sólidos admitido.	100
Tabla 3: Aplicabilidad de las técnicas de bioingeniería en función de la pendiente del talud.	101

1 Estudio de alternativas restauración hidrológica

1.1 Obra civil

Para evitar que un curso de agua siga erosionando o comience a erosionar la orilla de un cauce existen múltiples maneras de corregirlo. Las alternativas que se plantean este caso son las más afines a la ingeniería civil propiamente dicha, con utilización de materiales como el hormigón, piedra y metal.

Entre los tipos de obra civil más representativos para corregir las erosiones de este tipo se encuentran las siguientes:

1.1.1 Escollera con piedra.

Los bloques de piedra de escollera se obtienen mediante voladura o picado y deben provenir de macizos rocosos sanos, canteras o de la propia excavación de obra. Los distintos tipos de escollera se definen en función del método de puesta en obra y en función de la granulometría de los bloques.

Los tipos de escollera según su granulometría están definidos en la norma UNE-EN 13383-1:2003 Escolleras. Parte 1: Especificaciones.

- ◆ Escollera gruesa. Presenta una granulometría pesada, es decir, una granulometría con un límite nominal inferior definido por una masa de más de 500 kg.
- ◆ Escollera media. Presenta una granulometría ligera, definida ésta como una granulometría con un límite nominal superior definido por una masa entre 80 kg y 500 kg.
- ◆ Escollera fina. Su granulometría es gruesa, tal como se define una granulometría con un límite nominal superior definido por un tamaño de tamiz entre 125 mm y 250 mm.

En función del método de puesta en obra se pueden distinguir los siguientes tipos de escollera.

- ◆ Escollera vertida: Dentro del campo de la ingeniería civil se emplea fundamentalmente en obras marítimas y fluviales, y en ciertos casos en presas y otras aplicaciones de tipo medioambiental.
- ◆ Escollera compactada: De amplio uso en pedraplenes, presas y obras marítimas en general. Se obtienen parámetros geotécnicos, en general mejores que los obtenidos por simple vertido.
- ◆ Escollera colocada: Se utiliza en encauzamientos y restauraciones fluviales y en determinadas ocasiones en mantos de diques marítimos en talud. Sería la colocación si se fuera a realizar este tipo de actuación sobre el proyecto con atañe. Entre las principales ventajas que puede ofrecer la escollera colocada para la construcción de muros se encuentran:

- ✓ Facilidad de drenaje a través de los intersticios existentes entre los bloques pétreos.
- ✓ Facilidad para adaptarse a movimientos diferenciales del terreno, admitiendo ciertas distorsiones sin sufrir daños estructurales.
- ✓ Relativa facilidad de integración de la escollera en el entorno, al tratarse de un material natural.

A pesar de la tercera ventaja el órgano administrativo competente en materia fluvial, si no es en casos de imperiosa necesidad no permite realizar este tipo de construcciones para corregir este tipo de erosiones.

En la siguiente fotografía se puede observar una escollera ejecutada en el río Esla a su paso por la localidad de Santa Colomba de las Carabias (Zamora).

Fotografía 1: Escollera



Fuente: propia.

1.1.2 Deflectores y espigones

Los espigones son elementos de protección de los márgenes con la característica principal que son transversales a la corriente. Se implantan en la orilla y suelen tener una ligera pendiente desde la coronación en dirección al eje del cauce. El objetivo del espigón es modificar la acción del agua, desviando la corriente principal, alejando el thalweg (eje de máxima profundidad de un río) de la orilla. Es decir, es un elemento activo, capaz de proteger un margen y a la vez influir en la dinámica fluvial.

Un deflector sirve para dirigir la dirección del flujo. Es decir, modificar la curvatura del thalweg. La influencia buscada es aguas abajo, como por ejemplo, modificar la curvatura de thalweg o provocar la erosión en ciertos puntos para sedimentar en otros.

Diferentes tipos de estructuras pueden utilizarse como deflector, y una de las más utilizadas es el espigón. Aquí radica la diferencia: un espigón se puede utilizar como deflector, pero no todo lo que se hace con espigones es un deflector, ya que responden a conceptos diferentes. Un término se refiere a un elemento (espigón) y el otro a una función (deflector).

Este tipo de construcción no se suele hacer de forma única sino que generalmente viene acompañada de otra. Se suelen construir de piedra, gaviones u otros materiales.

Espigón ejecutado en el río Órbigo a su paso por la localidad de Requejo de la Vega (León).

Fotografía 2: Espigón



Fuente: propia.

1.1.3 Muros de hormigón

Probablemente son las estructuras más duras junto con las escolleras de bloques cementados, cuya resistencia mecánica a la corriente es muy superior a la que presentan los materiales aluviales de los márgenes, y, por tanto, desplazan las formas de erosión inmediatamente aguas arriba y abajo de ellas.

La forma de construcción puede ser *in situ* mediante encofrado o bien se puede construir mediante placas prefabricadas para solo tener que montarlas en la zona correspondiente.

Este tipo de construcciones son poco integradoras con el medio por lo que no se suelen hacer y menos aún en un tramo de río extraurbano como es el caso. Se suelen hacer en tramos urbanos donde es necesario un encauzamiento estricto del río como

por ejemplo en la siguiente fotografía (*Ayuntamiento de Madrid, s.f.*) del río Manzanares a su paso por Madrid:

Fotografía 3: Muros de hormigón



Fuente: página web del Ayuntamiento de Madrid.

1.1.4 Muros de gaviones.

Los gaviones consisten generalmente en estructuras tipo cestas prismáticas de base rectangular cerrada hechas de malla de alambre galvanizado o galvanizado y recubierto de PVC y reforzadas con el mismo alambre. Una vez armadas las jaulas a pie de obra, son rellenas con rocas. Se suelen emplear empleada en ingeniería para construir obras de sostenimiento o defensa.

Existen varios tipos de gaviones: metálicos, tipo saco, de tierra armada, tipo caja y tipo colchón.

Los gaviones tipo caja y tipo colchón son los más empleados en obras de ingeniería civil por su adaptación a cualquier ambiente y lugar de difícil acceso. Los gaviones tipo caja son aquellos cuya altura varía entre 0,5 y 1 metro. Un gavión tipo colchón (o gavión de recubrimiento) tiene una altura que no supera los 30 cm.

Un gavión queda definido por las dimensiones de la jaula metálica (largo, ancho, alto), el tamaño de su malla y el diámetro del alambre que la forma.

Las mallas de los gaviones, en general, tienen la forma de hexágono enlazado con triple torsión para una mayor resistencia y están formadas por alambres de acero galvanizado para protegerlas frente a la corrosión.

La piedra a emplear en el relleno de gaviones será natural o procedente de machaqueo, sin agentes de tipo corrosivo y resistente a la acción del agua y de la intemperie.

Las piedras serán de forma regular y tendrán tamaños comprendidos entre 10 y 20 cm), debiendo estar el material razonablemente graduado entre ambos límites. Cuando se proceda al relleno de las celdas se han de colocar las piedras de mayor tamaño en los paramentos o caras vistas de forma que quede el menor volumen posible de huecos.

En la siguiente fotografía (*Soluciones especiales, Gaviones, s.f.*) se puede observar la construcción de una defensa con gaviones:

Fotografía 4: Gaviones



Fuente: página web de Soluciones especiales.

1.1.5 Conclusión.

En un principio las Confederaciones Hidrográficas en concreto la del Duero que es la que atañe a este proyecto son muy reacias en general a realizar correcciones de este tipo y aún más remisas si no son correcciones que se puedan naturalizar o mimetizar con el entorno. Actuadamente pretenden dejar que la dinámica fluvial de los ríos actúe de forma natural y las actuaciones que se presentan para su aprobación han de estar convenientemente justificadas para que se puedan llevar a cabo ya que es el organismo oficial que tiene potestad para ello.

Probablemente cualquiera de los métodos arriba mencionados podrían valer para la corrección erosiva de este proyecto, pero se descartan de base por las explicaciones que se han dado en el párrafo anterior.

En el caso de que la erosión afectara algún tipo de infraestructura viaria importante, alguna construcción habitada o tuviera que ser una corrección de carácter

urgente probablemente se aprobaría este tipo de actuaciones o alguna de tipo mixto utilizando alguna técnica de las anteriormente descritas.

Se han descartado de antemano también los geotextiles inorgánicos de fabricación de derivados del petróleo como única actuación. En este caso por una cuestión técnica ya que con la fuerza del agua que tiene en esa zona y la pendiente del talud serían arrastrados.

1.2 Obra de bioingeniería

1.2.1 Introducción

Una vez se ha optado por la construcción de una estructura considerada menos agresiva y más mimetizable con el medio a base de materiales vegetales naturales vivos y muertos está la duda de que tipo de infraestructura se construirá.

Para llegar a la opción más acertada hay que tener varios factores en cuenta como por ejemplo el tipo de terreno que se está degradando, las condiciones morfológicas del cauce y los parámetros hidráulicos como la velocidad del flujo que está relacionada con la pendiente del cauce, caudal y el transporte de sólidos entre otros.

En un principio hay que tener en cuenta que según el código deontológico de la bioingeniería, que incluye entre otros el principio de adoptar la solución menos compleja a igual resultado, especifica que se ha de considerar siempre la opción de no intervención. Respecto a la solución menos compleja se refiere a la que menos nivel de energía y complejidad requiere y la más sostenible.

Una vez valorada la situación se determina la intervención ya que no de no ser así el problema se agravaría con el paso del tiempo.

Las obras de bioingeniería tienen las siguientes finalidades o cumplen las siguientes funciones según *Schiechteln y Begemann (1994)*: técnicas, ecológicas, paisajísticas y económicas.

En el siguiente resumen se describen, según *Paula Sanguilli en el documento de Introducción a la Bioingeniería de la Asociación Española de Ingeniería del Paisaje*, las diferentes finalidades de este tipo de obras:

- ◆ Técnica: Se refieren a la protección y estabilización del suelo mediante el sistema radical.
 - ✓ Protección de la superficie del suelo contra la erosión debido al viento, las precipitaciones, el hielo y la corriente de agua.
 - ✓ Protección contra la caída de piedras.
 - ✓ Estabilización.
 - ✓ Eliminación y absorción de fuerzas mecánicas nocivas.

- ✓ Disminución de la velocidad de la corriente en las riberas en profundidad del suelo.
 - ✓ Agregación y estabilización superficial y/o profunda del suelo.
 - ✓ Drenajes.
 - ✓ Protección contra el viento.
 - ✓ Favorecer la acumulación de nieve, arenas y arrastres de material.
 - ✓ Aumento de la rugosidad del terreno, creando así una defensa contra aludes principalmente se utiliza para la protección frente a la erosión, la estabilización de laderas o la estabilización de márgenes.
- ◆ Ecológica: Los efectos de las intervenciones de la Bioingeniería al favorecer la introducción de la vegetación modifican las características ecológicas de la zona de intervención. Las funciones ecológicas cada vez están ganando más importancia, teniendo en cuenta que estas difícilmente se pueden alcanzar por parte de la ingeniería clásica.
- ✓ Mejora del balance hídrico por un aumento de la interceptación, mejora en la capacidad de retención de agua del suelo y mejora del consumo de agua por las plantas.
 - ✓ El desarrollo de asociaciones vegetales más estables pertenecientes a las series de vegetación de la zona, en especial el empleo de especies autóctonas que contribuyen a acelerar la recuperación del ecosistema original.
 - ✓ Drenaje del suelo.
 - ✓ Protección contra el viento.
 - ✓ Protección contra inmisiones.
 - ✓ Desagregación mecánica del suelo por las raíces de las plantas.
 - ✓ Compensación de las condiciones de temperatura en la zona subaérea y en el suelo.
 - ✓ Sombreado.
 - ✓ Mejora de la cantidad de nutrientes en el suelo y por consiguiente aumento de la fertilidad de suelos pobres.
 - ✓ Protección contra el ruido.
 - ✓ Aumento de la productividad en áreas agrarias cercanas rehabilitación de los ecosistemas degradados.
- ◆ Estéticas: Encaminados a la mejora del paisaje, siendo algunos de estos objetivos los siguientes:
- ✓ Restauración de cicatrices en el paisaje causadas por episodios catastróficos o por las actividades humanas (minería, obra pública, escombreras de inertes, escombreras mineras, vertederos de residuos industriales y urbanos).
 - ✓ Integración de obras y construcciones en el paisaje.

- ✓ Pantalla visual para la ocultación de diferentes infraestructuras de fuerte impacto visual.
- ✓ Enriquecimiento de los paisajes mediante la creación de focos visuales y nuevas estructuras, formas y colores en la vegetación integración de obras y construcciones en el paisaje.
- ◆ Por último se han de valorar los efectos económicos. Las obras de bioingeniería no son siempre más baratas que las obras de ingeniería clásica. Pero teniendo en cuenta la durabilidad de estas obras, incluyendo los trabajos de mantenimiento, las obras de bioingeniería normalmente son más económicas. Las ventajas más relevantes son:
 - ✓ Ahorro de costes comparado con las técnicas tradicionales de construcción, aunque este punto no siempre se cumple.
 - ✓ Ahorro de costes de mantenimiento y saneamiento.
 - ✓ Plantas arbóreas y arbustivas utilizables por la población en terrenos anteriormente degradados o baldíos.

El resultado de las obras de bioingeniería son sistemas vivos, basados en la sucesión natural, es decir, que permanecen en equilibrio mediante una autorregulación dinámica sin necesidad de aporte de energía artificial. Eligiendo bien las técnicas así como los materiales vivos e inertes, se obtiene una persistencia extraordinaria con gastos de mantenimiento de poca consideración.

A parte de lo comentado anteriormente estas obras tienen otras ventajas como permitir una mayor permeabilidad que otro tipo de obras civiles como por ejemplo los muros de hormigón. Esto supone en la práctica que se pueda mantener un nivel freático a una altura aceptable en la zona que para el caso que incumbe es muy importante ya que apoyará con este aporte parte del agua necesaria para la viabilidad de la chopera que se plantará.

Teniendo en cuenta estas premisas las técnicas de bioingenierías se dividen en 4 grandes grupos (*CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011*):

1. Técnicas de recubrimiento.

Son técnicas destinadas a evitar la erosión superficial del tipo:

- ◆ Siembra.
- ◆ Hidrosiembra.
- ◆ Tepes.
- ◆ Herbazal estructurado de fibra.
- ◆ Geomalla orgánica.

La utilización de una de estas técnicas por sí sola no es el realizable para el proyecto que atañe a este caso por lo que se descarta de antemano. Si se utilizará para la parte de la cumbre del muro una geomalla orgánica de fibra de coco.

2. Técnicas de estabilización.

Estas Técnicas permiten estabilizar el terreno hasta 2 metros de profundidad y se basan en la disposición de plantas leñosas obtenidas por reproducción vegetativa y colocada en filas horizontales. Dentro de estas técnicas se encuentran:

- ◆ Plantación.
- ◆ Estaquillado.
- ◆ Fajinas.
- ◆ Biorrollos.
- ◆ Empalizadas.
- ◆ Estera o cobertura de ramas.

Las plantas tienen que tener la capacidad de emitir raíces adventicias de manera que formen un entramado que permita la sujeción del terreno.

3. Técnicas mixtas

Estas técnicas, a diferencia de las comentadas anteriormente conjugan la utilización de elementos vegetales con los materiales tales como: madera, acero galvanizado, piedra, hormigón...etc. En estas técnicas, el material inerte actúa como estabilizador hasta que las plantas sean capaces de realizar esta función. Dentro de estas técnicas se encuentran:

- ◆ Escollera revegetada.
- ◆ Tierras reforzadas o muros verdes.
- ◆ Entramados vivos de madera.
- ◆ Enrejados vivos.
- ◆ Gaviones revegetados.
- ◆ Geomalla sintética.

4. Técnicas complementarias

Junto con las técnicas constructivas propiamente dichas, se deben utilizar otras técnicas que completan y complementan las anteriores pero que no cumplen una finalidad de estabilización o protección frente a la erosión, son por ejemplo la plantación de especies leñosas con el fin de acelerar el desarrollo de la vegetación, la creación de barreras antirruído, los drenajes, las rampas para peces, etc.

En las siguientes tablas sacadas de la *Guía sobre técnicas de restitución y restauración de cauces de ríos por infraestructuras lineales enterradas con vistas a la EAE de planes de infraestructuras redactado por el CEDEX, 2011*, se pueden observar un resumen de las diferentes técnicas así como la posible utilización de estas en función de las características del medio:

Tabla 1: Resumen de las técnicas de bioingeniería.

		TÉCNICAS VIVAS										TÉCNICAS MIXTAS						
		de recubrimiento					de estabilización											
		Siembra	Hidrosiembra	Tepes	Herbazal estructurado en fibra	Geomalla orgánica	Plantación	Estaquillado	Fajinas	Empalizada	Biorrollos	Esteras o cobertura de ramas	Escollera vegetada	Tierra reforzada o muro verde	Entramado vivo	Enrejado vivo	Gaviones vegetados	Geomalla sintética
Protección contra la erosión	Inmediata			X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	A medio plazo	X	X															
	A largo plazo	X	X				X	X										
	Superficial	X	X	X		X						X						X
	A poca profundidad				X		X	X	X	X	X		X	X		X	X	
	A mucha profundidad						X	X					X	X	X	X	X	
Disminución de la escorrentía superficial	Bastante o mucho	X	X	X	X	X			X	X	X	X			X	X		X
	Poco						X	X										
Efecto visual	Inmediato			X	X		X											
	A medio plazo	X	X		X	X	X				X	X				X		X
	A largo plazo							X	X	X	X	X	X	X	X		X	

Fuente: CEDEX.

En las siguientes tablas se resumen la velocidad del flujo y el tamaño de los sólidos que podrían soportar las diferentes técnicas de bioingeniería.

Tabla 2: Aplicación de las diferentes técnicas en función de velocidad de corriente y transporte de sólidos admitido.

Velocidad de la corriente	> 6 m/s	3-6 m/s		< 3 m/s	
Transporte de sólidos admitido	Todos los diámetros	> 20 cm	5-20 cm	1-5 cm	< 1 cm
Técnica	Escolleras vegetadas Gaviones vegetados		Escolleras vegetadas Gaviones vegetados Tierras reforzadas o muros verdes Entramado vivo	Siembra Hidrosiembra Transplante de tepes Herbazales estructurados en fibra Geomallas orgánicas y sintéticas Plantación de árboles y arbustos Estaquillado Fajinas Empalizadas Biorrollos Esteras o coberturas de ramas Entramados vivos Enrejados vivos Tierras reforzadas o muros verdes Escolleras vegetadas Gaviones vegetados	

Fuente: Recopilado por CEDEX de Sauli et al., 2002.

A parte de tener en cuenta las premisas anteriores a la hora de aplicar una técnica u otra, también dependerá de la pendiente del talud en la que se va a realizar la actuación tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3: Aplicabilidad de las técnicas de bioingeniería en función de la pendiente del talud.

Pendiente máxima	Técnica
Muy baja (< 15°)	Siembra
Baja (15° - 35°)	Hidrosiembra Transplante de tepes Herbazal estructurado en fibra Esteras o coberturas de ramas Estaquillado Fajinas*
Moderada (35° - 45°)	Empalizadas Biorrollos Geomallas orgánicas Plantación de árboles y arbustos
Alta (> 45°)	Enrejado vivo Entramado vivo Geomallas sintéticas Tierras reforzadas o muro verde Escollera vegetada Gaviones vegetados

*Soporta pendientes superiores si se coloca a pie de talud

Fuente: CEDEX.

Dentro de las diferentes técnicas expuestas en los cuatro grupos anteriores y con las premisas de las tablas, las técnicas de bioingeniería más idóneas que se analizarán como posible para la restauración fluvial del presente proyecto son las siguientes: (especificaciones tomadas de Aquanea Bioingeniería aplicada al paisaje, s.f.):

1.2.2 **Empalizada.**

Campo de aplicación.

La empalizada o trenzado vivo se instala sobre las riberas con fenómenos de excavación producidas en la base del talud al nivel ordinario del curso del agua. También es un método adecuado para el control de la erosión de taludes de los márgenes fluviales en ríos y arroyos con velocidades bajas. Es una técnica que da un aspecto ordenado que puede hacer mejorar la percepción del medio en lugares de elevado uso social o áreas urbanas.

Características generales

Se trata de una técnica con una base muy parecida a la de la fajina viva. Si el material vegetal disponible son ramas muy ramificadas resulta más adecuada la fajina pero a menudo el material disponible son ramas largas, vegetadas sólo en los extremos y entonces éstas resultan útiles para esta técnica. Otra ventaja es que no necesitamos ocupar mucho espacio del cauce, es menos de la mitad que necesita la técnica con la fajina.

Características técnicas

Se trata de una técnica estabilizadora lineal sobre el margen del río formado por un trenzado de ramas fijadas al terreno mediante estacas de madera o acero, y posteriormente rellenas de tierra. La técnica permite una rápida retención del material superficial de la pendiente y la estabilización de éste al trenzar en varias capas. Por otra parte, el pie de la ribera también se protege de erosiones y posibles deslizamientos. La disposición de los trenzados de ramas puede ser en filas horizontales pero resulta más adecuado que la punta quede anclada al suelo en un mínimo de 40 cm y a partir de aquí, ir buscando la horizontalidad. Con el fin de obtener una mayor eficacia, es necesario realizar la técnica con material vivo que tenga capacidad de emitir raíces adventicias.

Fotografía 5: Empalizada



Fuente: propia

1.2.3 Fajinas.

Campo de aplicación

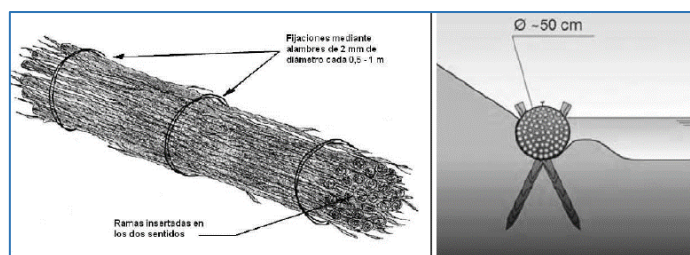
En cursos de agua con caudales de nivel medio relativamente constantes y con una velocidad inferior a 1,5m/s, generalmente combinadas con otras técnicas de defensa. La pendiente del curso de agua no debe superar el 5% y la oscilación del nivel medio del agua no debe superar el metro.

Características

Obra hidráulica longitudinal para la estabilización inmediata del pie y la revegetación de riberas de ríos, lagos y lagunas con arbustos propios de ribera. Habitualmente se utilizan sauces para la colocación de fajinas vivas, también se pueden realizar a partir de especies con capacidad de reproducción vegetativa. Con esta técnica se aprovecha la parte más fina del material vegetal recogido para la realización de técnicas de bioingeniería. Generalmente se utiliza la parte que queda una vez se han preparado las estacas. Es importante que en algunos extremos haya estructuras vegetales con grosores de hasta 3 cm. La estructura vegetal gruesa es la que tiene capacidad de rebrotar, mientras que la fina hace las funciones de retención del suelo hasta que no se desarrolle el sistema de raíces de la planta. A pesar de que teóricamente un conjunto de ramas ligadas ya podría cumplir esta función, se suele

optar por la confección de una estructura lo más compacta posible para mejorar su resistencia al paso del agua mediante ramas entrecruzadas.

Ilustración 1: Fajina



Fuente: Aquanea S.L.

Fuente: ACA, 2008

1.2.4 Entramado vivo. Muro Krainer

Campo de aplicación

Taludes inestables o riberas fluviales sujetas a erosión. Puede utilizarse en cursos de agua con elevada energía y transporte sólido.

Características generales

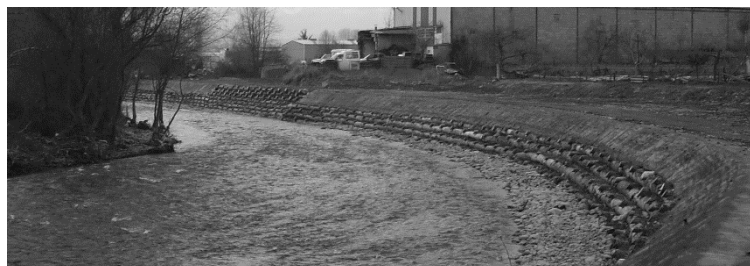
Muro de gravedad formado por una estructura celular de troncos de madera con estacas vivas o planta en contenedor con el objetivo que el futuro desarrollo de la planta suplante la estructura de tronco. Se emplea en la estabilización de pendientes de hasta 60°, como muro de contención.

Características técnicas

Estructura de madera constituida por un entramado de troncos que forman una cámara en la que se insertan estacas vivas o planta en contenedor. Los troncos se fijan con clavos o grapas de acero o se realizan machihembrados. En función del lecho donde irá apoyado necesitará o no cimentación. En el caso de construir el entramado en cauces fluviales se protegerá la base con roca o materiales más resistentes.

El entramado vivo de madera puede tener una o dos paredes. El frente no debe ser vertical, sino inclinado a favor de la pendiente, según levantamos el entramado los troncos paralelos a la corriente se retrasan alineando su lado exterior con el lado interior del tronco inferior.

Fotografía 6: Muro Krainer



Fuente: Jesús Calvete (2009)

1.2.5 **Conclusión**

Dentro de las técnicas de estabilización se han estudiado dos de ellas que se creían las idóneas para esta restauración. Finalmente ni las dos que se postulaban como las posibles técnicas ni el resto se podrían llevar a cabo por las características morfológicas propias de la zona erosionada y las características hidráulicas del curso de agua.

Las velocidades del agua en la zona, la altura del talud y pendiente del mismo y las características intrínsecas propias del tipo erosivo que se está produciendo desaconsejan tanto la empalizada como la fajina.

A pesar de ser un río regulado, el Esla tiene variaciones muy importantes de caudal en época de lluvia lo que conlleva a variaciones de nivel y que el proceso erosivo se esté produciendo en varias alturas del talud. La altura del talud es otro de los limitantes de este tipo de actuaciones siendo la más aconsejable el entramado vivo, en el caso del presente proyecto muro Krainer.

La magnitud del curso de agua, en la zona donde se pretende realizar la actuación, pueden pasar caudales de 200 m³/s y superiores (*dato de caudal máximo medido entre los años 2003-2014, obtenido del CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, y procedente de estación foronómica nº 2111 del río Esla en Villomar, dicha estación se encuentra a 1,1 km del área de actuación y entre los dos puntos no existe ningún aporte de caudal superficial*), es otra de las características que obliga a realizar una estructura de bioingeniería más robusta.

De las técnicas denominadas mixtas probablemente se podrían utilizar varias de ellas ya que ninguna de ellas quedaría excluida según las características de la ribera a restaurar. Se opta por el entramado vivo ya que aporta una inmediata protección frente a la erosión y a mucha profundidad y a pesar de que el efecto visual que se produce por la construcción se atenúa a largo plazo el que se construya práctica y únicamente con material vegetal hace que se decante por esta técnica constructiva.

Respecto a las obras de ingeniería civil propiamente dichas a parte de lo comentado en el punto en el que se han tratado hay que destacar las ventajas de una obra de bioingeniería frente a estas:

- ◆ Efectos beneficiosos asociados como proporcionar refugio y alimento para la fauna.
- ◆ Servir como corredor ecológico.
- ◆ Amortiguación de crecidas.
- ◆ Mejora de la calidad del agua y del paisaje
- ◆ Y fijación de CO₂ entre otros.

La implantación de vegetación en un talud proporciona una mayor estabilidad al terreno, mejora la estructura del suelo, reduciendo la erosión hídrica y favoreciendo la integración paisajística (como se cita en *García-Vega, A., Sanz-Ronda, F. J., Fuentes-Pérez, J. F., Navarro-Hevia, J., Martínez-Rodríguez, A. (2014) Bases metodológicas*

para el cálculo de muros entramados de madera con vegetación o muros Krainer). Por todo ello se procederá a la construcción de esta obra y sirviendo como ejemplo a realizar en zonas con la misma problemática.

Desde el punto de vista constructivo, los muros Krainer se pueden ejecutar a una o a dos paredes. Generalmente la primera opción se utiliza cuando el espacio del que se dispone para la construcción es limitado, la segunda, como es el caso que atañe al presente proyecto, cuando tenga que resistir mayores empujes o salvar una altura superior.

2 Estudio de alternativas zona implantación banda de protección

En la actuación del establecimiento de la banda de protección no cabía alternativa ya que viene impuesto en la aprobación del Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero para el periodo 2015-2021.

Se pretende con esta actuación que se vaya naturalizando las orillas del río Esla a su paso por Valle de Mansilla. El Plan Hidrológico actual propone que, en función de la entidad de los ríos, el no poder plantar especies que no sean típicas de ribera y autóctonas de la zona en las denominadas bandas de protección del cauce que comprenden entre los 5 y los 15 metros a ambas márgenes de los cursos fluviales.

2.1 Especies a plantar

Las especies seleccionadas para llevar a cabo la repoblación han sido elegidas después de haber estudiado las siguientes premisas:

- ◆ Se ha estudiado el Cuaderno de Zona nº8 utilizado como base para la reforestación y creación de superficies forestales y publicado por la Junta de Castilla y León, si bien en este caso no es de obligado cumplimiento porque el promotor no se puede acoger a ninguna subvención, en caso contrario si sería de obligado cumplimiento, se puede tomar las recomendaciones de especies a plantar como aptas para la zona.
- ◆ Como segundo punto se ha tenido en cuenta las figuras de protección que hay en la zona y se han tenido en cuenta los tipos de bosques o formaciones naturales que existen para poder reproducirlos en la zona de actuación.
- ◆ Por último y no menos importante es haber realizado varias visitas a la zona de actuación y observar las especies que mejor fructifican (autéctonas de ribera) y que pueden ser objeto de repoblación (evidentemente se han desechado las especies invasoras, exóticas y mal introducidas que se pueden ver por la zona).

Evidentemente existen mucha más especies que pudieran formar bosques ripícolas en la zona pero dado que la superficie a repoblar no es excesivamente amplia se determinó en la selección única de cinco especies. Una vez determinado el ámbito del proyecto y teniendo en cuenta los puntos anteriores las especies seleccionadas son las siguientes: *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus minor* y *Prunus avium*.

Para garantizar que la elección de las especies es la correcta y son susceptibles de una buena fructificación se ha consultado el libro *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares de Ginés A. López González (2002)* y los apuntes de la asignatura de Botánica de 2º curso de Ingeniería técnica Forestal impartidos por el profesor de la ETSIIAA Juan Andrés Oria de Rueda en el que se describen los hábitat y las características más importantes de cada especie seleccionada, a saber:

Fraxinus angustifolia: Esta especie se cría en los bordes de los cursos de agua y en los fondos de valles con suelos frescos y nivel freático elevado. A veces también en los bosques frescos y umbrosos, desde el nivel del mar hasta unos 1.000 m.s.n.m.

En la Península habita en todas las provincias de clima mediterráneo, alcanzando por el norte hasta los valles inferiores de Pirineos y sur de Galicia.

Populus alba: se cría en los en los suelos frescos y húmedos, casi siempre en las proximidades de los cursos de agua, formando parte de los sotos o bosques ribereños asociado a fresnos, sauces y olmos. Soporta bien los climas cálidos y no suele ascender por encima de los 1.200 m.s.n.m. En la Península puede aparecer en todas las provincias.

Populus nigra: Se cría en los sotos y riberas de los ríos, entre nivel del mar y los 1.500 m.s.n.m. (1.800), esta especie se suele encontrar asociada a olmos, sauces y fresnos. Se suele encontrar en las depresiones de suelo profundo y fresco, con la capa freática accesible, sobretodo en terrenos algo sueltos y lugares con mucha luz, pues no tolera la sombra. Generalmente puede aparecer por todas las provincial de la Península.

Ulmus minor: se cría en suelos frescos y profundos, sobre todo en los sotos y riberas de los ríos, donde se asocia con frecuencia a sauces, alisos, álamos y fresnos. Prefiere los climas templados de ahí que no ascienda a mucho más por encima de los 1.000 m.s.n.m. aunque en el sur de la Península puede alcanzar los 1.650 m.s.n.m. Se puede cultivar como ornamental, aunque cada vez menos por su sensibilidad a la grafiosis.

Para esta especie se probará algún clon producido en laboratorio que se ha comprobado que es sensiblemente más resistente a la grafiosis que el negrillo que sucumbió estrepitosamente a esta enfermedad producida por el hongo *Ceratocystis ulmi*

Prunus avium: se cría habitualmente de forma natural salpicada en los bosques y barrancos de suelo fresco y profundo, sobre todo en las montañas, hasta los 2.000 m.s.n.m. También se cultiva en vegas, huertos y regadíos como árbol frutal. Aparece en todas las regiones aunque de manera naturalizada principalmente en la mitad septentrional

Como se ha podido contrastar ningún factor de los que se da en la zona del proyecto es limitante respecto a las características de hábitat de las especies elegidas. Quizás el cerezo le limita mínimamente el exceso de agua de ahí que se haya colocado en la fila más exterior de la repoblación respecto al cauce.

2.2 Marco de plantación

Se optó por un marco de plantación al tresbolillo con marcado real en vez de un marco real puro para dar sensación de continuidad, bosque de galería y para evitar visualmente que colocándose perpendicular a la plantación se vieran filas definidas.

Otra opción habría sido no realizar ningún tipo de marcaje o por bosquetes pero se corría el riesgo de una mala distribución excesivamente elevada en algunas zonas y con escasa densidad en otras. Con la distribución uniforme se consigue también que

aunque haya marras puntuales por culpa de estas no quedarán zonas grandes sin arbolado.

Una densidad de plantación de casi 1.000 pies por hectárea puede ser la indicada para este tipo de plantaciones, se cuenta con un número importante de marras lo que hará que en los primeros años disminuya considerablemente la densidad. En el caso que fructifique un elevado número de pies se realizarán, si fuera el caso, los tratamientos de disminución de densidad que fueran precisos. Por el lado de la viabilidad de la plantación se considera también aceptable ya que, aunque no fructificara el cincuenta por ciento de ella, una densidad futura, de árbol adulto de 500 pies por hectárea sería la indicada para este tipo de repoblaciones.

2.3 Tipo de material vegetal a utilizar

En este caso cabía la posibilidad de tres opciones:

- ◆ Planta en contenedor (normal o forestal).
- ◆ Cepellón.
- ◆ Planta a raíz desnuda.

Dado que la plantación se va a realizar en periodo de parada vegetativa se opta por planta a raíz desnuda. Otra razón importante es que esta actuación no reportará valor económico directo al promotor del proyecto y una imposición de este es el ahorro económico máximo, pero sin que ello afecte a la correcta ejecución y viabilidad de las actuaciones.

La supervivencia de material trasplantado en contenedor o en cepellón respecto al trasplantado a raíz desnuda es sensiblemente superior, pero el coste de estos, respecto al de raíz desnuda, incluso teniendo en cuenta que se podría ampliar el marco de plantación y como consecuencia disminuir el número de árboles plantados, sigue siendo superior que a raíz desnuda.

2.4 Modo de plantación

La posibilidad de realizar la repoblación con medios manuales se descarta porque la profundidad requerida para la plantación haría que se disparara a parte del trabajo ingente que supondría realizarla con pala y azada. En el caso de que se fueran a realizar riegos o se montara un sistema de riego cabría la posibilidad de plantarlo a poca profundidad pero dado que no se llevará a cabo ningún tipo de montaje de riego se descarta totalmente.

Por estas razones se opta por realizar una plantación con retroexcavadora que tendrá unos rendimientos lo suficientemente altos como para que salga rentable la utilización de este tipo de maquinaria a parte de la seguridad de que la profundidad de plantación será la correcta.

3 Estudio de alternativas repoblación chopera de producción

3.1 Elección de especie a repoblar

Dado que es una inversión importante y que el promotor, como es lógico, lo que quiere es recuperar la inversión lo antes posible se optó por la plantación de la especie arbórea que tiene el turno más corto y que se ha demostrado con el paso del tiempo que es una especie que está muy bien adaptada al entorno. Cabe destacar que los maderistas tienen considerada la madera de chopo que crece en la cuenca del Duero como la de mejor calidad de la Península.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y el condicionante del promotor se propuso a pesar de ello otras alternativas en especies arbóreas, a saber.

- ◆ *Juglans regia* para producción principalmente de fruto. Esta especie está muy adaptada a la zona, aunque en años con heladas tardías puede hacer que se hiele el fruto e incluso el propio árbol. A pesar de que se estima que en 6-8 años podrían estar produciendo nueces el hecho de que se puedan helar, el que la especie requiera de unos cuidados intensivos para que la producción sea aceptable, que probablemente requiriera de la instalación de un riego por goteo que pudiera resultar caro y por último la preocupación al ser una Entidad Local Menor y al poder haber cambios de gobierno que se pudiera plantar pero al cabo de un periodo pequeño de tiempo se dejara abandonado por la complejidad de la gestión hicieron declinar esta opción.
- ◆ *Juglans nigra* para producción de madera de calidad. En este caso ocurre algo similar que, en el anterior, la selvicultura requiere de unos conocimientos poco arraigados en la zona con unas podas complejas de difícil ejecución, aparte de que el turno de esta especie en la zona que se encuentra situada la zona de actuación se puede ir a los 40-45 años lo que supone en el mejor de los casos duplicar el turno de la especie seleccionada.
- ◆ *Fraxinus sp.* para producción de madera de calidad. El hándicap del turno, aproximadamente 40-50 años para que puedan alcanzar los árboles un diámetro normal de 45-50 cm (el mínimo para poder ser destinado a chapa) también hizo desechar esta especie.

Estas tres especies de árboles fueron las que se barajaron, a parte de la elegida finalmente, para la repoblación de la superficie con destino a producción.

3.2 Selección de los clones de chopo de producción

De los 25 clones de chopos incluidos en el Catálogo Nacional que son los que, en el momento actual, presentan un mayor interés para su cultivo, o que en el pasado han gozado de un interés especial se han seleccionado tres para repoblar la superficie.

Para la elección de un clon adecuado en una plantación a raíz profunda hay que considerar la aptitud del clon respecto a varios factores, (*Rueda Fernández, J., 2010*):

- ◆ Capacidad de adaptación al medio, definido fundamentalmente por sus características edáficas y climáticas.
- ◆ Crecimiento, contrastado por el ensayo localizado de los posibles clones idóneos según los condicionantes de la zona.
- ◆ Resistencia a plagas y enfermedades. Conocidas estas se trata de buscar aquellos clones que presenten resistencia o tolerancia a las mismas, para que no comprometan el desarrollo de la plantación.
- ◆ Calidad de la madera. Los clones de chopos presentan distinta aptitud al desenrollado. Esta industria requiere que la madera esté desprovista de nudos en lo posible, que el rendimiento de las trozas desenrolladas sea el máximo, minimizando el volumen de restos no aprovechables, que la chapa obtenida sea clara y uniforme y que las características de la materia prima confieran una resistencia adecuada con bajo peso de los productos elaborados.

Las ventajas que presenta el clon I-214 amplia y generalmente utilizado desde que se consiguió este híbrido justifican sobradamente su utilización en la populicultura. Sus inconvenientes, por su parte, inducen a plantear la diversificación de clones en el conjunto de la populicultura. Con base en el análisis de los resultados de la red de experimentación que posee la Junta de Castilla y León en varios ensayos distribuidos por toda la comunidad, se concluye que la lista de clones que mejor responden a la geografía de la cuenca del Duero está constituida por: Agathe F, Beaupré, Branagesi, I-214, I-454/40, MC, Raspalje, Triplo, Unal y USA 49-177 (*Rueda Fernández, J., 2010*).

Teniendo en cuenta los factores comentados con anterioridad, observando la caracterización de cada clon que aparece en el punto 3.2.1 *Caracterización de los clones seleccionados* y estudiando los resultados de los ensayos clonales realizados por la Junta de Castilla sobre terrenos con similares características al que hay que repoblar en este proyecto e implantados en zonas con climatología análoga, se determina que los clones a plantar serán los que aparecen en los párrafos siguientes.

Dos de los clones elegidos pertenecen al híbrido *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, este híbrido fue obtenido por el cruce de *Populus deltoides* y *Populus nigra*. Los clones seleccionados son el I-214 y MC. Estos clones presentan características intermedias entre las dos especies, siendo buena elección teniendo en cuenta el tipo de terreno que es y las características climáticas de la zona.

El otro clon elegido es el raspalje. Este clon se engloba dentro del grupo o especie *Populus x interamericana* Brokehuizen híbrido de *Populus deltoides* y *Populus trichocarpa*. A la hora de la elección de este clon se han tenido en cuenta varios estudios, ensayos clonales, realizados por la Junta de Castilla y León que arrojan datos muy llamativos, por lo buenos respecto a la productividad y calidad de la madera.

Se eligen tres clones diferentes principalmente por dos razones fundamentales, a saber:

1. Mediante la mezcla de clones (no pie a pie sino por subrodiales) se consigue que sea más complicado el avance de posibles ataques de plagas o enfermedades por la masa.

2. Se consigue no “hipotecar” toda la plantación al mismo clon ya que no se sabe a ciencia cierta qué tipo de madera va a demandar el mercado a la hora de la corta.

3.2.1 Caracterización de los clones seleccionados

A continuación se hace una breve reseña de las características más importantes de los clones seleccionados. La siguiente información se ha extraído del documento de Rueda J. et al., (2016), *Clones de chopos del Catálogo Nacional de Materiales de Base*.

◆ Clon I-214

Especie: *Populus x euramericana*

Sexo: femenino

✓ Descripción

Árbol de tronco ligeramente flexuoso, pero la falta de rectitud es modificable, en parte, con la poda; es más flexuoso en las peores estaciones. Corteza de color gris marrón, fina y lisa, salvo en mala estación, donde puede aparecer espesa desde los primeros años. Copa bastante amplia. Escasa dominancia apical con ahorquillamientos frecuentes. Ramificación verticilada, con ramas gruesas de desarrollo rápido; casi siempre presenta una rama gruesa en cada verticilo. Hojas jóvenes de color rojo anaranjado. Hojas adultas relativamente grandes, verdes, bastante oscuras, con el ápice bastante largo y agudo en las hojas tardías. Las de los braquiblastos son estrechas, claramente romboidales. La base es redondeada o recta. Los nervios laterales forman un ángulo cerrado con el nervio principal.

✓ Fenología

Florece bastante precozmente. La foliación es muy precoz. La defoliación se produce bastante tardíamente.

✓ Manejo

Posee un escaso vigor reproductivo, pero muy buena capacidad de enraizamiento. La poda del fuste es difícil y debe ser atenta y continuada; la poda de guía es imprescindible, para evitar bifurcaciones del tronco.

✓ Condiciones edáficas

Se adapta a una gran amplitud de suelos, pero siempre aluviales con capa freática al alcance de las raíces; prefiere los suelos fértiles y ligeros (limoso-arenosos), de pH entre 6,5 y 8,0. En algunos suelos el clon presenta fendas de heladura, mientras que en otros sometidos a temperaturas similares las fendas no aparecen, sin conocerse la causa. Es resistente a la caliza activa. Presenta una resistencia media a la hidromorfía, pues rechaza el exceso de agua. Es tolerante a la aridez. Muy sensible a la salinidad.

✓ Condiciones climáticas

Muy sensible al fototropismo. Relativamente sensible a las heladas precoces; prefiere climas cálidos y años cálidos. Es sensible al viento, ya que se inclina con los vientos dominantes; en años lluviosos, la combinación de fuertes vientos y agua en el suelo puede tumbar un gran número de pies; también puede producirse tableadura por el efecto del viento.

✓ Plagas y enfermedades

Muy resistente al virus del mosaico, a *Xanthomonas populi* y a *Venturia populina*. Resistente a *Melampsora allii-populina*. Tolerante a *Dothichiza populea* y a la enfermedad de las manchas pardas. Sensible a *Melampsora larici-populina* (razas E1, E2, E3 y E4). Muy sensible a *Melampsora medusae* y a *Phloeomyzus passerinii*. Se dice que es sensible a *Marssonina brunnea* en mala estación y clima oceánico.

✓ Tecnología

Crecimiento elevado en suelos fértiles y ligeros. La madera es de color amarillo claro, de calidad buena a muy buena, muy apta para el desarrollo y bastante apta para sierra. Pérdida volumétrica baja o media cuando se ha corregido en parte su porte flexuoso; en caso contrario, la pérdida volumétrica es alta. Hay cierto riesgo de que se produzcan fendas longitudinales en el apeo y en el transporte de las trozas, debido a la formación de madera de tensión. Madera de baja densidad: 0,290 (0,250-0,320) g/cm³; es la más baja entre los clones de chopos más comúnmente utilizados.

✓ Utilización

En general, en España, el clon 'I-214' ha constituido la base fundamental de la popicultura durante un largo período y esta circunstancia no debe ser despreciada en la actualidad. Se trata de un clon cuyos requerimientos son suficientemente conocidos, del que se sabe la mejor selvicultura que hay que aplicar y que proporciona una madera de muy alta calidad, muy apreciada por la industria del desarrollo. La sustitución de 'I-214' por otros clones menos experimentados debe estar muy fundamentada en el conocimiento de las ventajas que pueden proporcionar en cuanto a crecimiento, adaptación al medio, resistencia a posibles patógenos y calidad de la madera, así como en la necesidad de mantenimiento de una diversidad que haga más estables y resistentes las plantaciones de producción frente a posibles catástrofes. Sigue siendo el clon más utilizado en Castilla y León, Castilla-La Mancha, Andalucía y La Rioja. En Cataluña ocupa también superficies importantes, aunque ya por detrás de 'MC' y 'Triplo'.

✓ Recomendaciones de uso

- ❖ Estaciones aluviales secas, de textura que puede ser arcillosa en superficie pero que en profundidad es arenosa, arenoso-limosa o arenoso-arcillosa, con capa freática entre 1 y 2 m de profundidad, pH alrededor de 7 y fertilidad media.
- ❖ Estaciones aluviales fértiles, de textura limosa o limoso-arcillosa, con capa freática entre 1 y 3 m de profundidad, pH entre 6,5 y 8 y fertilidad elevada o muy elevada.
- ❖ Estaciones aluviales húmedas, de textura no arcillosa, con capa freática entre 0,5 y 1 m de profundidad en el estiaje, pH alrededor de 7 y fertilidad media o elevada.

- ❖ Altitud hasta 900 m.
- ❖ Evitar en zonas con especial incidencia de *Marssonina brunnea*.
- ❖ Recomendado en suelos con caliza activa

◆ Clon MC

Especie: *Populus x euramericana*

Sexo: Femenino

✓ Descripción

Árbol de tronco muy recto y corteza clara y lisa. Copa semiextendida. Presenta una mediana dominancia apical. Ramificación semiverticilada, con muchas ramas, pero no muy gruesas. Hojas más grandes que las de otros euramericanos.

✓ Fenología

Foliación precoz. Defoliación a medio plazo.

✓ Manejo

Capacidad de enraizamiento muy elevada. Buena idoneidad para la poda, aunque tiene tendencia a formar brotes epicórmicos si se poda con exceso.

✓ Condiciones edáficas

Se adapta bien a las condiciones del suelo, aunque prefiere siempre los suelos fértiles y ligeros y es en éstos donde presenta su mayor rendimiento. Es resistente a la caliza activa y tolerante a la aridez.

✓ Condiciones climáticas

Muy resistente al fototropismo. Se dice que es sensible al frío, no adaptándose a zonas con período vegetativo corto. Sin embargo, en Castilla y León, se ha constatado un buen comportamiento en parcelas situadas a más de 900 metros de altitud. Resistente al calor. Resistente al viento.

✓ Plagas y enfermedades

Muy resistente al virus del mosaico y a *Xanthomonas populi*. Tolerante a *Melampsora larici-populina* y a *Dothichiza populea*. Sensible a *Venturia populina*, a *Melampsora allii-populina*, a *Melampsora medusae*, a la enfermedad de las manchas pardas y a *Phloeomyzus passerinii*. Más sensible que 'I-214' a *Marssonina brunnea*.

✓ Tecnología

Crecimiento elevado; en buen terreno es ligeramente superior al de 'I-214'; en terrenos peores el crecimiento es ligeramente inferior al de éste; en vivero, el crecimiento de 'I-214' suele ser superior al de 'MC'. Excelente calidad de madera para desarrollo: madera muy homogénea, con baja pérdida volumétrica y alta densidad

(0,370 g/cm³). Presenta una mayor tendencia a la formación de corazón negro que 'I-214'.

✓ Utilización

Este clon ha dado excelentes resultados en muchas zonas, con buenos crecimientos y presentando algunas ventajas sobre el clon 'I-214', como son la reducción de la pérdida volumétrica en el desarrollo, al poseer un tronco mucho más recto, y su más fácil manejo en el momento de plantear y realizar las podas. Es el clon más utilizado en Cataluña y Aragón. También se emplea en Castilla y León y La Rioja. En Andalucía se planta con la denominación 'NNDv'. No se utiliza en Castilla-La Mancha.

✓ Recomendaciones de uso

- ❖ Estaciones aluviales fértiles, de textura limosa o limoso-arcillosa, con capa freática entre 1 y 3 m de profundidad, pH neutro o ligeramente básico y fertilidad muy elevada.
- ❖ Altitud hasta 900 m.
- ❖ Evitar en zonas con especial incidencia de *Marssonina brunnea*.

◆ Raspalje

Especie: *Populus x interamericana*

Sexo: femenino

✓ Descripción

Tronco recto. Corteza lisa que permanece así mucho tiempo, de color verde-grisáceo; con marcas acostilladas suberosas. Copa de amplitud media, muy equilibrada y simétrica. Buena dominancia apical. Ramificación verticilada, con los verticilos muy marcados. Ramas finas y número mediano de ramas. Hojas jóvenes de color verde. Hojas adultas grandes, de forma lanceolada, de color verde en la cara superior del limbo y de color blanquecino con reflejos metálicos en la cara inferior.

✓ Fenología

Florece bastante precozmente. Foliación precoz. Defoliación bastante tardía.

✓ Manejo

Manifiesta una mediana capacidad de enraizamiento, que se corrige con un adecuado tratamiento de las plantas en el proceso de extracción en el vivero, transporte y distribución en la parcela de plantación. La poda resulta muy fácil, por su marcada dominancia apical y la ausencia de ramas gruesas; también hay que atender a su propensión a formar brotes epicórmicos cuando la poda se realiza de manera intensa. Soporta mejor la competencia que los clones euramericanos.

✓ Condiciones edáficas

Presenta una gran amplitud edáfica. Entre los normalmente utilizados, es el clon que acepta el pH más bajo (4,5-7,0). Es poco exigente en fertilidad química. Vive bien en suelos de textura limosa a arenoso-arcillosa; no tolera los suelos arcillosos. Manifiesta el fenómeno de clorosis cuando, con estrés hídrico, falta hierro en el suelo y éste es básico. Es poco exigente en agua, resistiendo la aridez, y sensible a la hidromorfía, pues no soporta la inundación en primavera.

