



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y
BIOCIENCIAS
NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO
ESKOLA TEKNIKOA

**PROYECTO DE PLANTACIÓN TRUFERA DE 2,84 HECTÁREAS EN EL
MUNICIPIO DE LAS FRAGUAS (SORIA)**

presentado por

MARTA LAFUENTE CACHO

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN
INGENIARITZAN

Enero, 2022 / 2022, Urtarrila

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

ÍNDICE DOCUMENTO MEMORIA	4
ÍNDICE DOCUMENTO ANEXOS	6
ÍNDICE DOCUMENTO PLANOS	7
ÍNDICE DOCUMENTO PLIEGO DE CONDICIONES	8
ÍNDICE DOCUMENTO MEDICIONES	9
ÍNDICE DOCUMENTO PRESUPUESTO	10

ÍNDICE DOCUMENTO MEMORIA

1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	7
1.1.	Título del proyecto	7
1.2.	Objetivo	7
1.3.	Justificación	7
2.	ALCANCE.....	7
3.	ANTECEDENTES	8
3.1.	Localización	8
3.2.	Características edafoclimáticas del entorno	9
3.2.1.	Características climáticas	9
3.2.2.	Características edafológicas.....	9
3.3.	Factores que condicionan el desarrollo del cultivo	10
3.3.1.	Factores fisiográficos	10
3.3.2.	Factores bióticos	10
4.	NORMAS Y REFERENCIAS	10
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas	10
4.2.	Programas de cálculo.....	11
4.3.	Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto	11
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	12
5.1.	Definiciones	12
5.2.	Abreviaturas	12
6.	REQUISITOS	13
6.1.	Requisitos del promotor.....	13
6.2.	Requisitos del entorno	13
6.3.	Requisitos del proyectista	14
7.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	14
8.	RESULTADOS FINALES	16
8.1.	Características de la plantación.....	16
8.1.1.	Marco de plantación	16
8.1.2.	Época de plantación.....	16
8.2.	Características del vallado.....	17
9.	PLANIFICACIÓN	18

9.1.	Establecimiento de la plantación	18
9.1.1.	Preparación del terreno	18
9.1.2.	Vallado de la parcela	19
9.1.3.	Instalación del sistema de riego.....	20
9.1.4.	Replanteo	21
9.1.5.	Recepción de las especies.....	22
9.1.6.	Labores de plantación	22
9.1.7.	Riego de apoyo.....	23
9.2.	Mantenimiento y seguimiento de la plantación	23
9.2.1.	Fase de adaptación	23
9.2.2.	Fase de colonización	24
9.2.3.	Fase de asentamiento	25
9.2.4.	Fase de explotación.....	26
9.3.	Recolección de trufas	27
10.	ESTUDIO ECONÓMICO	28
10.1.	Vida útil.....	29
10.2.	Ingresos.....	29
10.3.	Estructura de los flujos de caja	29
10.4.	Indicadores de rentabilidad	31
11.	IMPACTO AMBIENTAL.....	31
12.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	32
13.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	32
14.	PLANIFICACIÓN	33
15.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS.....	34
16.	REFERENCIAS.....	34

ÍNDICE DOCUMENTO ANEXOS

Anexo I: La trufa.

Anexo II: Estudio climático.

Anexo III: Estudio edafológico.

Anexo IV: Estudio de alternativas.

Anexo V: Material vegetal.

Anexo VI: Vallado de la parcela.

Anexo VII: Establecimiento de la plantación.

Anexo VIII: Mantenimiento y seguimiento de la plantación.

Anexo IX: Sistema de riego.

Anexo X: Mercado trufero.

Anexo XI: Estudio económico.

Anexo XII: Estudio de Impacto Ambiental.

Anexo XIII: Estudio básico de Seguridad y Salud.

ÍNDICE DOCUMENTO PLANOS

Plano 1: Localización a nivel autonómico y provincial.

Plano 2: Localización de la zona de actuación.

Plano 3: Planta del vallado de la parcela.

Plano 4: Detalle del vallado.

Plano 5: Detalle de la puerta.

Plano 6: Vista de la disposición de la plantación.

Plano 7: Definición de las unidades de riego.

Plano 8: Vista de la red de riego.

Plano 9: Detalle arqueta de riego.

Plano 10: Características y dimensiones de la caseta de riego.

Plano 11: Características de la cimentación de la caseta de riego.

Plano 12: Detalle placas solares.

Plano 13: Detalle balsa.