✓ Condiciones climáticas

Resistente al fototropismo. A veces es un poco sensible a las heladas tardías. Soporta bien la temperatura y la insolación. Es tolerante al viento, aunque presenta cierto riesgo de rotura de guías por la gran dimensión de sus hojas.

✓ Plagas y enfermedades

Muy resistente al virus del mosaico, a *Xanthomonas populi*, a *Venturia populina* y a la enfermedad de las manchas pardas. Resistente a *Marssonina brunnea*, a *Dothichiza populea* y a *Phloeomyzus passerinii*. Tolerante a *Melampsora medusae* y a *Gypsonoma aceriana*. Sensible a *Melampsora allii-populina* y a *Melampsora larici-populina*.

✓ Tecnología

Crecimiento muy bueno, casi siempre superior al de 'I-214'; supera con mucho a éste en los terrenos que ya no pueden considerarse idóneos para los chopos desde el punto de vista de la populicultura clásica. Buena calidad de madera, de color amarillo claro, apta para desenrollo y sierra, con baja pérdida volumétrica y buen rendimiento. Madera de alta densidad: 0,350 (0,330-0,360) g/cm³. No suele presentar fendas en el apeo.

✓ Utilización

Se ha comprobado que se trata de un clon de gran interés y muy prometedor, tanto en los terrenos típicos de riberas como en aquellos otros considerados marginales para este tipo de cultivos. Puede ser utilizado también en turnos cortos para la producción de biomasa leñosa. Se debe evitar su plantación en terrenos que sufran cierta inundación en primavera, en cuyo caso puede ser sustituido por 'Beaupré'. Se utiliza en Cataluña, Castilla y León y La Rioja. No se emplea en Castilla-La Mancha y Andalucía.

✓ Recomendaciones de uso

- ❖ Estaciones aluviales secas, de textura arenoso-limosa o arenoso-arcillosa, con capa freática entre 1 y 2,5 m de profundidad, pH alrededor de 7 y fertilidad baja o media.
- ❖ Estaciones aluviales fértiles, de textura limosa o limoso-arcillosa, con capa freática entre 1 y 3 m de profundidad, pH ligeramente ácido y elevada fertilidad.
- ❖ Estaciones aluviales ácidas, de textura variable, con capa freática entre 1 y 2,5 m de profundidad en el estiaje, pH entre 4,5 y 6 y fertilidad media o baja.
- ❖ Estaciones no aluviales, de textura variable, sin capa freática, con pH entre 4,5 y 7 y fertilidad baja o elevada.

- ❖ Altitud hasta 1.100 m.
- ❖ Evitar en suelos con hidromorfía en primavera.

3.3 Método de plantación

Existen dos métodos de plantación de chopo de producción:

1. A raíz profunda. La plantación se realiza a la profundidad del nivel freático en época estival, de esta manera se asegura que la plantación tenga disponibilidad de agua en los meses que más necesaria es. No es una profundidad fija, en una misma parcela dependiendo de los desniveles puede variar esta profundidad.
2. Raíz superficial. Se planta a una profundidad fija de aproximadamente 1 metro. Toda la plantación se realiza a la misma profundidad.

Las ventajas más importantes de las plantaciones a raíz profunda sobre las de raíz superficial son las siguientes: (Adaptación Rueda et al., 1995; Grau et al., 1994 por García Caballero J.L.2011):

- ◆ Permite plantar en zonas donde no existe infraestructura de riego ni suministro de agua.
- ◆ Permite plantar en terrenos más o menos ondulados, o en los que no es posible nivelar, así como en los que el subsuelo presenta condiciones muy desfavorables para el riego.
- ◆ No es necesario una nivelación del terreno con la precisión de aquellas superficies que van a ser regadas por inundación, es suficiente con una nivelación ligera que permita los tratamientos culturales posteriores a la plantación.
- ◆ Elimina obstáculos como los caballones o las acequias de riego, permitiendo una fácil mecanización en el posterior cultivo de las choperas.
- ◆ Disminuye el riesgo de que la choperas no disponga del agua necesaria en verano, o en ciertos momentos críticos, como consecuencia de sequías extremas e inesperadas o por avería en las máquinas de riego o en la infraestructura.
- ◆ El ahoyado a profundidad remueve un gran volumen de suelo, que queda a disposición de la planta facilitando la emisión de raíces y la absorción de nutrientes.
- ◆ El anclaje profundo de la estructura radicular de la planta, la faculta para evitar los derribos por viento en edades adultas.
- ◆ Ahorro muy importante en mano de obra y maquinaria tanto en la instalación y mantenimiento de los sistemas de riego, como en la ejecución misma de los riegos.
- ◆ Ahorra importantes y costosas cantidades de energía y agua.

Por el contrario los inconvenientes de la plantación a raíz profunda sobre la plantación superficial serían los siguientes:

- ◆ El elevado coste del ahoyado de plantación. Sobre todo cuando la capa freática está situada por debajo de 2,5-3 metros, por el mayor número de horas de maquinaria necesarias para ejecutar los hoyos de plantación.
- ◆ Necesidad de planta de mayores dimensiones, lo que encarece la plantación y dificulta el manejo de la planta en la obra.
- ◆ Las variaciones tanto estacionales como ocasionales en el nivel de la capa freática, puede dejar a la planta fuera del contacto radicular con el agua y sufrir sequías.
- ◆ Con carácter general se produce una inversión de horizontes del suelo en el volumen de tierra que comprende el ahoyado. Esto puede ser un inconveniente si se contempla la posibilidad de que el terreno plantado pueda revertir a cultivo agrícola en el futuro. Si esto ocurre existe la posibilidad de mantener los horizontes superficiales o suelo agrícola, con una operación un poco más compleja que disminuye el rendimiento de la maquinaria y encarece ligeramente el ahoyado.

Teniendo en cuenta los pros y contras de ambos métodos y con la comparativa anterior se opta por la plantación a raíz profunda. Con este método lo que se evita principalmente es el encarecimiento de la gestión de la chopera por culpa de la excesiva necesidad de mano de obra el tener que realizar riegos periódicos durante el periodo vegetativo a parte de la necesidad de mayor control para que la chopera no sufra estrés hídrico.

La propagación de enfermedades criptogámicas se puede ver favorecida en las plantaciones a raíz superficial ya que existe un alto grado de humedad con temperaturas elevadas que es el caldo de cultivo perfecto para este tipo de patologías. En el caso de las plantaciones a raíz profunda se evitaría este riesgo.

3.4 Marco de plantación y turno

El marco de plantación es la distancia entre los chopos en una plantación, que da lugar a una densidad determinada de pies por hectárea cultivada.

Se opta por el marco que frecuentemente se utiliza para las plantaciones de este tipo de arbolado. Se plantará a marco real de 6 metros x 6 metros. Se elige este marco porque el terreno no es lo suficientemente productivo como para reducir el marco y que se consigan diámetros normales aceptables para la industria de desenrollo en un turno normal.

La utilización de espaciamientos amplios presenta la ventaja de una plantación más económica que con espaciamientos reducidos.

Entre sus inconvenientes, destacar el incremento en los gastos en los trabajos de laboreos, al ser un marco más amplio se tardará más tiempo en conseguir la tangencia de copas hecho que provocará el tener que realizar mas trabajos culturales sobre el terreno. Al llegar los rayos del sol a la tierra hará que fructifiquen las malas hierbas competidoras directas por los nutrientes, aparte de que se genere combustible para un hipotético incendio que haga que se quemé la chopera.

El turno se define como la edad a que se cortan los árboles. Pero esta edad puede estar fijada por distintos criterios, como puede ser el de fijar la máxima renta en especie o la máxima rentabilidad económica.

El turno oscila para los marcos habituales entre 10 y 17 años. En la cuenca del Duero para espaciamientos tipo de 6 x 6 y calidades medias el turno se establece en torno a los 15 años.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 4. Ingeniería del proceso

Índice

Índice	121
Índice de tablas	122
1 Ingeniería del proceso constructivo obra bioingeniería.....	123
1.1 Secado la zona	123
1.2 Cajeadado de la zona de construcción	123
1.3 Proceso constructivo.....	124
1.4 Remate del muro.....	126
2 Ingeniería del proceso implantación de la banda de protección con especies ripícolas.....	127
2.1 Destoconado biológico.....	127
2.2 Señalamiento del terreno	128
2.3 Apertura de hoyos y plantación.....	128
2.4 Reposición de marras.	130
3 Ingeniería del proceso repoblación de la chopera de producción	131
3.1 Destoconado	131
3.2 Nivelación previa del terreno.....	131
3.3 Señalamiento del terreno	132
3.4 Apertura de hoyos y plantación.....	133
3.5 Ordeño del plantón.....	135
3.6 Laboreo mediante grada de discos.....	136
3.7 Reposición de marras	136

Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas ejes de señalamiento vegetación ripícola	128
Tabla 2: Necesidades de planta ripícola	130
Tabla 3: Coordenadas ejes de señalamiento chopera	132
Tabla 4: Necesidades de plantón chopo	134

1 Ingeniería del proceso constructivo obra bioingeniería

Es necesario para poder realizar una correcta ejecución de todas las actuaciones proyectadas la redacción del presente anejo. Este documento será el que la empresa encargada de la construcción lleve a efecto en todas y cada una de las labores a realizar.

Para el proceso constructivo del entramado de troncos con vegetación o muro Krainer a doble pared se realizará siguiendo cronológicamente las siguientes fases:

- 1) Secado de la zona.
- 2) Cajeadado de la zona.
- 3) Proceso constructivo.
- 4) Remate del muro.

Estas fases se describen en los cuatro puntos redactados a continuación.

1.1 Secado la zona

La zona donde se va a construir el muro ha de estar sin agua para facilitar el trabajo constructivo, para ello se moverán gravas depositadas en el medio del cauce, se solicitarán los permisos convenientes, con anterioridad al comienzo de las obras, por parte del promotor y se retirará la cantidad que permita el órgano competente. El material se trasladará mediante retroexcavadora y buldócer para formar un muro paralelo a donde se construirá el muro dejando la zona sin agua.

Es probable que haya un exceso de material, gravas, en el cauce, con este material se realizará un acopio en la parte alta del talud erosionado para posteriormente utilizarlo como relleno de la tongadas del muro.

Como se ha comentado la maquinaria a utilizar será un retroexcavadora de cadenas y un buldócer. Será la primera actuación a realizar y durará aproximadamente dos días. La empresa adjudicataria se tendrá que apoyar para la realización de este trabajo en un técnico con una estación total para poder determinar la altura a quitar de gravas que vendrá dada por la autorización pertinente.

1.2 Cajeadado de la zona de construcción

La instalación del muro comienza con el saneado previo del talud excavando su superficie hasta sobrepasar el plano de deslizamiento y retirando todo el material suelto. Se excavará en la pared del talud, que habrá que darle un ángulo de 70° respecto a la horizontal de la base del muro, hasta llegar al material consolidado (aproximadamente entre 0,50-0,75 m a lo largo de toda la curva donde se construirá el muro).

Todo el material sacado tanto de la base en la que se asentará el muro como el de la pared y como las gravas del cauce se utilizarán para el relleno de las tongadas del muro, en un principio con este material habría de sobra para el relleno.

Posteriormente se realiza el cajeo para el asiento del muro, se dará una contrapendiente de 15° para mejorar su función de soporte. La anchura de la caja será de 2 metros. Se ha comprobado mediante inspecciones visuales y catas realizadas al efecto, que el propio lecho del río puede cumplir la función de base sin necesidad de realizar otro tipo de base artificial tipo encofrado-solera, geoclochones, gaviones...etc. Se tiene la certeza ya que el lecho se encuentra muy consolidado y porque los tamaños de las gravas pueden proporcionar el asiento correcto para el muro. Para consolidar y compactar más la base se procederá al aplastado primero con el cazo de la retroexcavadora y posteriormente con el apisonado con la bandeja vibrante.

La actuación se durará aproximadamente entre uno y dos días y la maquinaria a utilizar serán la retroexcavadora y la bandeja vibrante.

1.3 Proceso constructivo

La construcción de muro es la actuación más ingenieril del proyecto, es la que más mano de obra necesita y la subfase que más se alargará en tiempo.

El proceso de construcción comenzará con la colocación de las primeras filas de troncos sobre la base preparada con anterioridad, estas irán dispuestas paralelas al río y lógicamente paralelas entre sí. Se colocarán dos filas a una distancia de 1,85 m entre ellas. La longitud de estos troncos será de 3,00 m y el diámetro de 0,25 m. La madera será de coníferas para aumentar de este modo la durabilidad estructural respecto a que la madera procediera de árboles de la familia de las salicáceas (AEIP. 1998). Las uniones entre los troncos se realizarán mediante la realización en las testa de una forma de "L" afianzando las uniones, mediante clavos con pretaladro.

Para ayudar a que el muro no se desplace hacia el cauce se colocarán pilotes de acero corrugado en las dos filas de troncos de la base del muro, en ambos casos estos pilotes se hincarán pegados a las caras interiores de los troncos (las caras interiores serán las que están dispuestas hacia el cauce). Los pilotes serán de acero corrugado B500S y se colocarán uno cada 1,5 m procurando que coincidan siempre en las uniones entre dos troncos. La longitud de los pilotes será de 1.100 mm y diámetro 20 mm e irán hincados en el terreno 850 mm.

Una vez colocada la primera fila de troncos o el primer piso se procederá a colocar la segunda. Estos troncos de longitud 2,00 m y diámetro 0,25 m se dispondrán perpendiculares a los del piso inferior y dispuestos unos de otros a 2,00 m de distancia. Con este diámetro de troncos se evita el lavado del material de relleno (Anta, A., Castro, M.E. 2011) y que la estructura se deforme o rompa (MAGRAMA. 2012). Para que los troncos de un nivel superior no se muevan respecto a los del nivel inferior se clavarán dos clavos por zona de fricción, anteriormente se les habrá realizado en ambos troncos en las zonas de contacto, un cajeadado muy somero para que asienten mejor. Los clavos han de disponerse de tal forma que el eje que los una

no se encuentre nunca paralelo a las fibras, evitando así que puedan ocasionar hiendas en el tronco. El diámetro de los clavos a utilizar será de 14,50 mm y la longitud de 380,00 mm. Esta longitud hará que atravesase el primer tronco por completo y la mitad del que está en el plano inferior.

Esta primera celda resultante en la base del muro ha de rellenarse con piedras y gravas para evitar que se pierda el material de relleno. Una vez rellena se procederá al compactado.

Una vez ejecutado este primer piso completo se procederá igualmente con todos los pisos excepto con alguna salvedad: los anclajes únicamente van en la primera fila de troncos la que está en contacto con la base, el tipo de material de relleno de las tongadas en los siguientes pisos el material de relleno será tierra vegetal con gravas y por último y más se procederá al estaquillado entre pisos a medida que se vayan ejecutando. Entre piso y piso de muro se retranqueará el piso superior respecto al inferior unos 15 cm.

Entre los pisos se colocará el material vegetal adaptado a la zona, ello provocará que gracias a las raíces que emitan se sellen todos los huecos entre troncos (MAGRAMA. 2012) y evite el lavado del material de relleno con el consiguiente arrastre y a la vez también evita que este se hunda (Florineth, F. 1993). Las estacas en todos los casos han de estar vivas, recogidas por la zona como máximo dos días antes de la puesta en obra e hincarlas lo suficiente como para llegar a la capa freática. Las estacas tendrán una longitud comprendida entre los 1,00-2,50 metros en función del piso en el que se vayan a colocar, tendrán que sobresalir del terreno sobre 0,30 m (mayor longitud cuanto más alto sea el piso de colocación) y entre 2-3 cm de diámetro en el medio de la vara. Las estacas o ramas vivas se colocaran a una densidad aproximada de 10 estacas por metro cuadrado de paramento exterior de entramado vivo, aproximadamente, es decir, a una distancia aproximada de unas a otras de 20-25 cm. Con esta densidad de plantación se necesitarán unas 2.000 unidades. Este material se recogerá de la zona en un radio de 500 m. De las matas de salicáceas que se obtengan las varas nunca se podrá recoger más del 60 % de las varas iniciales que tenga la mata, este requisito es de obligado cumplimiento para asegurar la viabilidad de la mata. Se comenzará el estaquillado a la altura donde llega el caudal medio anual para asegurar la viabilidad del estaquillado.

Por último se tendrá en cuenta que la pendiente del frente del entramado no superará los 80° con la horizontal para permitir el crecimiento de las plantas (Schiechtl, H.M. 1985).

La base del muro se protegerá con una fila de piedra de escollera una vez ejecutado el muro Krainer. El diámetro del escollo tendrá que ser como mínimo de 1,04 m. Se procurará que la fila de escollera quede tapada por la altura que alcanza la lámina de agua cuando el río transporta el caudal mínimo medio mensual para que la mayoría del tiempo la escollera esté tapada por el agua y no se vea.

Para la ejecución de la construcción del muro se empleará una retroexcavadora de cadenas, una bandeja vibrante y motosierra como maquinaria y herramienta mecánica. Respecto a la mano de obra a esta actuación se la asigna una cuadrilla de ocho peones y un capataz. La duración estimada es de 49 días efectivos de trabajo.

1.4 Remate del muro

En la parte superior del muro, en la zona que está fuera del alcance de las avenidas ordinarias, se procederá a rellenar con tierra vegetal si fuera necesario.

Posteriormente se procederá a la siembra manual con gramíneas y leguminosas. Se utilizará una mezcla de especies de estas dos familias ya que esta ofrece un efectivo control de la erosión a la vez que mejora la fertilidad del suelo por la presencia de nódulos fijadores de N_2 atmosférico en las raíces de las leguminosas. Se sembrará con una proporción de 90 g/m².

Una vez se haya sembrado se procederá a pasar ligeramente la bandeja vibrante por toda la superficie para procurar que la semilla entre en contacto con la tierra y pueda germinar.

Esta siembra, se protegerá con una malla de fibra de coco, malla orgánica, biodegradable, elaborada con fibras naturales de coco 100%, entrecosidas con mallas e hilo de polipropileno fotodegradable, la densidad de la malla será de 250 g/m² de masa superficial. Esta se fijará al terreno mediante piqueta de anclaje de madera, en forma de L, de 15 mm de diámetro y 35 cm de longitud, se deberá colocar 1 ud/m² correctamente distribuidas

Por último se procederá al estaquillado con estaquillas de especies más xerófilas, que no necesiten estar en contacto con el agua para su supervivencia. Estas estacas tendrán una longitud de 0,90 m y 2 cm de diámetro en medio e irán hincadas en el terreno 0,50 m, esto hará que puedan captar la humedad de esa profundidad e incluso puedan llegar a zona humedecida por capilaridad gracias al río. Se dispondrá a una distancia aproximada de 0,8-1 m al tresbolillo por lo que se necesitarán unas 400 varetas.

Para ello se emplearán cuatro jornales, realizando la actuación en dos días ya que se dispondrá de dos peones.

2 Ingeniería del proceso implantación de la banda de protección con especies ripícolas

Las fases que se llevará a cabo para la implantación de la banda de vegetación ripícola anexa al muro Krainer serán las siguientes:

- 1) Destoconado biológico.
- 2) Señalamiento del terreno.
- 3) Apertura de hoyos y plantación.
- 4) Reposición de marras.

Estas fases se describen en los cuatro puntos redactados a continuación.

2.1 Destoconado biológico

Dentro de la superficie donde se van a plantar las especies de ribera actualmente hay chopo de producción que se cortará como máximo en tres meses desde la redacción del presente proyecto. Una vez talados los árboles en el terreno quedarán los tocones. Estos tocones no conviene arrancarlos por medios mecánicos ya que se movería mucho terreno quedando sin compactar pudiendo ser arrastrado por riadas que se produjeran.

Por esta razón se toma la determinación de realizar un destoconado biológico. A parte de la ventaja anteriormente comentada este tipo de destoconado ofrece la ventaja de que producirá setas comestibles que pueden aprovecharse.

El destoconado biológico que se llevará a cabo en esta zona se realizará mediante inoculación de micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* (seta de ostra) sobre los tocones. El proceso de realización de este destoconado es el siguiente:

1. Se procederá a cortar el tocón a una altura de unos 15 centímetros desde el suelo con una motosierra. Probablemente esta actuación no se realizará ya que la empresa que corte los chopos dejará los tocones a esa altura aproximadamente.
2. Se cortará la lámina superior del tocón de una anchura aproximada de 5 centímetros se retirará.
3. Se pondrá en contacto el sustrato con el micelio del hongo en la cara del tocón que ha quedado a la intemperie después de retirar la lámina.
4. Se volverá a colocar la lámina cortada sobre el tocón y se hará girar hacia la derecha e izquierda para que el micelio también contacte en esa zona de la lámina.
5. Para evitar que la lámina superior se mueva se clavarán en dirección desde la lámina hacia el tocón dos puntas opuestas entre si para que las dos partes del tocón estén unidas y la parte móvil esté estática.

6. Para que se creen unas condiciones idóneas de temperatura y humedad se tapará el tocón entero con una bolsa de fécula de patata biodegradable. Se clavará en el tocón con grapas para evitar que se mueva.
7. Por último se echará sobre la bolsa de fécula de patata una capa de tierra movida de unos 35 centímetros.

Esta actuación requerirá de un día y deberá realizarse por técnicos especialistas.

2.2 Señalamiento del terreno

Se procederá a la marcación de cuatro líneas paralelas entre si y al cauce del río a una distancia de tres metros y treinta y tres centímetros entre ellas. La primera fila más cercana al muro se marcará a una distancia de cinco metros del borde de este que pega contra el talud de tierra (cara opuesta a la que va a estar expuesta a la corriente de agua), que corresponde con la zona de servidumbre de cauces. Perpendiculares a estas y paralelas entre si se marcará igualmente líneas que cruzarán las anteriores marcando los puntos que servirán de base para la plantación. Las líneas perpendiculares a las primeras estarán unas de otras a tres metros de distancia.

La marcación se realizará con un tractor provisto de GPS (Global Positioning System) y un apero marcador. En el GPS se introducirán las siguientes coordenadas que serán las que servirán de base para toda la marcación:

Tabla 1: Coordenadas ejes de señalamiento vegetación ripícola

Subrodal de plantación	Ejes de referencia Coordenadas ETRS UTM Huso 30 N		
	Punto de referencia	Coordenada X	Coordenada Y
1a	A	308120	4711579
	A'	308120	4711597
	A''	308130	4711579
	B	308131	4711748
	B'	308127	4711730
	B''	308141	4711746

Fuente: Elaboración propia.

Esta actuación se llevará a cabo en menos de media jornada. La designación de cada punto se puede ver en el documento nº 2 Planos en el plano 7.3 Replanteo plantación banda de vegetación ripícola distribución de especies, muro Krainer

2.3 Apertura de hoyos y plantación

Previo a la apertura del hoyo se procederá a realizar un decapado de 10 centímetros de profundidad retirando toda la vegetación que pueda hacer competencia al árbol que se plantará posteriormente. La tierra, al ser muy poca cantidad se esparcirá por la zona. Este decapado se realizará con el cazo de la retroexcavadora sobre una superficie de 4 metros cuadrados dejando el punto de plantación en el

medio de este cuadrado. Se considera una actuación dentro de la plantación ya que se va a ir realizando a la vez que esta.

Se procederá a la apertura del hoyo con la maquina dejando la tierra que se saca de él a un lado de este. Una vez alcanzada la profundidad de plantación, 0,50 m, se colocará el árbol y se procederá a tapar el hoyo con la tierra que se sacó. Se tendrá especial precaución para que no caiga ningún bolo o terrón grande de tierra que pueda dañar el árbol. Una vez se haya tapado por completo el hoyo, se nivelará la zona con el cazo de la retroexcavadora no dejando ningún montón de tierra permitiendo de este modo que se transitable.

De los puntos de marcación que se crearon por el cruce de las líneas se plantarán alternamente uno si y uno no de cada fila. En filas contiguas no se plantarán los puntos de marcación opuestos sino que serán alternos (tresbolillo) de este modo al mirar la plantación de frente no se observarán calles definidas sino que parecerá una masa continua naturalizada.

Una vez plantado el árbol se procederá a la colocación de un protector tipo tubex de una altura 0,60 centímetros para protegerlo principalmente de conejos y roedores.

Las especies seleccionadas para llevar a cabo esta repoblación son las siguientes: *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus minor* y *Prunus avium*. La distribución de las especies se puede ver en el *Plano 7.3 Replanteo plantación banda de vegetación ripícola, distribución de especies muro Krainer*.

Las características de la planta a utilizar vendrán determinadas en función de los siguientes parámetros:

- a) Altura: Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz, medido en metros.
- b) Robustez: Se mide por el diámetro del cuello de la raíz, expresado en mm.
- c) Estado sanitario: No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas
- d) Edad: Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.

Para todas las especies los valores exigibles de los parámetros explicados con anterioridad, para este material vegetal serán los siguientes:

- ◆ Planta a raíz desnuda.
- ◆ Altura: 3 - 3,5 metros.
- ◆ Robustez: 70 - 100 mm de grosor en el cuello de la raíz.
- ◆ Edad: 3 - 4 primaveras.

En el caso de las especie *Ulmus minor* se utilizará algún clon el cual se haya demostrado que sea inmune a la grafiosis.

En lo que respecta al transporte del material hasta pie de obra se procurará evitar la deshidratación en la medida de lo posible del material vegetal la parte apical irá hacia la parte posterior de la caja del camión. Una vez cargado este se echará por encima de las plantas una lona para evitar la rotura de yemas por causa del viento

durante el trayecto. Para descargar la planta no se podrá proceder a bascular el camión o el tractor en el que se lleve al monte, sino que los diferentes haces deberán ser descargados manualmente o con la maquinaria correspondiente (grúa del propio camión por ejemplo).

Una vez el material se encuentre en la obra se procederá al aviverado de la planta. Este al ser planta a raíz desnuda debe ser el adecuado, en zonas poco soleadas, manteniendo la humedad justa del suelo mediante la realización de los riegos necesarios. Al llegar del vivero a la zona de plantación, la planta se colocará en una zanja abierta al efecto, y luego se cubrirá su parte inferior con tierra, de manera que la zanja quede tapada para proteger la planta de la desecación y de las heladas. El tallo de la planta formará un ángulo de 45° con el suelo de manera que no esté en contacto con el terreno.

Las necesidades de material para repoblar la zona de implantación de la banda de vegetación son las siguientes:

Tabla 2: Necesidades de planta ripícola

Especie	Uds.
<i>Fraxinus angustifolia</i>	30
<i>Populus alba</i>	28
<i>Populus nigra</i>	29
<i>Ulmus minor</i>	7
<i>Prunus avium</i>	20
TOTAL	114

Fuente: Elaboración propia.

La maquinaria necesaria para realizar esta actuación es una retroexcavadora de cadenas con un cazo de volumen 0,60 m³. Como mano de obra habrá un peón para el manejo de los árboles. Se ejecutará en una jornada de trabajo.

2.4 Reposición de marras.

La campaña posterior a la plantación antes de que los árboles pierdan la hoja se realizará un conteo de las marras que se hayan producido procediendo a reponerlas siempre que supere el 10 % de las que inicialmente se plantaron. Es decir se tendría que morir 11 plantas para tener que ir a reponerlas.

Las características y exigencias del material vegetal y la manera de proceder para su reposición se realizará exactamente igual que cuando se realizó la repoblación.

3 Ingeniería del proceso repoblación de la chopera de producción

La repoblación de la superficie a la cual se le va a dar un uso productor mediante la plantación de una chopera de producción de madera de calidad se realizará mediante la ejecución correlativa de las siguientes actuaciones:

- 1) Destoconado.
- 2) Nivelación previa del terreno.
- 3) Señalamiento del terreno.
- 4) Apertura de hoyos y plantación.
- 5) Ordeño del plantón.
- 6) Laboreo mediante grada de discos.
- 7) Reposición de marras.

Las distintas maneras de llevar a cabo cada una de estas fases darán origen a los procesos operatorios correspondientes que se definen como el conjunto de operaciones que se deben realizar en la ejecución de cada una de las fases de una prestación homogénea.

3.1 Destoconado

Esta fase se lleva a cabo por dos procesos de operaciones distintos a saber:

- ◆ Arrancado de los tocones.
- ◆ Enterrado de los productos.

Se entiende por destaconado mediante volteo y enterrado el arranque de los tocones existentes, su volteo y posterior enterramiento en el hoyo abierto al efecto. El proceso es el siguiente primeramente se escarba en dos tangentes opuestas alrededor del tocón, posteriormente con la ayuda del cazo de la retroexcavadora se arranca el tocón. El mismo hoyo que ha dejado el tocón se profundiza hasta que una vez volteado el tocón lo cubra como mínimo 50 cm de tierra. Por último una vez volteado el tocón se tapa con la tierra que se ha sacada del hoyo. Como se ha dicho el tocón debe quedar enterrado al menos medio metro.

La máquina a utilizar será una retroexcavadora de cadenas, con un volumen mínimo de cazo de un metro cúbico. Se estima que la duración de esta fase sea de 15 días.

3.2 Nivelación previa del terreno

Una vez que se elimina el matorral y los tocones y los brotes de la parcela se procede a su nivelación con buldócer, que con sucesivas pasadas eliminarán las alteraciones del nivel existente en la parcela para lo que realizarán los movimientos de

tierras necesarios, a la vez que con los tres rejonos se llega hasta una profundidad superior a los 50 cm para la eliminación de las raíces secundarias de la anterior plantación y se fracturan los horizontes superficiales. Se trata en esta fase de preparar el terreno alterando lo menos posible su superficie para que en los cultivos posteriores a la plantación, que no se contemplan en este proyecto, la maquinaria a emplear no encuentre ningún desnivel o impedimento que dificulte su labor.

Esta actuación requerirá la utilización de un buldócer y requerirá de 7 jornadas de trabajo para su ejecución.

3.3 Señalamiento del terreno

La repoblación con chopos se puede considerar puntual y esta fase tiene por objeto señalar los puntos de plantación.

Se procederá primeramente a la identificación del punto de referencia que marcará el comienzo, posteriormente mediante el marcado de otros dos puntos que formaran un ángulo recto se determina las direcciones de marcado. Como el tractor tendrá que ir equipado con un sistema GPS y a partir de esos ejes de referencia se irán marcando líneas paralelas y perpendiculares entre si a una distancia unas de otras de 6 metros. De esta manera la parcela quedará marcada con un marco real de 6x6 metros.

Al tractor irá acoplado un apero con una reja que irá dejando una marca en el terreno por donde pase. El punto de cruce de las líneas marcadas determinará el punto de plantación de los árboles.

En el GPS se introducirán las siguientes coordenadas que serán las que servirán de base para toda la marcación:

Tabla 3: Coordenadas ejes de señalamiento chopera

Subrodal de plantación	Ejes de referencia Coordenadas ETRS UTM Huso 30 N		
	Punto de referencia	Coordenada X	Coordenada Y
2a y 2b	C (1780)	307508	4711518
	C' (1800)	307514	4711519
	C'' (1791)	307507	4711524
3a	D (138)	306816	4711213
	D' (146)	306822	4711214
	D'' (139)	306815	4711219
4a	E (11)	306751	4711088
	E' (10)	306756	4711089
	E'' (12)	306750	4711094

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha comentado esta actuación requerirá de un tractor con apero marcador y la duración será de 5 días.

3.4 Apertura de hoyos y plantación

Las plantas que, a juicio del Director de la Obra, se encuentren dañadas por un mal tratado en el transporte o manejo serán desechadas, en cuyo caso el Contratista deberá correr con los gastos necesarios para adquirir nuevas plantas que sustituyan a las dañadas.

Se programarán los transportes de manera que no se realicen ni los viernes ni los días anteriores a los festivos con objeto de poder encamar las plantas el mismo día de su llegada a la parcela.

Encamado o aviverado. Salvo que la planta recibida en la parcela a plantar haya de utilizarse toda en el mismo día, se procederá al encamado. Se excavarán zanjas de 1 metro de profundidad y 1 metro de anchura repartidas por la parcela a plantar con el fin de facilitar su distribución posterior, y se irán colocando las plantas unas junto a otras en posición vertical y se taparán sus raíces con la tierra extraída de la construcción de la zanja. Los tallos formarán un ángulo de 45° con el suelo evitando de esta forma el contacto con el terreno.

Toda la planta se marcará a 3,5 metros desde el cuello de la raíz para poder realizar las comprobaciones pertinentes de profundidad de plantación.

Distribución a mano de la planta.

A medida que la planta vaya siendo necesitada por los plantadores se extrae del encamado y se traslada al área de plantación en donde recogida por el plantador, será plantada. En este proceso se tendrá especial cuidado en recoger y volver a encamar la posible planta sobrante al final de la jornada. El reparto de la planta se hará de tal forma que no arrastre ninguna parte de la planta por el suelo. Cabe la posibilidad de que la planta se lleve en la retroexcavadora en unos soportes convenientemente homologados.

Apertura de hoyos y plantación.

La apertura de los hoyos se realizará con máquinas retroexcavadoras y la plantación a mano.

La máquina retroexcavadora se situará en una calle entre las líneas de plantación marcadas y procede abrir un hoyo en el sitio indicado por el cruce de dos líneas hasta el nivel freático de verano. Para la superficie que se va a repoblar este nivel freático de verano se encuentra entre los 2,5 y los 3 metros de profundidad. Será necesario, por el nivel de los freáticos en la época en que se realiza la plantación, que la última parte del hoyo se excave bajo el agua. Una vez alcanzada esa profundidad, un obrero aprovechando la huella abierta por el cazo en su último movimiento coloca la planta en el punto más bajo del hoyo y con la última maniobra del cazo se entierra la parte más baja de la planta y la sujeta. Cada cazado de tierra que se extrae de un

hoyo, con un giro de la pluma de la máquina, se vacía en el anterior de manera que la tierra que se saca de un hoyo en su apertura sirve para tapar el hoyo precedente (con lo que se invierten los horizontes). Las últimas maniobras para terminar de tapar un hoyo se realizarán con cuidado para no alterar la nivelación en la parcela.

Terminada esta operación la máquina avanza seis metros por la calle para repetir la maniobra en el hoyo siguiente.

Para pasar de una calle a la siguiente, que se plantará en sentido inverso, la máquina realiza una sencilla maniobra para dominar los hoyos necesarios.

La tierra extraída del primer hoyo y la necesaria para tapar el último se toma y deposita en los alrededores procurando alterar lo menos posible la nivelación existente.

Además del obrero que planta con cada máquina se hace necesario contar con otro que se ocupará de repartir la planta desde las zanjas donde está encamada.

El obrero plantador, en los tiempos en que ha de esperar a que la máquina termine de abrir el hoyo, despuntará la guía de la planta, eligiendo como yema principal la de mayor vigor entre las últimas con el fin de evitar daños propios del transporte y el riesgo de perforadores de guía terminal.

Se dispondrán de un total de 282 plantones por hectárea, en este sentido se tiene en cuenta una pérdida por hectárea de 4 plantas. Las necesidades de planta por subrodal y clon se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 4: Necesidades de plantón chopo

Subrodales	Clon	Uds.
2a	Raspalje	1.444
Total Raspalje		1.444
2b	MC	1.413
Total MC		1.413
3a	I-214	1.125
4a	I-214	110
Total I-214		1.235
TOTAL		4.092

Fuente: Elaboración propia.

Las características de la planta a utilizar vendrán determinadas en función de los siguientes parámetros:

- Altura:** Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz, medido en metros.
- Robustez:** Se mide por el diámetro del cuello de la raíz, expresado en mm.

- c) Estado sanitario: No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas.
- d) Edad: Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.

La especie y el clon y los valores mínimos exigibles de los parámetros explicados con anterioridad, para este material vegetal serán los siguientes (para los parámetros altura y robustez se indica en función si el material va a ser utilizado para la plantación o para la reposición de marras de la campaña siguiente):

- ◆ Especie: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, clon I-214.
- ◆ Planta a raíz desnuda (sin raíz).
- ◆ Altura: 5,5 - 6 metros plantación año 0 y 6 - 6,5 metros reposición año 1.
- ◆ Robustez: 90-110 mm plantación año 0 y 110 - 130 mm reposición año 1.
- ◆ Edad: 2 primaveras.

- ◆ Especie: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, clon MC.
- ◆ Planta a raíz desnuda (sin raíz).
- ◆ Altura: 5,5 - 6 metros plantación año 0 y 6 - 6,5 metros reposición año 1.
- ◆ Robustez: 90-110 mm plantación año 0 y 110 - 130 mm reposición año 1.
- ◆ Edad: 2 primaveras.

- ◆ Especie: *Populus x interamericana* Brokehuizen, clon Raspalje.
- ◆ Planta a raíz desnuda (sin raíz).
- ◆ Altura: 5,5 - 6 metros plantación año 0 y 6 - 6,5 metros reposición año 1.
- ◆ Robustez: 90-110 mm plantación año 0 y 110 - 130 mm reposición año 1.
- ◆ Edad: 2 primaveras.

Esta actuación requerirá que se ponga a disposición de la obra dos retroexcavadoras de cadenas con cazos de 1 m³ de volumen y dos peones. El tiempo estimado para la ejecución es de 12 días.

Para el transporte el camión deberá tener una caja cuyo tamaño permita con los plantones vayas totalmente metidos en ella y se puede extender una lona para su protección.

3.5 Ordeño del plantón

La operación de ordeño consiste en la eliminación de todos los brotes que salen en el tercio inferior del plantón mediante el arrastre de la mano a lo largo del tronco. Esta labor es muy crítica en tiempo ya que se debe realizar cuando el brote está tierno porque si el brote se volvería correoso la eliminación sería más costosa. El brote tendrá un tamaño aproximado de entre 3 y 7 centímetros.

La operación requerirá de dos peones y se ejecutará durante dos y tres días.

3.6 Laboreo mediante grada de discos

Dada la comprobada importancia que la realización de labores anuales tiene para el aumento del rendimiento de la chopera y a fin de evitar la competencia que durante la instauración de la misma le produce la vegetación natural, se llevará a cabo una roturación que según las condiciones del terreno se realizará con grada y se darán dos pases cruzados a la totalidad de la parcela plantada en dos fases separadas dos meses.

Su realización será posterior a la etapa de plantación a fin de que la competencia entre la vegetación espontánea y la chopera dure el mínimo tiempo posible. La profundidad mínima de la labor será de 30 cm.

Esta actuación se realizará con un tractor que llevará acoplada una grada de discos de unos 3 metros de envergadura lo que significa que deberá pasar por cada calle dos veces. Cada pase de gradeo cruzado se estima que se tardará 3 días.

3.7 Reposición de marras

La campaña posterior a la plantación se realizará un conteo de las marras que se han tenido. Si el porcentaje de marras respecto al número de plantas plantadas en un principio es inferior al 2% se considerará como repoblación totalmente satisfactoria y no se repondrán. Por el contrario si el porcentaje es superior al 2% se tendrán reponer todas las marras.

El proceso de reposición será similar al de plantación teniendo en cuenta principalmente el cuidado de la planta y que la plantación se realice a la profundidad marcada.

El número total de marras que se han de producir en toda la plantación para que sea obligatoria la reposición es de 82 plantones.

Esta actuación se realizaría con una retroexcavadora y con un peón. La reposición de marras duraría entre medio día y dos días en función de las marras a reponer siempre que el rango se encuentre entre el 2 y el 5 %.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 5. Ingeniería de las obras

Índice

Índice	139
Índice de tablas	141
Índice de ilustraciones	141
1 Cálculos hidráulicos	143
1.1 Cálculo alturas lámina de agua	143
1.2 Caudal para cálculo escollera	147
2 Cálculos obra de bioingeniería	149
2.1 Cálculos muro Krainer	149
2.1.1 Introducción	149
2.1.2 Bases de cálculo	149
2.1.2.1 Cálculo del empuje de las tierras	149
2.1.2.2 Consideraciones debidas al efecto del agua en el terreno	151
2.1.2.3 Cálculo de la tensión tractiva de la corriente	152
2.1.2.4 Seguridad frente al vuelco	153
2.1.2.5 Seguridad al deslizamiento	153
2.1.2.6 Resistencia a la flexión de la madera	154
2.1.2.7 Cálculo de los anclajes	155
2.1.2.7.1 Verificación de los ELU de agotamiento por tensión	156
2.1.2.7.2 Verificación de los ELU de la unión	158
2.1.2.7.3 Verificación de los ELU de agotamiento de la barra de anclaje a cortante incluido el momento flector	158
2.1.2.8 Cálculo de los enlaces entre troncos	159
2.1.3 Cálculos	160
2.1.4 Consideraciones finales	168
2.2 Cálculo tamaño piedra escollera	169

3	Cálculos repoblación de la banda de protección con especies ripícolas	172
3.1	Diseño de la malla de replanteo.....	172
3.2	Cálculo profundidad de plantación.....	172
4	Cálculos repoblación de la chopera de producción	173
4.1	Diseño de la malla de replanteo.....	173
4.2	Cálculo profundidad de plantación.....	173

Índice de tablas

Tabla 1: Caudales	143
Tabla 2: Valores orientativos de las propiedades básicas en los suelos	150
Tabla 3: Valores del coeficiente de corrección «c»	153
Tabla 4: Valores coeficiente C_T	170
Tabla 5: Valores coeficiente C_A	170
Tabla 6: Cálculo tamaño escollo por iteraciones.....	171

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Detalle captura pantalla altura caudal (1)	145
Ilustración 2: Detalle captura pantalla altura caudal (2)	145
Ilustración 3: Detalle captura pantalla altura caudal (3)	146
Ilustración 4: Detalle captura pantalla HidroEsta.....	147

1 Cálculos hidráulicos

Los datos para realizar los cálculos hidráulicos que se necesitado para este proyecto se han obtenido de la estación foronómica nº 2111 del río Esla en Villomar. La estación se encuentra a aproximadamente 2 kilómetros aguas abajo de la zona de actuación. Esta estación pertenece a la red nacional que tiene el CEDEX Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

1.1 Cálculo alturas lámina de agua

Se pretende calcular las alturas que alcanzaría la lámina de agua en la zona en la que se ha proyectado la construcción del muro Krainer en función de ciertos caudales de avenida, en este caso se utilizarán los caudales medio mensuales.

En la siguiente tabla vienen reflejados los caudales de cálculo. A parte de los caudales de cálculo se ha obtenido (www.saihduero.es) el caudal que transportaba el río el día que se levantaron los perfiles transversales.

Tabla 1: Caudales

Parámetro	Ud (m ³ /s)
Caudal medio mínimo mensual	4,27
Caudal medio mensual	17,90
Caudal medio máximo mensual	117,07
Caudal día levantamiento topográfico de los perfiles transversales del río	9,56

Fuente: elaboración propia a partir de datos del CEDEX, CHD (Saihduero).

A partir de estos datos, con los datos obtenidos en el levantamiento de los perfiles transversales (se utilizan los datos de los perfiles que se levantaron topográficamente *Documento II Planos Plano nº 5 Perfiles transversales del río*) y utilizando el software libre *HCanales v3.0* desarrollado por la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica se calculará la altura que alcanzará la lámina de agua en función del caudal que transporte el río.

Para ello se utilizará la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

- Q Caudal, m³/s
- n Coeficiente de rugosidad
- A Área hidráulica, m²
- R_h Radio hidráulico, m
- S Pendiente de la línea de energía, m/m

El cálculo de la pendiente se realizó mediante la diferencia de cota entre los dos puntos extremos del comienzo y final donde se construirá el muro Krainer. Sabiendo la diferencia de cota 0,53 metros y la longitud del tramo 121,03 m la pendiente en tanto por uno es de 0,0437.

Asemejando la sección del cauce a una sección trapezoidal tenemos que:

$$A = (b + z * y) * y$$

Donde:

A Área hidráulica, m²

b Base del cauce, m

z talud horizontal

y altura del agua, m

Con los datos que tenemos del cauce el área hidráulica sería la siguiente:

$$A = (15,75 + 0,5 * 0,53) * 0,53 = 8,49 \text{ m}^2$$

$$P_m = b + 2y \sqrt{1 + z^2}$$

Donde:

P_m Perímetro mojado, m

b Base del cauce, m

z talud horizontal

y altura del agua, m

Con los datos que tenemos del cauce el perímetro mojado sería el siguiente:

$$P_m = 15,75 + 2 * 0,53 \sqrt{1 + 0,5^2} = 16,94 \text{ m}$$

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

Donde:

R_h Radio hidráulico, m

A Área hidráulica, m²

P_m Perímetro mojado, m

Con los datos que tenemos el radio hidráulico sería el siguiente:

$$R_h = \frac{8,49}{16,94} = 0,50 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente, el caudal que transportaba el río el día del levantamiento de los perfiles 9,56 m³/s, conociendo la pendiente longitudinal del cauce a partir de datos tomados en campo 0,437 % y con la fórmula de Manning se calcula el coeficiente de rugosidad (n):

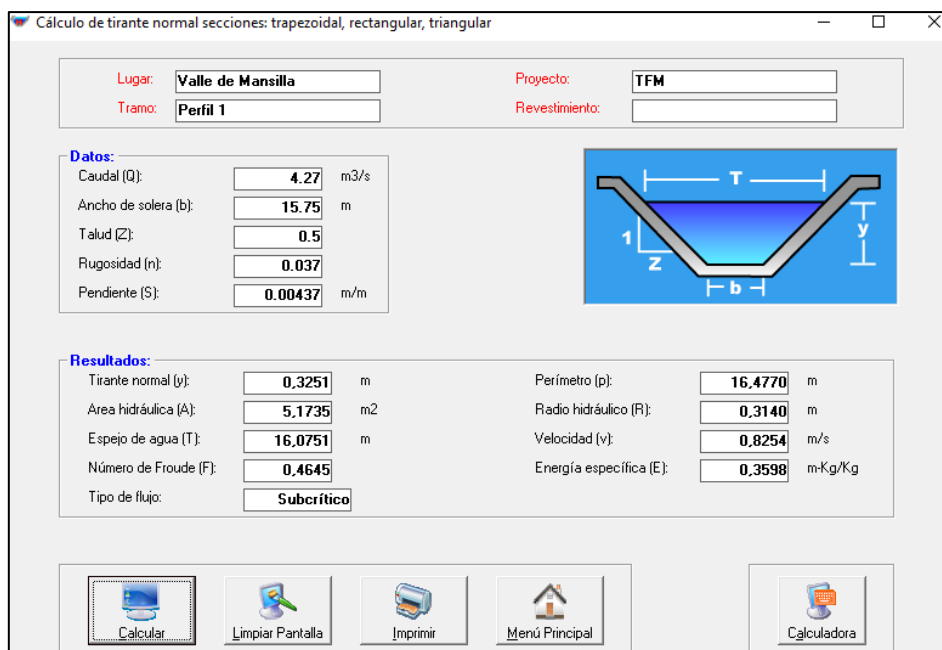
$$n = \frac{1}{Q} * A * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{9,56} * 8,49 * 0,50^{2/3} * 0,00437^{1/2} = 0,037$$

Con el cálculo del coeficiente de Manning y utilizando el software *HCanales v3.0* se tienen todos los datos para calcular el tirante o altura del agua:

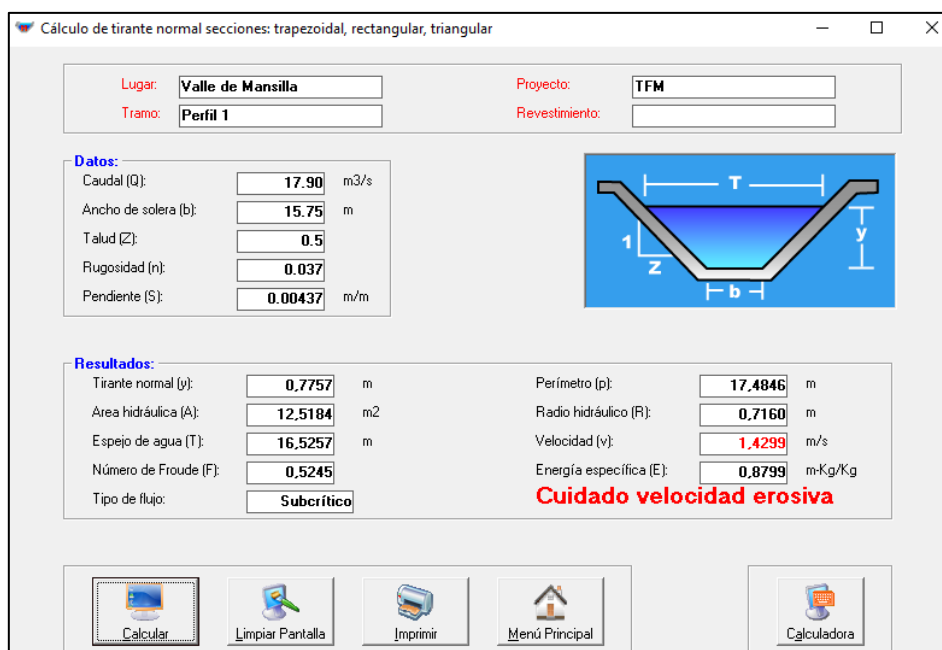
Caudales de cálculo 4,27 m³/s (1), 17,90 m³/s (2) y 117,07 m³/s (3), ancho del cauce 15,75 m, coeficiente de rugosidad 0,037 y pendiente longitudinal 0,437%. A continuación se muestran las capturas de pantalla del programa:

Ilustración 1: Detalle captura pantalla altura caudal (1)



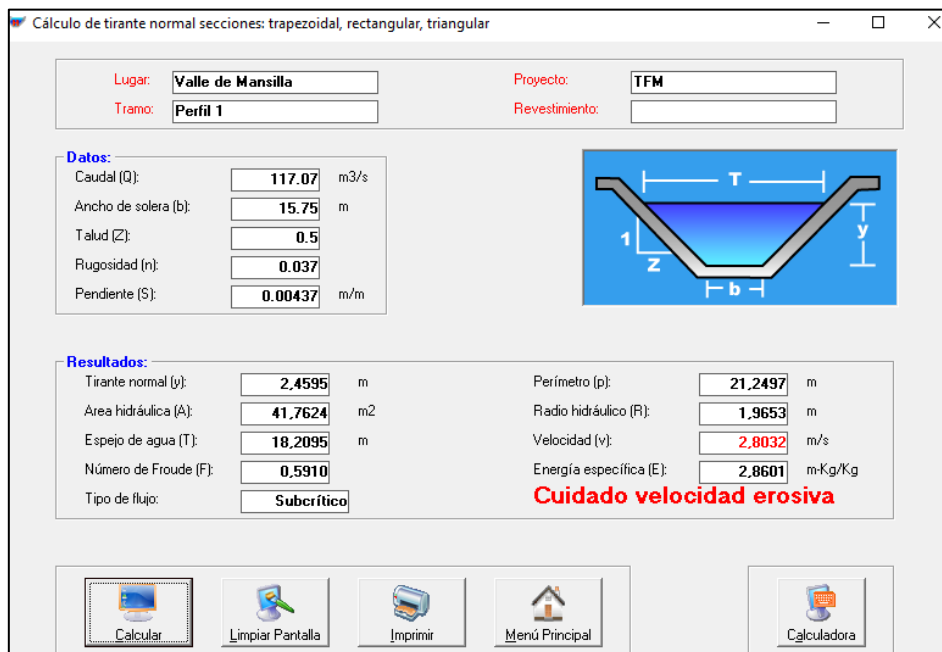
Fuente: programa libre HCanales.

Ilustración 2: Detalle captura pantalla altura caudal (2)



Fuente: programa libre HCanales.

Ilustración 3: Detalle captura pantalla altura caudal (3)



Fuente: programa libre HCanales.

Como conclusión se puede decir que con el cálculo de las alturas en los dos primeros casos el agua se mantendría por el cauce ya que nunca llegaría a rebosar el talud pero en el tercer caso la altura calculada es ficticia ya que el talud del cauce tiene una altura total aproximada de 2 metros como la altura de cálculo sale 2,4595 m el cauce no mantendría el agua por el por lo que se inundaría la zona.

1.2 Caudal para cálculo escollera

A partir de los datos de la estación foronómica de Villómar (estación 2111 de la CHD) de los caudales máximos medios diarios mensuales (m^3/s) se realizaron varias simulaciones con el software libre *HidroEsta* desarrollado por la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica programa que se utiliza para el cálculo de variables extremas y en función de las múltiples funciones de distribución con las que se puede simular se estima que para un periodo de retorno de 10 años el caudal máximo medio diario mensual se estima en $171,85 m^3/s$.

Ilustración 4: Detalle captura pantalla HidroEsta

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
14	180,0
15	91,0
16	45,0
17	57,0
18	97,0
19	50,0
20	30,0
21	120,0
22	90,0
23	43,0
24	79,0
25	185,0
26	94,0
[?]	

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	28,0	0,0370	0,0473	0,0456	0,0103
2	30,0	0,0741	0,0544	0,0526	0,0196
3	43,0	0,1111	0,1174	0,1150	0,0063
4	44,0	0,1481	0,1234	0,1210	0,0247
5	45,0	0,1852	0,1296	0,1272	0,0556
6	50,0	0,2222	0,1627	0,1602	0,0595
7	57,0	0,2593	0,2145	0,2121	0,0448
8	79,0	0,2963	0,4000	0,3987	0,1037

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 170,71 m^3/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gumbel:
 Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 75,2965
 De escala (alfa): 42,3979
 Con momentos lineales:
 De posición (μ_l): 75,4684
 De escala (alfa): 42,1001

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0,1037, es menor que el delta tabular 0,2667. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

Calculador | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal

Fuente: programa libre HidroEsta.

2 Cálculos obra de bioingeniería

2.1 Cálculos muro Krainer

2.1.1 Introducción

Los cálculos a realizar para dimensionar correctamente la obra de bioingeniería, se basarán en la metodología diseñada por *García-Vega, A., Sanz-Ronda, F. J., Fuentes-Pérez, J. F., Navarro-Hevia, J., Martínez-Rodríguez, A. (2014)* y que lo exponen en el trabajo titulado *Bases metodológicas para el cálculo de muros entramados de madera con vegetación o muros Krainer publicado en la revista Informes de la Construcción, nº 66*. También se han utilizado textos completos y tablas recopiladas por este artículo ya que son cuestiones técnicas no modificables al menos en este proyecto.

El trabajo establece una serie de criterios para el cálculo de muros entramados de madera con vegetación, popularmente conocidos como muros Krainer. Son obras de bioingeniería empleadas en la consolidación de taludes, que mezclan elementos constructivos inertes con elementos vivos y deben llevar asociado un cálculo de estabilidad. Se propone una metodología basada en la comprobación de tensiones admisibles entre el terreno y los materiales constructivos, comprobando la seguridad frente al deslizamiento, vuelco, resistencia a flexión y comprobación de anclajes y elementos de unión.

2.1.2 Bases de cálculo

Los muro Krainer puede considerarse como un muro de contención de gravedad, pues se emplea para la sujeción de tierras inestables, siendo el efecto estabilizador su propio peso.

La base de cálculo se centra en la comprobación de las tensiones admisibles, considerando la colaboración conjunta del muro ante acciones horizontales y verticales. Las comprobaciones de trabajo propuestas son: seguridad frente al deslizamiento y estabilidad frente al vuelco y además de la resistencia a flexión, presión admisible del terreno, cálculo de los anclajes y de los elementos de unión, comprobaciones de seguridad a mayores según el Código Técnico de la Edificación (CTE).

2.1.2.1 Cálculo del empuje de las tierras

Las teorías más frecuentemente utilizadas para el cálculo de los empujes del terreno en muros de contención de gravedad son la de Rankine y Coulomb. La primera sólo es aplicable en casos concretos, pues presupone ciertas hipótesis no siempre asumibles (suelo homogéneo e isotrópico, superficie de rotura plana, superficie posterior del muro vertical, no existe fricción entre el suelo y el trasdós del muro). Por tanto, se recomienda la teoría de Coulomb, ya que considera las fuerzas de rozamiento entre el trasdós del muro y el terreno.

Independientemente del método de evaluación de fuerzas, éste sólo afectará a la magnitud y línea de acción de la presión resultante del terreno, es decir, al empuje

activo, el ejercido por la tierra que es sostenida por el muro, pues el empuje pasivo, el producido por un terreno que absorbe la acción producida por la estructura, sólo aparece cuando el muro ha sufrido un pequeño corrimiento y no afecta a la estabilidad de la estructura.

El empuje activo por unidad de longitud del muro será:

$$E_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma * H^2$$

Ecuación 1: El empuje activo por unidad de longitud del muro

$$K_a = \left[\frac{\frac{1}{\text{sen}\beta} * \text{sen}(\beta - \varphi)}{\sqrt{\text{sen}(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) * \text{sen}(\varphi - i)}{\text{sen}(\beta - i)}}} \right]$$

Donde:

E_a Empuje activo (kN/m)

K_a Coeficiente del empuje activo (adimensional)

γ Peso específico del terreno (kN/m³) (Tabla 2) $\rightarrow \gamma = \rho \cdot g$

ρ Densidad del terreno (t/m³)

g Gravedad (m/s²)

H Altura del muro (m)

B Ángulo (°) de inclinación del trasdós del muro con respecto a la horizontal

Φ Ángulo (°) de rozamiento interno

δ Ángulo (°) de rozamiento terreno-trasdós del muro

i Ángulo (°) que forma el plano de la superficie del terreno del trasdós con la horizontal

Generalmente el ángulo de rozamiento terreno-trasdós del muro (δ) se puede considerar como $\varphi/2$ a $2\varphi/3$.

Tabla 2: Valores orientativos de las propiedades básicas en los suelos

	Tipo de suelo	γ (kN/m ³)	φ
Terreno natural	Grava	19-22	34°-45°
	Arena	17-20	30°-36°
	Limo	17-20	25°-32°
	Arcilla	15-22	16°- 28°
Rellenos	Tierra vegetal	17	25°
	Terraplén	17	30°
	Pedraplén	18	40°

Fuente: CTE DB SE-C recopilado por autores del artículo de referencia.

La presión máxima que ejerce el terreno sobre la estructura sucede en el último tronco, el de la base:

$$P = \gamma * H_{talud}$$

Ecuación 2: Presión del terreno sobre el último tronco

Donde:

P Presión del terreno sobre el último tronco (kN/m²)

γ Peso específico del terreno (kN/m³)

H_{talud} Altura del talud (hasta la base) (m)

2.1.2.2 Consideraciones debidas al efecto del agua en el terreno

Si el aporte de agua (lluvia, infiltraciones, etc.) sobrepasa la capacidad de drenaje, el empuje se verá modificado, debiendo asumirse un valor superior pues el terreno estará saturado de agua. En general, la presión del agua puede ser considerada como nula si el material de relleno tiene buen drenaje (tierra vegetal mezclada con gravas), pero tras un periodo de lluvias intenso o tras una crecida, el interior del muro estará saturado.

Durante una crecida, el empuje del agua (E_h) sobre la cara visible del muro contrarresta el efecto del empuje del terreno. Además si el agua sobrepasa la altura de la estructura, el peso del agua sobre éste (Wh) tiene un efecto estabilizador. Pero cuando las aguas bajan, el terreno se encuentra saturado. Entonces el muro trabaja en la condición más desfavorable. En estas circunstancias, se asume que el empuje del terreno es equivalente al empuje hidrostático actuando sobre el trasdós.

Al calcular el empuje hidrostático se pueden dar diferentes situaciones, en función de cómo se encuentre la lámina de agua:

$$\text{Si } h > H \rightarrow E_h = \left(h - \frac{H}{2}\right) * H * \gamma_h \text{ con } G = \frac{H * (3 * h - 2 * H)}{3 * (2 * h - H)} \quad [3.1]$$

$$\text{Si } h \leq H \rightarrow E_h = \frac{1}{2} * \gamma_h * h^2 \text{ con } G = \frac{H}{3} \quad [3.2]$$

Ecuación 3: Empuje hidrostático

Donde:

E_h Empuje hidrostático (kN/m)

γ_h Peso específico del agua (kN/m³)

H Altura del muro (m)

h Altura de la lámina de agua (respecto a la base del muro) (m)

G Punto de aplicación del empuje (distancia desde la base) (m)

Tras una crecida, la altura del muro afectado por el agua (h') siempre será menor o igual a la altura del muro, por lo que la expresión para el cálculo del empuje del terreno saturado de humedad será la [3.2].

Si el muro trabaja sumergido, aunque sea parcialmente, aparece un empuje ascensional denominado subpresión que afecta a la estabilidad de la estructura (contrarrestando la acción estabilizadora del peso del muro) que se calcula con la siguiente fórmula:

$$S_p = \frac{1}{2} * h * \gamma_h * B * K$$

Ecuación 4: Subpresión

Donde:

S_p Subpresión (kN/m²)

h Altura de la lámina de agua (m)

γ_h Peso específico del agua (kN/m³)

B Anchura equivalente del muro (m) o longitud horizontal del tronco perpendicular al talud. Es el producto de la longitud del tronco por el coseno del ángulo que forma con la horizontal.

K Factor de modificación dependiente de las características del terreno de apoyo (desde 0 si el terreno es impermeable hasta 1 si es muy permeable)

La subpresión es máxima durante una avenida, aunque el peso del terreno y del agua que puede gravitar sobre él la contrarresta.

2.1.2.3 Cálculo de la tensión tractiva de la corriente

Si el muro está en la margen de un río, las crecidas originan un esfuerzo adicional a considerar denominado tensión tractiva o de arrastre de la corriente:

$$\tau = \gamma_h * R_h * I * c$$

Ecuación 5: Tensión tractiva de la corriente

Donde:

τ Tensión tractiva (kN/m²)

γ_h Peso específico del agua (kN/m³)

I Pendiente del lecho (m/m)

R_h Radio hidráulico (m), cociente entre el área mojada y el perímetro mojado de la sección del río

c Coeficiente de corrección

Es un esfuerzo cortante que actúa erosivamente sobre el contorno provocando un deslizamiento en el sentido de la corriente que tiende a desestabilizar la unión entre los troncos.

En un río, la máxima tensión se da en el fondo, aproximándose al 100% del valor de la tensión tractiva ($c \approx 1$) cuanto más ancho es el canal (Tabla 4). La máxima tensión en los taludes ocurre a una distancia del fondo de 0,1-0,2 veces de la profundidad y vale aproximadamente el 75% máxima ($c \approx 0,75$) con escasa influencia del ángulo del talud.

Tabla 3: Valores del coeficiente de corrección «c»

(Siendo «b» la anchura del río e «y» la profundidad del agua respecto al lecho del río).

b/y	2	4	8
$\frac{\tau_{\text{fondo}}}{\gamma_h * R_h * I}$	0,89	0,97	0,99
$\frac{\tau_{\text{talud}}}{\gamma_h * R_h * I}$	0,74	0,75	0,76

Fuente: Martín J.P. (2002) recopilado por autores del artículo de referencia.

2.1.2.4 Seguridad frente al vuelco

Es el cociente entre los momentos estabilizadores respecto al pie del muro y los que provocan el vuelco. La acción del vuelco se debe a los empujes actuantes sobre el muro y la acción estabilizadora al peso propio del muro. Ésta es la forma característica de trabajo de las estructuras de gravedad.

Se dice que el muro es seguro frente al vuelco cuando el coeficiente de seguridad frente al vuelco (C_v) es superior a 1,5.

$$C_v = \frac{M_{\text{estabilizador}}}{M_{\text{vuelco}}} \geq 1,5$$

Ecuación 6: Seguridad frente a vuelco

La densidad global del muro (ρ_{muro}) se calculará a partir de la de los troncos que lo formen (ρ_k) y del material a utilizar en el relleno (ρ), en función del volumen de cada uno (V_{madera} , V_{relleno} y V_{total}) y teniendo en cuenta si el muro está o no saturado de agua.

$$\rho_{\text{muro}} = \frac{\rho_k * V_{\text{madera}} + \rho * V_{\text{relleno}}}{V_{\text{total}}}$$

Ecuación 7: Densidad global del muro

2.1.2.5 Seguridad al deslizamiento

Las fuerzas horizontales (transversales y longitudinales) hacen que el muro tienda a deslizarse. Las verticales se oponen al deslizamiento. Lo que evita que el muro se deslice es el rozamiento entre éste y el terreno. Los pilotes metálicos colocados en la base reducen el efecto del deslizamiento a favor de talud. La comprobación de deslizamiento ha de hacerse en el sentido longitudinal y transversal.

La relación entre las fuerzas resistentes y las actuantes o deslizantes, se conoce como factor de seguridad al deslizamiento C_d y debe ser mayor de 1,5.

$$C_d = \frac{\mu * R_y + c' * B}{R_x} \geq 1,5$$

Ecuación 8: Factor de seguridad al deslizamiento

Donde:

R_y Resultante de las fuerzas verticales (kN/m)

μ Coeficiente de fricción suelo-muro ($\mu = \text{tg } \delta$) (rad)

c' Coeficiente de cohesión corregido (0,5-0,7 veces la cohesión del suelo de fundación) (kN/m²)

B Anchura equivalente del muro (m)

R_x Resultante de las fuerzas horizontales (kN/m)

2.1.2.6 Resistencia a la flexión de la madera

La resistencia de una madera a la flexión, es el esfuerzo que opone para modificar su forma y volumen. En una pieza flexada, las fibras situadas encima del eje longitudinal están sometidas a compresión y las de debajo a tracción. Para saber si la estructura es resistente, el último tronco de la base ha de soportar la flexión que produce el terreno.

$$\sigma_{md} \leq f_{md}$$

Hipótesis de cumplimiento para que no se produzca flexión de la madera

Donde:

σ_{md} Tensión de cálculo a flexión (N/mm²)

f_{md} Resistencia de cálculo a flexión (N/mm²)

La tensión de cálculo a flexión se calcula como:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W_y}$$

Ecuación 9: Tensión de cálculo a la flexión

Donde:

M_d Momento flector máximo que actúa sobre la sección (N·mm) (para una viga biapoyada cargada uniformemente se produce en el centro del vano):

$$M_d = \frac{1}{8} * P * L_f^2$$

Ecuación 10: Momento flector máximo

Donde:

P Presión del terreno sobre el último tronco (N/mm)

L_f Longitud del tronco sometida a flexión (mm)

W_y Módulo resistente (mm³). Para una sección circular de diámetro D (en mm):

$$W_y = \frac{\pi * (D/2)^3}{4}$$

Ecuación 11: Módulo resistente

No se considera la reducción del cajado sobre el tronco puesto que en la sección de unión con el tronco dispuesto perpendicularmente, la resistencia a flexión es mayor ya que se disminuye la longitud de los vanos y dicho tronco colabora con el anclaje.

El valor de cálculo de la resistencia a flexión se define como:

$$f_{md} = K_{mod} * \frac{f_{mk}}{\gamma_M}$$

Ecuación 12: Módulo resistente

Donde:

K_{mod} Factor de modificación

γ_M Coeficiente parcial de seguridad

f_{mk} Resistencia característica de la madera (N/mm²)

2.1.2.7 Cálculo de los anclajes

Los anclajes son los pilotes metálicos (barras de acero) que sujetan los troncos de la base. El sistema de cálculo para los anclajes se centrará en la verificación de los Estados Límites Últimos (ELU).

Como hipótesis de partida se asume que los troncos forman un sistema isostático, con distribución continua de carga y mecánicamente equivalente a una viga con una carga puntual aplicada en el centro, que es la que transmite el axil a la barra de anclaje. Además se supone que la deformación a flexión de los troncos es prácticamente nula al estar embebidos en tierra.

El trabajo de los pilotes es similar al de una armadura de acero. La diferencia entre las características mecánicas de las secciones en contacto obliga a introducir hipótesis y realizar simplificaciones para analizar su comportamiento y realizar su cálculo.

Al encontrarse el último tronco en contacto con el terreno, hemos de considerar la presión sobre éste que genera la estructura (capacidad portante del terreno), puesto que la base del muro transmite al suelo diferentes esfuerzos, cuya naturaleza y cuantía dependen de las combinaciones de carga.

Para ello tenemos que calcular la fuerza que ejerce la estructura sobre el terreno ecuación [13] y la presión que le transmite ecuación 14]:

$$F = N * \frac{8 * e - 3 * D}{8 * d - D}$$

Ecuación 13: Fuerza que ejerce la estructura sobre el terreno

$$\sigma_c = \frac{N + F}{\frac{D}{4} * L_t}$$

Ecuación 14: Presión que le transmite

Donde:

- F Esfuerzo sobre cada barra de anclaje (kN)
 σ_c Presión que transmite la estructura al terreno (kN/m²)
N Esfuerzo axial o carga vertical sobre el último tronco (kN)
D Diámetro del tronco (m)
d Distancia desde el centro de gravedad del anclaje hasta el exterior del tronco (m) ($d \approx D$)
 L_t Longitud de tronco entre dos anclajes (m)
e Excentricidad (m)

Para una distribución de tensiones constante la profundidad de la fibra neutra se establece en $D/4$ y la excentricidad, a fin de poder determinar dónde se encuentra la línea neutra del tronco y su contacto con el terreno, ha de ser:

$$0 \leq e \leq \frac{D}{6}$$

Valor de la excentricidad

Al realizarse el anclaje exterior al tronco y próximo a éste, podemos suponer que el valor del axil pasa por el núcleo central del tronco y que éste se encuentra en contacto con el terreno, luego la ley de presiones es trapezoidal, con un valor máximo y mínimo en los bordes del tronco.

Para comprobar la capacidad portante del terreno, ha de cumplirse que la presión que transmite la estructura al terreno sea menor o igual a la presión admisible del terreno, es decir, $\sigma_c \leq \sigma_{adm}$.

Una vez planteadas las hipótesis de partida y considerados los condicionantes que intervienen el cálculo, se procede al dimensionamiento de los sistemas de anclaje, suponiendo que éstos serán barras de acero.

Cada barra de acero ha de soportar una fuerza (FR) resultante de los esfuerzos combinados de tracción, flexión y cortante a los que está sometida, además de evitar que pierda su función de anclaje. Para ello se llevarán a cabo las siguientes comprobaciones a ELU.

2.1.2.7.1 Verificación de los ELU de agotamiento por tensión

Las barras de acero deben soportar, sin arrancarse, una fuerza de tracción F^* (consecuencia de los momentos transmitidos al anclaje) y han de tener una sección suficiente (A_r) para verificar el ELU de agotamiento por tensión:

$$\frac{F^*}{n} \leq F_T = 0,8 * f_{yd} * A_r \rightarrow A_r = \frac{F^*}{0,8 * f_{yd} * n}$$

Ecuación 15: Sección de los anclajes

Donde:

- F^* Fuerza de tracción (N)

F_T	Fuerza de agotamiento por tracción (N)
n	Número de elementos de anclaje por tronco
A_r	Área resistente de la barra utilizada en el anclaje (mm^2)
f_{yd}	Resistencia de cálculo del acero (N/mm^2):

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Ecuación 16: Resistencia del acero

Donde:

f_{yk} Tensión del límite elástico del material base (N/mm^2)

γ_s Coeficiente parcial de seguridad del material para resistencia última ($\gamma_s = 1,15$)

Además, se ha de verificar que el agotamiento y el arrancamiento de la barra se produzcan simultáneamente, para poder determinar una longitud mínima de la misma:

$$L * \emptyset * \pi * \tau_{bd} = 0,8 * f_{yd} * A_r \rightarrow L = \frac{0,8 * f_{yd} * A_r}{\emptyset * \pi * \tau_{bd}}$$

Ecuación 17: Cálculo longitud barras de acero

Donde:

L Longitud de la barra (mm)

\emptyset Diámetro de la barra (mm)

f_{yd} Resistencia de cálculo del acero (N/mm^2)

τ_{bd} Tensión de adherencia (N/mm^2), depende del tipo de barra de acero y del material en el que esté embebida:

- ◆ Barra lisa:

$$\tau_{bd} = \frac{1,2}{\gamma_c} * \sqrt{R_1}$$

Ecuación 18: Tensión de adherencia barra de acero lisa

- ◆ Barra corrugada:

$$\tau_{bd} = \frac{\tau_{bu}}{1,6} * \sqrt[3]{\left(\frac{R_t}{225}\right)^2}$$

Ecuación 19: Tensión de adherencia barra de acero corrugada

Donde:

R_t Resistencia de proyecto del terreno (N/mm^2)

γ_c Coeficiente de seguridad

τ_{bu} Tensión de rotura por adherencia (N/mm^2)

2.1.2.7.2 Verificación de los ELU de la unión

La fuerza de aplastamiento (F_A) que soportan los anclajes de los troncos al terreno viene determinada por:

$$F_A = 3 * \sigma * \emptyset * p$$

Ecuación 20: Fuerza de aplastamiento que soportan los anclajes de los troncos al terreno

Donde:

- σ Límite elástico de la barra de anclaje (N/mm²)
- \emptyset Diámetro de la barra de anclaje (mm²)
- p Profundidad de hincado de la barra de anclaje (mm)

Se ha de verificar que la fuerza de aplastamiento es superior al cortante que se produce en cada barra.

$$R_c = \frac{V}{n}$$

Ecuación 21: Resistencia a la cortante

Donde:

- R_c Resistencia a cortante (N/mm²)
- V Reacción de las barras de anclaje (N/mm²)
- N Número de elementos de anclaje por tronco

2.1.2.7.3 Verificación de los ELU de agotamiento de la barra de anclaje a cortante incluido el momento flector

La sollicitación de agotamiento de las barras de anclaje a flexión (F_F) se deduce a partir de la siguiente expresión:

$$F_F = 1,07 * N_o * \mu_R * n_s$$

Ecuación 22: Sollicitación de agotamiento de las barras de anclaje a flexión

Donde:

- F_F Fuerza de agotamiento a flexión (N)
- N_o Esfuerzo de la barra de anclaje (t)
- μ_R Coeficiente de rozamiento (0,30)
- n_s Número de secciones de contacto (en nuestro caso 1)

Es habitual que las barras de anclaje cumplan con el cortante sollicitado: $F_F \geq R_c$. La sollicitación de agotamiento de las barras al momento flector es:

$$F_F = N_o$$

Ecuación 23: Sollicitación de agotamiento de las barras al momento flector

La fuerza a la que está sometida cada barra de anclaje se calcula como:

$$M = 2 * F_{BA} * L_f \rightarrow F_{BA} = \frac{M}{2 * L_f}$$

Ecuación 24: Fuerza sometida a cada barra de anclaje

Donde:

F_{BA} Fuerza a la que está sometida cada barra de anclaje (N)

M Momento flector (N·mm)

L_f Longitud del tronco sometida a flexión (mm)

Para que las barras de anclaje resulten válidas, se debe de cumplir que:

$$FA \leq FF$$

2.1.2.8 Cálculo de los enlaces entre troncos

La estructura de troncos se coloca uniéndolas mediante la realización en ambas testas de los troncos una forma de “L” afianzando las uniones, generalmente, mediante clavos con pretaladro

El procedimiento de comprobación de las uniones de tipo clavija será el especificado por la normativa actual recogida en el CTE. Si se utiliza otro tipo de enlace (tirafondos, pernos, etc.) en el CTE viene descrito su planteamiento de cálculo.

El cálculo se basa en la determinación de los valores característicos a partir de las propiedades del material (resistencia al aplastamiento de la madera y momento plástico en la sección del medio de la unión) y de la geometría de la unión.

La resistencia al aplastamiento para unión tipo clavo en madera con pretaladro se calcula como:

$$f_{h,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * a) * \rho_k$$

Ecuación 25: Resistencia al aplastamiento para unión tipo clavo en madera con pretaladro

Donde:

$f_{h,k}$ Resistencia al aplastamiento de la pieza (N/mm²)

α Diámetro del clavo (mm)

ρ_k Densidad característica de la madera (kg/m³)

El momento plástico de una sección, en el caso de que la unión se haga mediante clavos redondos, se calcula a través de la siguiente expresión:

$$M_{y,k} = \frac{f_a}{600} * 180 a^{2,6}$$

Ecuación 26: Momento plástico de una sección unión clavos redondos

Donde:

$M_{y,k}$ = momento plástico (N·mm)

f_a = resistencia a la tracción del metal (N/mm)

Para el cálculo de la capacidad de carga en sollicitación de corte emplearemos uniones entre madera-madera de simple cortadura. Este procedimiento se basa en calcular los esfuerzos que soporta la unión ecuaciones [27] (ecuaciones de Johansen) y elegir el más bajo como valor mínimo que resiste un clavo. Se compara este valor con el esfuerzo que ha de soportar la unión para determinar el número mínimo de elementos de unión.

$$R_1 = f_{h,1,k} * t_1 * a$$

$$R_2 = f_{h,2,k} * t_2 * a$$

$$R_3 = \frac{f_{h,1,k} * t_1 * a}{1 + \alpha} * \left[\sqrt{\alpha + 2 * \alpha^2 * \left(1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2\right) + \alpha^3 * \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2} - \alpha * \left(1 + \frac{t_2}{t_1}\right) \right]$$

$$R_k = \min \left[R_4 = 1,05 * \frac{f_{h,1,k} * t_1 * a}{2 + \alpha} * \left[\sqrt{2 * \alpha * (1 + \alpha) + \frac{4,5 * \alpha * (2 + \alpha) * M_{y,k}}{f_{h,1,k} * a * t_1^2}} - \alpha \right] \right.$$

$$R_5 = 1,05 * \frac{f_{h,1,k} * t_2 * a}{1 + 2 * \alpha} * \left[\sqrt{2 * \alpha^2 * (1 + \alpha) + \frac{4,5 * \alpha * (1 + 2 * \alpha) * M_{y,k}}{f_{h,1,k} * a * t_2^2}} - \alpha \right]$$

$$R_6 = 1,15 * \sqrt{\frac{2 * \alpha}{1 + \alpha}} * \sqrt{2 * M_{y,k} * f_{h,1,k} * a}$$

Ecuación 27: Ecuaciones de Johansen

Siendo R1, R2 y R3 expresiones que representan el fallo por agotamiento plástico de la madera (rasgadura o hienda) y R4, R5 y R6 las expresiones correspondientes a los fallos por agotamiento plástico de la madera más la aparición de rótulas plásticas en la clavija.

2.1.3 Cálculos

En la siguiente información se puede ver los datos de partida previstos para la construcción del muro Krainer de doble pared, en función de las fórmulas que se utilizarán se verá si cumplen las condiciones de seguridad necesarias.

Se proyecta la construcción de un muro tipo Krainer de doble pared en ribera de río, formado por troncos de conífera de densidad 750 kg/m³ y clase resistente C18 (f_{mk}=18 N/mm²) de diámetro 25 cm, y longitud 2 m para los troncos perpendiculares al río y de 3 m para los troncos colocados paralelos a la corriente, al ser madera maciza, clase servicio 3, exterior, y carga permanente, el coeficiente de modificación

de la resistencia a flexión vale 0,5 y el coeficiente parcial de seguridad 1,3 (CTE DB SE-M. 2009).

La anchura media del río en la zona de construcción es de 20,90 m con una profundidad respecto a la base del muro de 0,25 m y una pendiente del 0,44% (datos tomados a partir del levantamiento de los perfiles transversales).

El terreno de la orilla está conformado por gravas, arcillas y tierra vegetal, de densidad global $\rho = 1.900 \text{ kg/m}^3$, con un coeficiente de rozamiento interno $\varphi = 35^\circ$ ($\delta = 2/3$ de φ), cohesión de $0,12 \text{ kg/cm}^2$ (factor de cohesión 0,6), coeficiente de modificación de la subpresión $K = 0,5$ y presión admisible del terreno $0,45 \text{ N/mm}^2$ (CTE DB SE-C. 2009).

Las dimensiones del muro son: altura $H = 2 \text{ m}$ (igual a la altura del talud), anchura equivalente $B = 2 \text{ m}$. El talud formará $\beta = 70^\circ$ con respecto a la horizontal y en contrapendiente (i) del 15%. La parte del terreno por encima del muro tiene una pendiente $i = 5^\circ$.

Los pilotes de anclaje serán barras de acero corrugado B500S ($f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$) de diámetro 0,02 m colocados cada 1,5 m lineales de estructura. Los clavos serán de acero (resistencia a la tracción, $f_a = 600 \text{ N/mm}$) de diámetro 14,5 mm y longitud 380 mm.

a) Cálculo del empuje del terreno.

Aplicamos las ecuaciones [1] y [2] para calcular el empuje activo del terreno en condiciones secas, dando como resultados [1] y [2]:

$$K_a = \left[\frac{\left(\frac{1}{\text{sen}70} \right) * \text{sen}(70 - 35)}{\sqrt{\text{sen}(70 + 23,3)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(35 + 23,3) * \text{sen}(35 - 5)}{\text{sen}(70 - 5)}}} \right]^2 = 0,13$$

[Resultado 1]

$$E_a = \frac{1}{2} * 0,13 * (1,9 * 9,81) * 2^2 = 0,49 \text{ kN/m}$$

[Resultado 2]

b) Presión del terreno sobre el último tronco.

La presión máxima que ejerce el terreno sobre el tronco de la base de la estructura se calcula a través de la ecuación [2] y se obtiene el resultado [3]:

$$P = (1,9 * 9,81) * 2 = 37,28 \text{ kN/m}^2$$

[Resultado 3]

c) Empuje del terreno saturado de humedad.

Se considera una crecida de altura igual a la altura del muro ($y + h \approx H$) para asumir que, en condiciones de saturación, el empuje del terreno equivale al empuje hidrostático. En estas condiciones aplicamos la ecuación [3.2], obteniendo el resultado [4]:

$$E_{a \text{ saturado}} \approx E_h = \frac{1}{2} * (1 * 9,81) * 2^2 = 19,62 \text{ kN/m}$$

[Resultado 4]

d) Subpresión.

La subpresión es máxima durante una avenida ($y + h \approx H$). Aplicamos la ecuación [4], obteniendo el resultado [5]:

$$S_p = \frac{1}{2} * 2 * (1 * 9,81) * 2 * 0,5 = 9,80 \text{ kN}$$

[Resultado 5]

e) Tensión tractiva o de arrastre de la corriente.

En las condiciones más desfavorables de cálculo (crecida de $y + h \approx H$) aplicamos la ecuación [5], para el cálculo de la tensión tractiva de la corriente obteniendo el resultado [6], consiguiendo el coeficiente «c» de la Tabla 2 ($b/h = 9,2 \rightarrow c \approx 0,76$) y calculando el radio hidráulico resultado [7]:

$$\tau = (1 * 9,81) * 1,85 * 0,0044 * 0,76 = 0,061 \text{ kN/m}^2$$

[Resultado 6]

$$R_h = \frac{A_m}{P_m} = \frac{b * y}{b + 2 * y} = \frac{20,90 * (2,025)}{20,90 + 2 * (2 + 0,25)} = 1,85 \text{ m}$$

[Resultado 7]

f) Peso del muro.

La densidad global del muro ecuación [7] se estima a partir de la de los troncos que lo forman y del terreno del relleno resultado [8], en función de su proporción y en las condiciones más desfavorables (material de relleno seco). A partir de la densidad global estimamos el peso del muro resultado [9]:

$$\rho = \frac{0,75 * \left[2 * \pi * \left(\frac{0,25}{2} \right)^2 * 2 \right] + 1,9 * [0,25 * 2 * (2 - 0,25)]}{2 * \pi * \left(\frac{0,25}{2} \right)^2 * 2 + 0,25 * 2 * (2 - 0,25)} = 1,63 \text{ t/m}^3$$

[Resultado 8]

$$W = H * B * (\rho_{muro} * 9,81) = 2 * 2 * (1,63 * 9.81) = 63,78 \text{ kN /m}$$

[Resultado 9]

g) Seguridad frente al vuelco.

Viene dado por el cociente entre los momentos estabilizadores respecto al pie del muro y los que provocan el vuelco.

Momentos estabilizadores: peso seco del muro y componente vertical del empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado) Ecuación [28] y [29] y resultado [10].

$$M_{estabilizador} = W * d_1 + E_{a,saturado,y} * d_3$$

[Ecuación 28]

$$M_{estabilizador} = W * \left[\frac{B * \cos\theta}{2} + \cos\theta * \frac{H}{2} * \tan\theta \right] + E_{a,saturado} * \sin(\delta + \beta - 90) * \left[\frac{H}{3} * \tan(90 - \beta) \right]$$

[Ecuación 29]

$$M_{estabilizador} = 63,78 * \left[\frac{2 * \cos 8,53}{2} + \cos 8,53 * \frac{2}{2} * \tan 8,53 \right] + 19,62 * \sin(23,30 + 70 - 90) * \left[\frac{2}{3} * \tan(90 - 70) \right] = 72,80 \text{ kN}$$

[Resultado 10]

Momentos de vuelco: componente horizontal del empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado) y la Subpresión, ecuación [30], resultado [11].

$$M_{vuelco} = E_{a,saturado,x} * d_2 + S_p * d_4 = E_{a,saturado} * \cos(\delta + \beta - 90) * \left(\frac{H}{3} * B * \sin\theta \right) + S_p * \frac{B}{2}$$

[Ecuación 30]

$$M_{vuelco} = 19,62 * \cos(23,3 + 70 - 90) * \left(\frac{2}{3} * 2 * \sin 8,51 \right) + 9,80 * \frac{2}{2} = 13,66 \text{ kN}$$

[Resultado 11]

El coeficiente de seguridad frente al vuelco ecuación [6], da como resultado [12]:

$$C_v = \frac{72,80}{13,66} = 5,32 \geq 1,5 \rightarrow \text{Cumple}$$

[Resultado 12]

h) Seguridad al deslizamiento.

Es la relación entre las fuerzas resistentes y las deslizantes. Se ha de comprobar el deslizamiento longitudinal y el transversal.

h.1. Seguridad al deslizamiento transversal

Fuerzas deslizantes: componente horizontal del empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado).

Fuerzas resistentes: componente vertical del empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado), peso del muro (relleno seco) y subpresión:

El coeficiente de seguridad al deslizamiento, según la ecuación [8], toma el valor de resultado [13]:

$$C_d = \frac{tg\left(\frac{2}{3} * 35\right) * (19,62 * \text{sen}(23,3 + 70 - 90) + 63,78 - 9,80) + (0,6 * 1,2 * 9,81) * 2}{19,62 * \text{cos}(23,3 + 70 - 90)}$$
$$= 1,93 \geq 1,50 \rightarrow \text{Cumple}$$

[Resultado 13]

h.2. Seguridad al deslizamiento longitudinal

Fuerzas deslizantes: tensión de arrastre de la corriente (por m de longitud de muro).

Fuerzas resistentes: componente vertical del empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado), peso del muro (relleno seco) y subpresión:

El coeficiente de seguridad al deslizamiento, según la ecuación [8], toma el valor de resultado [14]:

$$C_d = \frac{tg\left(\frac{2}{3} * 35\right) * (19,62 * \text{sen}(23,3 + 70 - 90) + 63,78 - 9,80) + (0,6 * 1,2 * 9,81) * 2}{19,62 * \text{cos}(23,3 + 70 - 90)}$$
$$= 157,75 \geq 1,50 \rightarrow \text{Cumple}$$

[Resultado 14]

i) Resistencia a flexión de la madera.

La resistencia de cálculo a flexión de la madera ecuación [12], toma el valor de resultado [15]:

$$f_{md} = 0,5 + \frac{18}{1,3} = 6,92 \text{ N/mm}^2 = 6.923,08 \text{ kN/m}^2$$

[Resultado 15]

La tensión de cálculo a flexión, se calcula mediante las ecuaciones [9], [10] y [11]. La longitud sometida a flexión será la longitud del tronco comprendida entre dos barras de acero. Como se dispondrá de una barra cada metro y medio de anchura, la tensión de cálculo a flexión de como resultado [16]:

$$\sigma_{md} = \frac{\frac{1}{8} * (37,28 * 10^{-3}) * 1 * 1,5^2}{\frac{\pi * \left[\frac{0,25 * 10^{-3}}{2}\right]^3}{4}} = 6,84 \text{ N/mm}^2 = 6.835,14 \text{ kN/m}^2 \leq f_{md} \rightarrow \text{Cumple}$$

[Resultado 16]

j) Presión que transmite la estructura al terreno.

Para calcular la presión que transmite la estructura al terreno utilizamos las ecuaciones [10] y [11] considerando el esfuerzo axial (N) como la suma del peso de la estructura y la componente vertical del empuje (bajo condiciones de suelo saturado) y la excentricidad como D/6, resultados [17] y [18]. Esta ha de ser menor o igual a la presión admisible:

$$F = [63,78 + 19,62 * \text{sen}(23,3 + 70 - 90)] * \frac{8 * \frac{0,25}{6} - 3 * 0,25}{8 * \left(\frac{0,02}{2} + 0,25\right) - 0,25} = -14,91 \text{ kN}$$

[Resultado 17]

$$\sigma_c = \frac{[63,78 + 19,62 * \text{sen}(23,3 + 70 - 90)] + (-14,91)}{\frac{0,25}{4} * 2} = 400,01 \text{ kN/m}^2$$

$$\leq \sigma_{admisible} 450 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

[Resultado 18]

k) Dimensionado de la barra de acero.

Al estar el último tronco en contacto con el terreno, el muro se comporta como una estructura empotrada en su base y libre en la cabeza. Al presentar una discontinuidad en su desarrollo vertical, aunque existe un empuje lateral, puede no considerarse para el cálculo de la longitud del anclaje pero sí en la unión de los troncos.

Para el cálculo de la longitud mínima de las barras de acero, hemos de aplicar las ecuaciones [15], [16], [17] y [19], considerando que la fuerza de tracción (F*) será la acción conjunta de la tensión tractiva de la corriente y el empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado) resultado [19].

Como son perpendiculares entre sí será necesario hacer el cálculo en cada eje, aunque al estar uno más desfavorecido que el otro, realizaremos los cálculos sobre el más desfavorable, el del empuje del terreno. Así, tenemos que a través de los resultados [19], [20], [21] y [22] podemos determinar una longitud mínima de la barra resultado [23]:

$$F^* = (19,62 * 1) * 10^3 = 19.620,00 \text{ N} = 19,62 \text{ kN}$$

[Resultado 19]

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{N}{mm^2} = 434.782,61 \text{ kN/m}^2$$

[Resultado 20]

$$A_r = \frac{19.620,00}{0,8 * 434,78 * 1} = 56,41 \text{ mm}$$

[Resultado 21]

$$\tau_{bd} = \frac{85,95}{1,6} * \sqrt[3]{\left(\frac{0,2}{225}\right)} = 0,50 \text{ N/mm}^2 = 496,60 \text{ kN/m}^2$$

[Resultado 22]

* Datos según Norma:

$t_{bu} = 85,95 \text{ N/mm}^2 = 85.946,67 \text{ kN/m}^2$ (en CTE DB SE-M (2009)): $8 \text{ mm} \leq \emptyset \leq 32 \text{ mm} \rightarrow t_{bu} = 12,74 - 0,19 \cdot \emptyset \text{ N/mm}^2$

$$L = \frac{0,8 * 434,78 * 56,41}{20 * \pi * 0,50} = 785,97 \text{ mm}$$

[Resultado 23]

Se considera la longitud de los anclajes de acero escasa ya que se recomiendan longitudes de entre 1,5-2 m. Se opta aumentar la medida hasta los 1.100 mm que ya se considera una longitud aceptable y de estar de este modo del lado de la seguridad.

l) Cálculo de las uniones

La resistencia al aplastamiento se calcula mediante la ecuación [26], obteniendo como resultados [24] y [25]:

$$f_{h,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * 14,50) * 288,46 = 20,22 \text{ N/mm}^2 = 20.224,04 \text{ kN/m}^2$$

[Resultado 24]

$$\rho_k = 0,5 * \frac{750}{1,3} = 288,46 \text{ kg/m}^3$$

[Resultado 25]

El momento plástico de la sección se calcula según la ecuación [26], obteniendo el resultado [26]:

$$M_{y,k} = \frac{600}{600} * 180 * 14,50^{2,6} = 188.290,89 \text{ N * mm} = 0,19 \text{ kN * m}$$

[Resultado 26]

Para el cálculo de las ecuaciones de Johansen ecuaciones [27], se hacen las siguientes consideraciones:

$f_{h,1,k} = f_{h,2,k}$ pues ambas piezas a unir son del mismo material e iguales dimensiones. Por tanto $\beta = \frac{f_{h,1,k}}{f_{h,2,k}} = 1$.

$K_{cal} = 1,5$ para fustes no lisos (CTE DB SE-M (2009)).

$t_1 = D$ (atraviesa completamente la madera) y $t_2 = D / 2$ (sólo la mitad).

Así, tenemos que las ecuaciones de Johansen con los resultados [27]. [28], [29], [30], [31], [32] y [33]:

$$R_1 = 20,22 * 250 * 14,5 = 73312,14 N = 73,31 kN$$

[Resultado 27]

$$R_2 = 20,22 * 125 * 14,5 = 36.656,07 N = 36,66 kN$$

[Resultado 28]

$$R_3 = \frac{20,22 * 250 * 14,5}{1 + 1} * \left[\sqrt{1 + 2 * 1^2 * \left(1 + \frac{125}{250} + \left(\frac{125}{250}\right)^2\right) + 1^3 * \left(\frac{125}{250}\right)^2} - 1 * \left(1 + \frac{125}{250}\right) \right]$$

$$= 24.905,95 N = 24,91 kN$$

[Resultado 29]

$$R_4 = 1,05 * \frac{20,22 * 250 * 14,5}{2 + 1} * \left[\sqrt{2 * 1 * (1 + 1) * + \frac{4,5 * 1 * (2 + 1) * 188.290,89}{20,22 * 14,5 * 250^2}} - 1 \right]$$

$$= 26.541,34 N = 26,54 kN$$

[Resultado 30]

$$R_5 = 1,05 * \frac{20,22 * 125 * 14,5}{1 + 2 * 1} * \left[\sqrt{2 * 1^2 * (1 + 1) * + \frac{4,5 * 1 * (1 + 2 * 1) * 188.290,89}{20,22 * 14,5 * 125^2}} - 1 \right]$$

$$= 14.551,22 N = 14,55 kN$$

[Resultado 31]

$$R_6 = 1,15 * \sqrt{\frac{2 * 1}{1 + 1}} * \sqrt{2 * 188.290,89 * 20,22 * 14,5} = 12.084,97 N = 12,08 kN$$

[Resultado 32]

Por tanto, el esfuerzo mínimo será resultado [33]:

$$R_{k,min} = R_6 = 12.084,97 N = 12,08 kN$$

[Resultado 33]

El esfuerzo que ha de soportar la unión será la suma de la tensión tractiva de la corriente más el empuje del terreno (bajo condiciones de suelo saturado). Al ser perpendiculares comprobaremos únicamente el eje más desfavorecido, correspondiente al del empuje del terreno resultado [34]:

$$Q = (19,62 * 1) * 10^3 = 19.620,00 N = 19.62kN$$

[Resultado 34]

Por tanto, el número de clavos necesario por unión será resultado [35]:

$$N = \frac{Q}{R_{k,min}} = \frac{19.620,00}{12.084,97} \approx 2 \text{ clavos}$$

[Resultado 35]

Los clavos han de disponerse de tal forma que el eje que los una no se encuentre nunca paralelo a las fibras, evitando así que puedan ocasionar hiendas en el tronco.

2.1.4 **Consideraciones finales**

Las siguientes consideraciones están extraídas del artículo de referencia del que se han seguido las pautas de cálculo citado al comienzo del punto 2.1.1 del presente anejo.

Mediante la utilización de entramados de madera con vegetación o muros Krainer se consigue una estabilización de taludes y márgenes más duradera e integrada que con técnicas puramente constructivas, pues toda la estructura queda sustituida por vegetación, siendo el sistema radical de las plantas el que funciona como elemento estabilizador del terreno a medio y largo plazo.

Esta clase de muros se puede considerar como muros de contención de gravedad. La base del cálculo de su estabilidad se centra en la determinación de las tensiones admisibles, comprobándose la seguridad frente al deslizamiento, vuelco y resistencia a flexión, además del cálculo de los anclajes y uniones.

Para la determinación de las sollicitaciones de cálculo existen diversas metodologías, siendo, en el caso de los empujes de tierras, la teoría de Coulomb la más frecuentemente utilizada y recomendada.

Puesto que se trata de un muro de gravedad, el cálculo de la densidad global es importante, estimándose a partir de la de los materiales que lo forman, su proporción y las condiciones de humedad.

Las condiciones más desfavorables de trabajo ocurren cuando el interior del muro está saturado de agua y el empuje del terreno se incrementa, considerándose éste equivalente al empuje hidrostático. En el caso de que el muro trabaje sumergido, aparece un empuje ascensional o subpresión que afecta a la estabilidad de la estructura. No obstante, se ve contrarrestado por el peso del agua sobre el muro.

El cálculo de los anclajes es similar al de una armadura de acero, siendo diferentes las características mecánicas de las secciones en contacto y las hipótesis de partida. Se ha de considerar la presión que genera la estructura sobre el terreno, teniendo que ser ésta menor o igual a la presión admisible. Para el cálculo de las barras de anclaje hemos de verificar los ELU para poder determinar unas dimensiones mínimas de las mismas.

El cálculo y comprobación de los enlaces es necesario para poder prevenir los diferentes fallos que se pueden dar (rotura de la madera y de la clavija) provocados por la acción conjunta del empuje activo del terreno y de la tensión tractiva de la corriente.

Hay que tener en cuenta, que la estabilidad y resistencia reales serán mayores a las estimadas, pues no se tiene en cuenta la protección de escollera en la primera fila en el caso de que la estructura funcione como defensa de la ribera. Por lo tanto, la estructura se sobredimensiona a favor de la seguridad.

Por último, resaltar la necesidad de un seguimiento de las estructuras ejecutadas, para comprobar que las hipótesis de trabajo del muro y el dimensionamiento resultante son adecuadas y que las variaciones de las secciones de emplazamiento como consecuencia del dinamismo natural del medio, no supongan una variación de las solicitaciones a las que se hallan sometidos, pues la estabilidad del talud es proporcionada por el muro en los dos primeros años. A partir de entonces será el entramado radicular de los elementos vegetales vivos los encargados de mantener la estabilidad del talud.

2.2 Cálculo tamaño piedra escollera

Como se ha comentado con anterioridad se colocará como protección a la base del muro Krainer una fila de piedra de escollera. Para el cálculo del tamaño del escollo a colocar se ha utilizado el *Método de Maynard et al. (1989)*. El método propuesto tiene carácter empírico-racional, obteniéndose los coeficientes de la misma a partir de ensayos en modelo reducido y es válido para taludes de hasta 1V:1H (perfectamente válido en el caso que atañe en este proyecto).

La fórmula de cálculo utilizada en este método es la siguiente:

$$\frac{d_{30}}{y} = 1,2 * C_T * C_A * 0,3 * \left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \right)^{1/2} * \frac{v}{\sqrt{g * y}} \right]^{2.5}$$

Donde:

d_{30} Diámetro correspondiente a aquel que el 30% de los elementos de la escollera en peso son inferiores

y Calado sobre la partícula (m)

v Velocidad media sobre la partícula (m/s)

C_T Coeficiente corrector del talud

C_A Coeficiente corrector alineación

γ Peso específico del agua (t/m^3)

γ_s Peso específico de los elementos que conforman la escollera (t/m^3)

g Constante de aceleración de la gravedad (m/s^2)

Los coeficientes de valor 0.3 y 1.2 corresponden a la condición de inicio de movimiento de las partículas y al factor de seguridad de diseño, respectivamente.

Para el cálculo se tomarán los valores de peso específico del agua (γ) igual a $1 t/m^3$ y el peso específico del material, escollo a utilizar de (γ_s) igual a $2,52 t/m^3$ (*peso específico medio de una piedra carbonatada caliza según la tabla que aparece en la pág. 33 de la publicación Guía para el proyecto de muros de escollera en obras de carretera, Ministerio de Fomento, 2006*).

Este método se complementa con recomendaciones relativas al coeficiente de Manning de la escollera y a la granulometría de la misma:

$$d_{90} = 1,45 * d_{30}$$

$$n = 0,0439 * d_{90}^{1/6}$$

Los valores de los coeficientes C_T y C_A se obtienen de las siguientes tablas:

Tabla 4: Valores coeficiente C_T

Talud (cotg del ángulo)	C_T
≥ 2	1,0
1,5	1,25
1	1,5
< 1	Fórmula no aplicable

Fuente: asignatura de Diseño e ingeniería aplicado a obras hidráulicas y regadíos, Master Ing. Agronómica.

La fila de escollera se colocará formando un ángulo de 45° con la horizontal por lo que el valor de C_T será de 1,5.

Tabla 5: Valores coeficiente C_A

Alineación	C_A
Recto	1,0
Encauzamiento trapezoidal	2,10
Cauce único no encauzado	2,76

Fuente: asignatura de Diseño e ingeniería aplicado a obras hidráulicas y regadíos, Master Ing. Agronómica.

En este caso se considera un recto por lo que el valor C_A es de 1. La sección es trapezoidal de base media en el tramo de estudio de 19,14 m y la pendiente longitudinal del tramo es de 0,437 % (pendiente calculada por diferencias de cotas y anchura del cauce medida ambos datos obtenidos del levantamiento transversal de los

perfiles del río realizados). Respecto al caudal se considerará el caudal máximo medio diario mensual que se estima en 171,85 m³/s (método de cálculo explicado en el punto 1 Cálculos hidráulicos del presente anejo).

Puesto que la geometría hidráulica y la velocidad del flujo dependen del tamaño de la escollera y éste a su vez depende de los anteriores la resolución se realizará mediante iteraciones.