ÍNDICE DOCUMENTO PLIEGO DE CONDICIONES

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES	4
CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	6
EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN.....	6
EPÍGRAFE II: ASPECTOS DEL CULTIVO.....	16
APARTADO I: MATERIAL VEGETAL.....	16
APARTADO II: FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES.....	20
APARTADO III: OPERACIONES DEL CULTIVO.....	21
APARTADO IV: MAQUINARIA.....	23
APARTADO V: OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN.....	24
APARTADO VI: EL ENCARGADO AGRÍCOLA.....	24
APARTADO VII: MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES.....	25
EPÍGRAFE III: INSTALACIÓN DEL RIEGO.....	25
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	28
EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	28
EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	29
EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....	31
EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	33
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	34
EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.....	34
EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....	34
EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.....	35
EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	37
EPÍGRAFE V: VARIOS.....	39
CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	40

ÍNDICE DOCUMENTO MEDICIONES

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	5
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	6
CAPÍTULO III: VALLADO	7
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	8
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	10
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	11

ÍNDICE DOCUMENTO PRESUPUESTOS

1. PRECIOS UNITARIOS.....	5
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	5
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	6
CAPÍTULO III: VALLADO	7
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	8
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	10
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	11
2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	13
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	13
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	15
CAPÍTULO III: VALLADO	17
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	20
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	26
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	28
3. PRESUPUESTO	30
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	30
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	31
CAPÍTULO III: VALLADO	32
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	33
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	36
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	37
4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	39

DOCUMENTO Nº 1:

MEMORIA

ÍNDICE DOCUMENTO MEMORIA

1.	OBJETO DEL PROYECTO	7
1.1.	Título del proyecto	7
1.2.	Objetivo	7
1.3.	Justificación.....	7
2.	ALCANCE.....	7
3.	ANTECEDENTES	8
3.1.	Localización.....	8
3.2.	Características edafoclimáticas del entorno	9
3.2.1.	Características climáticas.....	9
3.2.2.	Características edafológicas	9
3.3.	Factores que condicionan el desarrollo del cultivo.....	10
3.3.1.	Factores fisiográficos	10
3.3.2.	Factores bióticos.....	10
4.	NORMAS Y REFERENCIAS.....	10
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas	10
4.2.	Programas de cálculo	11
4.3.	Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto.....	11
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	12
5.1.	Definiciones	12
5.2.	Abreviaturas.....	12
6.	REQUISITOS	13
6.1.	Requisitos del promotor	13
6.2.	Requisitos del entorno.....	13
6.3.	Requisitos del proyectista.....	14
7.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	14
8.	RESULTADOS FINALES.....	16
8.1.	Características de la plantación	16
8.1.1.	Marco de plantación.....	16
8.1.2.	Época de plantación	16
8.2.	Características del vallado	17
9.	PLANIFICACIÓN.....	18

9.1.	Establecimiento de la plantación	18
9.1.1.	Preparación del terreno.....	18
9.1.2.	Vallado de la parcela.....	18
9.1.3.	Instalación del sistema de riego	20
9.1.4.	Replanteo	21
9.1.5.	Recepción de las especies.....	21
9.1.6.	Labores de plantación.....	22
9.1.7.	Riego de apoyo	22
9.2.	Mantenimiento y seguimiento de la plantación	22
9.2.1.	Fase de adaptación	22
9.2.2.	Fase de colonización	23
9.2.3.	Fase de asentamiento.....	24
9.2.4.	Fase de explotación	25
9.3.	Recolección de trufas.....	26
10.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	28
10.1.	Vida útil	28
10.2.	Ingresos	28
10.3.	Estructura de los flujos de caja.....	28
10.4.	Indicadores de rentabilidad.....	30
11.	IMPACTO AMBIENTAL	31
12.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	31
13.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	31
14.	PLANIFICACIÓN.....	32
15.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS.....	33
16.	REFERENCIAS	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Localización de la parcela	8
Figura 2:	Disposición del cultivo	16
Figura 3:	Disposición del vallado	17
Figura 4:	Disposición del sistema de riego	20
Figura 2:	<i>Quercus ilex</i> micorrizada	21
Figura 3:	Trufera en fase de adaptación	22
Figura 4:	Trufera en fase de colonización	23
Figura 5:	Trufera en fase de asentamiento	24

Figura 6: Trufera en fase de explotación	25
Figura 7: Perro recolectando trufas	26
Figura 8: Diagrama de Gantt, calendario de actuación	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Alternativas	15
Tabla 2: Alternativa elegida	16
Tabla 3: Tramos del vallado	18
Tabla 4: Maquinaria y obra de mano en el cerramiento	19
Tabla 5: Maquinaria y obra de mano en el establecimiento, mantenimiento y seguimiento de la plantación	26
Tabla 6: Ingresos de venta de trufa	27
Tabla 7: Flujos de caja	27
Tabla 8: Indicadores de rentabilidad	29

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1. Título del proyecto

Proyecto de plantación trufera de 2,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria).