Con los datos de partida y el programa *HCanales v3.0* desarrollado por la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica utilizado para el cálculo del tirante se obtiene la siguiente tabla con la iteración correspondiente:

Tabla 6: Cálculo tamaño escollo por iteraciones

d30 (m)	d90 (m)	n	y (m)	v (m/s)	d'30 (m)
0,500	0,7250	0,04161	1,41910	5,8902	1,2832
1,500	2,1750	0,04997	1,58390	5,2354	0,9298
1,250	1,8125	0,04847	1,55520	5,3394	0,9812
1,100	1,5950	0,04745	1,53550	5,4131	1,0186
1,050	1,5225	0,04709	1,52850	5,4397	1,0323
1,0350	1,5008	0,04697	1,52610	5,4489	1,0371
1,0370	1,5037	0,04699	1,52650	5,4474	1,0363
1,0360	1,5022	0,04698	1,52630	5,4481	1,0367
1,0367	1,5032	0,04699	1,52650	5,4474	1,0363
1,0365	1,5029	0,04698	1,52630	5,4481	1,0367

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla anterior se deduce que el diámetro del escollo tiene que estar aproximadamente sobre 1,04 m.

3 Cálculos repoblación de la banda de protección con especies ripícolas

3.1 Diseño de la malla de replanteo

El marcaje o señalamiento en este caso se realizó no tanto para realizar un aprovechamiento máximo de la superficie si no para intentar que la repoblación quedara lo más naturalizada posible. Para ello se marcaron las líneas paralelas al cauce y perpendiculares a este. A la hora de la plantación se realizará al tresbolillo para que de la sensación de masa continua.

3.2 Cálculo profundidad de plantación

En este caso dado que el arbolado se tendrá que regar los dos primeros años hasta que se encuentre perfectamente implantado no se buscará la capa freática para

4 Cálculos repoblación de la chopera de producción

4.1 Diseño de la malla de replanteo

El diseño de la malla de plantación se realiza a partir de dibujar la línea recta más larga posible para posteriormente ir trazando paralelas y perpendiculares a esta y a una distancia de 6 metros entre ellas. Este proceso se realizó con un SIG (sistema de información geográfica). Los puntos de corte de las líneas marcarán los lugares donde se plantarán los árboles.

4.2 Cálculo profundidad de plantación

Para el cálculo de la profundidad de plantación de la chopera de producción el único método es realizar unas catas en época estival y medir la profundidad a la que se encuentra el agua o nivel freático.

Respecto a este cálculo se observaron las catas (15 catas repartidas por toda la superficie) que hizo la propiedad de los terrenos durante el verano de 2017 y comprobar el nivel freático en época estival. Se determina que se encuentra en una profundidad media entre los 2,5 - 3 m. en toda la superficie.

A parte de comprobar la profundidad se observa que no existe ninguna capa que pueda llegar a dificultar el desarrollo radicular de los árboles a repoblar y que el terreno es un terreno ligero con pedregosidad media.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 6. Programa de ejecución del proyecto

Índice

Índice	176
Índice de figuras	177
Índice de tablas	177
1 Actuaciones programadas	178
1.1 Identificación de actuaciones	178
1.2 Duración de las subfases	179
1.3 Asignación de maquinaria y mano de obra	181

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Gantt.....	180
----------------------------------	-----

Índice de tablas

Tabla 1: Duración temporal de las subfases	179
Tabla 2: Resumen necesidades de maquinaria y personal	181

1 Actuaciones programadas

En el presente anejo se especifica el programa de ejecución de las obras. A continuación se muestran las actuaciones incluidas en el programa así como su tiempo de realización.

1.1 Identificación de actuaciones

Las actuaciones que forman parte del programa de ejecución se han agrupado en función de los capítulos del proyecto:

- Capítulo A. Construcción de muro Krainer. En este capítulo se engloban las siguientes subfases:
 - ✓ Desvío corriente, movimiento de gravas principalmente.
 - ✓ Cajeadado de la zona donde se va a construir el muro.
 - ✓ Proceso constructivo propiamente dicho.
 - ✓ Remate muro, cumbre
- Capítulo B. Plantación. Este capítulo se subdivide en dos fases y once subfases:
 - Fase Implantación banda vegetación ripícola:
 - ✓ Destoconado biológico.
 - ✓ Señalamiento.
 - ✓ Plantación.
 - ✓ Reposición de marras.
 - Fase Repoblación chopera producción:
 - Destoconado mecánico.
 - Nivelación.
 - Señalamiento.
 - Plantación.
 - Ordeño o destallado.
 - Gradeo
 - Reposición de marras

Para finalizar se realizaría el reconocimiento final de la obra con la firma del Acta de Recepción de la obra.

1.2 Duración de las subfases

En la tabla que se puede ver a continuación se puede observar el tiempo necesario para la correcta ejecución de cada subfase del proceso constructivo del proyecto. El cálculo se ha realizado teniendo en cuenta los datos de la Tabla 2 respecto a personal y maquinaria mínima puesto a disposición de la obra para el cumplimiento de los plazos. El contratista podrá proponer mejoras en plazos que tendrá que aprobar el Director de Obra.

Tabla 1: Duración temporal de las subfases

Capítulo	Fase	Subfase	Días hábiles
A Construcción muro krainer	Construcción muro Krainer	Desvío corriente	2
		Cajeado	1
		Proceso constructivo	49
		Remate muro	2
B Plantación	Implantación banda vegetación ripícola	Destoconado	1
		Señalamiento	1
		Plantación	1
		Reposición marras	1
	Repoblación chopera producción	Destoconado	15
		Nivelación	7
		Señalamiento	5
		Plantación	12
		Ordeño	3
		Gradeo	6
		Rep. marras	2
		Recepción obras	1
		Total	109

Fuente: elaboración propia.

El tiempo de ejecución de las obras estimado es de 109 días hábiles. Sin embargo algunas actividades se realizan a la vez, por lo que el tiempo de ejecución real se estima en 81 días desde el inicio de la fase de ejecución el 1 de octubre de 2018 hasta la recepción de las obras el 13 de noviembre de 2019.

A pesar de la planificación realizada (ver Figura 1), ésta puede ser modificada por motivos climatológicos u otros motivos ajenos a las partes involucradas en el proyecto lo que podría hacer variar alguno de los plazos.

1.3 Asignación de maquinaria y mano de obra

En la siguiente tabla se hace un resumen de la disponibilidad mínima de maquinaria y personal que tiene que tener el adjudicatario del proyecto a disposición de la obra para cumplir con los plazos exigidos.

Tabla 2: Resumen necesidades de maquinaria y personal

Capítulo	Fase	Subfase	Maquinaria	Personal
A Construcción muro krainer	Construcción muro Krainer	Desvío corriente	1 Retroexcavadora de cadenas 1 Buldócer	1 Maquinista retroexcavadora 1 Maquinista buldócer
		Cajeado	1 Retroexcavadora de cadenas	1 Maquinista retroexcavadora
		Proceso constructivo	1 Retroexcavadora de cadenas 1 Motosierra 1 Bandeja vibrante 300 kg	1 Maquinista retroexcavadora 1 Técnico (parcialmente) 1 Capataz 1 Cuadrilla peones (8 ind.)
		Remate muro	1 Ahoyadora manual 1 Motosierra 1 Bandeja vibrante 300 kg	2 Peones
B Plantación	Implantación banda vegetación ripícola	Destoconado	1 Retroexcavadora de cadenas	1 Maquinista retroexcavadora
		Señalamiento	1 Tractor de ruedas con apero marcador	1 Maquinista tractor
		Plantación	1 Retroexcavadora de cadenas	1 Maquinista retroexcavadora 1 Peón
		Reposición marras	1 Retroexcavadora de cadenas	1 Maquinista retroexcavadora 1 Peón
	Reproducción chopera	Destoconado	1 Retroexcavadora de cadenas	1 Maquinista retroexcavadora
		Nivelación	1 Buldócer	1 Maquinista buldócer
		Señalamiento	1 Tractor de ruedas con apero marcador	1 Maquinista tractor
		Plantación	2 Retroexcavadora de cadenas	2 Maquinistas retroexcavadora 2 Peones
		Ordeño		2 Peones
		Gradeo	1 Tractor de ruedas con grada	1 Maquinista tractor
	Reposición marras	1 Retroexcavadora de cadenas	1 Maquinista retroexcavadora 1 Peón	

Fuente: elaboración propia.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 7. Justificación de precios

Índice

Índice	184
1 Justificación de precios.....	186
2 Listado de mano de obra	187
3 Listado de maquinaria y equipos de medición.....	188
4 Listado de materiales	189
5 Cuadro de precios descompuestos.....	190

1 Justificación de precios

Para el cálculo de las unidades de obra se han tenido en cuenta las siguientes referencias:

- ◆ Base de precios de la construcción de Castilla y León: ha servido para obtener únicamente los precios de materiales, mano de obra y maquinaria relacionada con la construcción.
- ◆ Base de precios de Tragsa actualizados a 2013: de ésta se han obtenido el resto de precios. Es decir, los precios horarios de las maquinarias de trabajos agrícolas y forestales, así como su mano de obra. También se han utilizado los precios de materiales de riego.
- ◆ Precios de mano de obra actuales de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, que se exponen en el Convenio Colectivo para el Sector de Actividades Forestales de la Comunidad de Castilla y León.
- ◆ Se han tenido en cuenta también precios de mercado actuales obtenidos a partir de conocimiento propio del proyectista (*kwon-how*).

2 Listado de mano de obra

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
MOF001	h	Técnico forestal	22,3700
MOF002	h	Capataz forestal	15,2300
MOF003	h	Peón forestal	12,9200
MOT001	h	Técnico topógrafo	24,6800
MOT002	h	Auxiliar topógrafo	18,0100

3 Listado de maquinaria y equipos de medición

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	58,0800
MQP002	h	Bulldócer 131-150 C.V	62,5800
MQP003	h	Tractor de ruedas con GPS 60-75 CV. con apero marcador	29,5300
MQP004	h	Tractor ruedas 130-160 CV. con grada de discos 24-26 discos 23,5", anchura mínima 2,90 m	39,3600
MQP005	h	Camión 3 ejes	37,4100
MHF001	h	Bandeja vibrante 300 kg	16,1300
MHF002	h	Ahoyadora manual con hélice de 10 cm de diámetro	2,0100
MHF003	h	Motosierra. Cilindrada 42,6 cm ³ , 2,5-3 CV	2,6500
MHT001	h	Estación total	9,8100

4 Listado de materiales

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
MVI001	t	Material vegetal inerte de conífera largos 2 m y 3 m diámetro 0,25 m	62,0000
MVV001	kg	Semillas gramíneas y leguminosas	4,4500
MVV002	ud	Planta Populus clones I-214, MC y Raspalje. Edad 2 primaveras, 90-110 mm diámetro cuello de la raíz, altura 5,5-6 m	1,4000
MVV003	ud	Planta veg. ripícola de las especies Fraxinus angustifolia, Populus alba, Populus nigra, Ulmus minor, Prunus avium. Edad 3-4 primaveras, 70-100 mm diámetro cuello de la raíz, altura 3-3,5 m	2,1500
MVV004	ud	Planta Populus clones I-214, MC y Raspalje. Edad 2 primaveras, 110-130 mm diámetro cuello de la raíz, altura 6-6,5 m	1,5000
MTM001	t	Escollo diámetro superior a 1,04 m	15,1200
MTM002	kg	Acero corrugado B500S 1.100 * 20 mm	1,2900
MTM003	ud	Clavo acero 15,5*380 mm	0,0900
MTM004	m2	Malla fibra coco	1,3400
MTM005	ud	Piqueta de madera 350 * 15 mm	0,1500
MTF001	ud	Protector tipo tubex 60 cm, enrollable	0,4000

5 Cuadro de precios descompuestos

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Nº UDS.	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
CAPÍTULO A Construcción muro krainer					
SUBCAPÍTULO A01 Movimiento de tierras					
AA001	m3	Excavación y movimiento de gravas d < 20 m Excavación y movimiento de gravas mecánica con retroexcavadora de cadenas y buldócer a una distancia máxima de 50 m y profundidad de excavación inferior a 1 m.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	0,0150	58,08	0,87
MQP002	h	Buldócer 131-150 C.V	0,0370	62,58	2,32
MHT001	h	Estación total	0,0120	9,81	0,12
MOT001	h	Técnico topógrafo	0,0120	24,68	0,30
MOT002	h	Auxiliar topógrafo	0,0120	18,01	0,22
MQP001		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,11
TOTAL PARTIDA					3,94
AA002	m3	Excavación de tierra Excavación mecánica de caja para construcción de muro, en terreno de consistencia ligera, con extracción de tierras y depósito in situ, sin transporte.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas	0,0210	58,08	1,22
MHT001	h	Estación total	0,0120	9,81	0,12
MOT001	h	Técnico topógrafo	0,0120	24,68	0,30
MOT002	h	Auxiliar topógrafo	0,0120	18,01	0,22
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,06
TOTAL PARTIDA					1,92
SUBCAPÍTULO A02 Construcción muro Krainer					
AA003	m3	Construcción muro krainer Construcción de m3 neto de muro tipo Krainer de doble pared en ribera de río, formado por troncos de conífera C18 clase 3 de diámetro 25 cm, y longitud 2 m para los troncos perpendiculares al río y de 3 m para los troncos colocados paralelos a la corriente, relleno entre tongadas con tierra vegetal y gravas naturales (diámetros 4 - 8 cm) proporción 4 - 1 compactada, material acopiado en cumbre de muro procedente de la apertura de caja, incluso plantación de estaquillas en una densidad de 10 unidades por metro cuadrado, de las especies de salicáceas autóctonas de la zona, de una longitud entre 100-250 cm y un diámetro mínimo de 2-3 cm en medio de la estaca, insertadas al menos 4/5 partes en el talud y colocadas perpendicularmente al mismo, incluida la recolección en la zona del material vegetal, y colocación de escollera protegiendo la base de muro incluido p/p de transporte puesto en obra, totalmente ejecutado.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	0,2850	58,08	16,55
MHF003	h	Motosierra. Cilindrada 42,6 cm3, 2,5-3 CV	1,1500	2,65	3,05
MHF001	h	Bandeja vibrante 300 kg	0,8000	16,13	12,90
MOF001	h	Técnico forestal	0,0680	22,37	1,52
MOF002	h	Capataz forestal	0,3490	15,23	5,32
MOF003	h	Peón forestal	5,5350	12,92	71,51
MVI001	t	Material vegetal inerte de conífera 2 y 3 m diámetro 0,25 m	0,1800	62,00	11,16
MTM001	t	Escollo diámetro superior 1,04 m	0,2700	15,12	4,08
MTM002	kg	Acero corrugado B500S 1.100 * 20 mm	0,7500	1,29	0,97
MTM003	ud	Clavo acero 380 * 15,5 mm	12,0000	0,09	1,08
		ud. Resto materiales	1,0000	5,51	5,51
		C. Indirectos 3 %	%	3%	4,01
TOTAL PARTIDA					137,66

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Nº UDS.	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
SUBCAPÍTULO A03 Remate cumbre muro Krainer					
AA004	m2	Siembra manual de gramíneas y leguminosas Siembra manual de gramíneas y leguminosas 60 g/m2 y compactado posterior, incluyendo semilla			
MHF001	h	Bandeja vibrante 300 kg	0,0100	16,13	0,16
MOF002	h	Capataz forestal	0,0030	15,23	0,05
MOF003	h	Peón forestal	0,0110	12,92	0,14
MVV001	kg	Semillas gramíneas y leguminosas	0,0600	4,45	0,27
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,02
				TOTAL PARTIDA	0,64
AA005	m2	Colocación malla de coco Colocación de malla orgánica, biodegradable, elaborada con fibras naturales de coco 100%, entretejadas con mallas e hilo de polipropileno fotodegradable, 250 g/m ² de masa superficial, fijada al terreno mediante piqueta de anclaje de madera, en forma de L, de 6 mm de diámetro, rendimiento 1 ud/m ² , incluye importe de materiales y transporte a obra.			
MOF002	h	Capataz forestal	0,0060	15,23	0,09
MOF003	h	Peón forestal	0,0280	12,92	0,36
MTM004	m2	Malla fibra coco	1,0000	1,34	1,34
MTM005	ud	Piqueta de madera 350 * 15 mm	1,0000	0,15	0,15
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,06
				TOTAL PARTIDA	2,00
AA006	m2	Estaquillado salicáceas Estaquillado con salicáceas en filas con una distancias entre si de 0,8 metros y distancia entre estaquilla de 1 m, las especies ha de ser autóctonas de la zona. Las estaquillas tendrán una longitud 90 cm se deberán hincar en el terreno 50 cm. Incluido recolección en la zona.			
MOF002	h	H. Capataz forestal	0,0060	2,01	0,01
MOF003	h	H. Peón forestal	0,0110	2,65	0,03
MHF002	h	Ahoyadora manual con hélice de 10 cm de diámetro	0,0040	15,23	0,06
MHF003	h	Motosierra. Cilindrada 42,6 cm ³ , 2,5-3 CV	0,0230	12,92	0,30
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,01
				TOTAL PARTIDA	0,41

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Nº UDS.	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
CAPÍTULO B Plantación					
SUBCAPÍTULO B01 Preparación del terreno					
BB001	ud	Destoconado biológico			
		Destoconado biológico mediante aplicación de micelio de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> para tocones comprendidos entre los 30 - 50 cm de diámetro.			
MHF003	h	Motosierra. Cilindrada 42,6 cm ³ , 2,5-3 CV	0,0800	2,65	0,21
MOF001	h	Técnico forestal	0,0900	22,37	2,01
MOF003	h	Peón forestal	0,0900	12,92	1,16
		ud. Resto materiales	1,0000	1,25	1,25
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,14
		TOTAL PARTIDA			4,77
BB002	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 40 - 50 cm			
		Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 40 cm e inferior a 50 cm y marco de 6x6 m.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	8,7420	58,08	507,74
MOF002	h	Capataz forestal	0,1220	15,23	1,86
		C. Indirectos 3 %	%	3%	15,29
		TOTAL PARTIDA			524,89
BB003	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 30 - 40 cm			
		Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 30 cm e inferior a 40 cm y marco de 6x6 m.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	8,1590	58,08	473,87
MOF002	h	Capataz forestal	0,1220	15,23	1,86
		C. Indirectos 3 %	%	3%	14,27
		TOTAL PARTIDA			490,00
BB004	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 20 - 30 cm			
		Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 20 cm e inferior a 30 cm y marco de 6x6 m.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	6,8280	58,08	396,57
MOF002	h	Capataz forestal	0,1220	15,23	1,86
		C. Indirectos 3 %	%	3%	11,95
		TOTAL PARTIDA			410,38
BB005	ha	Nivelación choperera de producción			
		Allanado posterior al destococonado mecánico, mediante buldócer de potencia 131-150 C.V, acabado final en franjas continuas y cortes de calle con diferencia de cota inferior a 10 cm.			
MQP002	h	Buldócer 131-150 C.V	3,3940	62,58	212,40
MOF002	h	Capataz forestal	0,1220	15,23	1,86
		C. Indirectos 3 %	%	3%	6,43
		TOTAL PARTIDA			220,69

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Nº UDS.	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
SUBCAPÍTULO B02 Marcación puntos de plantación					
BB006	ha	Marcación puntos de plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 6 x 6 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).			
MQP003	h	Tractor de ruedas con GPS 60-75 CV. con apero marcador	2,4270	29,53	71,67
MOF001	h	Técnico forestal	0,0680	22,37	1,52
		C. Indirectos 3 %	%	3%	2,20
TOTAL PARTIDA					75,39
BB007	ha	Marcación puntos de plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 3,33 x 3 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).			
MQP003	h	Tractor de ruedas con GPS 60-75 CV. con apero marcador	4,1680	29,53	123,08
MOF001	h	Técnico forestal	0,0680	22,37	1,52
		C. Indirectos 3 %	%	3%	3,74
TOTAL PARTIDA					128,34
SUBCAPÍTULO B03 Plantación					
BB008	ha	Plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m, profundidad 2,5 - 3 m Ahoyado, plantación y tapado con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 a raíz profunda y tapado para una densidad de 278 plantas/ha sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 5,5 metros y máxima de 6 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 90-110 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	10,2100	58,08	593,00
MQP005	h	Camión 3 ejes	1,2600	37,41	47,14
MOF001	h	Técnico forestal	0,1500	22,37	3,36
MOF002	h	Capataz forestal	0,4500	15,23	6,85
MOF003	h	Peón forestal	10,4100	12,92	134,50
MVV002	ud	Planta <i>Populus sp</i> clones I-214, MC y Raspalje. Edad 2 primaveras, 90-110 mm diámetro cuello de la raíz, altura 5,5-6 m	282	1,40	394,80
		C. Indirectos 3 %	%	3%	35,39
TOTAL PARTIDA					1.215,04
BB009	ha	Plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m, profundidad 0,5 - 0,75 m Plantación de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,50 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar. Densidad de plantación de 1.000 pies/ha.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	12,3380	58,08	716,59
MQP005	h	Camión 3 ejes	3,9680	37,41	148,44
MOF001	h	Técnico forestal	0,1500	22,37	3,36
MOF002	h	Capataz forestal	0,6340	15,23	9,66
MOF003	h	Peón forestal	12,3380	12,92	159,41
MVV003	ud	Planta veg. ripícola de las especies <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Prunus avium</i> . Edad 3-4 primaveras, 70-100 mm diámetro cuello de la raíz, altura 3-3,5 m	1.000	2,15	2.150,00
		C. Indirectos 3 %	%	3%	95,62
TOTAL PARTIDA					3.283,08

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Nº UDS.	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
SUBCAPÍTULO B04 Trabajos posteriores a la plantación					
BB010	ud	Colocación de protectores tipo tubex sobre especies ripícolas Colocación de protector forestal tipo tubex de doble capa, abierto en el medio y biodegradable sobre los árboles de ribera. Protector de 70 cm de altura que deberá hincarse en el terreno 20 cm. Incluido precio protector y p.p. de transporte y reparto.			
MOF002	h	Capataz forestal	0,010	15,23	0,15
MOF003	h	Peón forestal	0,030	12,92	0,39
MTF001	ud	Protector tipo tubex 60 cm, enrollable	1,000	0,40	0,40
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,03
TOTAL PARTIDA					0,97
BB011	ha	Ordeño sobre plantones de la chopera de producción Limpieza manual de todos los brotes en el tercio inferior del plantón. Marco de plantación 6x6			
MOF002	h	Capataz forestal	0,1400	15,23	2,13
MOF003	h	Peón forestal	2,8900	12,92	37,34
		C. Indirectos 3 %	%	3%	1,18
TOTAL PARTIDA					40,65
BB012	ha	Gradeo sobre chopera de producción Gradeo cruzado (doble pase), posterior a la plantación, mediante grada de discos arrastrada de peso mínimo 3.500 kg, anchura mínima de trabajo de 2,90 metros, discos de diámetro superior a 60 cm y profundidad de trabajo de entre 20-25 cm. Grada arrastrada por tractor de ruedas de potencia comprendida entre los 130 y 160 CV.			
MQP004	h	Tractor ruedas 130-160 CV. con grada de discos 24-26 discos 23,5", anchura mínima 2,90 m	2,0120	39,36	79,19
		C. Indirectos 3 %	%	3%	2,38
TOTAL PARTIDA					81,57
SUBCAPÍTULO B05					
Reposición de marras					
BB013	ud	Reposición de marras de chopo de producción Reposición de marras, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, campaña siguiente a la plantación, sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 6 metros y máxima de 6,5 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 110-130 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 5 % de unidades iniciales.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	0,0500	58,08	2,90
MQP005	h	Camión 3 ejes	0,0050	37,41	0,19
MOF002	h	Capataz forestal	0,0060	15,23	0,09
MOF003	h	Peón forestal	0,0500	12,92	0,65
MVV004	ud	Planta <i>Populus sp.</i> clones I-214, MC y Raspalje. Edad 2 primaveras, 90-110 mm diámetro cuello de la raíz, altura 5,5-6 m	1	1,50	1,50
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,16
TOTAL PARTIDA					5,49

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Nº UDS.	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
BB014	ud	Reposición de marras de especies ripícolas Reposición de marras de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m3 y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,5 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 10 % de unidades iniciales.			
MQP001	h	Retroexcavadora cadenas 131-160 C.V. 20-24 t	0,0100	58,08	0,58
MQP005	h	Camión 3 ejes	0,0160	37,41	0,60
MOF002	h	Capataz forestal	0,0170	15,23	0,26
MOF003	h	Peón forestal	0,0410	12,92	0,53
MVV003	ud	Planta veg. ripícola de las especies Fraxinus angustifolia, Populus alba, Populus nigra, Ulmus minor, Prunus avium. Edad 3-4 primaveras, 70-100 mm diámetro cuello de la raíz, altura 3-3,5 m	1	2,15	2,15
		C. Indirectos 3 %	%	3%	0,12
			TOTAL PARTIDA		4,24

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 8. Evaluación del proyecto

Índice

Índice	198
Índice de tablas	199
1 Introducción	200
2 Evaluación económica	201
2.1 Costes del proyecto	201
2.1.1 Costes de inversión	201
2.1.2 Costes de reposición de inmovilizados	201
2.1.3 Costes ordinarios	201
2.2 Beneficios	202
2.3 Flujos de caja	203
3 Evaluación social	208
4 Evaluación ambiental	210
5 Conclusiones	212

Índice de tablas

Tabla 1: Costes del proyecto.....	201
Tabla 2: Modelo de gestión de chopera de producción	202
Tabla 3: Datos para cálculo flujos de caja.....	203
Tabla 4: Tabla flujos netos anuales chopera producción	204
Tabla 5: Tabla flujos netos anuales proyecto completo	205
Tabla 6: Empleos generados por la chopera de producción	209
Tabla 7: Calcula captura CO ₂	210

1 Introducción

En el presente Anejo se trata de realizar una evaluación del proyecto desde tres puntos de vista diferentes: un punto de vista económico, otro ambiental y por último un punto de vista social. A partir de estas evaluaciones se sacarán las conclusiones pertinentes respecto a la ejecución del proyecto.

En este punto cabe definir lo que se denomina vida útil del proyecto. Se define como el número de años en los cuales la inversión realizada genera rendimientos para el inversor. En este caso se considerará que la vida útil de proyecto será igual al turno de corta de la chopera de producción ya que es la única actuación que reportará un rendimiento tangible *a priori* mediante la venta de la madera.

Evidentemente la ejecución de la actuación correctiva de la erosión y la implementación de la banda de vegetación provocará que se pueda crear una zona de esparcimiento y por lo tanto que esto provoque un retorno económico a la zona en general y al promotor en particular.

2 Evaluación económica

La evaluación económica de este proyecto se puede realizar únicamente desde el punto de vista de la inversión que va a tener un retorno implícito exclusivamente, es decir de la chopera de producción sin tener en cuenta la inversión de la restauración de la orilla del río erosionada y la implementación de la banda de vegetación natural o teniendo en cuenta ambas actuaciones. En este caso se opta por el cálculo de los índices económicos para ambas situaciones.

Para realizar una estimación de los índices se requiere aparte de conocer la inversión inicial tener un conocimiento de los gastos anuales. La realización de un modelo tipo de gestión de la chopera de producción, que será la única actuación de proyecto con flujo anual de gastos, con sus correspondientes costos por actuación es básica para el cálculo estos índices económicos. Este modelo de gestión y sus costos se elabora a partir del conocimiento propio del proyectista.

2.1 Costes del proyecto

2.1.1 Costes de inversión

El coste de la inversión es la cantidad de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que dicho proyecto inicie su actividad. En la siguiente tabla resumen vienen reflejadas dichas cantidades.

Tabla 1: Costes del proyecto

	Construcción muro Krainer e implantación banda de vegetación ripícola	Repoblación chopera de producción	TOTAL
Base Imponible	82.730,70 €	39.385,92 €	122.116,62 €

Fuente: elaboración propia

En todos los casos tanto los gastos como los ingresos serán importes sin IVA ya que la JV declara compensación de IVA y no se computa este como gasto o ingreso respectivamente.

2.1.2 Costes de reposición de inmovilizados

En este caso no se consideran este tipo de costes ya que la Junta Vecinal de Valle de Mansilla promotora del proyecto no tiene maquinaria en propiedad y contratará todos los trabajos a realizar.

2.1.3 Costes ordinarios

Los costes ordinarios se llevan a cabo anualmente para satisfacer las necesidades del proceso productivo. En el caso del muro Krainer y la banda de vegetación ripícola estos costes se considerarán nulos. Respecto a la repoblación con chopo de producción en la siguiente tabla se puede observar por año el tipo de actuación a realizar y el coste en el año 0. Estos precios se actualizarán mediante una tasa de 2,5 % anual.

Tabla 2: Modelo de gestión de chopera de producción

Anualidad	Actuación	Precio medio (€/ha)
Año 0	Destoconado	582,71
Año 0	Nivelación previa del terreno	262,62
Año 0	Señalamiento del terreno	89,71
Año 0	Plantación	1.445,90
Año 0	Ordeño del plantón	48,37
Año 0	Pase cruzado (2) con grada de discos	97,07
Año 1	Reposición de marras	90,95
Año 1	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 1	Poda formación-conformación	139,00
Año 2	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 2	Poda formación-conformación *	166,80
Año 3	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 3	Poda formación-conformación	222,40
Año 4	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 5	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 5	Poda formación-conformación	264,10
Año 6	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 7	Pase cruzado con grada de discos	97,07
Año 7	Poda conformación	236,30
Año 8	Destallado de chupones	180,70
Años 8-15	Pase simple con grada de discos	48,54
Año 15	Corta de la chopera **	14.058,71
Años 0-15	Gastos generales	15,00

Fuente: elaboración propia

* Poda valorable, en función de desarrollo del arbolado.

** Turno estimado, en función de desarrollo del arbolado.

2.2 Beneficios

El ingreso será el producido por la venta de la madera cuando llegue al turno. La vida útil del proyecto se asimilará al turno de la chopera de producción es decir 15 años. El cálculo del ingreso por la venta de la madera se ha realizado teniendo en cuenta el ingreso por la última subasta realizada y analizando subastas realizadas por entidades públicas por la zona del proyecto.

El precio de 61,58 €/m³ actual se actualizará al año 15 con una tasa del 1%. El incremento del precio de la madera no se puede condicionar al incremento del índice de

precios al consumo ya que históricamente se ha comprobado que no ha estado ligado a él.

Para el cálculo del volumen de madera que se generará se ha tenido en cuenta el crecimiento medio anual que ha resultado en la última subasta. Realizando la operación del producto de este crecimiento por el número de años y por las hectáreas repobladas darán los m³ que producirá la chopera. Una vez obtenidos los m³, se multiplican estos por precio m³ actualizado al año 15 dará el importe de venta de la madera.

Con estas premisas el ingreso por la venta de la madera en el año 15 será de 236.828,31 €.

2.3 Flujos de caja

Los flujos de caja se han calculado a partir de las premisas comentadas anteriormente teniendo en cuenta que el proyecto se va a financiar en un 50% con fondos propios de la entidad promotora y otro 50% mediante financiación con préstamo bancario.

A modo resumen en la siguiente tabla se pueden observar los datos que se han utilizado para realizar los cálculos:

Tabla 3: Datos para cálculo flujos de caja

INDICE	Ud.	VALOR.
Crecimiento medio anual de la chopera	m ³ /ha*año	15,22
Precio actual madera de chopo para desenrollo	€/m ³	61,58
Turno de la chopera (n)	años	15
Superficie de la chopera	ha	14,51
Incremento anual precio madera	%	1,00
Tasa actualización (i)	%	2,50
Fondos propios	%	50,00
Inversión a financiar	%	50,00
Interés bancario	%	3,75
Gasto generales	€/año*ha	15,00

Fuente: elaboración propia

En las dos siguiente tablas se pueden ver los resultados de flujo de caja para la chopera de producción únicamente (*Tabla 4*) e incluyendo el gasto por la construcción del muro Krainer e implementación de la banda de vegetación ripícolas (*Tabla 5*).

Tabla 4: Tabla flujos netos anuales chopera producción

Anualidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Precio Venta Madera en pie																236.828,31
Destoconado	-8.455,06															
Nivelación	-3.810,63															
Marcación	-1.301,75															
Plantación	-20.979,97															
Ordeño	-701,90															
Gradeo cruzado	-2.816,92	-1.443,67	-1.479,76	-1.516,76	-1.554,68	-1.593,54	-1.633,38	-1.674,22								
Gradeo simple									-1.051,91	-1.078,21	-1.105,16	-1.132,79	-1.161,11	-1.190,14	-1.219,89	-1.250,39
Reposición marras		-1.319,69														
Poda año 1		-2.067,31														
Poda año 2			-2.542,80													
Poda año 3				-3.475,15												
Poda año 5						-4.335,66										
Poda año 7								-4.075,66								
Poda año 8									-3.194,60							
Plagas		-1.859,09											-2.321,75			
Gastos generales	-217,65	-223,09	-228,67	-234,39	-240,24	-246,25	-252,41	-258,72	-265,19	-271,82	-278,61	-285,58	-292,72	-300,03	-307,53	-315,22
TOTAL PAGOS	-38.283,88	-6.912,86	-4.251,23	-5.226,29	-1.794,92	-6.175,45	-1.885,79	-6.008,59	-4.511,70	-1.350,02	-3.705,52	-1.418,37	-1.453,82	-1.490,17	-1.527,42	-1.565,61
Flujo Neto de Caja	-38.283,88	-6.912,86	-4.251,23	-5.226,29	-1.794,92	-6.175,45	-1.885,79	-6.008,59	-4.511,70	-1.350,02	-3.705,52	-1.418,37	-1.453,82	-1.490,17	-1.527,42	235.262,70
F.N.C. Acumulados	-38.283,88	-45.196,74	-49.447,97	-54.674,26	-56.469,18	-62.644,63	-64.530,42	-70.539,01	-75.050,71	-76.400,73	-80.106,25	-81.524,62	-82.978,45	-84.468,62	-85.996,04	149.266,66
Intereses Fondos Ajenos	-717,82	-847,44	-927,15	-1.025,14	-1.058,80	-1.174,59	-1.209,95	-1.322,61	-1.407,20	-1.432,51	-1.501,99	-1.528,59	-1.555,85	-1.583,79	-1.612,43	2.798,75
F.N.C. post financieros	-39.001,70	-7.760,30	-5.178,38	-6.251,43	-2.853,72	-7.350,04	-3.095,73	-7.331,20	-5.918,90	-2.782,53	-5.207,52	-2.946,95	-3.009,67	-3.073,96	-3.139,85	238.061,45

Fuente: elaboración propia.

F.N.C.: Flujo Neto de Caja

Tabla 5: Tabla flujos netos anuales proyecto completo

Anualidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Precio Venta Madera en pie																236.828,31
M. Krainer + V.R.	-82.730,70															
Destoconado	-8.455,06															
Nivelación	-3.810,63															
Marcación	-1.301,75															
Plantación	-20.979,97															
Ordeño	-701,90															
Gradeo cruzado	-2.816,92	-1.443,67	-1.479,76	-1.516,76	-1.554,68	-1.593,54	-1.633,38	-1.674,22								
Gradeo simple									-1.051,91	-1.078,21	-1.105,16	-1.132,79	-1.161,11	-1.190,14	-1.219,89	-1.250,39
Reposición marras		-1.319,69														
Poda año 1		-2.067,31														
Poda año 2			-2.542,80													
Poda año 3				-3.475,15												
Poda año 5						-4.335,66										
Poda año 7								-4.075,66								
Poda año 8									-3.194,60							
Plagas		-1.859,09										-2.321,75				
Gastos generales	-217,65	-223,09	-228,67	-234,39	-240,24	-246,25	-252,41	-258,72	-265,19	-271,82	-278,61	-285,58	-292,72	-300,03	-307,53	-315,22
TOTAL PAGOS	-121.014,58	-6.912,86	-4.251,23	-5.226,29	-1.794,92	-6.175,45	-1.885,79	-6.008,59	-4.511,70	-1.350,02	-3.705,52	-1.418,37	-1.453,82	-1.490,17	-1.527,42	-1.565,61
Flujo Neto de Caja	-121.014,58	-6.912,86	-4.251,23	-5.226,29	-1.794,92	-6.175,45	-1.885,79	-6.008,59	-4.511,70	-1.350,02	-3.705,52	-1.418,37	-1.453,82	-1.490,17	-1.527,42	235.262,70
F.N.C. Acumulados	-121.014,58	-127.927,44	-132.178,67	-137.404,96	-139.199,88	-145.375,33	-147.261,12	-153.269,71	-157.781,41	-159.131,43	-162.836,95	-164.255,32	-165.709,15	-167.199,32	-168.726,74	66.535,96
Intereses Fondos Ajenos	-2.269,02	-2.398,64	-2.478,35	-2.576,34	-2.610,00	-2.725,79	-2.761,15	-2.873,81	-2.958,40	-2.983,71	-3.053,19	-3.079,79	-3.107,05	-3.134,99	-3.163,63	1.247,55
F.N.C. post financieros	-123.283,60	-9.311,50	-6.729,58	-7.802,63	-4.404,92	-8.901,24	-4.646,94	-8.882,40	-7.470,10	-4.333,74	-6.758,72	-4.498,15	-4.560,87	-4.625,16	-4.691,05	236.510,25

Fuente: elaboración propia

3.4 Índices de evaluación económica

En la evaluación de la rentabilidad del Proyecto se han utilizado los siguientes índices económicos:

- ◆ Valor Actual Neto, VAN (€): es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión. Este se calcula según la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum \left(\frac{F}{(1+i)^n} \right) - I$$

Donde:

F Flujo de caja (€).

I Pago de la inversión económica (€).

i Tasa de actualización (%).

n Vida útil de la inversión (años).

- ◆ Tasa Interna de Rendimiento, TIR (%): se da para aquel valor de r que hace que el VAN sea 0, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$VAN = \sum \left(\frac{F}{(1+r)^n} \right) - I = 0$$

Donde:

F Flujo de caja (€).

I Pago de la inversión económica (€).

r Valor por el cual VAN es 0.

n Vida útil de la inversión (años).

Para analizar los resultados obtenidos con el índice TIR, hay que tener en cuenta que:

- $r > i$ Sí interesa realizar la inversión económica, puesto que la rentabilidad es superior al coste de los recursos financieros.
- $r = i$ La realización de la inversión económica será indiferente, ya que la rentabilidad es equivalente al coste de los recursos financieros.
- $r < i$ No interesa realizar la inversión económica, debido a que la rentabilidad es inferior al coste de los recursos financieros.

- ◆ Tiempo de recuperación (años): es el número de años necesarios para que los flujos de caja se igualen a la inversión inicial.

- ◆ Relación Beneficio/Coste (B/C): con la que se muestra el beneficio obtenido por cada unidad monetaria invertida en el proyecto.

Considerando los flujos de caja del punto 2.3 (*Tablas 4 y 5*) y teniendo en cuenta los datos de la *Tabla 3* la TIR calculada para la inversión única de la chopera de producción es de 7,37% y el VAN 69.057,95 €, datos más que aceptables para un proyecto de este tipo. Por el contrario si para los cálculos se incluye el coste de la construcción del muro Krainer y la implantación de la banda de vegetación ripícola la TIR que resulta es de 0,94 % inferior a la tasa de actualización por lo que en principio el proyecto resultaría no viable. En este caso el VAN sale negativo.

El tiempo de recuperación de la inversión en este caso serán los 15 años que es lo que se tardará en vender la chopera, no existen ingresos intermedios.

La relación beneficio coste para el primer caso que es el que se tendría en cuenta es de 2,19 es decir que para cada euro de inversión se obtendrán 2,19 €.

Como conclusión cabe destacar que únicamente teniendo en cuenta la inversión de la chopera de producción se puede considerar un negocio rentable, la única pega es el riesgo de mantener la chopera en buen estado durante los 15 años y que el periodo de retorno de la inversión es largo, el resto de riesgos no difieren de lo que pueda ser un negocio al uso.

3 Evaluación social

En una Comunidad eminentemente exportadora de capital humano y en un momento en el que la fijación de población en el medio rural es uno de los caballos de batalla de la sociedad, el crear riqueza, trabajo, en las zonas rurales puede hacer que sea un acicate para que la gente no quiera dejar los pueblos e incluso regrese de las urbes.

Gran parte de las actuaciones forestales requieren de una importante cantidad de mano de obra y en casos concretos mano de obra especializada. La creación de masas de arbolado ya sea para uso comercial, generación de biodiversidad o estructuras boscosas naturalizadas en diferentes ámbitos naturales necesitará de trabajadores para su conservación.

Es evidente que únicamente con la superficie arbolada que se implantará gracias a este proyecto no generará por sí puestos de trabajo continuos ni hará que se fije población porque es relativamente poca superficie pero sí que puede servir como ejemplo para otras zonas u otros pueblos que pueden seguir los pasos y crear masas extensas de bosques ripícolas y de chopo de producción.

A parte de lo comentado hasta ahora también se puede considerar la posible generación de puestos de trabajos directos e indirectos gracias al uso turístico, recreativo o deportivo de las zonas repobladas. Deportes como el senderismo o la pesca atraen a multitud de personas que pueden erigirse como fuente potenciales de generación de riqueza para las zonas rurales.

A pesar de la complicación que supone realizar una estimación real del número de puestos de trabajo teóricos que se generarían por la ejecución y posterior gestión del presente proyecto, se cree conveniente realizar una estimación de ellos para ver el posible impacto que generaría. Los cálculos se realizarán en función del turno de la chopera de producción. Se calcularán separados en dos tramos, a saber:

1. Por un lado se realiza un cálculo de los jornales que suponen la construcción de la obra de bioingeniería y la implantación de la banda de vegetación ripícola.

En función del rendimiento y las mediciones de cada actuación comentada el total de jornales que suponen estas dos actuaciones es de 385. Suponiendo que un puesto de trabajo equivale a 220 jornales anuales da un total de 1,75 puestos de trabajos durante los 15 años. La equivalencia de puestos de trabajo anuales durante los 15 años es de 0,12.

2. Para el cálculo de puestos de trabajo que generará la chopera de producción se realizará en base a los criterios generadores de empleo del PEFC (Programme for Endorsement of Forest Certification) que es el sistema de certificación forestal más implantado en el mundo. Se propone emplear los siguientes ratios:

- Según los datos medios de los últimos años, que por cada 1.500 m³ de madera cortada se produce un empleo.
- Un empleo, equivale a 220 jornales al año, o a un puesto de trabajo.

$$N = V_{\text{cortas}} \text{ monte (m}^3\text{)}/1500(\text{m}^3\text{/empleo)}$$

Tabla 6: Empleos generados por la chopera de producción

Monte	Superficie chopera (ha)	Crecimiento medio anual (m ³ /ha*año)	Turno (años)	VCC Total estimado final del turno (m ³)	nº empleos
Riberas de Valle de Mansilla	14,51	15,22	15	3.312,63	2,21

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la chopera de producción se generan para todo el turno 2,21 puestos de trabajo. El equivalente a puestos de trabajo por año es de 0,15.

Por lo tanto sumando las dos tramos el total de empleos generados durante todo el turno es de aproximadamente 4 jornales siendo el equivalente de jornales por año del turno de 0,27.

Evidentemente no se puede considerar un resultado como para afirmar gracias al proyecto se salvará la zona pero hay que tener en cuenta con son menos de 15 hectáreas de chopera de producción y que la inversión es de aproximadamente ciento veinte mil euros.

4 Evaluación ambiental

Generalmente las choperas se encuentran en las vegas de los ríos, justo en la zona de transición entre los cultivos agrícolas y las masas de agua. Tanto las bandas de vegetación ripícola anexas a estos cursos como las propias choperas de producción se pueden comportar como filtros verdes siendo capaces de captar los lixiviados procedentes de las explotaciones agrícolas.

Otra de los beneficios ambientales es la retención y fijación de suelos en estas zonas inundables. Este tipo de arbolado por sus características genéticas, tienen generalmente un sistema radicular muy importante que hace que este en contacto con mucha superficie de terreno ayudando a la estabilización de las riberas y márgenes de los ríos

Por último y no menos importante es la función de captura de CO₂ por parte de los árboles. Uno de los grandes problemas mundiales generado principalmente por la combustión de combustibles fósiles es la generación de gases de efecto invernadero siendo el CO₂ el gas que mejor se puede combatir con medidas ambientales (creación de masas arboladas). A continuación se realizará un cálculo de las toneladas de CO₂ que fijará la chopera de producción a lo largo de su vida.

Para el cálculo del CO₂ fijado se utilizará la metodología que se propone en las *Instrucciones técnicas de normalización de la planificación forestal publicado por la Junta de Castilla y León (2018)*. Los pasos a seguir serán los siguientes:

1. Para el cálculo de la biomasa (t) a partir de los volúmenes con corteza (m³) basta con multiplicar el volumen por la densidad básica de cada especie. En el caso del chopo de producción 0,358.

2. Una vez que hemos calculado la biomasa se procederá a determinar la cantidad de carbono sin más que multiplicar las existencias de biomasa por su porcentaje de carbono para la especie en concreto. En este caso un 48,3 %.

3. Finalmente, para el cálculo de CO₂ fijado se utiliza como referencia el valor de 44/12 (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Directrices del IPCC revisadas en 1996 para realizar el informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero*). Este valor es (C/CO₂ = 3,667) se multiplica al dato de toneladas de carbono, resultando las toneladas de CO₂ que se estima se encuentran en la masa forestal de una determinada especie.

Tabla 7: Calcula captura CO₂

VCC Total estimado final turno (m ³)	Densidad básica chopo (t/m ³)	Existencias biomasa (t)	% Carbono madera chopo	Carbono (t)	Relación C/CO ₂	CO ₂ (t)
3.312,63	0,358	1.185,92	48,3%	572,80	3,6667	2.100,29

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto según el método explicado se estima que la masa de chopo de producción creada capturara a lo largo de su vida unas 2.100 toneladas de CO₂.

Por último es importante destacar en este punto que según la normativa vigente, *Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León*, ninguna de las actuaciones de este proyecto requiere ni de evaluación de impacto ambiental ni de autorización ambiental ni siquiera de comunicación ambiental. Si bien este hecho no es condición *sine qua non* para que un proyecto sea positivo ambientalmente hablando deja claro lo que no es, negativo.

5 Conclusiones

Teniendo en cuenta las anteriores evaluaciones se considera que el proyecto será positivo para la zona. Proyectará una imagen de diversificación y compatibilización de usos recreativo, productivo y protector en el que se podrán fijar los pueblos del contorno y poder crear una zona mucho más amplia y que pudiera ser gestionada conjuntamente en un futuro.

La creación de una masa artificial productiva generará unos ingresos muy importantes por la venta de la madera a la entidad propietaria, a parte esta zona podrá generar más ingresos si arrendaran por ejemplo el terreno para pasto.

Los ingresos por uso social son más complicados de cuantificar pero a la larga podrían ser puntualmente importantes en épocas de pesca por ejemplo.

La creación de las masas arbóreas supondrá un sumidero importante del gas CO₂. De este sumidero se podrían vender las toneladas que captura, actualmente la tonelada de CO₂ se cotiza en torno a los 13,35 € (*SENDECO₂ abril 2018*). Este sería también un aporte económico muy importante para la propiedad.

El que la propiedad de los terrenos ingrese esas cantidades tan importante de dinero generar a su vez más riqueza ya que las invertirá en mejoras para la localidad que a su vez generará puestos de trabajo fijando de esta forma población en la zona. Como se ha comentado en más de una ocasión este proyecto puede ser una grano de arena, una pequeña aportación o un ejemplo para el resto de las localidades de la zona que si se unen a la gestión sostenible de los terrenos serían capaces entre todos ya si a generar un tejido laboral más tangible en la comarca.

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 9. Estudio básico de seguridad y salud

Índice

Índice	215
1 Objeto y justificación del estudio básico de seguridad y salud	217
2 Descripción del proyecto	219
3 Procedimientos, equipos a utilizar, identificación de riesgos medidas preventivas y protecciones	220
3.1 Procedimientos y equipos a utilizar	220
3.2 Identificación de riesgos	221
3.2.1 Riesgos generales durante la obra	221
3.2.2 Riesgos no evitables durante la obra	222
3.2.3 Riesgos derivados de las condiciones de los trabajadores	222
3.2.4 Riesgos a terceros	222
3.2.5 Riesgos en la utilización de maquinaria pesada durante la obra	222
3.2.6 Riesgos en la utilización de maquinaria ligera durante la obra	223
3.2.7 Riesgos en la construcción obra de bioingeniería	223
3.2.8 Riesgos implantación banda de protección con especies ripícolas	224
3.2.9 Riesgos en la repoblación de la chopera de producción	224
3.3 Medidas preventivas	225
3.3.1 Medidas preventivas de riesgos generales	225
3.3.2 Medidas preventivas de riesgos derivados de las condiciones de los trabajadores	226
3.3.3 Medidas preventivas de riesgos a terceros	226
3.3.4 Medidas preventivas de riesgos en la utilización de maquinaria pesada durante toda la obra	226
3.3.5 Medidas preventivas de riesgos en la utilización de maquinaria ligera durante toda la obra	227
3.3.6 Medidas preventivas de riesgos en la construcción obra de bioingeniería	228
3.3.7 Medidas preventivas de riesgos en la implantación de la banda de protección con especies ripícolas	230
3.3.8 Medidas preventivas de riesgos en la repoblación chopera de producción	231

3.4	Protecciones	232
3.4.1	Protecciones colectivas	232
3.4.2	Protecciones individuales	233
3.5	Análisis y prevención de los riesgos en la maquinaria.....	233
4	Medicina preventiva y primeros auxilios.....	235
4.1	Medicina preventiva	235
4.2	Reconocimientos médicos	235
4.3	Primeros auxilios.....	235
5	Formación sobre seguridad y salud	237
6	Responsabilidad y control en materia de seguridad y salud	238

1 Objeto y justificación del estudio básico de seguridad y salud

El objeto del presente estudio básico de seguridad y salud es definir los siguientes aspectos:

- ◆ Normas de seguridad y salud aplicables a los trabajos, ajustándose al tipo de obra a realizar.
- ◆ La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- ◆ La relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.
- ◆ En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción es en el que se basará la redacción de lo que atañe en este proyecto a la Seguridad y Salud laboral.

Según el artículo 4 de este Real Decreto se establece la obligatoriedad de realización de un estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras en función de una serie de condicionantes.

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450 759,08 €).
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Dado que el proyecto no se encuentra en ninguno de los supuestos que establece el Real Decreto y que obliga a la redacción de un estudio de seguridad y salud se redactará un estudio básico de seguridad y salud en el presente anejo.

El artículo 6 del Real Decreto establece las condiciones que debe cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud. A saber

1. El estudio básico de seguridad y salud a que se refiere el apartado 2 del artículo 4 será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

2. El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro 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.

3. En el estudio básico 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.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, obliga a la realización de un presupuesto siempre y cuando sea obligatorio la realización de un Estudio de Seguridad y Salud.

En el caso de que la obra requiera únicamente un Estudio Básico de Seguridad y Salud no contempla la obligatoriedad de ejecutar una partida económica para la seguridad y salud por esta razón este proyecto no tiene una partida como tal y la empresa adjudicataria deberá incluir en sus gastos generales esta partida.

2 Descripción del proyecto

El proyecto se llevará a cabo en la localidad de Valle de Mansilla pedanía del municipio de Villasabariego en la provincia de León.

El centro de la actuación se encuentra en las siguientes coordenadas UTM Huso 30 X307971 e Y4711561).

Se ejecutarán tres actuaciones diferenciadas según se ha podido observar en la Memoria del proyecto y en los anejos anteriores a este. Estas tres actuaciones son las siguientes:

- ◆ Construcción de una obra de bioingeniería para restituir la orilla del río Esla y evitar la erosión que se está produciendo. Esta actuación consistirá en la ejecución de un muro Krainer de dos metros de altura por dos de profundidad y ciento veintiún metros de largo.
- ◆ Implantación de una banda de vegetación ripícola anexa al muro Krainer construido. Tendrá una superficie de 1.100 m².
- ◆ Repoblación por el método de raíz profunda de 14,51 hectáreas de chopo de producción de madera de calidad.

Las actuaciones para su ejecución requerirán tanto de maquinaria pesada (retroexcavadoras, buldócer, camión de transporte y tractores) como de maquinaria ligera (motosierra, taladro...etc.) así como de la utilización de múltiples herramientas manuales (hachas, tijeras...etc.).

3 Procedimientos, equipos a utilizar, identificación de riesgos medidas preventivas y protecciones

Teniendo en cuenta el conjunto de documentos del proyecto se expondrán en primer lugar los procedimientos y equipos técnicos a utilizar, a continuación, la deducción de riesgos en estos trabajos, las medidas preventivas adecuadas, indicación de las protecciones colectivas necesarias y las protecciones personales exigidas para los trabajadores

3.1 Procedimientos y equipos a utilizar

Los procedimientos que se ejecutarán y equipos a utilizar para cada procedimiento en la obra son los siguientes:

- ◆ Construcción obra de bioingeniería.
 - ✓ Secado de la zona. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas y buldócer
 - ✓ Cajeadado de la zona. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas.
 - ✓ Proceso constructivo. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas y bandeja vibrante. Maquinaria ligera: motosierra y taladro. Herramienta: hacha, tijeras de poda.
 - ✓ Remate del muro. Maquinaria pesada a utilizar: bandeja vibrante. Maquinaria ligera: motosierra y ahoyadora. Herramienta: tijeras de poda.
- ◆ Implantación de la banda de protección con especies ripícolas.
 - ✓ Destoconado biológico. Maquinaria ligera: motosierra.
 - ✓ Señalamiento del terreno. Maquinaria pesada a utilizar: tractor con apero marcador.
 - ✓ Apertura de hoyos y plantación. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas.
 - ✓ Reposición de marras. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas.
- ◆ Repoblación de la chopera de producción.
 - ✓ Destoconado mecánico. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas.
 - ✓ Nivelación previa del terreno. Maquinaria pesada a utilizar: buldócer.

- ✓ Señalamiento del terreno. Maquinaria pesada a utilizar: tractor con apero marcador.
- ✓ Apertura de hoyos y plantación. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas.
- ✓ Laboreo mediante grada de discos.
- ✓ Reposición de marras. Maquinaria pesada a utilizar: retroexcavadora de cadenas.
- ◆ Otros trabajos.
 - ✓ Transporte de material. Maquinaria pesada a utilizar: camión de tres ejes.
 - ✓ Transporte de personas. Maquinaria a utilizar: coche.

3.2 Identificación de riesgos

Analizados los procedimientos y equipos a utilizar en los distintos trabajos del presente proyecto, se deducen los siguientes riesgos:

3.2.1 Riesgos generales durante la obra

- ◆ Caídas al mismo nivel en toda la superficie de actuación, especialmente en las zonas de acumulación de materiales, herramientas y elementos de protección en el trabajo.
- ◆ Caídas a distinto nivel, principalmente durante la construcción del muro Krainer y durante la plantación de la chopera de producción
- ◆ Caídas de objetos suspendidos en las máquinas.
- ◆ Atropellos durante el desplazamiento de las máquinas y camiones.
- ◆ Golpes con objetos o útiles de trabajo en todo el proceso de obra.
- ◆ Generación de polvo o excesivos gases tóxicos.
- ◆ Proyección de partículas durante casi todos los trabajos.
- ◆ Explosiones e incendios.
- ◆ Realización de algunos trabajos con exposiciones al sol y altas temperaturas.
- ◆ Esquinces, salpicaduras y pinchazos, a lo largo de toda la obra.
- ◆ Efectos de ambiente, polvo y ruido a lo largo de toda la obra.
- ◆ Riesgos generales del trabajo sobre los trabajadores sin formación adecuada y no idóneos para el puesto de trabajo oferta de este proyecto.

3.2.2 Riesgos no evitables durante la obra

- ◆ Uso incorrecto de máquinas, vehículos, materiales y herramientas.
- ◆ Acceso a la obra de personas no autorizadas.
- ◆ Condiciones meteorológicas.
- ◆ Uso incorrecto de elementos de protección (casco, guantes, gafas, etc.).
- ◆ Molestias a personas ajenas a las obras y trabajadores: ruidos y polvo.
- ◆ Deficiente organización de la obra por parte de la empresa o empresas constructoras.
- ◆ Inadecuada profesionalidad de los operarios.
- ◆ Incumplimiento de los plazos previstos en la ejecución de las obras.
- ◆ Incorrecto mantenimiento de máquinas, vehículos, materiales y herramientas.

3.2.3 Riesgos derivados de las condiciones de los trabajadores

- ◆ Golpes e impactos.
- ◆ Caídas al mismo y a distinto nivel.
- ◆ Cortes, pinchazos y quemaduras.
- ◆ Caídas de objetos.
- ◆ Fatiga, somnolencia y falta de concentración.

3.2.4 Riesgos a terceros

- ◆ Colisiones con otros vehículos circundantes por las vías utilizadas durante los trabajos.
- ◆ Atropellos.
- ◆ Vuelcos.
- ◆ Ruidos y polvos.

3.2.5 Riesgos en la utilización de maquinaria pesada durante la obra

- ◆ Atropellos.
- ◆ Deslizamiento de las máquinas.
- ◆ Máquina en marcha fuera de control.
- ◆ Vuelco de la máquina.
- ◆ Caída de las máquinas por aproximación excesiva a los bordes de las zanjas.
- ◆ Colisiones entre vehículos o máquinas.
- ◆ Incendios.
- ◆ Quemaduras en los trabajos de mantenimiento.

- ◆ Atrapamientos.
- ◆ Proyección de objetos durante el trabajo.
- ◆ Caída de personal desde la máquina.
- ◆ Golpes.
- ◆ Vibraciones excesivas.
- ◆ Ruidos.
- ◆ Proyección de partículas y polvo que puedan afectar a los ojos y vías respiratorias.
- ◆ Riesgos derivados de la emisión de gases de escape de los motores.

3.2.6 Riesgos en la utilización de maquinaria ligera durante la obra

- ◆ Desplazamientos incontrolados de la máquina (patinar-resbalar).
- ◆ Incendio.
- ◆ Quemaduras.
- ◆ Golpes.
- ◆ Proyección de objetos.
- ◆ Ruido.
- ◆ Vibraciones.
- ◆ Riesgos higiénicos de carácter pulvígeno.
- ◆ Sobreesfuerzos.
- ◆ Postural forzadas.
- ◆ Heridas por astillas

3.2.7 Riesgos en la construcción obra de bioingeniería

- ◆ Derrumbamiento de tierras.
- ◆ Caídas de personal a distinto nivel.
- ◆ Caídas de personal al mismo nivel.
- ◆ Choques contra objetos inmóviles.
- ◆ Choques por objetos o herramientas.
- ◆ Atrapamientos por o entre objetos.
- ◆ Atrapamiento por vuelco de máquina.
- ◆ Sobreesfuerzos.
- ◆ Contactos térmicos.
- ◆ Exposición a contactos eléctricos.

- ◆ Incendio.
- ◆ Atropellos.
- ◆ Incidentes causados por seres vivos.
- ◆ Cortes.
- ◆ Vibraciones.

3.2.8 Riesgos implantación banda de protección con especies ripícolas

- ◆ Derrumbamiento de tierras.
- ◆ Caídas de personal a distinto nivel.
- ◆ Caídas de personal al mismo nivel.
- ◆ Choques por objetos o herramientas.
- ◆ Atrapamientos por o entre objetos.
- ◆ Atrapamiento por vuelco de máquina.
- ◆ Sobreesfuerzos.
- ◆ Contactos térmicos.
- ◆ Exposición a contactos eléctricos.
- ◆ Incendio.
- ◆ Atropellos.
- ◆ Incidentes causados por seres vivos.
- ◆ Cortes.

3.2.9 Riesgos en la repoblación de la chopera de producción

- ◆ Derrumbamiento de tierras.
- ◆ Caídas de personal a distinto nivel.
- ◆ Caídas de personal al mismo nivel.
- ◆ Choques por objetos o herramientas.
- ◆ Atrapamientos por o entre objetos.
- ◆ Atrapamiento por vuelco de máquina.
- ◆ Sobreesfuerzos.
- ◆ Contactos térmicos.
- ◆ Exposición a contactos eléctricos.
- ◆ Incendio.
- ◆ Atropellos.
- ◆ Incidentes causados por seres vivos.

- ◆ Cortes.
- ◆ Vibraciones.

3.3 Medidas preventivas

Partiendo de una organización de la obra donde el plan sea conocido lo más ampliamente posible, que el Jefe de Obra dirija su implantación y que el encargado de la obra realice las operaciones de su puesta en práctica y verificación, para esta obra las medidas preventivas se impondrán según lo siguiente

3.3.1 Medidas preventivas de riesgos generales

- ◆ Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.
- ◆ Cuidar del cumplimiento de la normativa vigente en el:
 - Manejo de máquinas y herramientas.
 - Movimiento de materiales y cargas.
 - Utilización de los medios auxiliares.
- ◆ Mantener los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación.
- ◆ Disposición y ordenación del tráfico de vehículos y de pasos para los trabajadores.
- ◆ Señalización de la obra en su generalidad y de acuerdo con la normativa vigente, indicando pasos.
- ◆ Asegurar la entrada y salida de materiales de forma organizada y coordinada con los trabajos de realización de obra.
- ◆ Orden y limpieza en toda la obra.
- ◆ Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesaria la prevención.
- ◆ No dejar herramientas o material en los puntos de paso, que puedan suponer obstáculos al tránsito.
- ◆ Circular a una distancia prudencial de los bordes de las zanjas.
- ◆ Utilización de las mascarillas antipolvo cuando se prevea la emisión de partículas.
- ◆ Utilización de los protectores antiruido en la cercanía de las máquinas.
- ◆ Manejo correcto de los sistemas eléctricos.
- ◆ Asignar trabajadores especializados a cada operación.
- ◆ Se dispondrá de agua mineral para el consumo de los trabajadores, para compensar las pérdidas por sudoración.

3.3.2 Medidas preventivas de riesgos derivados de las condiciones de los trabajadores

- ◆ Deberán evitarse los excesos de comida, prohibiéndose la ingestión de bebidas alcohólicas.
- ◆ Se proporcionará a los trabajadores un tiempo para el almuerzo a media mañana de media hora.
- ◆ Los trabajadores dispondrán en todo momento de agua potable a su alcance.
- ◆ Para la asignación de los puestos de trabajo, se tendrán en cuenta las aptitudes físicas.
- ◆ Las herramientas y maquinaria serán empleadas por personal formado en el manejo de las mismas y con una cierta experiencia.

3.3.3 Medidas preventivas de riesgos a terceros

- ◆ Se señalará adecuadamente los puntos de incorporación a las vías públicas.
- ◆ Las maniobras de incorporación a las vías públicas de los vehículos pertenecientes a la obra se realizarán con prudencia.
- ◆ Se intentará en todo momento molestar lo menos posible a personas e instalaciones ajenas a las obras en aquellos puntos más cercanos a éstas.

3.3.4 Medidas preventivas de riesgos en la utilización de maquinaria pesada durante toda la obra

- ◆ Utilizar correctamente la maquinaria atendiendo a sus características técnicas, sin provocarla sobreesfuerzos ni usarla en operaciones indebidas.
- ◆ La maquinaria que se utilice deberá llevar sirena y bocina de retroceso para señalar su funcionamiento.
- ◆ Utilización de las máquinas sólo por operarios especializados.
- ◆ Se prohíbe transportar personas en la cuchara.
- ◆ No admitir maquinaria sin elementos como cabina antivuelco, peldaños, extintores, etc.
- ◆ No se reparará o ajustará la maquinaria con el motor en marcha.
- ◆ Se revisará cada cierto tiempo todos los puntos cruciales de la maquinaria, así como el motor, los anclajes, las sujeciones de la pala y elementos basculantes.
- ◆ El mantenimiento y reparación será realizado por un experto.
- ◆ Cuidar los caminos de circulación interna.
- ◆ No utilizar la máquina cuando ésta esté presumiblemente averiada.
- ◆ El operario debe ajustar la posición de espejos, asientos y mandos a la altura ideal.
- ◆ No fumar durante el repostaje de combustible.

- ◆ Revisar el estado de los caminos y lugares de paso de la maquinaria.
- ◆ Circular a la velocidad apropiada, disminuyendo ésta siempre que sea necesario.
- ◆ No situarse en el radio de acción de las máquinas.
- ◆ Subir y bajar correctamente la cabina.
- ◆ Cuando se circule con carga, llevar ésta lo más baja posible.
- ◆ No tocar los elementos del motor inmediatamente después de haber estado éste en funcionamiento.
- ◆ Deberán evitarse los excesos de comida, prohibiéndose la ingestión de bebidas alcohólicas.
- ◆ Se proporcionará a los trabajadores un tiempo para el almuerzo a media mañana de media hora.
- ◆ Los trabajadores dispondrán en todo momento de agua potable a su alcance.
- ◆ Para la asignación de los puestos de trabajo, se tendrán en cuenta las aptitudes físicas.

3.3.5 Medidas preventivas de riesgos en la utilización de maquinaria ligera durante toda la obra

- ◆ No Realizar "ajustes" con la máquina funcionando.
- ◆ No permitir el manejo de la maquinaria a personas no autorizadas.
- ◆ No trabajar con la maquinaria en situación de avería o mal funcionamiento, aunque sea con fallos esporádicos. Repárela primero, luego reanude el trabajo.
- ◆ Mantener limpia la maquinaria y con las revisiones y operaciones de mantenimiento que aconseja el fabricante realizadas.
- ◆ Las partes cortantes se mantendrán bien afiladas.
- ◆ No manipular en caliente la máquina si se tiene que realizar alguna operación de mantenimiento o arreglarla. Esperar a que se enfríe.
- ◆ No desconectar en ningún caso los bloqueos automáticos de la máquina.
- ◆ Arrancar la máquina con los sistemas móviles bloqueados y posada sobre una superficie horizontal regular y sujetándola con firmeza. No arrancar la máquina suspendida en el aire.
- ◆ Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente.
- ◆ Se prohíbe realizar operaciones en el radio de acción de la máquina.
- ◆ En los casos en los que existan periodos de trabajo en solitario, el operario deberá poseer un equipo de comunicación (emisora o teléfono).

3.3.6 Medidas preventivas de riesgos en la construcción obra de bioingeniería

- ◆ Se limitará la presencia de trabajadores en la zona de operación de la maquinaria limitándola a los imprescindibles para la tarea a efectuar.
- ◆ Se evitarán los períodos de trabajo en solitario, en la medida de lo posible. En el caso de que esto sea inevitable, el operario dispondrá de un equipo de comunicación, bien sea una emisora o bien un teléfono móvil.
- ◆ Se hará un reconocimiento visual de la zona de trabajo, previo al comienzo, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento de tierras, rocas o árboles.
- ◆ Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de cortes o taludes inestables.
- ◆ Se prohibirá tomar medicamentos que puedan afectar a la seguridad de los trabajos.
- ◆ Se deberá utilizar el equipo de seguridad especificado de una forma correcta, a fin de asegurar la mayor protección posible.
- ◆ Antes de empezar a trabajar inspeccionar los puntos clave de la maquinaria y herramientas.
- ◆ Antes de iniciar el trabajo el operario recorrerá andando el tajo para decidir cuál es la forma más adecuada de realizarlo.
- ◆ Emplear un chaleco reflectante al bajarse de la máquina si existe más maquinaria pesada en la zona de actuación.
- ◆ Estas normas preventivas deberán ser complementadas con las normas correspondientes a cada una de las máquinas o herramientas que van a efectuar estos trabajos.
- ◆ Para subir o bajar de las máquinas, utilizar los peldaños y asideros dispuestos para tal menester.
- ◆ No acceda a las máquinas encaramándose a través de las cadenas o ruedas.
- ◆ Subir y bajar de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella) asiéndose al pasamanos.
- ◆ No tratar de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento y con el motor en funcionamiento.
- ◆ Mantener limpia la cabina de aceites, grasas, trapos, etc.
- ◆ No levante en caliente la tapa del radiador. Espere a que baje la temperatura y opere posteriormente.
- ◆ Protéjase con guantes de seguridad adecuados si debe tocar líquidos corrosivos. Utilice además pantalla antiproyecciones.
- ◆ Cambie el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.
- ◆ Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si debe manipularlos, no fumar ni acerque fuego.

- ◆ No liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- ◆ Tomar toda clase de precauciones, recuerde que cuando necesite usar la cuchara bivalva, ésta puede oscilar en todas las direcciones y golpear a la cabina o a las personas circundantes que trabajan junto a usted durante los desplazamientos de la máquina.
- ◆ Las cabinas serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo de máquina a utilizar.
- ◆ Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- ◆ Las retro excavadoras y demás maquinaria pesada a utilizar en obra, estarán dotadas de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.
- ◆ Se prohíbe en esta obra que los conductores abandonen la maquinaria con el motor en marcha.
- ◆ Se prohíbe en obra que los conductores abandonen la "retro" sin haber antes depositado la cuchara en el suelo.
- ◆ Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- ◆ Los ascensos o descensos de las cucharas con carga se realizarán lentamente.
- ◆ Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- ◆ Las retroexcavadoras a utilizar en obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- ◆ Se prohíbe expresamente en obra el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- ◆ Se prohíbe realizar esfuerzos por encima de la carga útil de la retroexcavadora.
- ◆ El cambio de la posición de la "retro" en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.
- ◆ Se prohíbe estacionar la "retro" en las zonas de influencia de los bordes de los taludes, zanjas y asimilables, para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- ◆ Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras (o zanjas), en la zona de alcance del brazo de la retro.
- ◆ Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retro al borde de la zanja, respetando la distancia máxima que evite la sobrecarga del terreno.
- ◆ Los conductores deberán controlar el exceso de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.

3.3.7 Medidas preventivas de riesgos en la implantación de la banda de protección con especies ripícolas

- ◆ Se prohíbe cualquier tipo de trabajo de replanteo, medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentre operando la maquinaria de movimiento de tierras.
- ◆ Se limitará la presencia de trabajadores en la zona de operación de la maquinaria limitándola a los imprescindibles para la tarea a efectuar.
- ◆ Se prohíbe realizar trabajos de movimiento de tierras en pendientes superiores a las establecidas por el fabricante.
- ◆ Se evitarán los períodos de trabajo en solitario, en la medida de lo posible. En el caso de que esto sea inevitable, el maquinista dispondrá de un equipo de comunicación, bien sea una emisora o bien un teléfono móvil.
- ◆ Se hará un reconocimiento visual de la zona de trabajo, previo al comienzo, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento de tierras, rocas o árboles.
- ◆ Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de cortes o taludes inestables.
- ◆ Las máquinas irán provistas de su correspondiente cabina de seguridad.
- ◆ Se prohibirá la ingestión de bebidas alcohólicas, tanto antes como durante la ejecución de los trabajos.
- ◆ Se prohibirá tomar medicamentos que puedan afectar a la seguridad de los trabajos.
- ◆ Se deberá utilizar el equipo de seguridad especificado de una forma correcta, a fin de asegurar la mayor protección posible.
- ◆ Para bajar de la maquina no se debe saltar y siempre esperar a que se encuentre parado.
- ◆ Adecuar la velocidad y la forma de conducción a las características del terreno por el que se transita.
- ◆ Antes de empezar a trabajar inspeccionar los puntos clave de la máquina.
- ◆ Antes de iniciar el trabajo el maquinista recorrerá andando el tajo para decidir cuál es la forma más adecuada de realizarlo.
- ◆ Nunca y bajo ninguna circunstancia se transportará gente en la máquina si no existe un asiento diseñado para tal fin.
- ◆ Emplear un chaleco reflectante al bajarse de la máquina si existe más maquinaria pesada en la zona de actuación.
- ◆ Estas normas preventivas deberán ser complementadas con las normas correspondientes a cada una de las máquinas que van a efectuar estos trabajos.
- ◆ El peón plantador utilizará de forma permanente el casco de protección y el chaleco reflectante.

- ◆ Mantener una distancia de seguridad fuera del radio de acción de la maquinaria que está trabajando.
- ◆ El operario no debe acercarse con el plantón, hasta que la máquina esté parada y el maquinista la indique la orden de acercarse.

3.3.8 Medidas preventivas de riesgos en la repoblación chopera de producción

- ◆ Se prohíbe cualquier tipo de trabajo de replanteo, medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentre operando la maquinaria de movimiento de tierras.
- ◆ Se limitará la presencia de trabajadores en la zona de operación de la maquinaria limitándola a los imprescindibles para la tarea a efectuar.
- ◆ Se prohíbe realizar trabajos de movimiento de tierras en pendientes superiores a las establecidas por el fabricante.
- ◆ Se evitarán los períodos de trabajo en solitario, en la medida de lo posible. En el caso de que esto sea inevitable, el maquinista dispondrá de un equipo de comunicación, bien sea una emisora o bien un teléfono móvil.
- ◆ Se hará un reconocimiento visual de la zona de trabajo, previo al comienzo, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento de tierras, rocas o árboles.
- ◆ Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de cortes o taludes inestables.
- ◆ Las máquinas irán provistas de su correspondiente cabina de seguridad.
- ◆ Se prohibirá la ingestión de bebidas alcohólicas, tanto antes como durante la ejecución de los trabajos.
- ◆ Se prohibirá tomar medicamentos que puedan afectar a la seguridad de los trabajos.
- ◆ Se deberá utilizar el equipo de seguridad especificado de una forma correcta, a fin de asegurar la mayor protección posible.
- ◆ Para bajar de la máquina no se debe saltar y siempre esperar a que se encuentre parado.
- ◆ Adecuar la velocidad y la forma de conducción a las características del terreno por el que se transita.
- ◆ Antes de empezar a trabajar inspeccionar los puntos clave de la máquina.
- ◆ Antes de iniciar el trabajo el maquinista recorrerá andando el tajo para decidir cuál es la forma más adecuada de realizarlo.
- ◆ Nunca y bajo ninguna circunstancia se transportará gente en la máquina si no existe un asiento diseñado para tal fin.
- ◆ Emplear un chaleco reflectante al bajarse de la máquina si existe más maquinaria pesada en la zona de actuación.

- ◆ Estas normas preventivas deberán ser complementadas con las normas correspondientes a cada una de las máquinas que van a efectuar estos trabajos.
- ◆ El peón plantador utilizará de forma permanente el casco de protección y el chaleco reflectante.
- ◆ Mantener una distancia de seguridad fuera del radio de acción de la maquinaria que está trabajando.
- ◆ El operario no debe acercarse con el plantón, hasta que la máquina esté parada y el maquinista la indique la orden de acercarse.

3.4 Protecciones

3.4.1 Protecciones colectivas

Las protecciones colectivas necesarias se estudiarán sobre los planos y en consideración a las partidas de obra en cuanto a los tipos de riesgos indicados anteriormente y a las necesidades de los trabajadores. Las protecciones previstas son:

- ◆ Señales varias en la obra:
 - Prohibido fumar.
 - Protección obligatoria para todos los trabajadores de la vista, oídos, cabeza, así como las vías respiratorias, pies y manos.
 - Materiales inflamables.
 - Primeros auxilios.
 - Extintor.
- ◆ Colocación de escaleras portátiles, separadas como máximo 30 m.
- ◆ Señalización con cordón de balizamiento en el margen de las zanjas.
- ◆ Topes de desplazamiento de vehículos.
- ◆ Extintores.
- ◆ Se comprobará que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la normativa vigente.
- ◆ Conectar correctamente los medios auxiliares tales como aparatos eléctricos, maquinaria, etc.

Finalmente, el Plan puede adoptar mayores protecciones colectivas; en primer lugar todas aquellas que resulten según la normativa vigente y que aquí no estén relacionadas; y en segundo lugar, aquellas que considere el autor del Plan incluso incidiendo en los medios auxiliares de ejecución de obra. Todo ello armonizado con las posibilidades y formación de los trabajadores en la prevención de riesgos.

3.4.2 Protecciones individuales

Deberán ser empleados obligatoriamente por todos los operarios que lo precisen, y constarán de los siguientes elementos (todos ellos homologados), como mínimo:

- ◆ Protección del cuerpo de acuerdo con la climatología mediante ropa de trabajo adecuada.
- ◆ Protección del trabajador en su cabeza, extremidades, ojos y contra caídas de altura con los siguientes medios:
 - Casco de polietileno.
 - Gorra con visera.
 - Crema de protección solar.
 - Gafas (antipolvo y antiimpacto).
 - Guantes de cuero, goma o PVC, para el manejo de materiales.
 - Mono de trabajo normal y de material resistente.
 - Chaleco reflectante.
 - Botas de agua.
 - Botas de seguridad de cuero.
 - Impermeables.
 - Cinturón antivibratorio de seguridad.
 - Protectores gomados.
 - Protectores contra ruido mediante elementos normalizados.
 - Complementos de calzado, polainas y mandiles.
 - Pantalones o petos anticorte.

3.5 Análisis y prevención de los riesgos en la maquinaria

La maquinaria prevista a utilizar en esta obra es la siguiente:

- ◆ Retroexcavadora cadenas.
- ◆ Buldócer.
- ◆ Tractor de ruedas.
- ◆ Camión 3 ejes.
- ◆ Bandeja vibrante.
- ◆ Ahoyadora manual.
- ◆ Motosierra.
- ◆ Aperos agrícolas

◆ Diversas herramientas manuales

La prevención sobre la utilización de estas máquinas y herramientas se desarrollará en el Plan de acuerdo con los siguientes principios:

- ◆ Reglamentación oficial. Se cumplirá lo indicado en el uso de las máquinas y las instrucciones correspondientes y en las especificaciones de los fabricantes.
- ◆ Las máquinas y herramientas a utilizar en obra dispondrán de su folleto de instrucciones de manejo que incluye:
 - Riesgos que entraña para los trabajadores.
 - Modo de uso con seguridad.
- ◆ No se prevé la utilización de máquinas sin reglamentar.

4 Medicina preventiva y primeros auxilios

4.1 Medicina preventiva

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que tratan la medicina del trabajo y la higiene industrial. Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de la empresa, quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de medios preventivos como la observación médica de los trabajadores

4.2 Reconocimientos médicos

Toda persona que empiece a trabajar en la obra será sometida a un reconocimiento médico previo.

4.3 Primeros auxilios

Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia situado en los vestuarios, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo y primero auxilios. Debe haber por lo menos un botiquín, necesario para curas rápidas o poco importantes (artículo 43 de la Dirección General de Seguridad e Higiene), y debe contar al menos con:

- Agua oxigenada.
 - ◆ Alcohol etílico.
 - ◆ Guantes esterilizados.
 - ◆ Vendas.
 - ◆ Esparadrapo.
 - ◆ Gasas estériles.
 - ◆ Algodón.
 - ◆ Tijeras.
 - ◆ Pinzas.
 - ◆ Tintura de yodo.
 - ◆ Mercurocromo.
 - ◆ Termómetro.
 - ◆ Antiespasmódicos y tónicos cardíacos de urgencia.
 - ◆ Analgésicos.
 - ◆ Material para realizar torniquetes.
 - ◆ Jeringuillas desechables.
 - ◆ Amoniaco.

El centro médico de urgencia más próximo a la obra se señala es el Centro de Salud de Gradefes. Camino del Camping s/n. Tlf. 987334051.

En el caso de que el accidente revista una gravedad especialmente fuerte, se procederá a avisar a ambulancias, mediante los centros de salud antes indicados o el Servicio de Emergencias 112.

Se dispondrá en todo caso de los números de teléfono y direcciones de estos centros, así como de la central de taxis, urgencias, policía, bomberos, guardia civil y demás autoridades competentes de la zona en un listado en la obra.

5 Formación sobre seguridad y salud

El Plan especificará el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que éstos conozcan el Plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones el Comité de Seguridad y Salud. La formación y explicación del Plan Básico de Seguridad será llevada a cabo por un técnico de seguridad.

Todo el personal deberá recibir al incorporarse a las obras, formación sobre los métodos de trabajo y los riesgos a los que se someten, indicándose las medidas preventivas para evitarlos. Dicha formación se centrará en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, de manera que si algún trabajador cambia de puesto de trabajo, se procederá a explicarle las condiciones de su nueva ubicación.

Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada en material de señalización de seguridad y salud en las obras, centrada en particular en el significado de las señales y en los comportamientos que deban adoptarse en función de ellas.

Finalmente, se impartirán cursos de socorrismo o primeros auxilios a los obreros más cualificados y a los capataces, de forma que en todas las cuadrillas y zonas de trabajo haya siempre algún socorrista durante las horas de trabajo.

6 Responsabilidad y control en materia de seguridad y salud

Para determinar la responsabilidad que en materia de seguridad y salud corresponde a cada uno de los sujetos que intervienen en las obras, se ceñirá a lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre).

El control del cumplimiento de las normas de seguridad y salud en las obras corresponde al Contratista, a través del personal destinado a este fin, y al Promotor, a través del Coordinador de Seguridad y Salud o del Ingeniero Director, en caso de que no hubiera Coordinador.

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anejo 10. Bibliografía

En la siguiente relación aparecen todos los libros, publicaciones científicas, páginas web y demás material divulgativo que se ha consultado para la realización del proyecto.

- AEIP. Asociación Española de Ingeniería del Paisaje, (1998). Técnicas de Ingeniería Biológica en la Restauración del Paisaje. Curso Pagoeta - Fichas técnicas, p.124. Guipúzcoa: Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente - Gobierno Vasco.
- AEMET. Agencia Estatal de Meteorología, (2011). Atlas Climático Ibérico. Catálogo General de publicaciones oficiales [online]. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Disponible en la web: <http://www.aemet.es/>
- Anta, A., Castro, M.E., (2011). Experiencias de restauración fluvial con técnicas de bioingeniería en las cuencas de los ríos Miño, Sil y Limia. En I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial en ríos, (pp. 260-267), León.
- Aquanea S.L., (2016) Bioingeniería aplicada al paisaje. Fichas técnicas de bioingeniería aplicadas al paisaje [online]. Disponible en la web: <http://www.aquanea.com/>
- IDAE, (2018) Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. Atlas eólico [online]. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Disponible en la web: <http://atlaseolico.idae.es/meteosim/>
- Ayuntamiento de Madrid, (2016). Plan de mejora del Río Manzanares [online]. <http://www.madrid.es/portal/site/munimadrid>
- CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, (2011). Guía sobre técnicas de restitución y restauración de cauces en el cruce de ríos por infraestructuras lineales enterradas con vistas a la EAE de planes de infraestructuras.
- CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, (2014-2015). Anuario de aforos 2014-2015 [online]. Disponible en la web: http://ceh-flumen64.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-mapa_estaciones.asp?qr_cuenca_id=2&resolucion=1366
- Chopo en Castilla y León, (2018). Portal del chopo [online]. Disponible en la web: <http://www.populuscyl.es/>
- Ciria, M. P., (2009). El cultivo de chopo con fines energéticos. Cultivos. Núm 287, 21 Abril 2009 [online]. Disponible en la web: <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=1082>
- Cuaderno de Zona Nº 8 "León", (2013). Bases para la reforestación y creación de superficies forestales, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2014-2020. Editado por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.
- Desconocido, (2008). Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

- Domínguez Rodríguez, S., (2013). Proyecto de producción de biomasa para el suministro de una planta de generación eléctrica. ETSIIAA, Palencia. Universidad de Valladolid.
- Estación meteorológica de La Virgen del Camino, León, (2017). Red de estaciones meteorológicas de AEMET. Datos de temperaturas y precipitaciones, periodo 1981-2010.
- Estación meteorológica del Helipuerto de Sahechores de Rueda, León, (2017).
- Fernández Molowny, A., (1998). Guía para determinar el precio de la madera de chopo en pie. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente.
- Fernández, A. y Hernanz, G., (2004). El Chopo (*Populus spp.*): Manual de Gestión Forestal Sostenible. Fondo Social Europeo/Fundación Biodiversidad/Junta de Castilla y León, 56 pp. España.
- Florineth, F., (1993). Obras de Ingeniería Biológica en los Alpes (Italia). En 1as Jornadas de Ingeniería del Paisaje. Libro de Ponencias, (p. 103), Vitoria-Gasteiz: Departamento de Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.
- García Caballero J.L., (2011). Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Plantación de chopos a raíz profunda.
- García-Vega, A., Sanz-Ronda, F.J., Fuentes-Pérez, J.F., Navarro-Hevia, J., Martínez-Rodríguez, A., (2014). Bases metodológicas para el cálculo de muros entramados de madera con vegetación o muros Krainer. Informes de la Construcción, 66(533): e012, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.072>
- López González, Ginés A., (2002). Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Editorial Mundiprensa.
- IEFC, (2002). Guía Fitosanitaria de las especies forestales del suroeste europeo [online]. Disponible en la web: <http://www.iefc.net/>
- IGME Instituto geológico y Minero de España, (2017). Base de datos [online]. Disponible en la web: <http://www.igme.es/>
- IGN Cartografía del Instituto Geográfico Nacional, (2017). Ministerio de Fomento [online]. Disponible en la web: www.ign.es/
- INE Instituto Nacional de Estadística, (2018). Base de datos [online]. Disponible en la web: www.ine.es/
- Ingenieros de Caminos, (2013). Piedra de escollera [online]. Disponible en la web: <https://ingeniero-de-caminos.com/>
- INSHT, (2018). Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo [online]. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Disponible en la web: www.insht.es/
- ITACYL, (2013). Cartografía del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León [online]. Disponible en la web: <ftp://ftp.itacyl.es/>
- IUSS Grupo de Trabajo WRB, (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos N° 103. FAO. Roma.

- Junta de Castilla y León, (2013). Estadística del Padrón Continuo con datos del Instituto Nacional de Estadística. Dirección General de Presupuestos y Estadística de la Junta de Castilla y León [online]. Disponible en la web: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/Estadistica/es/>
- Junta de Castilla y León, (2018). Instrucciones técnicas de normalización de la planificación forestal [online]. Disponible en la web: <https://medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1235463972589/ / />
- MAGRAMA, (2012). Restauración del espacio fluvial. Criterios y experiencias en la Cuenca Duero. p.480, Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - Secretaría General Técnica.
- MAPAMA, (2017). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [online]. Disponible en la web: <http://www.mapama.gob.es/es/>
- Martín Vide Juan P., (2002). Ingeniería de Ríos. Ediciones UPC.
- Naturalea S.L. (2017). Bioingeniería y paisaje [online]. Técnicas de bioingeniería. Disponible en la web: <http://www.naturalea.eu/>
- Oria de Rueda Juan Andrés, (1999). Apuntes de Botánica de 2º curso de Ingeniería técnica Forestal impartidos en la E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid).
- Peter Rauch, H., (2008). Application of Soil Bioengineering Techniques for river engieneerin pojects with special focus on hydraulics and morphological issues. Universidade de Evora and University of Natural Resources and Applied Life Sciences.
- Programme for Endorsement of Forest Certification, (2018) [online]. Disponible en la web: <http://www.pefc.es/>
- Rueda J. et al., (2016). Clones de chopos del Catálogo Nacional de Materiales de Base. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. Versión febrero de 2016. 72 pp.
- Rueda, J., (1997). La madera de chopo y sus aplicaciones. Consejería de Medio Ambiente. JCyL.
- Rueda, J., Cuevas Y., García, C., (1997). Cultivo de chopo en Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. JCyL.
- Rueda J., Aguilar S., (2017). Fenología de los clones de chopos del catálogo nacional. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. 8 pp.
- Ruipérez Cantera, C., (1999). Fertilidad de suelos. Publicaciones E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid). Nº 18. 32 pp. Palencia.
- Sanchez Báscones, M., (1998). Prácticas de análisis de suelos. Publicaciones E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid). Nº 9. 30 pp. Palencia.
- Sangalli P. y Valenzuela M., (2008). Introducción a la Bioingeniería o Ingeniería Biológica. AEIP Asociación Española de Ingeniería del Paisaje.

Soluciones especiales Medio Ambiente (2017). Gaviones [online]. Disponible en la web: <http://www.solucionesespeciales.net/>

TRAGSA, (2018). Tarifa actualizada de 2015 [online]. Disponible en la web: <http://www.tragsa.es/es/grupo-tragsa/regimen-juridico/Paginas/tarifas.aspx>

Varios autores (2006). Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera. Dirección de Carreteras, Ministerio de Fomento [online]. Disponible en la web: <http://www.fomento.es/>



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Proyecto de restauración de un tramo
del río Esla y gestión de los terrenos de
ribera anexos en la localidad de Valle
de Mansilla (León)

Documento II. Planos

Alumno: Ignacio Arroyo Marcos

Tutor: Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio de 2018

DOCUMENTO II. PLANOS

Documento II. Planos

Índice del Documento II. Planos

Plano Nº 1. Localización

Plano Nº 2. Emplazamiento

Plano Nº 3. Estado actual

Plano Nº 4. Actuaciones preparatorias del terreno

Plano Nº 5. Perfiles transversales del río

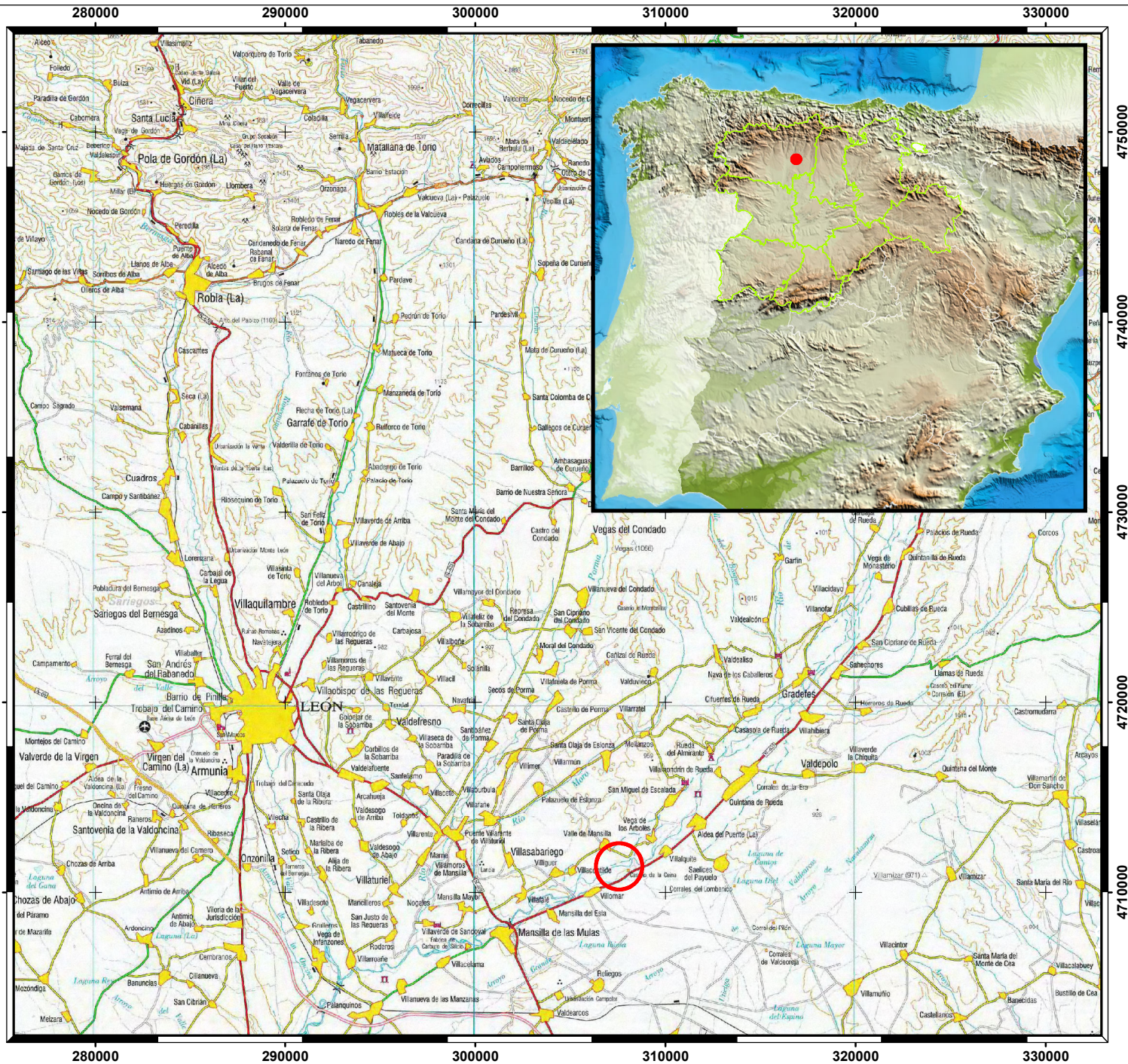
Plano Nº 6. Perfil transversal muro Krainer

Plano Nº 7. Replanteo plantaciones

Plano Nº 7.1 Replanteo plantación chopera de producción. Distribución de clones

Plano Nº 7.2 Replanteo plantación chopera de producción. Malla de puntos de plantación

Plano Nº 7.3 Replanteo plantación banda de vegetación ripícola. Distribución de especies



Leyenda

Zona del proyecto

Autopista, autovía		AP-6	A-6
Nacional, Autonómica de 1er orden		N-340	LR-111
Autonómica de 2º, 3er orden y locales		C-634	CR-326
En construcción, pistas			
Vial eje. Estación de servicio			
Camino, senda, vía verde			
Vía pecuaria, Sendero de Gran Recorrido			
Alta velocidad. Electrificado			
Vía ancho normal, doble, sencilla			

Capital de provincia > 200.000 hab.
 Capital de provincia < 200.000 hab.
 Capital de municipio > 50.000 hab.
 Capital de municipio > 10.000 hab.
 Capital de municipio > 2.000 hab.
 Capital de municipio > 500 hab.
 Capital de municipio < 500 hab.

VALLADOLID
ZAMORA
Ponferrada
Benavente
Toro
 Fuentes de Ropel
 Arcos de la Polvorosa

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR:

Entidad Local Menor de Valle de Mansilla

EMPLAZAMIENTO:

Valle de Mansilla - LEÓN -

PLANO:

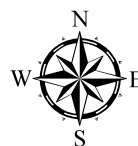
LOCALIZACIÓN

NÚMERO:

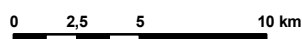
1

ESCALA:

1:300.000

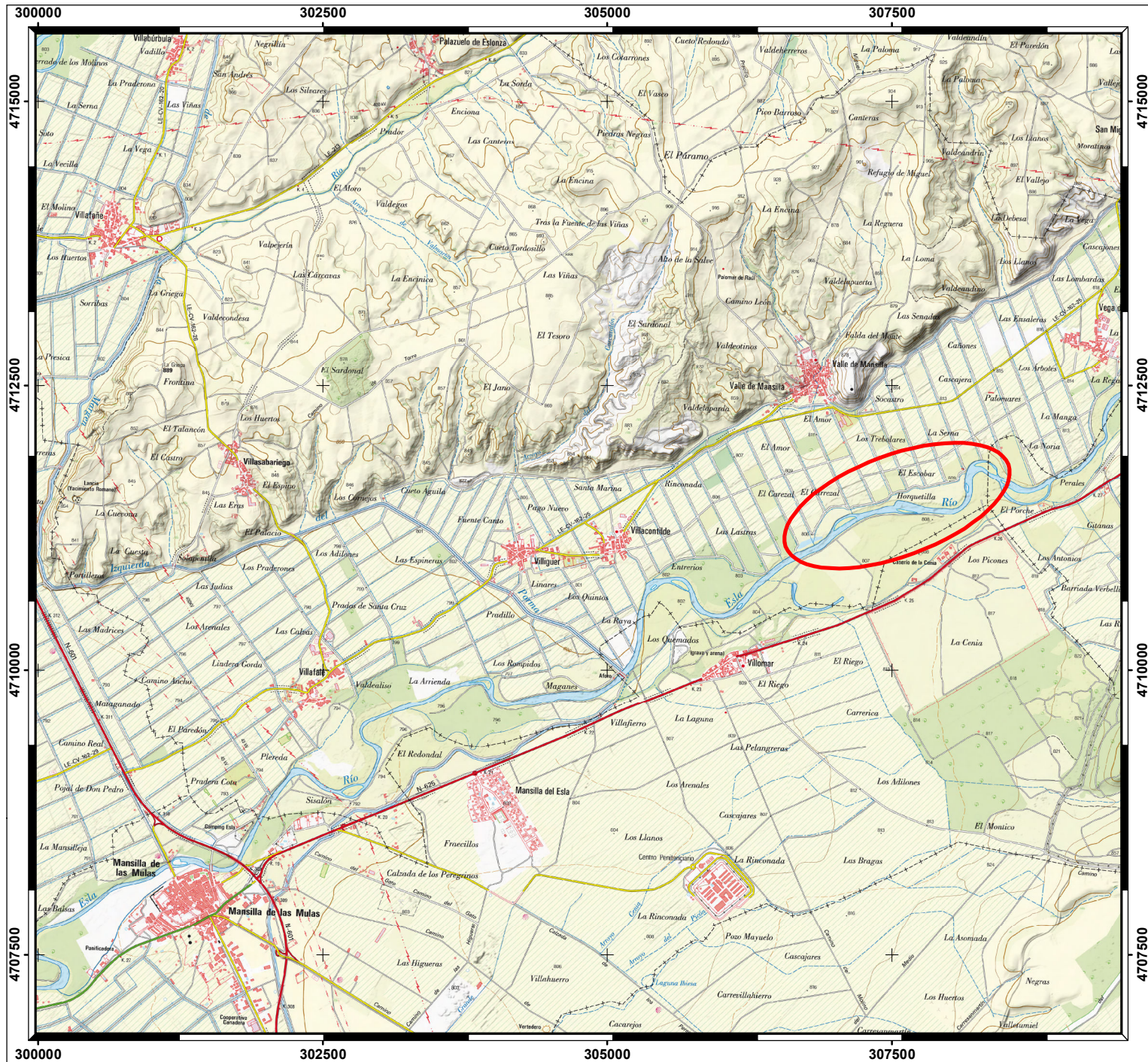


Sistema de coordenadas
 ETRS 1989 UTM Zona 30 N



En Valladolid junio de 2018
 El Ing. Técnico Forestal y
 Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

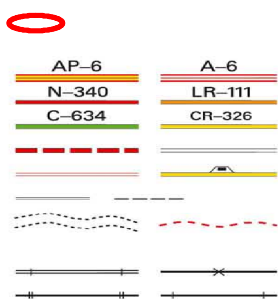


Leyenda

Zona del proyecto

Autopista, autovía
 Nacional, Autonómica de 1er orden
 Autonómica de 2º, 3er orden y locales
 En construcción, pistas
 Vial eje. Estación de servicio
 Camino, senda, vía verde
 Vía pecuaria, Sendero de Gran Recorrido

Alta velocidad. Electrificado
 Vía ancho normal, doble, sencilla



Capital de provincia > 200.000 hab.
 Capital de provincia < 200.000 hab.
 Capital de municipio > 50.000 hab.
 Capital de municipio > 10.000 hab.
 Capital de municipio > 2.000 hab.
 Capital de municipio > 500 hab.
 Capital de municipio < 500 hab.