1.2. Objetivo

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una plantación trufera en una parcela de 2,84 hectáreas situada en la provincia de Soria. Esta región se caracteriza por una buena cultura que gira en torno a la trufa debido a las condiciones que se dan para el cultivo. Se utilizarán plantas leñosas inoculadas con el hongo productor de trufa.

1.3. Justificación

El proyecto ha sido encargado por D. José Manuel García Pérez, propietario de la parcela. Por otro lado, estará dirigido por la Ingeniera Técnica Agrícola Dña. Marta Lafuente Cacho siendo la persona cualificada que el promotor ha elegido para la dirección del proyecto.

Dicho proyecto se centra en romper con el monocultivo cerealista existente en la zona donde se localiza la parcela y realizar una actividad que genere rentabilidad.

El conjunto de actividades que se llevarán a cabo para la plantación se realizarán de forma respetuosa con el medio ambiente pues, cabe destacar, que a unos 15 km aproximadamente de la zona se encuentra la Reserva Natural del Sabinar de Calatañazor.

2. ALCANCE

En el proyecto se realizará una plantación trufera, partiendo de una parcela con aptitud cerealista. Para ello, se llevarán a cabo una serie de actuaciones que se mencionan a continuación:

- Estudio de la biología de la trufa, su morfología y análisis de la ecología del hongo, condicionantes que le afectan (Anexo I).
- Valoración de la plantación a partir del estudio de análisis climático y edafológico de la zona (Anexo II y Anexo III).
- Realización de un informe de las diferentes alternativas posibles para diferentes aspectos, siempre eligiendo la mejor opción o la más correcta con las limitaciones que se presenten (Anexo IV).
- Análisis del material vegetal, incluyendo en él tanto la especie simbiote como el hongo (Anexo V).
- Realización de un vallado en el perímetro de la parcela para dar a la parcela seguridad y

privacidad, evitando robos o destrozos de la plantación (Anexo VI).

- Definición y descripción de las actividades a realizar para el establecimiento del cultivo junto con el seguimiento y mantenimiento de la trufera (Anexo VII y Anexo VIII).
- Diseño del sistema de riego, definiendo la totalidad de las tuberías empleadas, el cabezal de riego y su colocación en la parcela (Anexo IX).
- Análisis del mercado trufero (Anexo X).
- Estudio económico de la trufa (Anexo XI).
- Estudio tanto del impacto ambiental que ocasiona el llevar a cabo la plantación, como de seguridad y salud (Anexo XII y Anexo XIII).

3. ANTECEDENTES

3.1. Localización

La zona donde se va a realizar la plantación se da en la parcela 125 del polígono 15 en el término municipal de Las Fraguas, provincia de Soria y Comunidad Autónoma de Castilla y León (*Figura 1*).

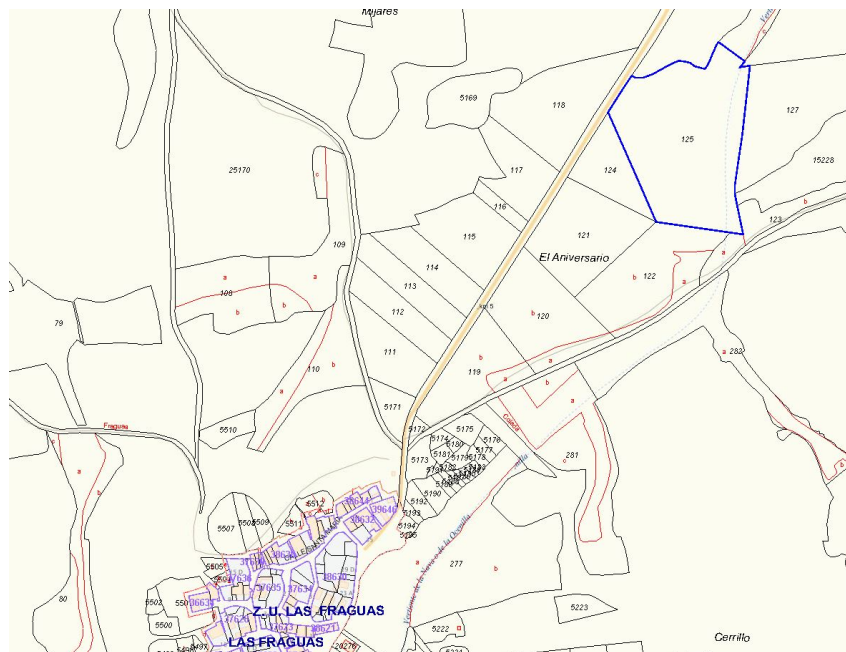


Figura 1: Localización de la parcela. Fuente: <https://www1.sedecatastro.gob.es/>