VALLADOLID
ZAMORA
Ponferrada
Benavente
Toro
 Fuentes de Ropel
 Arcos de la Polvorosa



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR:

Entidad Local Menor de Valle de Mansilla

EMPLAZAMIENTO:

Valle de Mansilla - LEÓN -

PLANO:

EMPLAZAMIENTO

NÚMERO:

2

ESCALA:

1:50.000

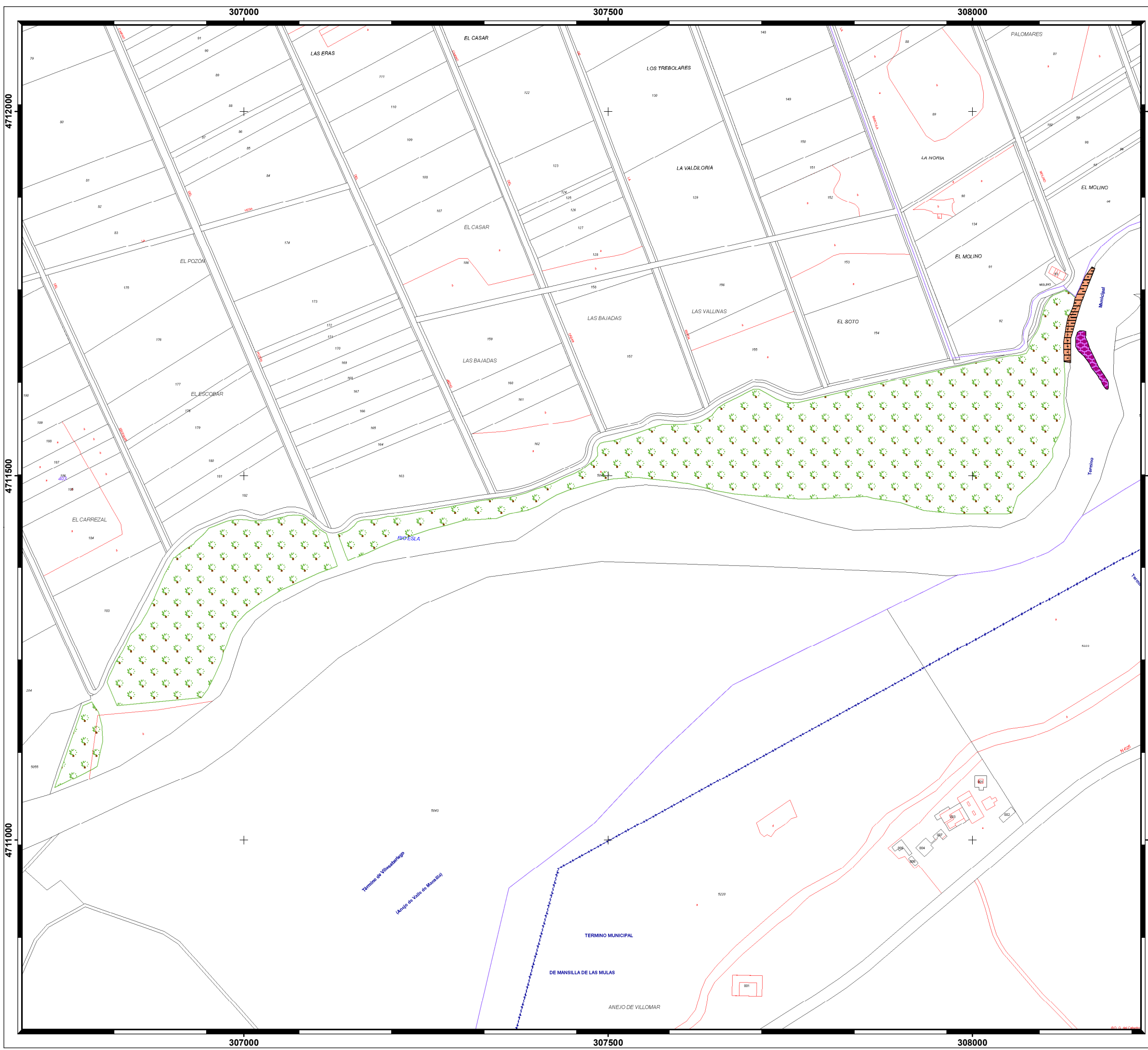


Sistema de coordenadas
 ETRS 1989 UTM Zona 30 N

0 0,375 0,75 1,5 km

En Valladolid junio de 2018
 El Ing. Técnico Forestal y
 Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos



Legenda

Zonificación

- Zona con problemas de erosión
- Zona de depósito de gravas
- Zona repoblada con chopo de producción

Catastro

- Límite término municipal
- Parcela catastral
- Subparcela catastral

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: ESTADO ACTUAL	NÚMERO: 3.1
	ESCALA: 1:5.000

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

0 37,5 75 150 m

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos



Leyenda

Zonificación

- Zona con problemas de erosión
- Zona de depósito de gravas
- Zona repoblada con chopo de producción

Catastro

- Límite término municipal
- Parcela catastral
- Subparcela catastral

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: ESTADO ACTUAL	NÚMERO: 3.2
	ESCALA: 1:5.000

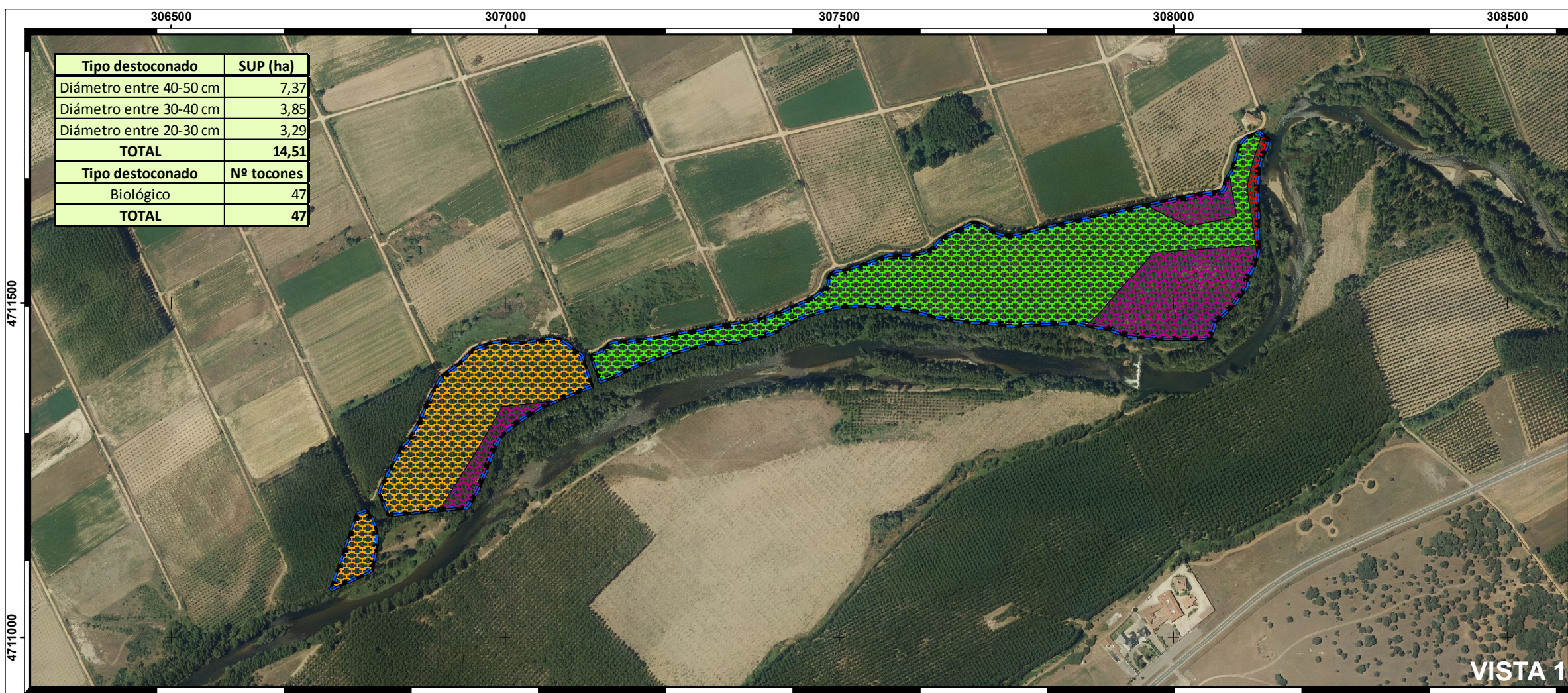
Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

0 37,5 75 150 m

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos



Tipo destocoñado	SUP (ha)
Diámetro entre 40-50 cm	7,37
Diámetro entre 30-40 cm	3,85
Diámetro entre 20-30 cm	3,29
TOTAL	14,51
Tipo destocoñado	Nº tocones
Biológico	47
TOTAL	47



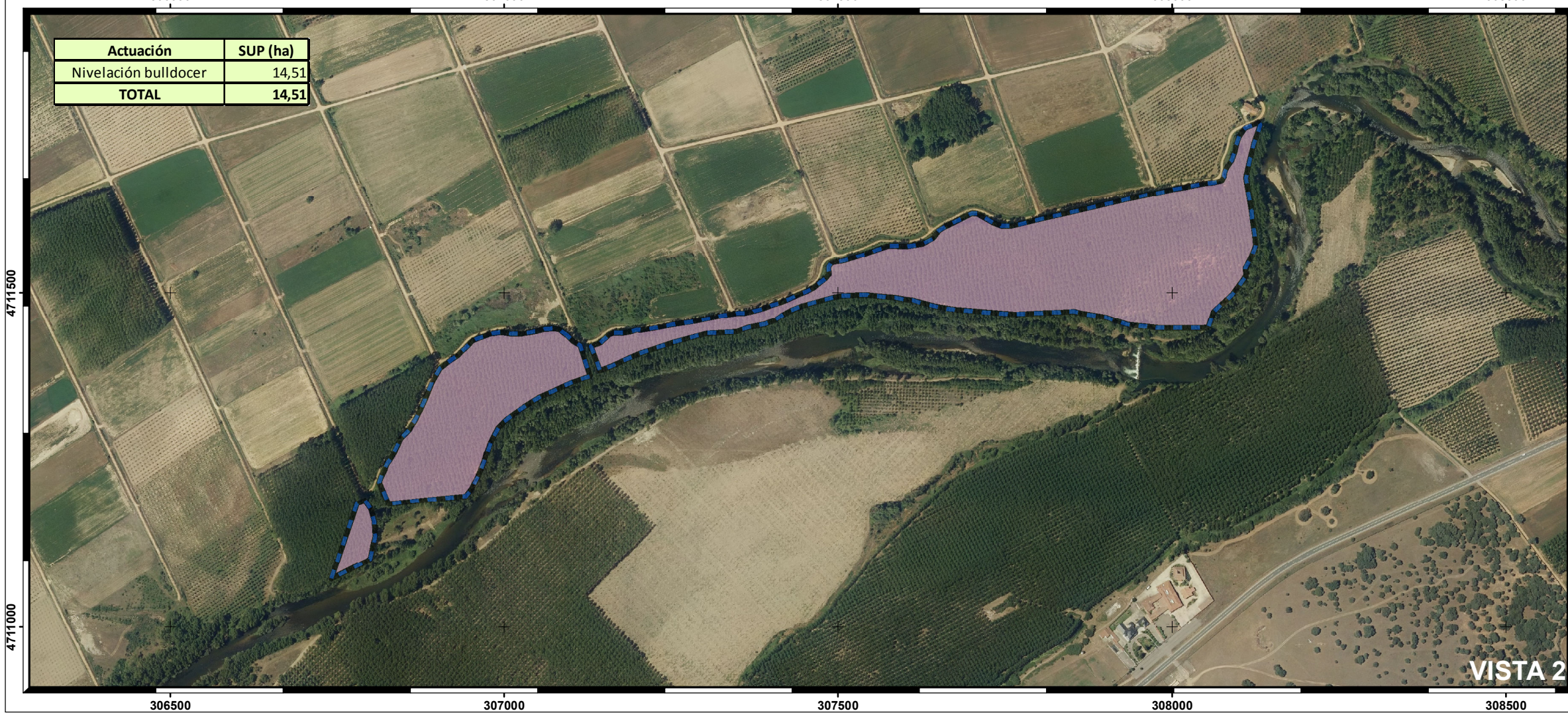
Leyenda

Vista 1

- Destocoñado biológico
- Destocoñado mecánico
- Destocoñado tocones diámetro 20 - 30 cm
- Destocoñado tocones diámetro 30 - 40 cm
- Destocoñado tocones diámetro 40 - 50 cm

Vista 2

- Nivelación post-destocoñado con bulldozer



Actuación	SUP (ha)
Nivelación bulldozer	14,51
TOTAL	14,51

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

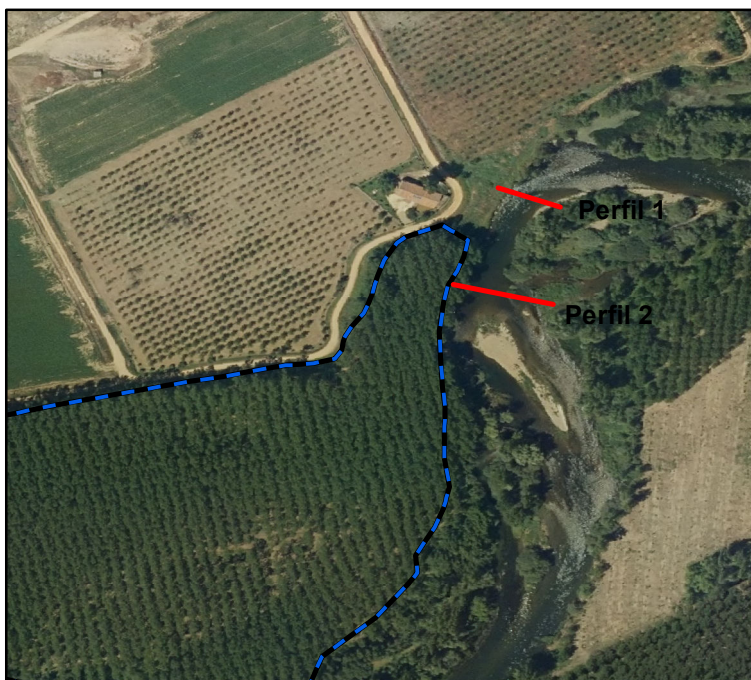
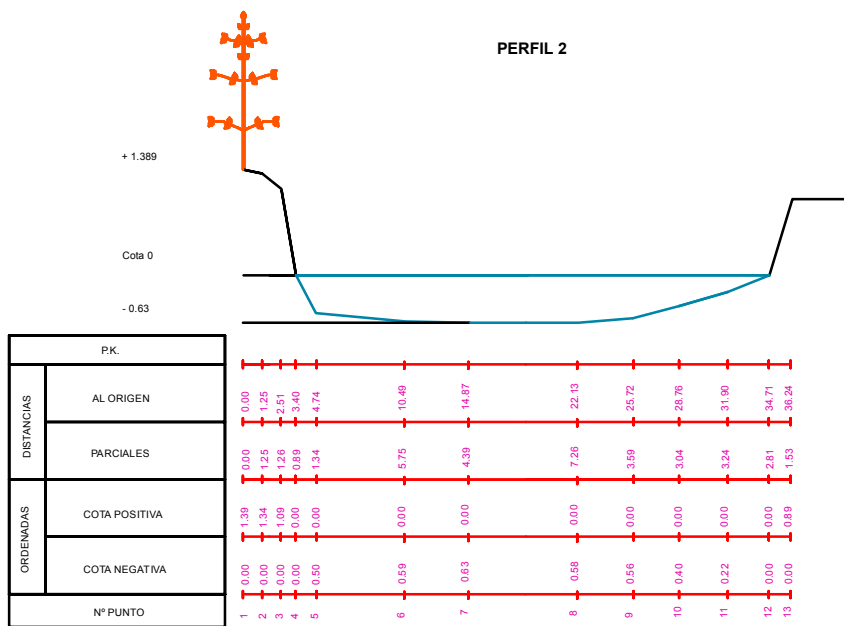
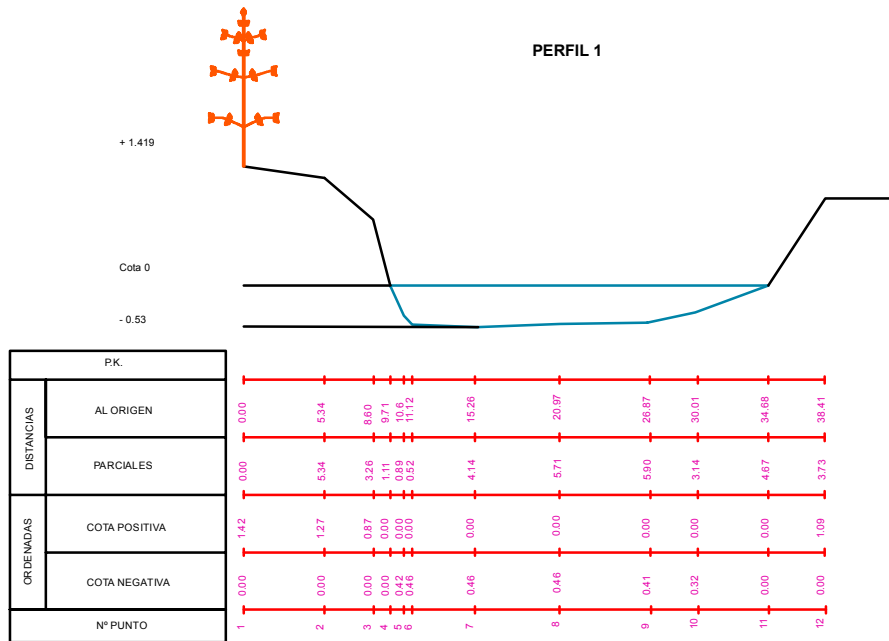
PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: ACTUACIONES PREPARATORIAS DEL TERRENO	NÚMERO: 4
	ESCALA: 1:7.500

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR:
Entidad Local Menor de Valle de Mansilla

EMPLAZAMIENTO:
Valle de Mansilla - LEÓN -

PLANO:
PERFILES TRANSVERSALES RÍO

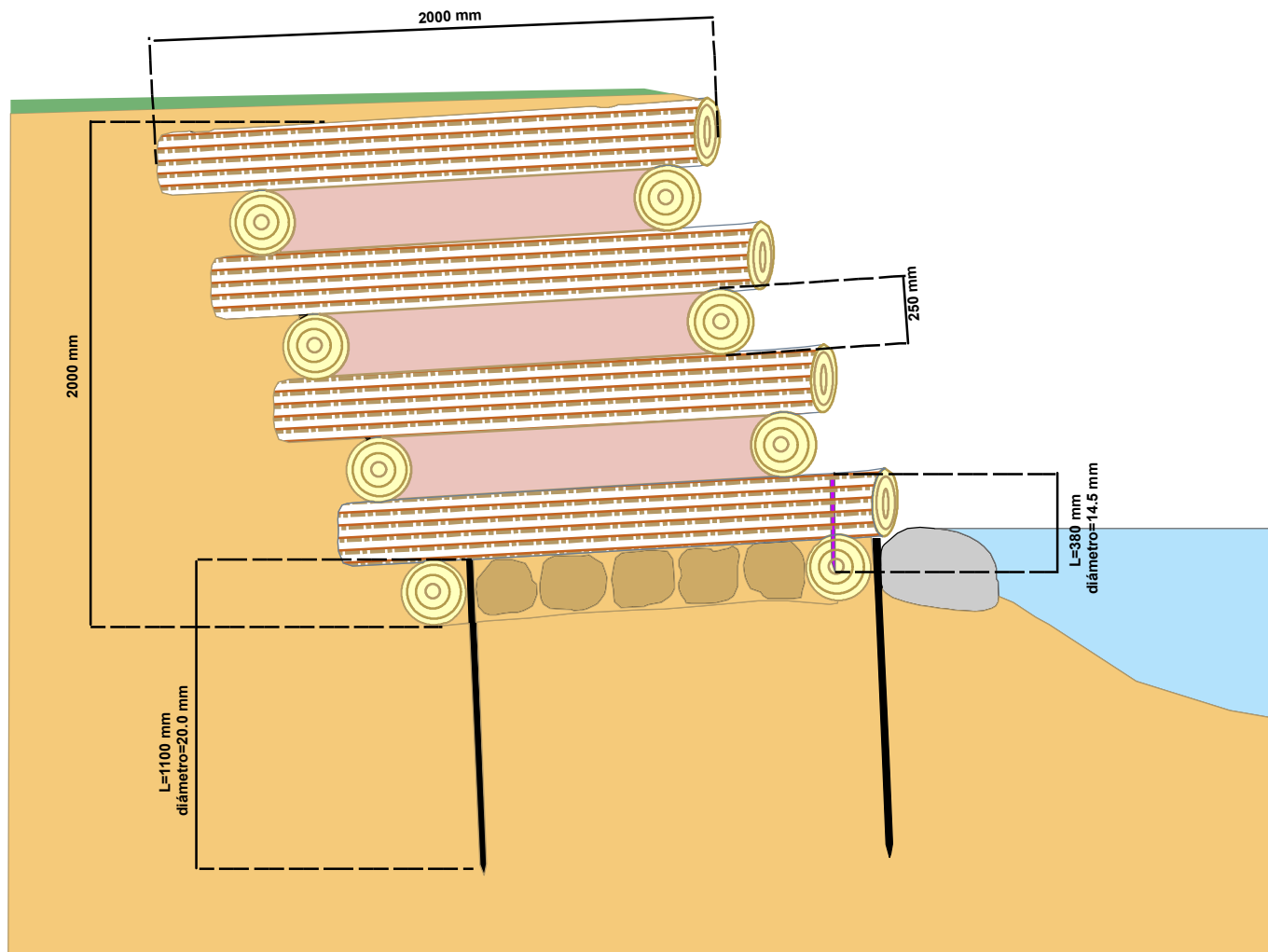
NÚMERO:
5
ESCALA:
V: 1:100 H: 1:500



Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N


En Valladolid junio de 2018
El Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos



Leyenda

- Tierra relleno
- Río (nivel de aguas bajas)
- Piedra escollera
- Piedra relleno
- Pilote
- Clavo
- Malla fibra de coco
- Talud (terreno sin mover)
- Truncos



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: ESQUEMA PERFIL TRANSVERSAL MURO KRAINER	NÚMERO: 6
ESCALA: 1:25	



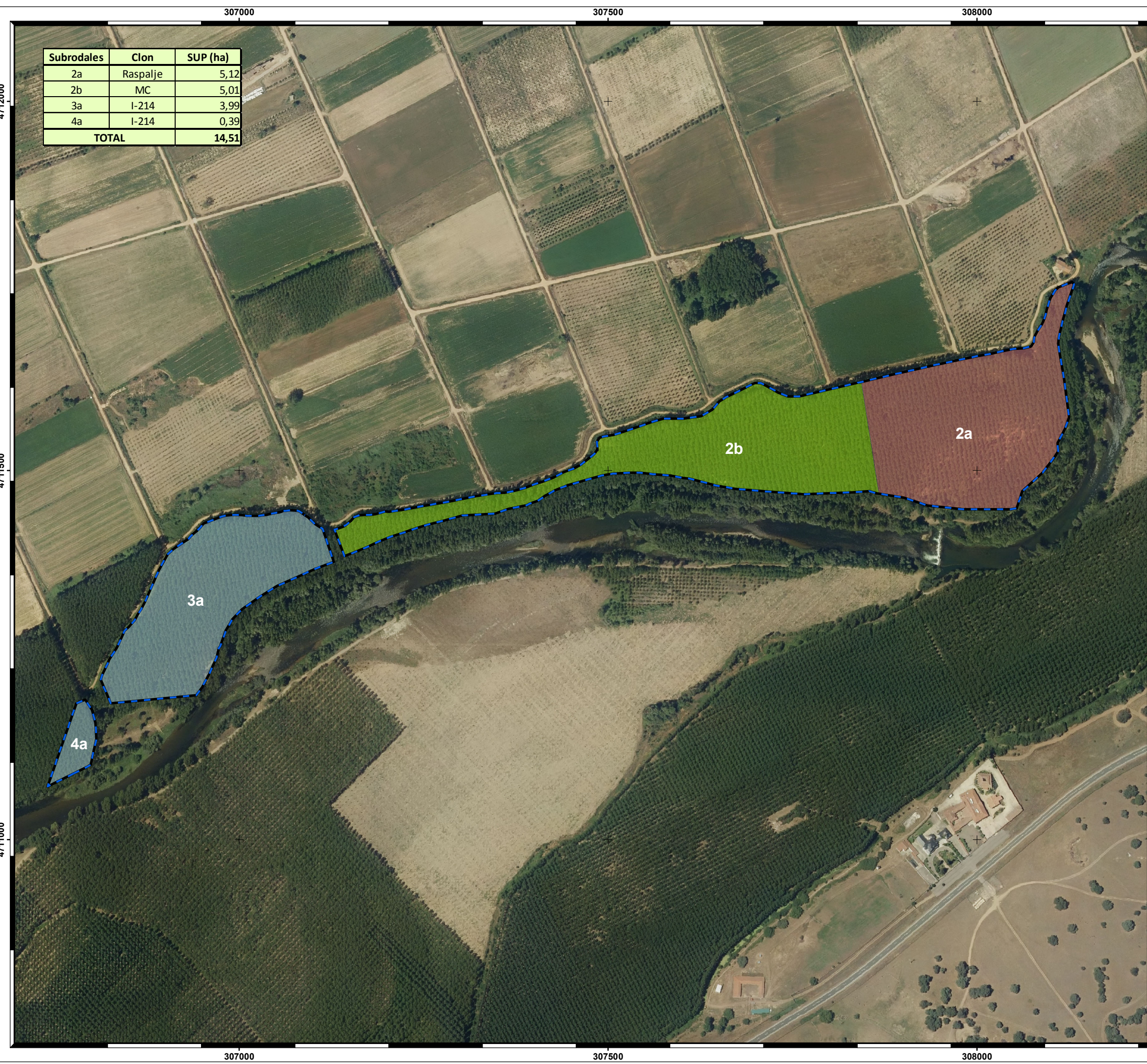
Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

En Valladolid junio de 2018

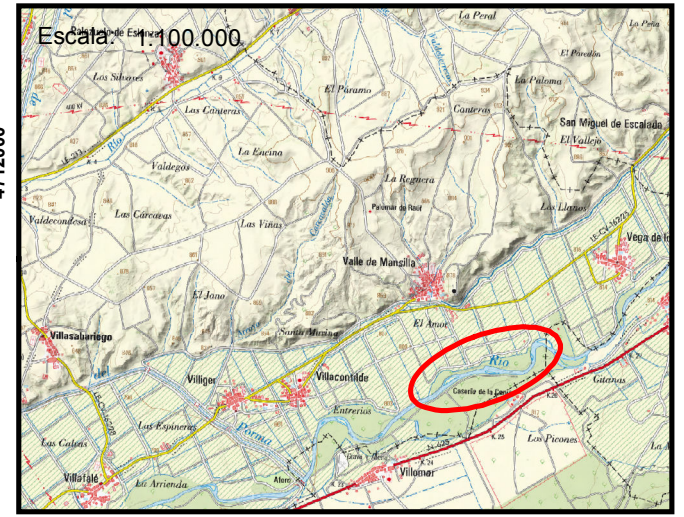
El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes



Fdo.: *Ignacio Arroyo Marcos*



Subrodiales	Clon	SUP (ha)
2a	Raspalje	5,12
2b	MC	5,01
3a	I-214	3,99
4a	I-214	0,39
TOTAL		14,51



Leyenda

Distribución de clones

- Populus x euramericana* I-214
- Populus x euramericana* MC
- Populus interamericana* Raspalje

Límite plantación chopera de producción

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO Esla Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)
ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla
EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -

PLANO: REPLANTEO PLANTACIÓN CHOPERA DE PRODUCCIÓN DISTRIBUCIÓN DE CLONES
NÚMERO: 7.1
ESCALA: 1:5.000

Sistema de coordenadas ETRS 1989 UTM Zona 30 N
 0 37,5 75 150 m

En Valladolid junio de 2018
 El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes
 Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

306700

306800

306900

307000

307100

4711400

4711400

4711300

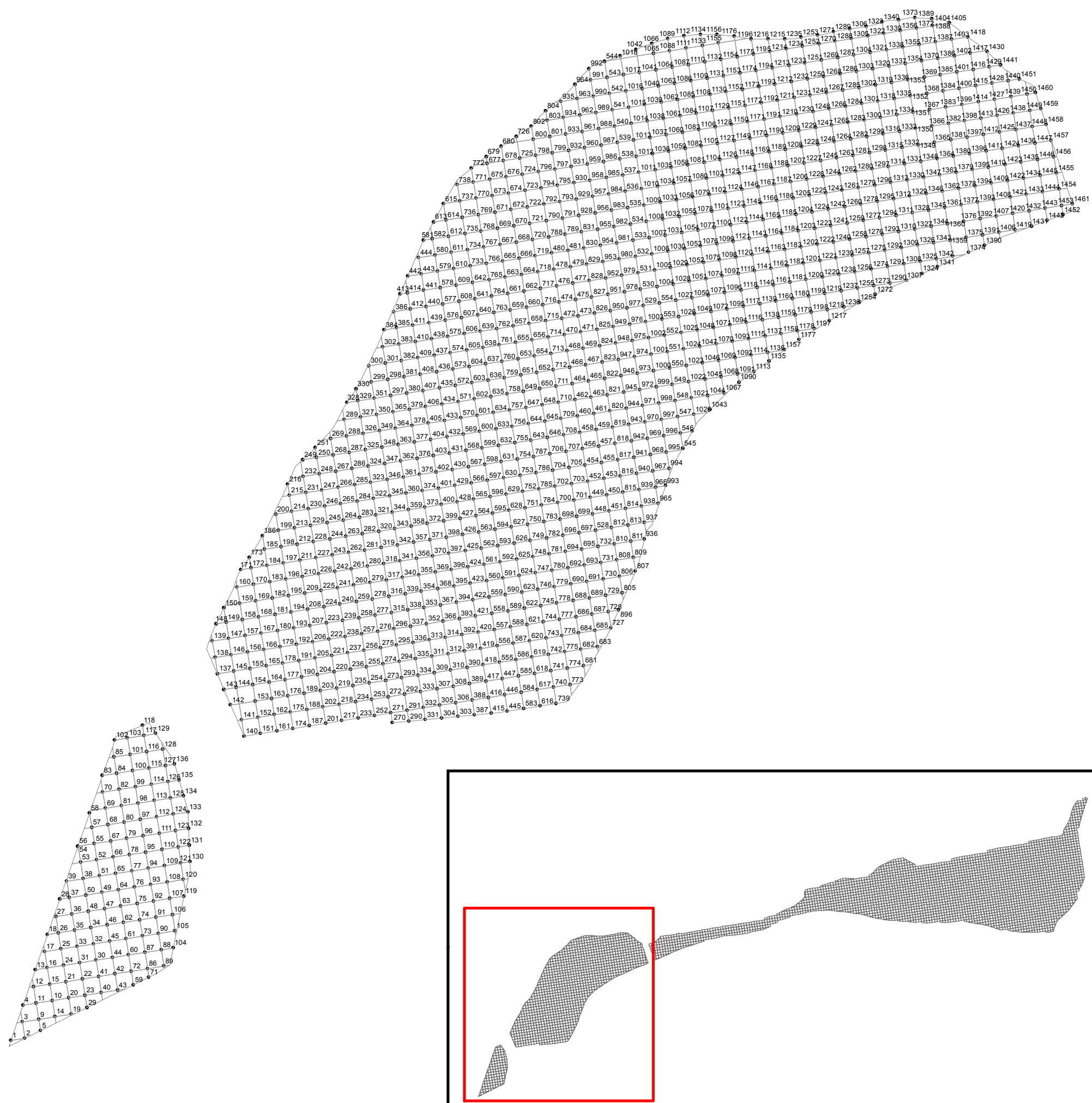
4711300

4711200

4711200

4711100

4711100



Punto de referencia	Coordenada X	Coordenada Y
D (138)	306816	4711213
D' (146)	306822	4711214
D'' (139)	306815	4711219
Punto de referencia	Coordenada X	Coordenada Y
E (11)	306751	4711088
E' (10)	306756	4711089
E'' (12)	306750	4711094

Leyenda

- Puntos de plantación
- Cuadrícula. Marco real 6 x 6 metros

Densidad de plantación 278 uds./ha

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: REPLANTEO PLANTACIÓN CHOPERA DE PRODUCCIÓN MALLA Y PUNTOS DE PLANTACIÓN	NÚMERO: 7.2
	ESCALA: 1:1.500

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

0 12,5 25 50 m

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

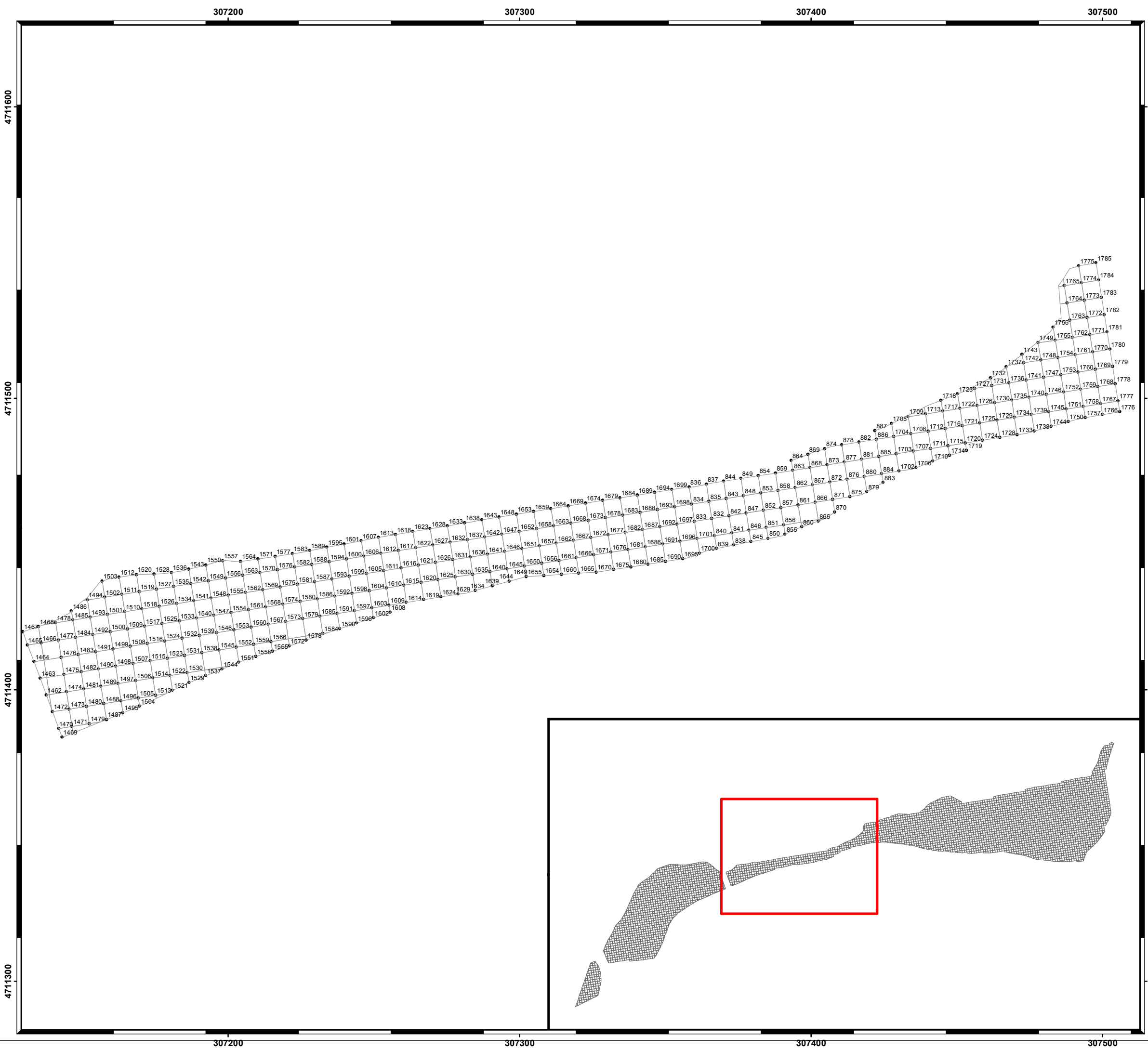
306700

306800

306900

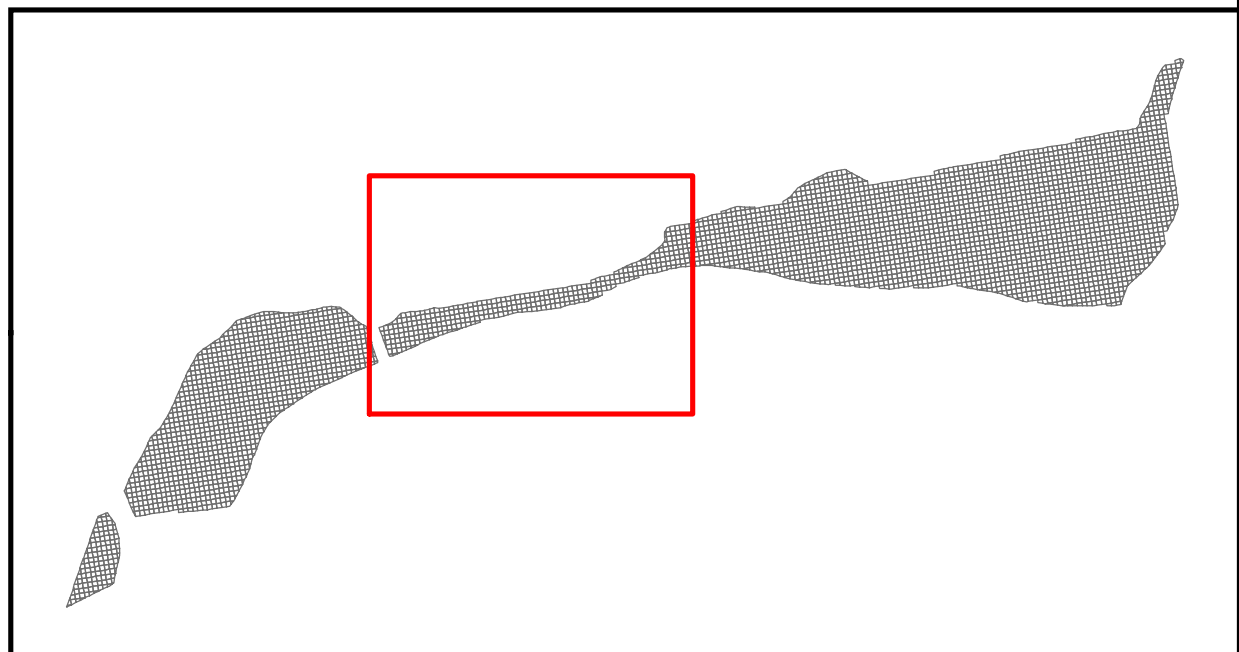
307000

307100



Leyenda

- Puntos de plantación
- Cuadrícula. Marco real 6 x 6 metros
- Densidad de plantación 278 uds./ha**



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: REPLANTEO PLANTACIÓN CHOPERA DE PRODUCCIÓN MALLA Y PUNTOS DE PLANTACIÓN	NÚMERO: 7.2 ESCALA: 1:1.250

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

307600

307700

307800

Punto de referencia	Coordenada X	Coordenada Y
C (1780)	307508	4711518
C' (1800)	307514	4711519
C'' (1791)	307507	4711524

4711600

4711600

4711500

4711500

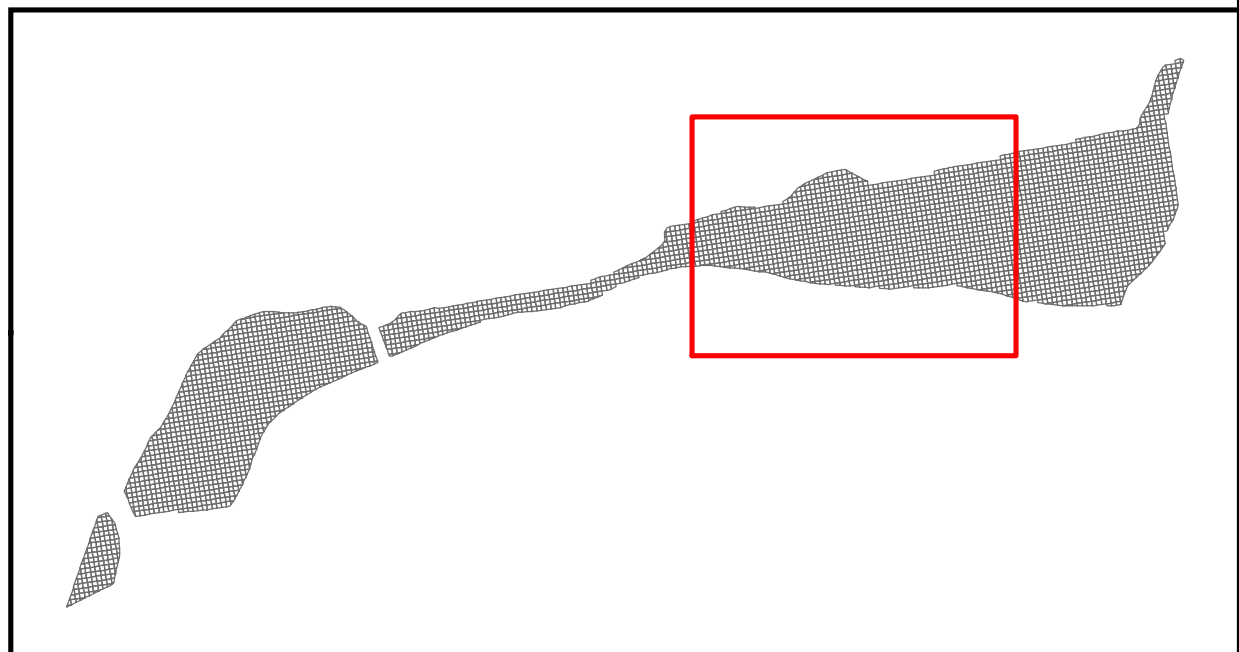
4711400

4711400



Leyenda

- Puntos de plantación
- Cuadrícula. Marco real 6 x 6 metros
- Densidad de plantación 278 uds./ha



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)
ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
--	---

PLANO: REPLANTEO PLANTACIÓN CHOPERA DE PRODUCCIÓN MALLA Y PUNTOS DE PLANTACIÓN	NÚMERO: 7.2
	ESCALA: 1:1.250

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

307600

307700

307800

307800

307900

308000

308100

4711700

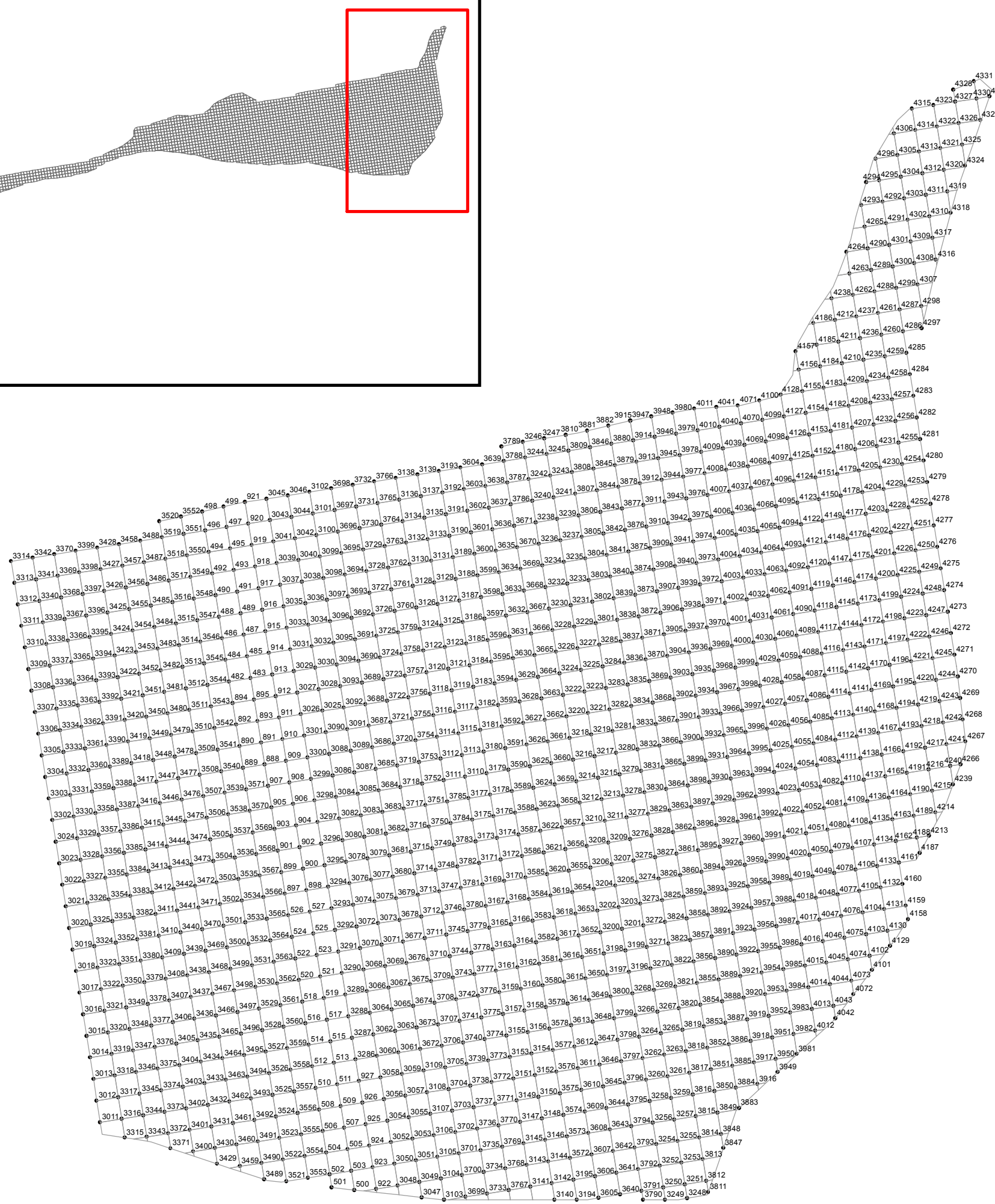
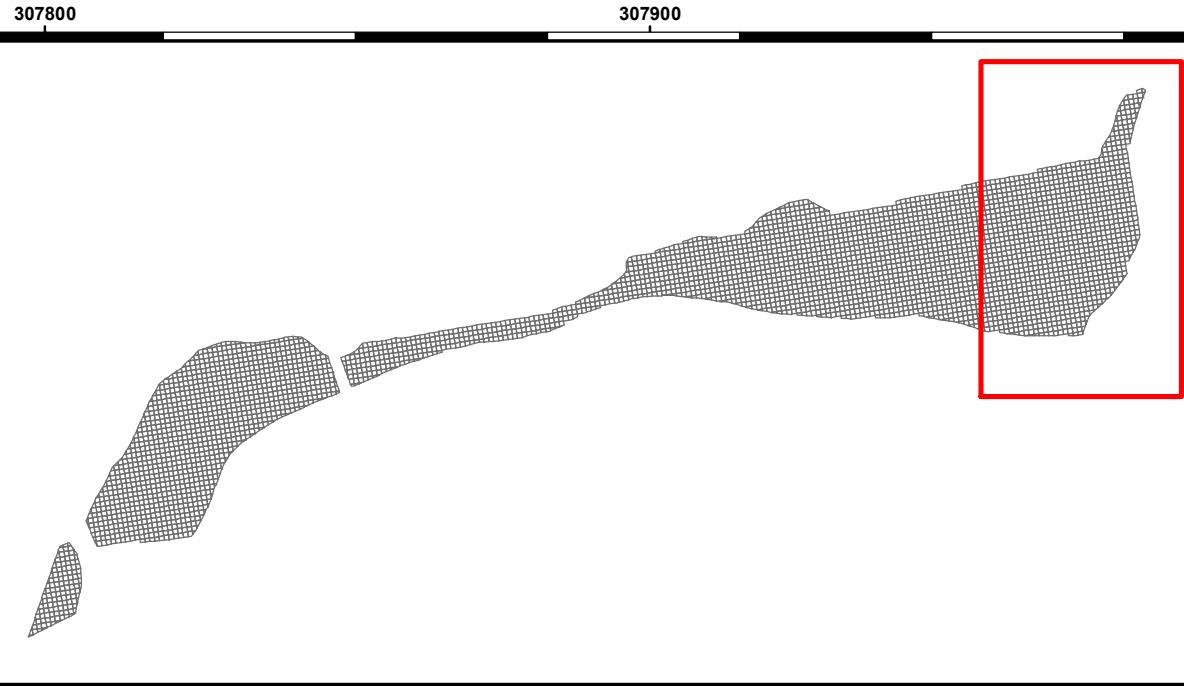
4711700

4711600

4711600

4711500

4711500



Leyenda

- Puntos de plantación
- Cuadrícula. Marco real 6 x 6 metros
- Densidad de plantación 278 uds./ha



PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO ESLA Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: REPLANTEO PLANTACIÓN CHOPERA DE PRODUCCIÓN MALLA Y PUNTOS DE PLANTACIÓN	NÚMERO: 7.2
ESCALA: 1:1.250	



Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N



En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

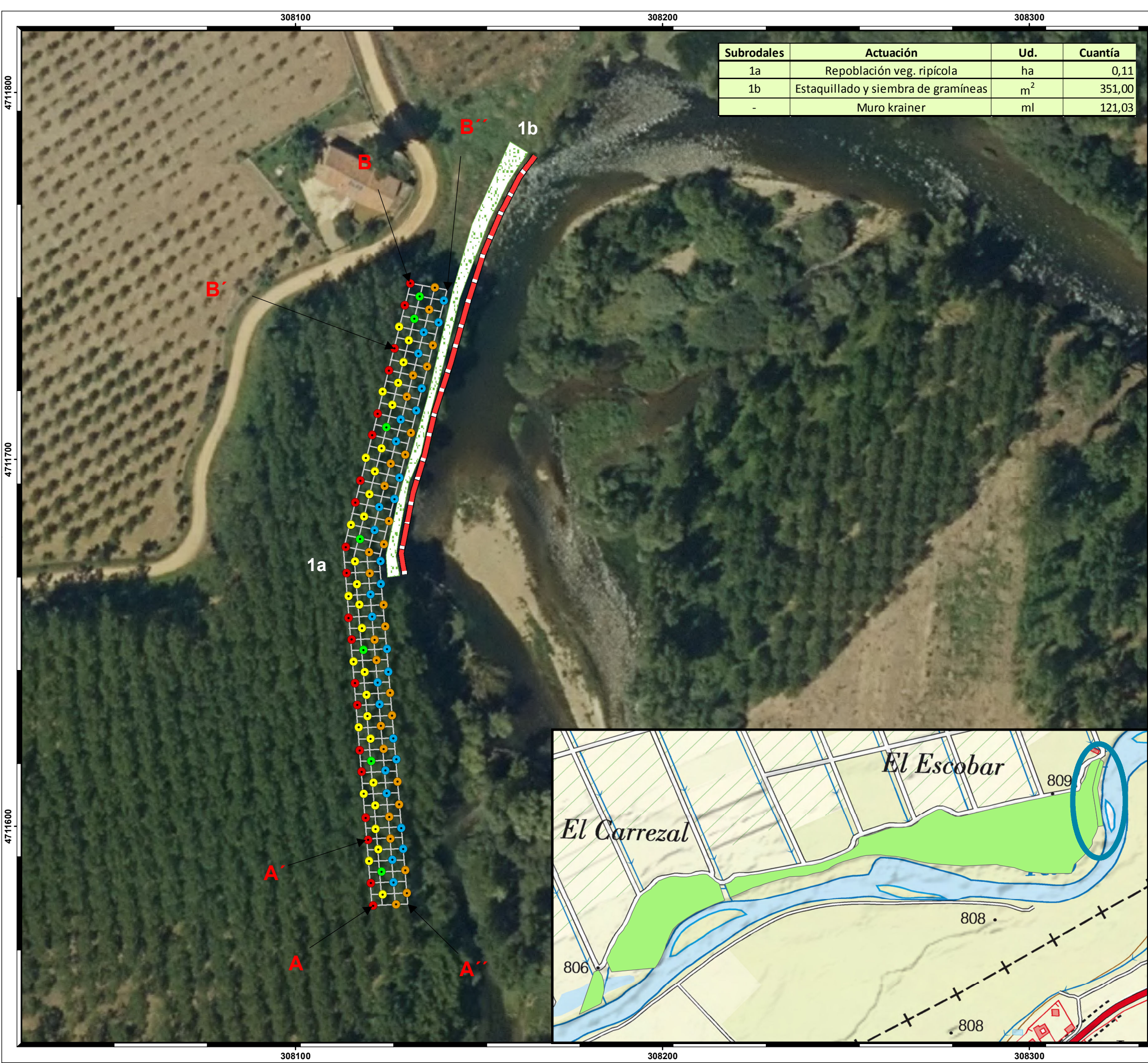
Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

307800

307900

308000

308100



Subrodales	Actuación	Ud.	Cuántia
1a	Repoblación veg. ripícola	ha	0,11
1b	Estaquillado y siembra de gramíneas	m ²	351,00
-	Muro krainer	ml	121,03

Punto de referencia	Coordenada X	Coordenada Y
A	308120	4711579
A'	308120	4711597
A''	308130	4711579
B	308131	4711748
B'	308127	4711730
B''	308141	4711746

Leyenda

Especie

- *Fraxinus angustifolia*
- *Populus alba*
- *Populus nigra*
- *Prunus avium*
- *Ulmus minor*

Cuadrícula. Marco 3,33 x 3 metros
Densidad 1.000 uds./ha

Estaquillado y siembra gramíneas

Muro Krainer

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO Esla Y GESTIÓN DE LOS TERRENOS DE RIBERA ANEXOS EN LA LOCALIDAD DE VALLE DE MANSILLA (LEÓN)

ETSIIAA

PROMOTOR: Entidad Local Menor de Valle de Mansilla	EMPLAZAMIENTO: Valle de Mansilla - LEÓN -
PLANO: REPLANTEO PLANTACIÓN BANDA DE VEGETACIÓN RIPÍCOLA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES MURO KRAINER	NÚMERO: 7.3
	ESCALA: 1:1.000

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM Zona 30 N

0 5 10 20 m

En Valladolid junio de 2018

El Ing. Técnico Forestal y Alumno Máster Ing. de Montes

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Proyecto de restauración de un tramo
del río Esla y gestión de los terrenos de
ribera anexos en la localidad de Valle
de Mansilla (León)

Documento III. Pliego de condiciones

Alumno: Ignacio Arroyo Marcos

Tutor: Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio de 2018

DOCUMENTO III. PLIEGO DE CONDICIONES

Documento III. Pliego de Condiciones

Índice del Documento III. Pliego de condiciones

TÍTULO I. Disposiciones generales	5
TÍTULO II. Pliego de condiciones técnicas particulares	7
CAPÍTULO I. Mano de obra.....	7
Apartado 1. Cuadrilla de trabajos.....	7
Apartado 2. Maquinistas	7
Apartado 3. Prevención de riesgos laborales.....	8
Apartado 4. Formación de los trabajadores	10
CAPÍTULO II. Materiales	10
Apartado 1. Herramientas	10
Apartado 2. Condiciones de ámbito general para los materiales y herramientas.....	11
Apartado 3. Material vegetal	12
CAPÍTULO III. Maquinaria	18
Apartado 1. Especificaciones técnicas.....	18
Apartado 2. Cuestiones comunes para la maquinaria	19
CAPÍTULO IV. Medios auxiliares.....	19
Apartado único. Condiciones generales.....	19
CAPÍTULO V. Ejecución.....	20
Apartado 1. Introducción	20
Apartado 2. Realización de los trabajos.....	20
Apartado 3. Periodos y plazos de ejecución de las obras.....	27
Apartado 4. Cuestiones comunes en la ejecución de obras	28
CAPÍTULO VI. Medición y valoración	29
Apartado único. Condiciones generales.....	29
CAPÍTULO VII. Disposiciones complementarias	30
Apartado 1. Planos de detalle	30
Apartado 2. Señalización de la obra	30
Apartado 3. Vigilancia de la obra	30
CAPÍTULO VIII: Normas y pruebas previstas para la recepción	31
Apartado único. Condiciones generales.....	31

TÍTULO III. Pliego de condiciones facultativas.....	33
CAPÍTULO I. Delimitación de funciones de los agentes intervinientes	33
CAPÍTULO II. Trabajos, materiales y medios auxiliares.....	35
CAPÍTULO III. Recepción y garantías	36
TÍTULO IV. Pliego de condiciones económicas	38
CAPÍTULO I. Base fundamental.....	38
CAPÍTULO II. Garantías de cumplimiento y fianzas.....	38
CAPÍTULO III. Precios y revisiones	39
CAPÍTULO IV. Abono de los trabajos.....	40
CAPÍTULO V. Varios	41
TÍTULO V. Pliego de condiciones legales	42
CAPÍTULO I. Compatibilidad y relación.....	42
CAPÍTULO II. Normativa aplicable	42
CAPÍTULO III. Disposiciones varias	44
CAPÍTULO IV. Disposición final	45

TÍTULO I. Disposiciones generales

Cláusula 1. Objeto del pliego

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego todas las obras y actuaciones cuyas características, planos y presupuestos se adjuntan en las partes correspondientes del presente *“Proyecto de restauración de un tramo del río Esla y gestión de los terrenos de ribera anexos en la localidad de Valle de Mansilla (León)”*.

Cláusula 2. Descripción general del proyecto

En el presente proyecto se pretende ejecutar la restauración de un tramo del río Esla a su paso por la localidad de Valle de Mansilla, localidad perteneciente a la provincia de León y de este modo proteger la propiedad de las fincas colindantes, bienes inmuebles cercanos al cauce del río, así como infraestructuras viarias creadas cuando se llevó a cabo la concentración parcelaria de la zona. Para ello se utilizarán técnicas de bioingeniería y se procederá a la restauración de una banda de protección mediante vegetación ripícola. A parte de la restauración que se va a llevar a cabo se realizará una repoblación de chopo de producción en las fincas colindantes pertenecientes a la Junta Vecinal de Valle de Mansilla, promotora del proyecto.

Cláusula 3. Obras del proyecto

El presente Pliego constituye el conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras, actuaciones y prestaciones del proyecto de referencia buscando la máxima calidad, eficacia, eficiencia, respeto medio ambiental y seguridad de los trabajadores, y contiene las condiciones técnicas mínimas referentes a mano de obra, materiales, planta y maquinaria, las instalaciones y detalles de ejecución y el sistema de pruebas a que han de someterse los trabajos, así como los materiales.

Igualmente se establecen las consideraciones relativas al suelo y vegetación existente, indicando su tratamiento, así como la forma de medir y valorar las distintas unidades de obra y su recepción.

Cláusula 4. Obras accesorias del proyecto

Si durante la ejecución del proyecto fuera necesario realizar algún tipo de obra accesoria, entendida esta como aquella que por su naturaleza no estuviera prevista en el proyecto, según su importancia se construirán en base a proyectos adicionales o se llevará acabo conforme a la propuesta que formule la Dirección de Obra.

El adjudicatario estará en la obligación de ejecutarlas con estricta sujeción a las órdenes que al efecto reciba de la Dirección de Obra y en cualquier caso con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

La Dirección de Obra tendrá plenas atribuciones para definir la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que a su juicio las obras o instalaciones que resulten defectuosas parcial o totalmente deberán ser corregidas, modificadas o rehacerlas sin que de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Contratista.

El presupuesto de las obras accesorias se realizará mediante relación valorada de las unidades de obra que presentará el adjudicatario para la aprobación por parte de la Dirección de Obra.

Cláusula 5. Documentos que definen el Proyecto

Los documentos que definen las obras del Proyecto y que la propiedad entregará al Contratista serán:

1. Memoria y anejos a la memoria.
2. Planos
3. Pliego de condiciones
4. Mediciones
5. Presupuesto
6. Estudio de Seguridad y Salud.

Cláusula 6. Dirección de Obra

La entidad promotora nombrará en su representación un Ingeniero facultado para poder realizar el trabajo encomendado, en el que recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El contratista facilitará la labor de este para poder realizar su trabajo con la mayor eficiencia posible.

TÍTULO II. Pliego de condiciones técnicas particulares

CAPÍTULO I. Mano de obra

Apartado 1. Cuadrilla de trabajos

Cláusula 7. Ejecución de trabajos.

Los trabajos objeto del proyecto se realizarán empleando el personal adecuado y suficiente para cada una de las operaciones recogidas en el Proyecto. El personal, salvo los maquinistas y sus ayudantes, se agrupará en al menos una cuadrilla. La cuadrilla podrá desagregarse cuando así sea conveniente para la ejecución de determinadas unidades y así lo considere la Dirección Facultativa.

Cláusula 8. El capataz

Deberá contar con la correspondiente titulación o/y con suficiente experiencia y competencia en la realización de trabajos forestales y obras, así como capacidad de mando sobre el personal a él encargado y disposición para entender las instrucciones que se le indiquen y hacer que se cumplan. En este sentido será condición indispensable que sepa hablar y escribir en castellano. Al inicio de la obra o al cambiar de capataz todos los requisitos mencionados deberán ser acreditados ante la Dirección Facultativa.

Cláusula 9. Los peones

Deberán tener suficiente formación, habilidad y destreza en la realización de trabajos forestales y en el manejo adecuado de las herramientas propias de los trabajos asignados. Será condición indispensable, por razones de seguridad y prevención de riesgos laborales, que sepan hablar y entender el castellano.

Cláusula 10. General

El personal deberá ser contratado con carácter permanente por el Régimen General de la Seguridad Social y respetar el Convenio Colectivo para el sector de Actividades Forestales de la Comunidad de Castilla y León.

Apartado 2. Maquinistas

Cláusula 11. Cualificación.

Para todas las operaciones en las que sea necesario el empleo de maquinaria, el Contratista deberá atenderlas con personal suficientemente cualificado y experimentado. Todos los maquinistas han de estar convenientemente identificados y con la documentación que le habilite el manejo de la maquinaria.

Cláusula 12. Seguimiento de instrucciones

En todo caso, los maquinistas tendrán en cuenta las instrucciones señaladas por la Dirección Facultativa, en concreto las relativas a la realización de trabajos, respeto a determinados ejemplares o masas vegetales de especial importancia, horarios de

trabajo y evitación de contaminaciones, en concreto en las labores de mantenimiento de la maquinaria adscrita a la obra.

Apartado 3. Prevención de riesgos laborales

Cláusula 13. Obligación en la materia

En todo lo referente a la Seguridad y Salud se estará a lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, y en la ejecución de las obras se seguirán todos los procedimientos estipulados en el R.D 1627/97.

Dicho Plan de Seguridad y Salud deberá ser entregado por la Empresa Adjudicataria y aprobado por la Entidad promotora obligatoriamente antes del comienzo de la obra.

Cláusula 14. Exigencias por incumplimiento

Cuando el Contratista o las personas de él dependientes incurran en actos u omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras, o conlleve el incumplimiento del programa de trabajo o el Plan de Seguridad y Salud, la Dirección Facultativa podrá exigirle la adopción de medidas concretas y eficaces para conseguir o restablecer el buen orden en la ejecución de la obra.

Cláusula 15. Controles

El Coordinador de Seguridad y Salud será la figura adscrita al llevar el control en materia de seguridad y salud. Cuando un trabajador incumpla las condiciones mínimas exigibles en cuanto a seguridad y salud, sin perjuicio de aquellas recogidas en convenios u otras estipulaciones de carácter general, el Coordinador lo pondrá en conocimiento del Contratista para que lleve a cabo las medidas oportunas según la normativa en materia de Trabajo.

Cláusula 16. Suministro de EPI's

El Contratista deberá suministrar a todos los trabajadores adscritos a la obra, desde el primer día, Equipos de Protección Individual (EPI) adecuados para la realización de las distintas labores que engloba el Proyecto. El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad y Salud podrán solicitar la renovación inmediata de cualquiera de los elementos del EPI cuando detecte que por deterioro o por sus características no cumple con las solicitudes exigidas del riesgo a proteger.

Los Equipos de Protección Individual deberán estar homologados y contar con la certificación correspondiente acreditada el fabricante, que entregada al Coordinador de Seguridad y Salud. Cada Equipo de Protección Individual estará compuesto, como mínimo, de:

- ◆ Mono de trabajo de algodón, con bolsillos y cierre de cremalleras.
- ◆ Par de botas de seguridad con puntera metálica, caña alta, fabricadas en material impermeable y suela antideslizante, que cumpla, como mínimo, las siguientes normas:

EN-344 / EN-345-2 / EN-17249 - Clase 3: Resistencia al corte de una cadena (velocidad cadena 28 m/s) / EN-346/ EN-347 Calzado de trabajo

- ◆ Botiquín completo portátil de primeros auxilios.
- ◆ Cantimplora de un litro de capacidad, realizada en aluminio, forrada con material aislante y con mosquetón de enganche.
- ◆ Casco de seguridad, con categoría 11 de protección, fabricado en material plástico, con barbuquejo, cogotera y antisudatorio frontal. Deberá cumplir, al menos, la norma EN-397 Cascos de protección para la industria. En caso de utilizarse motosierra o motodesbrozadora deberá de cumplir EN-1731 Pantalla forestal y EN-352-3 orejeras acopladas a un casco de protección.
- ◆ Cinturón portaherramientas
- ◆ Par de guantes de trabajo, fabricados en cuero, que deberán cumplir, al menos, las siguientes normas:

EN-388/ EN-407/ EN-420. En el caso de utilización de motosierra o motodesbrozadora han de tener protección anticorte, de clase f, que deberán cumplir, al menos, la norma EN-381-4, Clase 1.

- ◆ Peto protector anticorte, que deberá cumplir, al menos, las siguientes normas:
EN-340/ EN-381-5J EN- 341J EN-385-9 y EN-531

Todos elementos, deberán llevar el correspondiente marcado, que se colocará y permanecerá visible, legible e indeleble durante el periodo de duración previsible o vida útil del EPI. Este marcado se debe de componer de:

- ◆ Marcado CE.
- ◆ Identificación del fabricante y su nacionalidad.
- ◆ Tipo de modelo.
- ◆ Fecha de fabricación.
- ◆ Norma europea de aplicación.
- ◆ Códigos de designación de la protección ofrecida.

Cláusula 17. Señalización

Respecto a la señalización de las obras, se estará, con carácter general, a lo regulado en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, particularmente en los artículos en los que dicho Real Decreto establece los criterios para el empleo de señalización (Artículo 3), cuando se ponga de manifiesto la necesidad de:

- ◆ Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- ◆ Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- ◆ Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- ◆ Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Apartado 4. Formación de los trabajadores

Cláusula 18. Normativa

De acuerdo con lo establecido en la ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos laborales, el Contratista deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia de prevención de riesgos laborales, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Así mismo, la formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos, y repetirse periódicamente, si fuera necesario. La Empresa Adjudicataria deberá informar y formar a los trabajadores sobre: los riesgos a que pueden estar expuestos, el uso adecuado de los EPI, y sus propiedades preventivas o protectoras, su adecuada conservación y el mantenimiento para perseverar sus características de protección.

Cláusula 19. Obligatoriedad

La formación en prevención de riesgos laborales y en el resto de trabajos a efectuar se establece como requisito previo imprescindible para la buena ejecución de las obras. Los cursos deberán ser fehacientemente certificados y homologados, y podrán ser supervisados por la Entidad contratante. En el caso que se detecten graves carencias formativas, la Dirección Facultativa, a sugerencia del Coordinador de Seguridad y Salud, podrá impartirla de oficio con medios propios o ajenos.

CAPÍTULO II. Materiales

Apartado 1. Herramientas

Cláusula 20. Dotación

El Contratista dotará a su personal de todas las herramientas necesarias para la correcta realización de los trabajos previstos en el proyecto de referencia. También correrá por su cuenta su mantenimiento y reposición. Toda la herramienta que se encuentre en la obra deberá estar en perfectas condiciones de uso, procediendo a la reparación si fuera posible o reposición en caso de inservibilidad.

Cláusula 21. Tipo de herramienta a utilizar

Todos los trabajos forestales se realizarán con herramientas, tanto manuales como mecánicas, propias del sector forestal.

Para los tratamientos silvícolas (si proceden), preparación de las uniones de los troncos que se utilizarán para la construcción del muro Krainer, obtención de material vegetal de la zona para el estaquillado se utilizará: motosierra, motodesbrozadora,

podón, hacha de podar, hacha, tijeras emangadas con o sin pértiga y serrucho con o sin pértiga.

Cláusula 22. Legislación a cumplir

Todas las herramientas y equipos deberán tener el marcado CE y cumplir lo establecido en la legislación vigente y, en concreto, en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo, así como la Directiva 98/37/CE relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

Cláusula 23. Transporte

Durante el transporte, toda la herramienta deberá ser colocada y asegurada de forma tal que permita la visibilidad al conductor, no comprometa la estabilidad del vehículo, ni pueda causar riesgo para los ocupantes o terceros. De esta forma, se exige que no sea transportada en el mismo habitáculo en el que viajen personas, y, en todo caso, para herramientas cortantes o punzantes debe utilizarse siempre algún tipo de protector.

Apartado 2. Condiciones de ámbito general para los materiales y herramientas

Cláusula 24. Herramientas y materiales

Todas las herramientas y materiales empleados en las obras que incluye este proyecto cumplirán los requisitos exigidos por la normativa oficial vigente, y habrán de reunir las condiciones mínimas que se establece en este Pliego de Prescripciones según la materia. Además, se deberá seguir todas las recomendaciones e instrucciones del fabricante respecto a garantizar la seguridad de las personas y tomar toda serie de precauciones ante las actuaciones en las que pudiera existir riesgo de producirse chispas.

Cláusula 25. Obtención de materiales

El Contratista tiene libertad para obtener los materiales que las obras precisen en los puntos que estime convenientes sin modificación de los precios establecidos. En estos casos deberá notificar a la Dirección Facultativa, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales, aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación.

Cláusula 26. Calidad de materiales

Todos los materiales habrán de ser de primera calidad, y podrán ser examinados antes de su empleo por la Dirección Facultativa, quien dará su aprobación o los rechazará en el caso de considerarlos inadecuados, debiendo en caso ser retirados de inmediato por el contratista, sin coste ninguno para el promotor.

Cláusula 27. Ensayos y análisis

En relación con cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir, en todo momento, aquellos ensayos o análisis que la Dirección Facultativa juzgue necesario realizar para comprobar la calidad y características de los materiales empleados o que hayan de ser empleados. El coste de esos análisis será por cuenta del Contratista.

Cláusula 28. Calidad de materiales no especificados en el Pliego

Los materiales que hayan de emplearse en las obras sin que se haya especificado en este Pliego deberán ser de primera calidad, y no podrán ser utilizados sin haber sido previamente reconocidos por la Dirección Facultativa, quien podrá admitirlos o rechazarlos según reúnan o no las condiciones que, a su juicio, sean exigibles, y sin que el Contratista tenga derecho a reclamación alguna.

Cláusula 29. Acopio de materiales

El Contratista se abstendrá de hacer acopio de alguno de los materiales sin contar con la debida autorización escrita del Director de Obra. Tal autorización le será expedida una vez vistas y aceptadas las muestras de cada uno de los materiales a acopiar que el contratista queda obligado a presentar.

Apartado 3. Material vegetal

Cláusula 30. Requisitos legales

Toda planta empleada deberá cumplir con todos los requerimientos exigibles al efecto de acuerdo al R.D. 289/2003 de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción, así como al Decreto 54/2007, de 24 de mayo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción en la Comunidad de Castilla y León, y todas las especificaciones indicadas en el proyecto en cuanto a especie, subespecie, clon y procedencia más adecuada, así como grado de selección y mejora exigida en el proyecto para cada caso.

Cláusula 31. Retirada del vivero

Únicamente se retirará planta del vivero forestal cuando la preparación del terreno esté finalizada y el terreno tenga las condiciones adecuadas para comenzar la plantación (tempero). Asimismo, sólo se retirará planta del vivero forestal cuando el Contratista disponga de los medios necesarios en campo (personal, maquinaria y herramienta) para plantar inmediatamente después a la llegada de la planta.

Cláusula 32. Respecto a las cantidades a retirar del vivero

No se retirará más planta del vivero de la que pueda ser plantada en diez días de plantación hábiles, es decir, días laborales en que el terreno no esté cubierto por la nieve o cuando la temperatura sea superior a cero grados centígrados (ausencia de heladas).

Cláusula 33. Aspecto exterior

La planta debe presentar un aspecto de no haber sufrido desecaciones o temperaturas elevadas durante el transporte especialmente en lo referido a turgencia y coloraciones adecuadas. Así mismo, el cuello de la raíz debe estar bien lignificado y las partes verdes suficientemente endurecidas. Todo caso se atenderá a lo establecido en la normativa vigente.

Cláusula 34. Aprobación del material

En ningún caso podrá ser utilizada en obra planta que no haya sido previamente aprobada por el Director de Obra. Así mismo, la aceptación de una planta en cualquier momento no será obstáculo para que sea rechazada en el futuro si se encontraran defectos en su calidad y uniformidad.

Cláusula 35. Incumplimientos

El Contratista deberá cumplir con el mayor rigor las instrucciones que sobre el manejo y cuidado de la planta se detallan en el presente Pliego. De incumplirse cualquiera de esas instrucciones el Director de Obra podrá ordenar la eliminación de la planta maltratada, no siendo exigible por parte de Contratista ningún tipo de indemnización.

Cláusula 36. Recepción de la planta

La empresa adjudicataria deberá aportar la siguiente documentación de todos los lotes de planta a utilizar en el presente Proyecto:

- ◆ *Documento del proveedor* de acuerdo con lo establecido en el R.D. 289/2003 que reúna la información mínima exigida para identificar el lote.
- ◆ *Etiquetas* identificativas de los mazos de plantas, de acuerdo con lo establecido en el R.D.289/2003 y que reúnan la información mínima exigida para identificar el lote.
- ◆ *Pasaporte fitosanitario* de acuerdo al Real Decreto 58/2005, en forma de etiqueta o documento que evidencia el cumplimiento de las normas fitosanitarias y los requisitos especiales exigidos referidos en el citado Real Decreto.

Cláusula 37. Características fenotípicas plantón chopo de producción

Una vez comprobado la adecuación de las plantas, por los documentos anteriores, respecto a las exigencias de índole genético, se realizará el control de la calidad exterior, es decir, de las características cualitativas y cuantitativas de las plantas constitutivas del lote. La planta a utilizar será de la especie indicada en el Proyecto: de dos savias a raíz desnuda, con una altura comprendida entre los 5,5 y 6 metros, con la raíz cortada y todas las ramas laterales podadas. Todas las plantas llevarán una señal con pintura a 3,5 metros del cuello de su raíz. El marcado de la planta lo realiza el Contratista, asumiendo el coste del mismo en el precio de la plantación.

Las características de la planta a utilizar vendrán determinadas en función de los siguientes parámetros:

- a) **Altura:** Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz, medido en metros.
- b) **Robustez:** Se mide por el diámetro del cuello de la raíz, expresado en mm.
- c) **Estado sanitario:** No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas
- d) **Edad:** Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.

La especie y el clon y los valores mínimos exigibles de los parámetros explicados con anterioridad, para este material vegetal serán los siguientes:

Planta a raíz desnuda (sin raíz).

- ◆ Especie: ***Populus x euramericana*** (Dode) Guinier, clon I-214.
- ◆ Altura: 5,5 - 6 metros plantación año 0 y 6 - 6,5 metros reposición año 1.
- ◆ Robustez: 90-110 mm plantación año 0 y 110 - 130 mm reposición año 1.
- ◆ Edad: 2 primaveras.

Planta a raíz desnuda (sin raíz).

- ◆ Especie: ***Populus x euramericana*** (Dode) Guinier, clon MC.
- ◆ Altura: 5,5 - 6 metros plantación año 0 y 6 - 6,5 metros reposición año 1.
- ◆ Robustez: 90-110 mm plantación año 0 y 110 - 130 mm reposición año 1.
- ◆ Edad: 2 primaveras.

Planta a raíz desnuda (sin raíz).

- ◆ Especie: ***Populus x interamericana*** Brokehuizen, clon Raspalje.
- ◆ Altura: 5,5 - 6 metros plantación año 0 y 6 - 6,5 metros reposición año 1.
- ◆ Robustez: 90-110 mm plantación año 0 y 110 - 130 mm reposición año 1.
- ◆ Edad: 2 primaveras.

Cláusula 38. Características fenotípicas planta ripícola procedente de vivero

Se comprobará como en el caso del plantón de chopo de producción la adecuación de las plantas, por los documentos exigidos respecto a las obligaciones de índole genético, posteriormente se realizará el control de la calidad exterior, es decir, de las características cualitativas y cuantitativas de las plantas constitutivas del lote. La planta a utilizar será de la especie indicada en el Proyecto: de tres o cuatro savias (siempre que la talla alcance las exigencias será preferible la utilización de planta de 3 savias) a raíz desnuda, con una altura comprendida entre los 3 y 3,5 metros, con la raíz repicada y todas las ramas laterales podadas a una longitud no mayor de 0,5 metros.

Las características de la planta a utilizar vendrán determinadas en función de los siguientes parámetros:

- a) **Altura:** Se define por la longitud desde el extremo de la yema terminal hasta el cuello de la raíz, medido en metros.
- b) **Robustez:** Se mide por el diámetro del cuello de la raíz, expresado en mm.

- c) Estado sanitario: No debe mostrar signos de enfermedad, ni presentar coloraciones que puedan atribuirse a deficiencias nutritivas
- d) Edad: Viene determinada por el número de savias o tiempo de permanencia en vivero hasta su trasplante al monte. Se expresa en años o periodos vegetativos.

La especie y los valores mínimos exigibles de los parámetros explicados con anterioridad, para este material vegetal serán los siguientes:

Planta a raíz desnuda.

- ◆ Especie: *Fraxinus angustifolia*.
- ◆ Altura: 3 - 3,5 metros
- ◆ Robustez: 70 - 100 mm. de grosor en el cuello de la raíz.
- ◆ Edad: 3 - 4 primaveras.

Planta a raíz desnuda.

- ◆ Especie: *Populus alba*.
- ◆ Altura: 3 - 3,5 metros
- ◆ Robustez: 70 - 100 mm. de grosor en el cuello de la raíz.
- ◆ Edad: 3 - 4 primaveras.

Planta a raíz desnuda.

- ◆ Especie: *Populus nigra*.
- ◆ Altura: 3 - 3,5 metros
- ◆ Robustez: 70 - 100 mm. de grosor en el cuello de la raíz.
- ◆ Edad: 3 - 4 primaveras.

Planta a raíz desnuda.

- ◆ Especie: *Ulmus minor*.
- ◆ Altura: 3 - 3,5 metros
- ◆ Robustez: 70 - 100 mm. de grosor en el cuello de la raíz.
- ◆ Edad: 3 - 4 primaveras.

Planta a raíz desnuda.

- ◆ Especie: *Prunus avium*.
- ◆ Altura: 3 - 3,5 metros
- ◆ Robustez: 70 - 100 mm. de grosor en el cuello de la raíz.
- ◆ Edad: 3 - 4 primaveras.

Cláusula 39. Características fenotípicas planta ripícola recolectada en la zona

El material vegetal que será utilizado para realizar el estaquillado en los diferentes pisos de la obra de bioingeniería (muro Krainer) será recolectado de zonas próximas (distancia menor de 500 metros) de la zona del proyecto. Estas zonas se encuentran localizadas y serán visitadas por la Dirección de Obra y el Contratista el día que se estipule para llevar a cabo el replanteo de la obra.

Las varas se obtendrán de especies del género *Salix* tendrán una longitud de entre 1,5 y 2 m y entre 3 - 5 cm de diámetro en el medio de la vara.

Cláusula 40. Limitaciones en la recolección del material vegetal

Existirá una limitación de recolección por mata, en la que no se podrá dejar la mata de donde se obtengan las varas con menos de un 40 % de las varas iniciales. De este modo se asegura la viabilidad de todas las matas.

Cláusula 41. Limitaciones en tiempo

Se tendrá en cuenta en el momento de ir a recolectar las varas que no podrán estar cortadas más de tres días sin estar plantadas en el sitio definitivo. La recolección se realizará en parada vegetativa.

Cláusula 42. Manejo y transporte de la planta

El aviverado de la planta a raíz desnuda debe ser el adecuado, en zonas poco soleadas, manteniendo la humedad justa del suelo mediante la realización de los riegos necesarios. Al llegar del vivero a la zona de plantación, la planta se colocará en una zanja abierta al efecto, y luego se cubrirá su parte inferior con tierra, de manera que la zanja quede tapada para proteger la planta de la desecación y de las heladas. El tallo de la planta formará un ángulo de 45° con el suelo de manera que no esté en contacto con el terreno.

Para evitar la deshidratación en la medida de lo posible del material vegetal la parte apical irá hacia la parte posterior de la caja del camión. Una vez cargado este se echará por encima de las plantas una lona para evitar la rotura de yemas por causa del viento durante el trayecto. Para descargar la planta no se podrá proceder a bascular el camión o el tractor en el que se lleve al monte, sino que los diferentes haces deberán ser descargados manualmente o con la maquinaria correspondiente (grúa del propio camión por ejemplo).

No se han de formar grandes montones de planta y permitir en todo momento la circulación de aire entre los hatos o manojos. En época fría se tendrá especial cuidado con las heladas y los vientos desecantes. En época cálida los lugares para aviverar la planta deberán ser frescos, a refugio del sol y del viento y con buen suelo. Puede ser necesario el mantener fresca la planta por medio de riegos. Las plantas deben quedar bien espaciadas y enterradas, sin raíces expuestas y con una cubierta mínima de 10 centímetros de suelo sobre ellas.

Cláusula 43. Tiempos y cuidados del material vegetal

Deberá observarse el mayor cuidado de todas las operaciones que conllevan el manejo de la planta y su transporte. En concreto, se prestará atención a los siguientes puntos:

- ◆ El tiempo de transporte de la planta desde su salida del vivero a su recepción en el monte no será superior a 1 día, y se realizará en las horas de menor calor del día.
- ◆ El camión o vehículo de transporte ha de ser caja rígida de las dimensiones adecuadas al tamaño de la planta, abierta en su parte posterior para permitir la carga de los haces en el vivero y su cerrado posterior con lona para el transporte para proteger la planta de la desecación producida por el sol o el viento y de los posibles daños a yemas y ramas. En todo caso, y para una mayor concreción de las condiciones, el contratista estará obligado a comunicar al menos con 72 horas de antelación al vivero la cantidad y características de la planta que precisa para la obra, en función de estas, el vivero le fijará las condiciones que debe cumplir el medio de transporte.
- ◆ El traslado desde el lugar de aviverado al reparto en la parcela, se hará con la planta debidamente cubierta, sin ser sometida al efecto desecante del viento ni a insolación directa. Nunca se sacará del aviverado más planta de la que se pueda plantar en el mismo día.
- ◆ Proteger las plántulas en todo momento de la desecación, luz directa, calor excesivo, asfixia, congelación, golpes, roturas, variaciones bruscas de temperatura y contacto de sustancias tóxicas o perjudiciales.
- ◆ No se deberán aplicar riegos si se dan temperaturas muy bajas durante el aviverado.
- ◆ Cada planta debe manejarse con delicadeza, separarse con cuidado de las demás y depositarse con rapidez y destreza en el hoyo de plantación.

Cláusula 44. Material vegetal inerte

Se considerará como material vegetal inerte las vigas de madera utilizadas para la construcción del muro entramado de madera con vegetación o muro Krainer. Este material tendrá que cumplir las características constructivas necesarias para poder soportar las cargas, empujes, presiones y demás fuerzas existentes y que incidirán sobre él.

Cláusula 45. Tipología material vegetal inerte

El tipo de troncos que se utilizará será de madera de conífera maciza de diámetro 0,25 metros de densidad 750 kg/m³, clase resistente C18 ($f_{mk} = 18 \text{ N/mm}^2$). Al utilizarse para exterior y carga permanente la clase de servicio será la 3.

Cláusula 46. Preparación del material vegetal inerte

El manejo de las vigas se realizará *in situ* o por los operarios que a tal efecto se determinen en su momento. Estos operarios han de tener buen manejo y destreza de máquinas como la motosierra para poder ejecutar correctamente las uniones entre

troncos. Los cortes y machihembrados se realizarán a pie de obra para que sea más sencillo el realizarlo en el momento que se vaya necesitando.

CAPÍTULO III. Maquinaria

Apartado 1. Especificaciones técnicas

Cláusula 47. Maquinaria para la realización de la obra

La maquinaria será la indicada en proyecto, de acuerdo con los procesos indicados para cada unidad de obra. Salvo procesos específicos definidos en el Proyecto, se establecen con carácter general las siguientes características de la maquinaria.

Para la construcción del muro Krainer, plantación tanto para la chopera de producción como para la repoblación con especies ripícolas, la nivelación y el marcado, se emplearán como mínimo máquinas de las siguientes características:

- ◆ Retroexcavadora hidráulica:
 - Retroexcavadora hidráulica de cadenas. 131-160 C.V. Cuchara de 1 m³.
 - Peso entre 20 - 24 t.
 - Cazo con volumen mínimo de 1 m³, anchura mínima 1 m.
 - Cazo con volumen mínimo de 0,60 m³, anchura mínima 0,50 m.
- ◆ Bulldozer:
 - Tractor de cadenas con bulldozer con ripper. 131-150 C.V.
- ◆ Camión 3 ejes:
 - Potencia en el volante 100-120 H.P.
 - Peso: 15.000 Kg.
 - Carga máxima: 39.000 Kg.
 - Longitud mínima de caja de 8 m.
- ◆ Tractor de ruedas con apero:
 - Potencia 130 - 160 CV
 - Peso 8.000 Kg.
 - Aperos agrícolas: Rejón de marcado.
 - Grada de discos arrastrada de un peso mínimo de 3.500 kg, discos de diámetro superior a 60 cm. y anchura no inferior a 2,90 m.

Cláusula 48. Maquinaria para el transporte de planta

En cuanto a camiones de transporte, su empleo se realizará en función de las necesidades y el ritmo de los trabajos, la posibilidad de acceso de los máximos tonelajes y los radios de giro y ancho de paso de los vehículos. A tal efecto, el Contratista atenderá las indicaciones de la Dirección Facultativa en cuanto a dotación de medios de transporte a fin de que no queden paralizadas las obras o se produzcan retenciones innecesarias de materiales hasta su utilización.

Apartado 2. Cuestiones comunes para la maquinaria

Cláusula 49. Obligaciones del Contratista

El contratista queda obligado como mínimo a situar en las obras los equipos de maquinaria necesarios para la correcta ejecución de las mismas, según se especifica en el Proyecto y de acuerdo con los programas de trabajos.

Cláusula 50. Potestad de la Dirección de Obra

La Dirección de Obra podrá ordenar la retirada y sustitución de la maquinaria o sus aperos que no satisfagan las condiciones mínimas exigibles en la ejecución de los distintos trabajos recogidos en Proyecto. Así mismo, quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. En ningún caso podrán retirarse sin consentimiento de la Dirección de Obra.

Cláusula 51. Exigencias a la maquinaria

Toda la maquinaria, sus aperos y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento, así como reunir todos los requisitos de seguridad y normalización que le sean exigibles de acuerdo con la legislación en vigor. El Contratista deberá presentar los papeles que certifiquen tales exigencias.

CAPÍTULO IV. Medios auxiliares

Apartado único. Condiciones generales

Cláusula 52. Medio auxiliares

Se consideran medios auxiliares todos aquellos útiles, herramientas, equipos o máquinas, incluso servicios, necesarios para la correcta ejecución de las distintas unidades de obra, cuyo desglose ha sido obviado en aras de una simplificación del cálculo presupuestario.

Cláusula 53. Obligaciones del Contratista

El Contratista queda obligado a poner a disposición para la ejecución de las obras todos aquellos medios auxiliares que resulten imprescindibles para la correcta ejecución de los trabajos.

Cláusula 54. Responsabilidad de la Dirección de Obra

Corresponderá a la Dirección de Obra la elección de los medios auxiliares, bien a iniciativa propia o bien de entre los propuestos por el Contratista.

Cláusula 55. Potestad de la Dirección de Obra

Cuando alguno de los medios auxiliares no responda a las especificaciones señaladas por la Dirección Facultativa o no cumpla disposiciones de la normativa

aplicable será retirado de la obra y reemplazado por uno que sí lo cumpla, sin que el Contratista tenga derecho a contraprestación alguna.

CAPÍTULO V. Ejecución

Apartado 1. Introducción

Cláusula 56. Respecto a las obras

Todas las obras comprendidas en este Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los Planos y las indicaciones de la Dirección de Obra, quien resolverá cuestiones que puedan plantearse en la interpretación de aquéllos y en las condiciones y de la ejecución.

Cláusula 57. Calendario de actuaciones

Antes del comienzo de las obras, el Contratista presentará un calendario que será aprobado por la Dirección de Obra en el que se reflejará el orden ejecución de las distintas unidades de obra. Como norma general, las obras se ejecutarán siguiendo dicho orden, aunque podrá ser alterado cuando la naturaleza o la marcha de las obras así lo aconseje, previa comunicación a la Dirección de Obra y su aprobación correspondiente. Tanto la comunicación como la aprobación de una modificación del calendario deberán hacerse por escrito mediante notificación.

El Contratista se obliga a seguir las indicaciones de la Dirección de Obra en todo aquello que no se separe de la tónica general del Proyecto y no se oponga a las prescripciones de éste u otros Pliegos de Condiciones que para la obra se establezcan.

Apartado 2. Realización de los trabajos

Cláusula 58. Actuaciones diferenciadas del Proyecto

El Proyecto que nos ocupa se efectuará por ejecución de las siguientes actuaciones u obras diferenciadas:

- 1) Construcción de obra de bioingeniería, muro Krainer.
- 2) Implantación de la banda de protección anexa al muro Krainer con vegetación ripícola.
- 3) Repoblación de finca con chopo de producción maderera.

Cláusula 59. Construcción de obra de bioingeniería, muro Krainer

Se construirá un entramado de troncos con vegetación o muro Krainer a doble pared. La construcción del muro Krainer se realizará siguiendo cronológicamente las siguientes fases:

1) Secado de la zona de construcción del muro.

La zona donde se va a construir el muro ha de estar sin agua para facilitar el trabajo constructivo, para ello se moverán gravas depositadas en el medio del cauce. El material se trasladará mediante retroexcavadora y buldócer para formar un muro paralelo a donde se construirá el muro dejando la zona sin agua.

2) Cajado de la zona de construcción del muro.

Se procederá a la apertura de la caja donde va a ir asentado el muro. Utilizando una retroexcavadora de cadenas con un peso de entre 20 y 24 toneladas se realizará la apertura de caja de las dimensiones de cálculo. El material que se saque se depositará en una zona en la orilla donde no moleste ya que se utilizará como relleno de los diferentes pisos del muro.

3) Proceso constructivo.

Se procede a la colocación de los troncos de madera inerte paralelamente a la dirección del río y asentados sobre la caja que se ha abierto con anterioridad a tal efecto. Se debe tener en cuenta que el plano de colocación irá en contrapendiente del 15% para mejorar su función de soporte. Esta pendiente se habrá dado a la hora de la apertura de la caja con la retroexcavadora.

Los troncos paralelos al talud tendrán una longitud de 3 metros, uniéndose entre sí mediante la talla de uniones en forma de "L" y clavos con pretaladro realizado. Estos troncos de la base se sujetarán con pilotes metálicos de longitud 1,1 metros. Una vez colocada la primera fila de troncos se dispondrán los troncos perpendicularmente al río. La unión de estos troncos con los de la fila inferior se realizará con clavos.. Los troncos perpendiculares serán de 2 metros de longitud y diámetro 25 cm para evitar el arrastre del material de relleno y que la estructura se deforme o rompa.

Ya que el entramado va a actuar como defensa de la ribera se colocará al pie del mismo una fila de piedras de escollera para evitar la erosión de fondo que suele ser una de las razones por las que se puedan descalzar el muro y ser destruido y arrastrado por la corriente. El tamaño de la piedra será de un diámetro mínimo de 1,04 m.

Los pisos se irán alternando mediante la colocación de los troncos de manera perpendicular respecto al piso anterior lo que hará que el entramado de troncos se asemeje a una estructura celular. Cada piso que se vaya subiendo se tendrá que retranquear respecto al anterior entre 15 centímetros.

4) Relleno de los pisos.

La primera celda resultante en la base del muro se rellenará con gravas y piedras de granulometría 0,15 - 0,25 metros, para evitar que se pierda el material de relleno. El resto de los pisos se rellenará con tierra vegetal y gravas. Se utilizará para el relleno de la primera celda el material sacado de río, el resto de material, la tierra vegetal, se cogerá de acopios que hay en la parcela y de la zona anexa al muro. Se irán rellenando las celdas cada vez que se coloque cada piso. A medida que se vayan rellenando las celdas se irá compactando la tierra con un pisón manual.

5) Estaquillado de material vegetal entre pisos.

Una vez construido un piso se rellenará con tierra vegetal se compactará como se dijo con anterioridad y se colocarán estacas vivas de sauce recolectadas por la zona cuyos diámetros serán de 2 - 3 cm y con una longitud aproximada de 1 – 2,5 metros.

6) Remate del muro.

En la parte superior del muro, en la zona que está fuera del alcance de las avenidas ordinarias, se procederá a rellenar con tierra vegetal si fuera necesario y se realizará una siembra con gramíneas y leguminosas se protegerá con una malla de fibra de coco y se procederá la estaquillado. Por último se procederá al estaquillado con estaquillas de especies más xerófilas, que no necesiten estar en contacto con el agua para su supervivencia. Estas estacas tendrán una longitud de 0,90 m y 2 cm de diámetro en medio e irán hincadas en el terreno 0,50 m, esto hará que puedan captar la humedad de esa profundidad e incluso puedan llegar a zona humedecida por capilaridad gracias al río. Se dispondrá a una distancia aproximada de 0,8-1 m al tresbolillo.

Cláusula 60. Implantación de banda de protección anexa al muro Krainer con vegetación ripícola

La implantación de la banda anexa al muro Krainer se ejecutará siguiendo las siguientes fases:

1) Destoconado.

El destoconado que se llevará a cabo en esta zona se realizará mediante inoculación de micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre los tocones. El proceso de realización de este destoconado es el siguiente:

- a) Proceder a cortar el tocón a una altura de unos 15 centímetros desde el suelo.
- b) Cortar una lámina de una anchura aproximada de 5 centímetros del tocón, retirarla.
- c) Poner en contacto el sustrato con el micelio del hongo en la cara del tocón que ha quedado a la intemperie después de retirar la lámina.
- d) Volver a colocar la lámina cortada sobre el tocón y girar hacia la derecha e izquierda para que el micelio también contacte en esa zona de la lámina.
- e) Clavar dos puntas opuestas entre si para que las dos partes del tocón estén unidas y la parte móvil esté estática.
- f) Tapar el tocón entero con una bolsa de fécula de patata biodegradable. Clavarla en el tocón con grapas para evitar que se mueva.
- g) Echar sobre la bolsa una capa de tierra movida de unos 35 centímetros.

La razón de realizar este tipo de destoconado en esta zona es evitar es que es mucho menos agresivo que el resto de los destoconados ya que se evita que terreno quede movido y de esta forma le sea mucho más difícil al agua penetrar por él y se produzca una zona de fácil escorrentía.

2) Señalamiento del terreno.

Se procederá a la marcación de cuatro líneas paralelas entre si y al cauce del río a una distancia de tres metros y treinta y tres centímetros entre ellas. La primera fila más cercana al muro se marcará a una distancia de cinco metros del borde de este que pega contra el talud de tierra (cara opuesta a la que va a estar expuesta a la corriente de agua), que corresponde con la zona de servidumbre de cauces. Perpendiculares a estas y paralelas entre si se marcará igualmente líneas que cruzarán las anteriores marcando los puntos que servirán de base para la plantación. Las líneas perpendiculares a las primeras estarán unas de otras a tres metros de distancia.

3) Apertura de hoyos y plantación.

Previo a la apertura del hoyo se procederá a realizar un decapado de 10 centímetros de profundidad retirando toda la vegetación que puede hacer competencia al árbol que se plantará posteriormente. Este decapado se realizará con el cazo de la retroexcavadora sobre una superficie de 4 metros cuadrados dejando el punto de plantación en el medio de este cuadrado.

Se procederá a la apertura del hoyo con la maquina dejando la tierra que se saca de él a un lado de este. Una vez alcanzada la profundidad de plantación, 0,50 m, se colocará el árbol y se procederá a tapar el hoyo con la tierra que se sacó. Se tendrá especial precaución para que no caiga ningún bolo o terrón grande de tierra que pueda dañar el árbol. Una vez se haya tapado por completo el hoyo hecho se nivelará la zona con el cazo de la retroexcavadora no dejando ningún montón de tierra permitiendo de este modo que se transitable.

De los puntos de marcación que se crearon por el cruce de las líneas se plantarán alternamente uno si y uno no de cada fila. En filas contiguas no se plantarán los puntos de marcación opuestos sino que serán alternos (tresbolillo) de este modo al mirar la plantación de frente no se observarán líneas definidas sino que parecerá una masa continua naturalizada.

Una vez plantado el árbol se procederá a la colocación de un protector tipo tubex de una altura 0,60 centímetros para protegerlo principalmente de conejos y roedores.

4) Reposición de marras.

El año posterior a la plantación se realizará un conteo de las marras que se hayan producido procediendo a reponerlas siempre que supere el 10 % de las que inicialmente se plantaron.

Cláusula 61. Repoblación de finca con chopo de producción maderera

Esta repoblación efectuará por ejecución sucesiva de las fases siguientes:

- 1) Destoconado.
- 2) Nivelación previa del terreno.
- 3) Señalamiento del terreno.
- 4) Apertura de hoyos y plantación.

- 5) Ordeño del plantón.
- 6) Laboreo mediante grada de discos.
- 7) Reposición de marras.

Las distintas maneras de llevar a cabo cada una de estas fases darán origen a los procesos operatorios correspondientes que los definiremos como el conjunto de operaciones que se deben realizar en la ejecución de cada una de las fases de una prestación homogénea.

1) Destoconado

Esta fase se lleva a cabo por dos procesos de operaciones distintos a saber:

- ◆ Arrancado de los tocones.
- ◆ Enterrado de los productos.

La descripción del proceso operatorio de arrancado del matorral si lo hubiera y los tocones con brotes igualmente si los hubiera es:

Se entiende por destaconado mediante volteo y enterrado el arranque de los tocones existentes, su volteo y posterior enterramiento en el hoyo abierto al efecto. El proceso es el siguiente primeramente se escarba en dos tangentes opuestas alrededor del tocón, posteriormente con la ayuda del cazo de la retroexcavadora se arranca el tocón. El mismo hoyo que ha dejado el tocón se profundiza hasta que una vez volteado el tocón lo cubra como mínimo 50 cm de tierra. Por último una vez volteado el tocón se tapa con la tierra que se ha sacada del hoyo. Como se ha dicho el tocón debe quedar enterrado al menos medio metro.

La máquina a utilizar será una retroexcavadora de cadenas, con un volumen mínimo de cazo de un metro cúbico.

Previa aprobación por el Director se podrá astillar los tocones mediante barrena helicoidal, en cuyo caso se exigirá un pase de subsolado cruzado de 50 cm de profundidad, utilizando un bulldozer con tres rejonos separados un metro.

2) Nivelación previa del terreno

Una vez que se elimina el matorral y los tocones y los brotes de la parcela se procede a su nivelación con bulldozer, que con sucesivas pasadas eliminarán las alteraciones del nivel existente en la parcela para lo que realizarán los movimientos de tierras necesarios, a la vez que con los tres rejonos se llega hasta una profundidad superior a los 50 cm para la eliminación de las raíces secundarias de la anterior plantación y se fracturan los horizontes superficiales. Se trata en esta fase de preparar el terreno alterando lo menos posible su superficie para que en los cultivos posteriores a la plantación, que no se contemplan en este proyecto, la maquinaria a emplear no encuentre ningún desnivel o impedimento que dificulte su labor.

3) Señalamiento del terreno

La repoblación con chopos se puede considerar puntual y esta fase tiene por objeto señalar los puntos de plantación.

Se procederá primeramente a la identificación del punto de referencia que marcará el comienzo, posteriormente mediante el marcado de otros dos puntos que formaran un ángulo recto se determina las direcciones de marcado. Como el tractor tendrá que ir equipado con un sistema GPS y a partir de esos ejes de referencia se irán marcando líneas paralelas y perpendiculares entre si a una distancia unas de otras de 6 metros. De esta manera la parcela quedará marcada con un marco real de 6x6 metros.

Al tractor irá acoplado un apero con una reja que irá dejando una marca en el terreno por donde pase. El punto de cruce de las líneas marcadas determinará el punto de plantación de los árboles.

4) Apertura de hoyos y plantación

Las plantas que, a juicio del Director de la Obra, se encuentren dañadas por un mal tratado en el transporte o manejo serán desechadas, en cuyo caso el Contratista deberá correr con los gastos necesarios para adquirir nuevas plantas que sustituyan a las dañadas.

Se programarán los transportes de manera que no se realicen ni los viernes ni los días anteriores a los festivos con objeto de poder encamar las plantas el mismo día de su llegada a la parcela.

Encamado o aviverado. Salvo que la planta recibida en la parcela a plantar haya de utilizarse toda en el mismo día, se procederá al encamado. Se excavarán zanjas de 1 metro de profundidad y 1 metro de anchura repartidas por la parcela a plantar con el fin de facilitar su distribución posterior, y se irán colocando las plantas unas junto a otras en posición vertical y se tapan sus raíces con la tierra extraída de la construcción de la zanja. Los tallos formarán un ángulo de 45° con el suelo evitando de esta forma el contacto con el terreno.

Toda la planta se marcará a 3,5 metros desde el cuello de la raíz para poder realizar las comprobaciones pertinentes de profundidad de plantación.

Distribución a mano de la planta.

A medida que la planta vaya siendo necesitada por los plantadores se extrae del encamado y se traslada al área de plantación en donde recogida por el plantador, será plantada. En este proceso se tendrá especial cuidado en recoger y volver a encamar la posible planta sobrante al final de la jornada. El reparto de la planta se hará de tal forma que no arrastre ninguna parte de la planta por el suelo. Cabe la posibilidad de que la planta se lleve en la retroexcavadora en unos soportes convenientemente homologados.

Apertura de hoyos y plantación.

La apertura de los hoyos se realizará con máquinas retroexcavadoras y la plantación a mano.

La máquina retroexcavadora se situará en una calle entre las líneas de plantación marcadas y procede abrir un hoyo en el sitio indicado por el cruce de dos líneas hasta el nivel freático de verano. Para la superficie que se va a repoblar este nivel freático de verano se encuentra entre los 2,5 y los 3 metros de profundidad. Será necesario, por el

nivel de los freáticos en la época en que se realiza la plantación, que la última parte del hoyo se excave bajo el agua. Una vez alcanzada esa profundidad, un obrero aprovechando la huella abierta por el cazo en su último movimiento coloca la planta en el punto más bajo del hoyo y con la última maniobra del cazo se entierra la parte más baja de la planta y la sujeta. Cada cazado de tierra que se extrae de un hoyo, con un giro de la pluma de la máquina, se vacía en el anterior de manera que la tierra que se saca de un hoyo en su apertura sirve para tapar el hoyo precedente (con lo que se invierten los horizontes). Las últimas maniobras para terminar de tapar un hoyo se realizarán con cuidado para no alterar la nivelación en la parcela.

Terminada esta operación la máquina avanza seis metros por la calle para repetir la maniobra en el hoyo siguiente.

Para pasar de una calle a la siguiente, que se plantará en sentido inverso, la máquina realiza una sencilla maniobra para dominar los hoyos necesarios.

La tierra extraída del primer hoyo y la necesaria para tapar el último se toma y deposita en los alrededores procurando alterar lo menos posible la nivelación existente.

Además del obrero que planta con cada máquina se hace necesario contar con otro que se ocupará de repartir la planta desde las zanjas donde está encamada.

El obrero plantador, en los tiempos en que ha de esperar a que la máquina termine de abrir el hoyo, despuntará la guía de la planta, eligiendo como yema principal la de mayor vigor entre las últimas con el fin de evitar daños propios del transporte y el riesgo de perforadores de guía terminal.

5) Ordeño del plantón

La operación de ordeño consiste en la eliminación de todos los brotes que salen en el tercio inferior del plantón mediante el arrastre de la mano a lo largo del tronco. Esta labor es muy crítica en tiempo ya que se debe realizar cuando el brote está tierno porque si el brote se volvería correoso la eliminación sería más costosa. El brote tendrá un tamaño aproximado de entre 3 y 7 centímetros.

6) Laboreo mediante grada de discos

Dada la comprobada importancia que la realización de labores anuales tiene para el aumento del rendimiento de la chopera y a fin de evitar la competencia que durante la instauración de la misma le produce la vegetación natural, se llevará a cabo una roturación que según las condiciones del terreno se realizará con grada y se darán dos pases cruzados a la totalidad de la parcela plantada.

Su realización será posterior a la etapa de plantación a fin de que la competencia entre la vegetación espontánea y la chopera dure el mínimo tiempo posible. La profundidad mínima de la labor será de 30 cm.

7) Reposición de marras.

El año posterior a la plantación se realizará un conteo de las marras que se han tenido. Si el porcentaje de marras respecto al número de plantas plantadas en un

principio es inferior al 2% se considerará como repoblación totalmente satisfactoria y no se repondrán. Por el contrario si el porcentaje es superior al 2% se tendrán reponer todas las marras. El proceso de reposición será similar al de plantación teniendo en cuenta principalmente el cuidado de la planta y que la plantación se realice a la profundidad marcada por el Director de Obra.

Apartado 3. Periodos y plazos de ejecución de las obras

Cláusula 62. Calendario de trabajos

Este calendario presentado a la firma del Acta de Comprobación del Replanteo, una vez aprobado por el Director de Obra y firmado por ambas partes, será contractual, y en él se indicarán los periodos en que deben realizarse cada uno de los trabajos que incluye el proyecto.

Cláusula 63. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el presente Pliego.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación y posterior a la firma del contrato. Dará cuenta el Ingeniero Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas dentro de los meses establecidos por el calendario de ejecución. Una vez comenzada la obra tendrá un máximo de cuatro meses para la ejecución.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

Cláusula 64. Época de plantación

Será cuando la planta comience a paralizarse o se encuentre en reposo vegetativo, entre los meses de otoño y primavera (del 1 de noviembre al 31 de marzo), debiéndose plantar en días en que el terreno tenga el tempero adecuado y no haya riesgo de heladas, tanto por la dureza del suelo en tales condiciones como por evitar que en la tierra extraída se forme la textura helada, aun cuando ésta fuera mejorada al removerla. No se plantará en periodo de nieve, así como tampoco ante presencia de vientos fuertes. La Dirección Facultativa será la encargada de tomar la decisión de parar la plantación por estos motivos, nunca el Contratista.

Cláusula 65. Periodos inhábiles.

En los tajos de actuación se respetará las condiciones de celo y cría de las especies de fauna que pudieran verse afectadas por la intervención, evitando la realización de trabajos que pudieran provocar trastornos en esos periodos o en los del aprovechamiento cinegético. No obstante, queda a juicio de la Dirección Facultativa la estimación y comprobación de tales condicionantes y su efecto en la programación de los trabajos.

Apartado 4. Cuestiones comunes en la ejecución de obras

Cláusula 66. Posibles afecciones.

Se tomará todo género de precauciones para evitar daños a las redes de servicios, y especialmente de los tendidos, aéreos o no, de los que se guardará en todo momento la distancia y precauciones indicadas por la compañía responsable de dichas instalaciones.

Cláusula 67. Suspensión de trabajos

Los trabajos de preparación del terreno y de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección Facultativa cuando de la falta de tempero pueda deducirse un fracaso en la repoblación.

Igualmente ocurrirá con la construcción del muro Krainer, si la Dirección Facultativa observara que las condiciones no son las idóneas para la construcción tendrá la facultad de paralizar la obra.

Cláusula 68. Horarios de trabajo.

Tanto en trabajos de construcción de las obras de bioingeniería como la preparación del terreno y los trabajos de plantación, la hora diaria de comienzo y terminación de los trabajos podrá ser marcada por la Dirección Facultativa, con el fin de aprovechar las mejores condiciones de temperatura y humedad.

Cláusula 69. Incendios.

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que le indique la Dirección Facultativa. No se podrá hacer uso del fuego como medida cultural o complementaria de los trabajos encomendados sin la autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

Cláusula 70. Residuos.

Queda prohibido dejar en los tajos cualquier tipo de residuos procedentes del mantenimiento de la herramienta y/o maquinaria (bidones, latas, aceites, etc.), siendo obligación de la Empresa Adjudicataria proceder a su recogida antes de dar por finalizados los trabajos en el tajo, y realizar una gestión correcta de los mismos.

Cláusula 71. Manejo de maquinaria.

En las operaciones selvícolas que requieran el uso de motodesbrozadoras o motosierras y en la eliminación de residuos mecanizada, dado que estas herramientas, aperos y/o maquinaria en su funcionamiento pueden provocar chispas, las cuales es posible que puedan generar incendios, se extremará al máximo las medidas de seguridad, y en todo caso se dispondrá de medios para poder sofocar un conato de incendio en el caso de que éste se produzca. A este respecto se contará con varias herramientas de extinción, al menos con tres extintores de mochila de 18 litros llenos de agua dentro del tajo en el que los trabajadores están efectuando las labores asignadas, con el fin de poder disponer de ellos de forma inmediata.

CAPÍTULO VI. Medición y valoración

Apartado único. Condiciones generales

Cláusula 72. Carácter general.

La medición y valoración de las unidades de obra se realizará conforme a lo establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, sin perjuicio de las especificaciones técnicas que se establecen en las cláusulas siguientes. Cuando por rescisión u otras causas fuera preciso valorar obras incompletas se aplicará los precios del Cuadro de Precios Número 2, abonándose los materiales que a juicio de la Dirección Facultativa esté justificado considerar como acopiados, incrementados en sus costes indirectos.

Cláusula 73. Mediciones.

Se realizarán en las mismas unidades que las empleadas en el Proyecto o en el Proyecto modificado que pudiera redactarse en su caso. La precisión de las medidas será, con carácter general:

Para las unidades medidas en hectáreas, hasta dos decimales. Las superficies consideradas en esta medida serán en proyección horizontal.

Para las unidades medidas en metros lineales, metros cuadrados, estéreos y metros cúbicos, hasta dos decimales. Las longitudes y superficies consideradas en estas medidas serán las reales.

Para las unidades medidas como tales no cabrá otra cosa que números enteros.

Las partidas alzadas que sean susceptibles de medición como unidades de obra se asimilarán a tales y se medirán con la precisión señalada al efecto. Las partidas alzadas de abono íntegro, es decir, no susceptibles de medición como unidades de obra, se entenderán completas cuando su definición u objeto haya sido completamente elaborada conforme al Proyecto o a las instrucciones de la Dirección Facultativa. En todo caso, la Dirección Facultativa podrá fraccionar este tipo de partidas alzadas proporcionalmente al número de elementos de que formen parte o tengan relación en cuanto a su composición o condiciones de funcionamiento.

Cláusula 74. Técnica de medición.

Queda a cargo de la Dirección Facultativa la elección de aquellos materiales y técnicas más convenientes para la medición.

Cláusula 75. La valoración de las unidades de obra y partidas alzadas

Se realizará de acuerdo con las unidades de obra ejecutadas hasta la correspondiente mensualidad y los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios Número 1 (precios unitarios en letra) del Presupuesto del Proyecto.

Cláusula 76. Finalización de la obra.

Una vez se haya finalizado los trabajos, todas las instalaciones, depósitos, etc. contruidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados y evacuados de la zona, restaurando los lugares de emplazamiento a su forma original. Así mismo, si durante las obras, el paso de maquinaria produce desperfectos en las vías de acceso a las zonas de plantación y en los propios caminos de las parcelas a plantar correrá de su cuenta la restauración de dichos viales para que se dejen al menos en el estado de conservación en el que estaban antes del comienzo de los trabajos.

CAPÍTULO VII. Disposiciones complementarias

Apartado 1. Planos de detalle

Cláusula 77. Planos de detalle.

A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista preparará todos los planos de detalle que se estimen necesarios para la ejecución de las obras contratadas. Dichos planos se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa, acompañando, si fuese preciso, las memorias y cálculos justificativos que se requieran para su mejor comprensión. Deberán presentarse con al menos diez días de antelación respecto a su fecha prevista de ejecución.

Apartado 2. Señalización de la obra

Cláusula 78. Señalización

La señalización de las obras durante su ejecución se hará de acuerdo con la normativa aplicable.

Cláusula 79. Aprobación de la señalización.

La Dirección Facultativa ratificará o rectificará el tipo de señal a emplear conforme a las normas vigentes en el momento de la ejecución de las obras, siendo de cuenta del Contratista el establecimiento, vigilancia y conservación de las señales que sean necesarias.

Apartado 3. Vigilancia de la obra

Cláusula 80. Vigilancia de las obras.

La Dirección Facultativa designará la vigilancia de las obras que estime necesaria, estableciendo las funciones y controles a realizar y asignando el personal preciso.

Cláusula 81. Acceso de la obra.

La Dirección Facultativa facilitará el acceso a todos los tajos y la información requerida al personal asignado a esas funciones. Asimismo, el Director de Obra o la

persona en quien delegue tendrán acceso a los distintos acopios de material, instrumental, etc., de aquellos suministradores que hayan de actuar como subcontratistas, con objeto de examinar los procesos de producción, controles, etc., de los materiales enviados a la obra.

CAPITULO VIII: Normas y pruebas previstas para la recepción

Apartado único. Condiciones generales

Cláusula 82. Control de las unidades de obra.

Todas las unidades de obra consideradas en Proyecto se entienden con posibilidad de ser sometidas al correspondiente control de calidad, con cargo al propio Contratista, de acuerdo con las características de la unidad de obra y los criterios de la Dirección Facultativa.

Cláusula 83. Control de unidades de obra. Inviabile.

Con carácter general, cuando sea inviable la comprobación de la totalidad de las superficies objeto de actuación, las pruebas se realizarán sobre muestras en número y tamaño suficiente, previo diseño, para una estimación satisfactoria.

Cláusula 84. Tipos de control

Serán de aplicación todas las formas y métodos de prueba y control normalizados para la obra civil.

Cláusula 85. Comprobación existencia de daños externos a la obra.

En todo caso se comprobará la existencia de daños al arbolado o a las infraestructuras aledañas, por si fueran objeto de deducción, reparación o incluso infracción.

Cláusula 86. Pruebas sobre muro Krainer.

Sobre el material

- ◆ Comprobación de calidad y dimensiones del material vegetal.
- ◆ Comprobación de tipología del material inerte.
- ◆ Granulometría de las gravas y tipología de tierra vegetal.
- ◆ Tamaño de piedra de escollera.
- ◆ Tipo de anclajes, tamaño y material.
- ◆ Tipología de clavos, tamaño y material

Sobre la ejecución

- ◆ Uniones de troncos.
- ◆ Anclajes de los troncos al suelo.
- ◆ Pendiente del muro.
- ◆ Contrapendiente del muro.

- ◆ Profundidad de estaquillado.
- ◆ Compactación de la tierra de las tongadas del muro.

Cláusula 87. Pruebas sobre la preparación del terreno repoblación chopo de producción.

- ◆ Comprobar que el destocoado se ha ejecutado según condiciones del presente pliego.
- ◆ Respecto al allanado se comprobará que no existen montículos superiores a 20 cm.

Cláusula 88. Pruebas para el control de la ejecución de la plantación, serán las siguientes:

Previas a la plantación:

- ◆ Aceptación de la planta a utilizar, de acuerdo con la descripción realizada en la cláusula 36, 37 y 38 del presente Pliego.

Durante la ejecución.

- ◆ Señalamiento, marco correcto.
- ◆ Profundidad de plantación. La marcada en proyecto.
- ◆ Distribución de especies y clones.

Posteriores a la plantación:

- ◆ Resistencia al arranque de plantas para comprobar si el terreno ha quedado bien compactado en torno a la misma.
- ◆ Profundidad de los hoyos, en base a la marca realizada a la planta previamente a la plantación.

Cláusula 89. Recepción de la obra.

La Dirección Facultativa podrá iniciar el procedimiento para la recepción de la obra y posterior liquidación de las mismas, una vez realizadas las pruebas correspondientes y emitida la conformidad con los resultados obtenidos.

Cláusula 90. Unidades defectuosas.

En caso de unidades de obra defectuosas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

TÍTULO III. Pliego de condiciones facultativas

CAPÍTULO I. Delimitación de funciones de los agentes intervinientes

Cláusula 91. El Promotor

Se determina a la Entidad Local Menor de Valle de Mansilla como persona jurídica pública que, individual o colectivamente decidirá, impulsará, programará o financiará, con recursos propios o ajenos, el proyecto. Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre las fincas donde se va a ejecutar el proyecto la titularidad de un derecho que le faculte para llevar a cabo dicho proyecto.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.

Cláusula 92. El Projectista

Son obligaciones del projectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de Ingeniero de Montes, Ingeniero Técnico Forestal o Graduado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

Cláusula 93. El Contratista

Son obligaciones del contratista:

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones de la Dirección de Obra al fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como contratista.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del contratista en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra. Esta figura puede recaer en el propio contratista si estuviera habilitado para ello.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

- e) Organizar los trabajos, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra
- f) Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen así como del material vegetal.
- k) Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- l) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

Cláusula 94. La Dirección de Obra

Corresponde al Director de Obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante para poder desempeñar legalmente el cargo. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y la adecuación de todas las actuaciones y obras.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a la obra, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- g) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas
- h) Asesorar al promotor durante el proceso de ejecución del proyecto y especialmente en el acto de la recepción.

CAPÍTULO II. Trabajos, materiales y medios auxiliares

Cláusula 95. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las Pliego de condiciones de índole Técnica y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Para ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Director de Obra o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Cláusula 96. Trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

Cláusula 97. Obras y vicios ocultos

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario

Cláusula 98. Materiales no utilizables o defectuosos

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de Obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos los ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de condiciones, vigente en la obra. Los gastos que ocasionen los ensayos, pruebas, etc. serán a cargo del Contratista. Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

CAPÍTULO III. Recepción y garantías

Cláusula 99. Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Cláusula 100. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de doce meses, a contar desde la fecha de la firma del Acta de Recepción de la Obra, durante este periodo el Contratista corregirá todos los defectos observados, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna por parte de la entidad promotora. Si el Contratista se negara a corregir los defectos se ejecutarán los trabajos necesarios para la corrección por parte de la entidad promotora con cargo a la fianza. Si el importe de corrección de defectos fuera superior al de la fianza se reclamara como proceda el importe que los trabajos costaran a mayores.

Cláusula 101. Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego. Si en el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Cláusula 102. Liquidación final

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación final fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Director de Obra.

Cláusula 103. Liquidación en caso de rescisión

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

TÍTULO IV. Pliego de condiciones económicas

CAPÍTULO I. Base fundamental

Cláusula 104. Base fundamental

Como base fundamental de estas Disposiciones económicas, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan las instalaciones contratadas.

CAPÍTULO II. Garantías de cumplimiento y fianzas

Cláusula 105. Garantías

El Director de Obra podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

Cláusula 106. Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10 % del presupuesto de las obras adjudicadas.

Cláusula 107. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para realizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Cláusula 108. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

CAPÍTULO III. Precios y revisiones

Cláusula 109. Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad. La Dirección de Obra estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse. Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección de Obra el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio. Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Dirección de Obra propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto. La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Dirección de Obra y a concluirla a satisfacción de éste.

Cláusula 110. Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras. Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las Disposiciones facultativas, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Cláusula 111. Revisión de precios

En principio no se admitirá la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado. Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Promotor, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado,

y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

CAPÍTULO IV. Abono de los trabajos

Cláusula 112. Valoración de las obras incompletas

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Cláusula 113. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan. Se realizarán certificaciones mensuales por parte de la Dirección de Obra en las que deberá ponerse de acuerdo con el Contratista.

Cláusula 114. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Cláusula 115. Indemnización por retraso de los trabajos

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

Cláusula 116. Indemnización por daños de causa mayor al contratista

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de esta cláusula, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- ◆ Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- ◆ Los daños producidos por terremotos.
- ◆ Los producidos por vientos huracanados y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que

el Contratista tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

CAPÍTULO V. Varios

Cláusula 117. Mejora de obras

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

Cláusula 118. Seguro del Contratista

El Contratista está obligado a mantener durante toda la ejecución de la obra un seguro de responsabilidad civil que cubra el importe íntegro de adjudicación de la obra.

TÍTULO V. Pliego de condiciones legales

CAPÍTULO I. Compatibilidad y relación

Cláusula 119. Documentos entregados al contratista

Los documentos que definen las obras y que serán entregados al contratista pueden tener carácter informativo o contractual.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos parciales y total, que se incluyen en el presente Proyecto. Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá de ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede redacte el oportuno proyecto.

Cláusula 120. Compatibilidad y relación entre los documentos del proyecto

En caso de contradicción entre Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo escrito en éste último. Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos o viceversa tendrá que ser ejecutado como si apareciera en ambos documentos.

CAPÍTULO II. Normativa aplicable

Cláusula 121. Normativa aplicable

Será de aplicación en el presente proyecto la normativa citada en el pliego en cualquiera de sus cláusulas.

Cláusula 122. Legislación obligatoria

El contratista se obliga a cumplir las disposiciones vigentes de todo orden aplicables a las obligaciones del contrato, así como las promulgadas durante su ejecución, siendo por su cuenta todos los gastos de esta obligación, tanto el aspecto laboral por la reglamentación de trabajo en la construcción y obras públicas, como el fiscal y tributario, así como el de protección a la industria nacional, seguridad y accidentes.

Cláusula 123. Disposiciones de carácter general

- ◆ Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- ◆ Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- ◆ Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

- ◆ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y modificaciones posteriores.
- ◆ Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- ◆ Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- ◆ Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico y modificaciones posteriores.
- ◆ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- ◆ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción
- ◆ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- ◆ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ◆ Real Decreto 17/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ◆ Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ◆ Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- ◆ Legislación laboral vigente (estatuto de trabajadores, Ley de relaciones laborales, Ley de Seguridad y Salud, Ley Sindical).
- ◆ Real Decreto 1715/2004, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1424/2002, de 27 de diciembre, por el que se regula la comunicación del contenido de los contratos de trabajo y de sus copias básicas a los Servicios Públicos de Empleo, y el uso de medios telemáticos en relación con aquella.
- ◆ Orden del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 3080/89, de 21 de enero, por el que se regula las normas de calidad exterior de los materiales forestales de reproducción.
- ◆ Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.

En caso de contradicción entre estas disposiciones y el presente Pliego, prevalecerá lo contenido en aquéllas.

CAPÍTULO III. Disposiciones varias

Cláusula 124. Contrato

La contratación, para la realización de los trabajos, de diferentes empresas se encuentra regula en la Ley de Contratos del Sector Público. El Contrato se formalizará como documento administrativo dentro del plazo establecido en la Ley de Contratos vigente, tras la notificación de la adjudicación. En el contrato se especificarán las particularidades que convengan ambas partes completando lo señalado en este Pliego de Condiciones, que quedará incorporado al Contrato como documento integrante del mismo. Cualquiera de las partes firmantes del contrato lo puede elevar a escritura pública siendo la parte interesada la que correrá con los gastos correspondientes.

Cláusula 125. Tramitación de propuestas.

El proceso de tramitación administrativa del Contrato, desde el inicio del mismo hasta su fin, vendrá condicionado por los siguientes puntos que fija la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Cláusula 126. Jurisdicción competente

El Contrato que refleja este Pliego tendrá naturaleza Administrativa, por lo que corresponderá a la jurisdicción Contencioso Administrativa, el conocimiento de las cuestiones litigiosas que pudieran surgir sobre la interpretación; modificación, resolución y efectos del mismo.

En todo caso los pleitos que pudieran surgir se dirimirán en los juzgados de la ciudad de León (España).

Cláusula 127. Rescisión del contrato

Cuando la Dirección Facultativa observe vicios o defectos en la ejecución de la obra por incumplimiento de las estipulaciones de este Pliego se advertirá al contratista por escrito para que rectifique dichas faltas, y en caso de que no lo hiciera así o reincidiese en ellas, la entidad promotora podrá decidir la rescisión de la contrata, con la pérdida de fianza.

Otras causas de rescisión del contrato son las que vienen reflejadas en el artículo 221 de la Ley de Contratos del Sector Público, Texto Refundido aprobado por el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre.

CAPÍTULO IV. Disposición final

En todo lo no previsto en este Pliego de condiciones, formado por cinco títulos:

Título I: Disposiciones generales

Título II: Pliego de condiciones técnicas particulares

Título III: Pliego de condiciones facultativas

Título IV: Pliego de condiciones económicas

Título V: Pliego de condiciones legales

Serán de aplicación con carácter de norma supletoria, los preceptos del texto articulado de la Ley y Reglamento de contratación, actualmente vigentes, aún como supletoriamente la Ley de Procedimiento Administrativo. Los documentos del presente proyecto y las normas de aplicación vigentes, constituyen el contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes.

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Proyecto de restauración de un tramo
del río Esla y gestión de los terrenos de
ribera anexos en la localidad de Valle
de Mansilla (León)

Documento IV. Mediciones

Alumno: Ignacio Arroyo Marcos

Tutor: Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio de 2018

DOCUMENTO IV. MEDICIONES

Documento IV. Mediciones

Índice del Documento IV. Mediciones

Índice.....	3
1. Mediciones por capítulos	5

1. Mediciones por capítulos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS.	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO A Construcción muro krainer							
SUBCAPÍTULO A01 Movimiento de tierras							
AA001	m3 Excavación y movimiento de gravas d < 20 m Excavación y movimiento de gravas mecánica con retroexcavadora de cadenas y buldócer a una distancia máxima de 50 m y profundidad de excavación inferior a 1 m.	1	15,56	12,25	0,95	181,08	181,08
AA002	m3 Excavación de tierra Excavación mecánica de caja para construcción de muro, en terreno de consistencia ligera, con extracción de tierras y depósito in situ, sin transporte. Excavación sobre talud Excavación asiento muro	1 1	121,03 121,03	0,50 2,00	1,70 0,30	102,88 72,62	175,50
SUBCAPÍTULO A02 Construcción muro Krainer							
AA003	m3 Construcción muro krainer Construcción de m3 neto de muro tipo Krainer de doble pared en ribera de río, formado por troncos de conífera C18 clase 3 de diámetro 25 cm, y longitud 2 m para los troncos perpendiculares al río y de 3 m para los troncos colocados paralelos a la corriente, relleno entre tongadas con tierra vegetal y gravas naturales (diámetros 4 - 8 cm) proporción 4 - 1 compactada, material acopiado en cubrera de muro procedente de la apertura de caja, incluso plantación de estaquillas en una densidad de 10 unidades por metro cuadrado, de las especies de salicáceas autóctonas de la zona, de una longitud entre 100-250 cm y un diámetro mínimo de 2-3 cm en medio de la estaca, insertadas al menos 4/5 partes en el talud y colocadas perpendicularmente al mismo, incluida la recolección en la zona del material vegetal, y colocación de escollera protegiendo la base de muro incluido p/p de transporte puesto en obra, totalmente ejecutado.	1	121,03	2,00	2,00	484,12	484,12
SUBCAPÍTULO A03 Remate cubrera muro Krainer							
AA004	m2 Siembra manual de gramíneas y leguminosas Siembra manual de gramíneas y leguminosas 60 g/m2 y compactado posterior, incluyendo semilla						351,00
AA005	m2 Colocación malla de coco Colocación de malla orgánica, biodegradable, elaborada con fibras naturales de coco 100%, entrecosidas con mallas e hilo de polipropileno fotodegradable, 250 g/m ² de masa superficial, fijada al terreno mediante piqueta de anclaje de madera, en forma de L, de 6 mm de diámetro, rendimiento 1 ud/m ² , incluye importe de materiales y transporte a obra.						351,00
AA006	m2 Estaquillado salicáceas Estaquillado con salicáceas en filas con una distancias entre si de 0,8 metros y distancia entre estaquilla de 1 m, las especies ha de ser autóctonas de la zona. Las estaquillas tendrán una longitud 90 cm se deberán hincar en el terreno 50 cm. Incluido recolección en la zona.						351,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS.	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO B Plantación							
SUBCAPÍTULO B01 Preparación del terreno							
BB001	ud Destoconado biológico Destoconado biológico mediante aplicación de micelio de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> para tocones comprendidos entre los 30 - 50 cm de diámetro.						47,00
BB002	ha Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 40 - 50 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 40 cm e inferior a 50 cm y marco de 6x6 m.						7,37
BB003	ha Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 30 - 40 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 30 cm e inferior a 40 cm y marco de 6x6 m.						3,85
BB004	ha Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 20 - 30 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 20 cm e inferior a 30 cm y marco de 6x6 m.						3,29
BB005	ha Nivelación chopera de producción Allanado posterior al destoconado mecánico, mediante bulldozer de potencia 131-150 C.V, acabado final en franjas continuas y cortes de calle con diferencia de cota inferior a 10 cm.						14,51
SUBCAPÍTULO B02 Marcación puntos de plantación							
BB006	ha Marcación puntos de plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 6 x 6 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).						14,51
BB007	ha Marcación puntos de plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 3,33 x 3 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).						0,11

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS.	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SUBCAPÍTULO B03 Plantación							
BB008	ha Plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m, profundidad 2,5 - 3 m						14,51
	Ahoyado, plantación y tapado con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 a raíz profunda y tapado para una densidad de 278 plantas/ha sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 5,5 metros y máxima de 6 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 90-110 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar.						
BB009	ha Plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m, profundidad 0,5 - 0,75 m						0,11
	Plantación de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,50 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar. Densidad de plantación de 1.000 pies/ha.						
SUBCAPÍTULO B04 Trabajos posteriores a la plantación							
BB010	ud Colocación de protectores tipo tubex sobre especies ripícolas						114,00
	Colocación de protector forestal tipo tubex de doble capa, abierto en el medio y biodegradable sobre los árboles de ribera. Protector de 70 cm de altura que deberá hincarse en el terreno 20 cm. Incluido precio protector y p.p. de transporte y reparto.						
BB011	ha Ordeño sobre plantones de la chopera de producción						14,51
	Limpieza manual de todos los brotes en el tercio inferior del plantón. Marco de plantación 6x6						
BB012	ha Gradeo sobre chopera de producción						29,02
	Gradeo cruzado (doble pase), posterior a la plantación, mediante grada de discos arrastrada de peso mínimo 3.500 kg, anchura mínima de trabajo de 2,90 metros, discos de diámetro superior a 60 cm y profundidad de trabajo de entre 20-25 cm. Grada arrastrada por tractor de ruedas de potencia comprendida entre los 130 y 160 CV.						
SUBCAPÍTULO B05 Reposición de marras							
BB013	ud Reposición de marras de chopo de producción						202
	Reposición de marras, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, campaña siguiente a la plantación, sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 6 metros y máxima de 6,5 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 110-130 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 5 % de unidades iniciales.						

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS.	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
BB014	ud Reposición de marras de especies ripícolas Reposición de marras de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,5 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 10 % de unidades iniciales.						

11

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Proyecto de restauración de un tramo
del río Esla y gestión de los terrenos de
ribera anexos en la localidad de Valle
de Mansilla (León)

Documento V. Presupuesto

Alumno: Ignacio Arroyo Marcos

Tutor: Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio de 2018

DOCUMENTO V. PRESUPUESTO

Documento V. Presupuesto

Índice del Documento V. Presupuesto

Índice	3
1 Cuadro de precios nº 1.....	5
2 Cuadro de precios nº 2.....	9
3 Presupuestos parciales	14
4 Presupuesto general	18
5 Resumen del presupuesto.....	19

1 Cuadro de precios nº 1

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO A Construcción muro krainer			
SUBCAPÍTULO A01 Movimiento de tierras			
AA001	m3	Excavación y movimiento de gravas d < 20 m Excavación y movimiento de gravas mecánica con retroexcavadora de cadenas y buldócer a una distancia máxima de 50 m y profundidad de excavación inferior a 1 m.	
		TRES EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	3,94
AA002	m3	Excavación de tierra Excavación mecánica de caja para construcción de muro, en terreno de consistencia ligera, con extracción de tierras y depósito in situ, sin transporte.	
		UN EURO CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	1,92
SUBCAPÍTULO A02 Construcción muro Krainer			
AA003	m3	Construcción muro krainer Construcción de m3 neto de muro tipo Krainer de doble pared en ribera de río, formado por troncos de conífera C18 clase 3 de diámetro 25 cm, y longitud 2 m para los troncos perpendiculares al río y de 3 m para los troncos colocados paralelos a la corriente, relleno entre tongadas con tierra vegetal y gravas naturales (diámetros 4 - 8 cm) proporción 4 - 1 compactada, material acopiado en cubrera de muro procedente de la apertura de caja, incluso plantación de estaquillas en una densidad de 10 unidades por metro cuadrado, de las especies de salicáceas autóctonas de la zona, de una longitud entre 100-250 cm y un diámetro mínimo de 2-3 cm en medio de la estaca, insertadas al menos 4/5 partes en el talud y colocadas perpendicularmente al mismo, incluida la recolección en la zona del material vegetal, y colocación de escollera protegiendo la base de muro incluido p/p de transporte puesto en obra, totalmente ejecutado.	
		CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	137,66
SUBCAPÍTULO A03 Remate cubrera muro Krainer			
AA004	m2	Siembra manual de gramíneas y leguminosas Siembra manual de gramíneas y leguminosas 60 g/m2 y compactado posterior, incluyendo semilla	
		CERO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	0,64
AA005	m2	Colocación malla de coco Colocación de malla orgánica, biodegradable, elaborada con fibras naturales de coco 100%, entrecosidas con mallas e hilo de polipropileno fotodegradable, 250 g/m ² de masa superficial, fijada al terreno mediante piqueta de anclaje de madera, en forma de L, de 6 mm de diámetro, rendimiento 1 ud/m ² , incluye importe de materiales y transporte a obra.	
		DOS EUROS	2,00
AA006	m2	Estaquillado salicáceas Estaquillado con salicáceas en filas con una distancias entre si de 0,8 metros y distancia entre estaquilla de 1 m, las especies ha de ser autóctonas de la zona. Las estaquillas tendrán una longitud 90 cm se deberán hincar en el terreno 50 cm. Incluido recolección en la zona.	
		CERO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS	0,41

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO B Plantación			
SUBCAPÍTULO B01 Preparación del terreno			
BB001	ud	Destoconado biológico Destoconado biológico mediante aplicación de micelio de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> para tocones comprendidos entre los 30 - 50 cm de diámetro.	
		CUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	4,77
BB002	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 40 - 50 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 40 cm e inferior a 50 cm y marco de 6x6 m.	
		QUINIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	524,89
BB003	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 30 - 40 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 30 cm e inferior a 40 cm y marco de 6x6 m.	
		CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS	490,00
BB004	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 20 - 30 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 20 cm e inferior a 30 cm y marco de 6x6 m.	
		CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	410,38
BB005	ha	Nivelación chopera de producción Allanado posterior al destococonado mecánico, mediante buldócer de potencia 131-150 C.V, acabado final en franjas continuas y cortes de calle con diferencia de cota inferior a 10 cm.	
		DOSCIENTOS VEINTE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	220,69
SUBCAPÍTULO B02 Marcación puntos de plantación			
BB006	ha	Marcación puntos de plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 6 x 6 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).	
		SETENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	75,39
BB007	ha	Marcación puntos de plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 3,33 x 3 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).	
		CIENTO VEINTIOCHO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	128,34

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SUBCAPÍTULO B03 Plantación			
BB008	ha	Plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m, profundidad 2,5 - 3 m	
		Ahoyado, plantación y tapado con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 a raíz profunda y tapado para una densidad de 278 plantas/ha sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 5,5 metros y máxima de 6 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 90-110 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar.	
		MIL DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS	1.215,04
BB009	ha	Plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m, profundidad 0,5 - 0,75 m	
		Plantación de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,50 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar. Densidad de plantación de 1.000 pies/ha.	
		TRESMIL DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHO CÉNTIMOS	3.283,08
SUBCAPÍTULO B04 Trabajos posteriores a la plantación			
BB010	ud	Colocación de protectores tipo tubex sobre especies ripícolas	
		Colocación de protector forestal tipo tubex de doble capa, abierto en el medio y biodegradable sobre los árboles de ribera. Protector de 70 cm de altura que deberá hincarse en el terreno 20 cm. Incluido precio protector y p.p. de transporte y reparto.	
		CERO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	0,97
BB011	ha	Ordeño sobre plantones de la chopera de producción	
		Limpieza manual de todos los brotes en el tercio inferior del plantón. Marco de plantación 6x6	
		CUARENTA EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	40,65
BB012	ha	Gradeo sobre chopera de producción	
		Gradeo cruzado (doble pase), posterior a la plantación, mediante grada de discos arrastrada de peso mínimo 3.500 kg, anchura mínima de trabajo de 2,90 metros, discos de diámetro superior a 60 cm y profundidad de trabajo de entre 20-25 cm. Grada arrastrada por tractor de ruedas de potencia comprendida entre los 130 y 160 CV.	
		OCHENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	81,57
SUBCAPÍTULO B05 Reposición de marras			
BB013	ud	Reposición de marras de chopo de producción	
		Reposición de marras, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, campaña siguiente a la plantación, sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 6 metros y máxima de 6,5 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 110-130 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 5 % de unidades iniciales.	
		CINCO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	5,49

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
BB014	ud	Reposición de marras de especies ripícolas	
		Reposición de marras de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,5 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 10 % de unidades iniciales.	
		CUATRO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS	4,24

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes

2 Cuadro de precios nº 2

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
CAPÍTULO A Construcción muro Krainer			
SUBCAPÍTULO A01 Movimiento de tierras			
AA001	m3	Excavación y movimiento de gravas d < 20 m	
		Excavación y movimiento de gravas mecánica con retroexcavadora de cadenas y buldócer a una distancia máxima de 50 m y profundidad de excavación inferior a 1 m.	
		Mano de obra	0,52
		Maquinaria	3,31
		Resto de obra y materiales	0,11
		TOTAL PARTIDA	3,94
AA002	m3	Excavación de tierra	
		Excavación mecánica de caja para construcción de muro, en terreno de consistencia ligera, con extracción de tierras y depósito in situ, sin transporte.	
		Mano de obra	0,52
		Maquinaria	1,34
		Resto de obra y materiales	0,06
		TOTAL PARTIDA	1,92
SUBCAPÍTULO A02 Construcción muro Krainer			
AA003	m3	Construcción muro Krainer	
		Construcción de m3 neto de muro tipo Krainer en ribera de río, formado por troncos de conífera C18 clase 3 de diámetro 25 cm, y longitud 2 m para los troncos perpendiculares al río y de 3 m para los troncos colocados paralelos a la corriente, relleno entre tongadas con tierra vegetal y gravas naturales (diámetros 4 - 8 cm) proporción 4 - 1 compactada, material acopiado en cumbre de muro procedente de la apertura de caja, incluso plantación de estaquillas en una densidad de 10 unidades por metro cuadrado, de las especies de salicáceas autóctonas de la zona, de una longitud entre 100-250 cm y un diámetro mínimo de 2-3 cm en medio de la estaca, insertadas al menos 4/5 partes en el talud y colocadas perpendicularmente al mismo, incluida la recolección en la zona del material vegetal, y colocación de escollera protegiendo la base de muro incluido p/p de transporte puesto en obra, totalmente ejecutado.	
		Mano de obra	78,35
		Maquinaria	29,97
		Resto de obra y materiales	29,34
		TOTAL PARTIDA	137,66
SUBCAPÍTULO A03 Remate cumbre muro Krainer			
AA004	m2	Siembra manual de gramíneas y leguminosas	
		Siembra manual de gramíneas y leguminosas 60 g/m2 y compactado posterior, incluyendo semilla	
		Mano de obra	0,19
		Maquinaria	0,16
		Resto de obra y materiales	0,29
		TOTAL PARTIDA	0,64

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
AA005	m2	Colocación malla de coco	
		Colocación de malla orgánica, biodegradable, elaborada con fibras naturales de coco 100%, entrecosidas con mallas e hilo de polipropileno fotodegradable, 250 g/m ² de masa superficial, fijada al terreno mediante piqueta de anclaje de madera, en forma de L, de 6 mm de diámetro, rendimiento 1 ud/m ² , incluye importe de materiales y transporte a obra.	
		Mano de obra	0,45
		Resto de obra y materiales	1,55
		TOTAL PARTIDA	2,00
AA006	m2	Estaquillado salicáceas	
		Estaquillado con salicáceas en filas con una distancias entre si de 0,8 metros y distancia entre estaquilla de 1 m, las especies ha de ser autóctonas de la zona. Las estaquillas tendrán una longitud 90 cm se deberán hincar en el terreno 50 cm. Incluido recolección en la zona.	
		Mano de obra	0,36
		Maquinaria	0,04
		Resto de obra y materiales	0,01
		TOTAL PARTIDA	0,41
CAPÍTULO B Plantación			
SUBCAPÍTULO B01 Preparación del terreno			
BB001	ud	Destoconado biológico	
		Destoconado biológico mediante aplicación de micelio de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> para tocones comprendidos entre los 30 - 50 cm de diámetro.	
		Mano de obra	3,17
		Maquinaria	0,21
		Resto de obra y materiales	1,39
		TOTAL PARTIDA	4,77
BB002	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 40 - 50 cm	
		Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 40 cm e inferior a 50 cm y marco de 6x6 m.	
		Mano de obra	1,86
		Maquinaria	507,74
		Resto de obra y materiales	15,29
		TOTAL PARTIDA	524,89
BB003	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 30 - 40 cm	
		Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 30 cm e inferior a 40 cm y marco de 6x6 m.	
		Mano de obra	1,86
		Maquinaria	473,87
		Resto de obra y materiales	14,27
		TOTAL PARTIDA	490,00

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
BB004	ha	Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 20 - 30 cm	
		Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 20 cm e inferior a 30 cm y marco de 6x6 m.	
		Mano de obra	1,86
		Maquinaria	396,57
		Resto de obra y materiales	11,95
		TOTAL PARTIDA	410,38
BB005	ha	Nivelación chopera de producción	
		Allanado posterior al destococonado mecánico, mediante bulldozer de potencia 131-150 C.V, acabado final en franjas continuas y cortes de calle con diferencia de cota inferior a 10 cm.	
		Mano de obra	1,86
		Maquinaria	212,40
		Resto de obra y materiales	6,43
		TOTAL PARTIDA	220,69
SUBCAPÍTULO B02 Marcación puntos de plantación			
BB006	ha	Marcación puntos de plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m.	
		Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 6 x 6 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).	
		Mano de obra	1,52
		Maquinaria	71,67
		Resto de obra y materiales	2,20
		TOTAL PARTIDA	75,39
BB007	ha	Marcación puntos de plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m.	
		Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 3,33 x 3 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).	
		Mano de obra	1,52
		Maquinaria	123,08
		Resto de obra y materiales	3,74
		TOTAL PARTIDA	128,34
SUBCAPÍTULO B03 Plantación			
BB008	ha	Plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m, profundidad 2,5 - 3 m	
		Ahoyado, plantación y tapado con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m3 y anchura mínima de 1 m, de Populus sp. clones MC, rasplaje o I-214 a raíz profunda y tapado para una densidad de 278 plantas/ha sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 5,5 metros y máxima de 6 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 90-110 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar.	
		Mano de obra	144,71
		Maquinaria	640,14
		Resto de obra y materiales	430,19
		TOTAL PARTIDA	1.215,04

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
BB009	ha	Plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m, profundidad 0,5 - 0,75 m	
		Plantación de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,50 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar. Densidad de plantación de 1.000 pies/ha.	
		Mano de obra	172,43
		Maquinaria	865,03
		Resto de obra y materiales	2.245,62
		TOTAL PARTIDA	3.283,08
SUBCAPÍTULO B04 Trabajos posteriores a la plantación			
BB010	ud	Colocación de protectores tipo tubex sobre especies ripícolas	
		Colocación de protector forestal tipo tubex de doble capa, abierto en el medio y biodegradable sobre los árboles de ribera. Protector de 70 cm de altura que deberá hincarse en el terreno 20 cm. Incluido precio protector y p.p. de transporte y reparto.	
		Mano de obra	0,54
		Resto de obra y materiales	0,43
		TOTAL PARTIDA	0,97
BB011	ha	Ordeño sobre plantones de la chopera de producción	
		Limpieza manual de todos los brotes en el tercio inferior del plantón. Marco de plantación 6x6	
		Mano de obra	39,47
		Resto de obra y materiales	1,18
		TOTAL PARTIDA	40,65
BB012	ha	Gradeo sobre chopera de producción	
		Gradeo cruzado (doble pase), posterior a la plantación, mediante grada de discos arrastrada de peso mínimo 3.500 kg, anchura mínima de trabajo de 2,90 metros, discos de diámetro superior a 60 cm y profundidad de trabajo de entre 20-25 cm. Grada arrastrada por tractor de ruedas de potencia comprendida entre los 130 y 160 CV.	
		Maquinaria	79,19
		Resto de obra y materiales	2,38
		TOTAL PARTIDA	81,57
SUBCAPÍTULO B05 Reposición de marras			
BB013	ud	Reposición de marras de chopo de producción	
		Reposición de marras, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, campaña siguiente a la plantación, sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 6 metros y máxima de 6,5 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 110-130 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 5 % de unidades iniciales.	
		Mano de obra	0,74
		Maquinaria	3,09
		Resto de obra y materiales	1,66
		TOTAL PARTIDA	5,49

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
BB014	ud	Reposición de marras de especies ripícolas	
		Reposición de marras de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m3 y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,5 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 10 % de unidades iniciales.	
		Mano de obra	0,79
		Maquinaria	1,18
		Resto de obra y materiales	2,27
		TOTAL PARTIDA	4,24

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes

3 Presupuestos parciales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO A Construcción muro krainer				
SUBCAPÍTULO A01 Movimiento de tierras				
AA001	m3 Excavación y movimiento de gravas d < 20 m Excavación y movimiento de gravas mecánica con retroexcavadora de cadenas y bulldozer a una distancia máxima de 50 m y profundidad de excavación inferior a 1 m.	181,08	3,94	713,46
AA002	m3 Excavación de tierra Excavación mecánica de caja para construcción de muro, en terreno de consistencia ligera, con extracción de tierras y depósito in situ, sin transporte.	175,50	1,92	336,96
TOTAL SUBCAPÍTULO A01 Movimiento de tierras.....				1.050,42
SUBCAPÍTULO A02 Construcción muro Krainer				
AA003	m3 Construcción muro krainer Construcción de m3 neto de muro tipo Krainer en ribera de río, formado por troncos de conífera C18 clase 3 de diámetro 25 cm, y longitud 2 m para los troncos perpendiculares al río y de 3 m para los troncos colocados paralelos a la corriente, relleno entre tongadas con tierra vegetal y gravas naturales (diámetros 4 - 8 cm) proporción 4 - 1 compactada, material acopiado en cubrera de muro procedente de la apertura de caja, incluso plantación de estaquillas en una densidad de 10 unidades por metro cuadrado, de las especies de salicáceas autóctonas de la zona, de una longitud entre 100-250 cm y un diámetro mínimo de 2-3 cm en medio de la estaca, insertadas al menos 4/5 partes en el talud y colocadas perpendicularmente al mismo, incluida la recolección en la zona del material vegetal, y colocación de escollera protegiendo la base de muro incluido p/p de transporte puesto en obra, totalmente ejecutado.	484,12	137,66	66.643,96
TOTAL SUBCAPÍTULO A02 Construcción muro Krainer.....				66.643,96
SUBCAPÍTULO A03 Remate cubrera muro Krainer				
AA004	m2 Siembra manual de gramíneas y leguminosas Siembra manual de gramíneas y leguminosas 60 g/m2 y compactado posterior, incluyendo semilla	351,00	0,64	224,64
AA005	m2 Colocación malla de coco Colocación de malla orgánica, biodegradable, elaborada con fibras naturales de coco 100%, entrecosidas con mallas e hilo de polipropileno fotodegradable, 250 g/m ² de masa superficial, fijada al terreno mediante piqueta de anclaje de madera, en forma de L, de 6 mm de diámetro, rendimiento 1 ud/m ² , incluye importe de materiales y transporte a obra.	351,00	2,00	702,00
AA006	m2 Estaquillado salicáceas Estaquillado con salicáceas en filas con una distancias entre si de 0,8 metros y distancia entre estaquilla de 1 m, las especies ha de ser autóctonas de la zona. Las estaquillas tendrán una longitud 90 cm se deberán hincar en el terreno 50 cm. Incluido recolección en la zona.	351,00	0,41	143,91
TOTAL SUBCAPÍTULO A03 Remate cubrera muro Krainer.....				1.070,55
TOTAL CAPÍTULO A Construcción muro krainer.....				68.764,93

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO B Plantación				
SUBCAPÍTULO B01 Preparación del terreno				
BB001	ud Destoconado biológico Destoconado biológico mediante aplicación de micelio de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> para tocones comprendidos entre los 30 - 50 cm de diámetro.	47,00	4,77	224,19
BB002	ha Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 40 - 50 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 40 cm e inferior a 50 cm y marco de 6x6 m.	7,37	524,89	3.868,44
BB003	ha Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 30 - 40 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 30 cm e inferior a 40 cm y marco de 6x6 m.	3,85	490,00	1.886,50
BB004	ha Destoconado mecánico marco 6x6 , diámetro tocón entre 20 - 30 cm Destoconado por volteo y enterramiento del tocón, brotes de cepa y restos de la corta, bajo capa de terreno de al menos 50 cm, mediante retroexcavadora con cazo. Para tocones de diámetro medio de tocón igual o superior a 20 cm e inferior a 30 cm y marco de 6x6 m.	3,29	410,38	1.350,15
BB005	ha Nivelación chopera de producción Allanado posterior al destoconado mecánico, mediante bulldozer de potencia 131-150 C.V, acabado final en franjas continuas y cortes de calle con diferencia de cota inferior a 10 cm.	14,51	220,69	3.202,21
TOTAL SUBCAPÍTULO B01 Preparación del terreno.....				10.531,49
SUBCAPÍTULO B02 Marcación puntos de plantación				
BB006	ha Marcación puntos de plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 6 x 6 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).	14,51	75,39	1.093,91
BB007	ha Marcación puntos de plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m. Señalamiento de los puntos de plantación mediante marcado de cuadrícula de 3,33 x 3 m. con apero acoplado a tractor de ruedas, potencia entre 60 - 75 CV., dirigido con un sistema de posicionamiento global (GPS).	0,11	128,34	14,12
TOTAL SUBCAPÍTULO B02 Marcación puntos de plantación.....				1.085,03

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO B03 Plantación				
BB008	ha Plantación chopera de producción. Marco 6 x 6 m, profundidad 2,5 - 3 m Ahoyado, plantación y tapado con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 a raíz profunda y tapado para una densidad de 278 plantas/ha sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 5,5 metros y máxima de 6 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 90-110 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar.	14,51	1.215,04	17.630,23
BB009	ha Plantación especies ripícolas. Marco 3,33 x 3 m, profundidad 0,5 - 0,75 m Plantación de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,50 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. transporte, aviverado y reparto por la superficie a plantar. Densidad de plantación de 1.000 pies/ha.	0,11	3.283,08	361,14
TOTAL SUBCAPÍTULO B03 Plantación.....				17.991,37
SUBCAPÍTULO B04 Trabajos posteriores a la plantación				
BB010	ud Colocación de protectores tipo tubex sobre especies ripícolas Colocación de protector forestal tipo tubex de doble capa, abierto en el medio y biodegradable sobre los árboles de ribera. Protector de 70 cm de altura que deberá hincarse en el terreno 20 cm. Incluido precio protector y p.p. de transporte y reparto.	114,00	0,97	110,58
BB011	ha Ordeño sobre plantones de la chopera de producción Limpieza manual de todos los brotes en el tercio inferior del plantón. Marco de plantación 6x6	14,51	40,65	589,83
BB012	ha Gradeo sobre chopera de producción Gradeo cruzado (doble pase), posterior a la plantación, mediante grada de discos arrastrada de peso mínimo 3.500 kg, anchura mínima de trabajo de 2,90 metros, discos de diámetro superior a 60 cm y profundidad de trabajo de entre 20-25 cm. Grada arrastrada por tractor de ruedas de potencia comprendida entre los 130 y 160 CV.	29,02	81,57	2.367,16
TOTAL SUBCAPÍTULO B04 Trabajos posteriores a la plantación.....				3.067,57
SUBCAPÍTULO B05 Reposición de marras				
BB013	ud Reposición de marras de chopo de producción Reposición de marras, de <i>Populus sp.</i> clones MC, rasplaje o I-214 con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 1 m ³ y anchura mínima de 1 m, campaña siguiente a la plantación, sobre terreno ligero con pedregosidad media. Plantón con una talla mínima de 6 metros y máxima de 6,5 metros y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 110-130 mm., plantón sin raíz y totalmente podado. Profundidad de plantación de entre 2,5 y 3 m. Incluido planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 5 % de unidades iniciales.	202,00	5,49	1.108,98

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BB014	ud Reposición de marras de especies ripícolas			
	Reposición de marras de especies ripícolas a raíz desnuda, con retroexcavadora de cadenas con cazo de volumen mínimo de 0,60 m ³ y anchura mínima de 0,5 m, talla de 3-3,5 m de altura medidos desde el cuello de la raíz hasta la yema apical y una circunferencia en el cuello de la raíz de entre 70-100 mm. Profundidad de plantación entre 0,5 y 0,75 m. incluida la planta y p.p. de transporte, aviverado y reparto de planta. Reposición para pérdidas igual o inferior al 10 % de unidades iniciales.			
		11,00	4,24	46,64
	TOTAL SUBCAPÍTULO B05 Reposición de marras.....			1.155,62
	TOTAL CAPÍTULO B Plantación.....			33.854,08

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes

4 Presupuesto general

Capítulo	Resumen	Importe (€)	% sobre el total
A	Construcción muro krainer	68.764,93	67,01%
B	Plantación	33.854,08	32,99%
Presupuesto de Ejecución de Material		102.619,01	

El Presupuesto de Ejecución de Material asciende a la cantidad de CIENTO DOS MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON UN CÉNITMO (102.619,01 €).

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes

5 Resumen del presupuesto

	Capítulo A (€)	Capítulo B (€)	TOTALES (€)
Presupuesto de Ejecución Material	68.764,93	33.854,08	102.619,01
Gastos Generales (13%)	8.939,44	4.401,03	13.340,47
Beneficio Industrial (6%)	4.125,90	2.031,24	6.157,14
Base Imponible	81.830,27	40.286,35	122.116,62
I.V.A. 21% Capítulo A y 10 % Capítulo B	17.184,36	4.028,64	21.213,00
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	99.014,63	44.314,99	143.329,62

El Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (143.329,62 €).

En Valladolid, junio 2018

Fdo.: Ignacio Arroyo Marcos

Ing. Técnico Forestal y
Alumno Máster en Ingeniería de Montes