La localización y situación de la zona en concreto se encuentran plasmadas en el Plano 1 y el Plano 2 del documento Planos.

Las Fraguas pertenece al municipio de Golmayo que limita con los municipios de Quintana Redonda, Rioseco de Soria, Calatañazor, Villaciervos, Los Rábanos y la propia capital, Soria.

El acceso a la parcela se realiza a través de la Carretera Provincial SO-P-4095 que une con la Carretera Nacional N-122.

La forma de la parcela es bastante irregular a pesar de que su perímetro está formado por líneas rectas. No cuenta con pendiente, ya que se sitúa en una zona de llanura. La totalidad de la parcela cuenta con 2,84 hectáreas que serán utilizadas para la plantación, dejando límites en el perímetro. En la actualidad, la parcela se encuentra en barbecho, precedida por cultivos cerealistas, en concreto trigo.

3.2. Características edafoclimáticas del entorno

3.2.1. Características climáticas

El clima de Las Fraguas es mediterráneo-continental. En el Anexo II se detalla de forma más clara las características climáticas de la zona.

- Temperatura: La temperatura media anual es de 11°C. Según el análisis climático la zona presenta una estacionalidad marcada, siendo un requisito importante para el buen desarrollo de las trufas.
- Precipitación: Los valores medios anuales son de 512 mm. Este valor no supone un condicionante para la plantación ya que se encuentra entre los valores óptimos, a pesar de ello, se instalará un sistema de riego para, que en la época estival quede resuelto el déficit hídrico.

3.2.2. Características edafológicas

En el Anexo III se detallan los aspectos comentados a continuación:

- Pedregosidad: Considerada como un factor beneficioso en plantaciones trufas. El suelo de la plantación es pedregoso a simple vista y según los análisis tiene un contenido en elementos gruesos del 26,94%.
- pH: Lo ideal para una plantación de trufas son valores comprendidos entre 7,5 y 8,5. Los análisis de la parcela se obtiene un valor de pH de 8,16 por lo que es apto para el cultivo.
- Calcio: La presencia de carbonato cálcico es un requerimiento indispensable para que el hongo pueda existir en el suelo. En la parcela para realizar el proyecto, el contenido de carbonatos es de 13%.
- Materia orgánica: La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje de este y de su laboreo (Delmas, 1987).

El contenido en materia orgánica del suelo para las truferas es muy variable, oscilando entre el 0,5% y el 10% (Reyna, 2000).

El análisis del suelo indica que el contenido de materia orgánica del suelo es de 1,93%.

- Textura: En truficultura existe una gama amplia de texturas favorables que giran en torno a los suelos francos, como los suelos franco-arcillosos, franco-arenosos o franco-limosos. Según los análisis obtenidos en el laboratorio, la parcela presenta una textura franca.
- Macronutrientes: Los valores de nitrógeno, potasio y fósforo de la parcela se encuentran dentro de los valores recomendados.

3.3. Factores que condicionan el desarrollo del cultivo

Además de los factores climáticos y edafológicos de la zona, caracterizados como factores abióticos, los factores fisiográficos también se enmarcan en este grupo. Así mismo, los factores bióticos, también resultan condicionantes para el desarrollo del cultivo. Todos ellos, se describirán de forma más detallada en el Anexo I.

3.3.1. Factores fisiográficos

- Orientación: Por norma general, las trufas necesitan buena insolación por lo que la gran mayoría de truferas están orientadas de solana o mediodía (exposición sur) o en terrenos con poca pendiente.
- Altitud: La franja óptima se encuentra entre 800 y 1.200 metros, en lugares abiertos y con buena insolación. La parcela está situada a 1.174 m.s.n.m.
- Pendiente: Las truferas silvestres se sitúan normalmente en pendientes moderadas: así, en Soria predominan las pendientes alrededor del 15% (Reyna, 2007). La pendiente de la parcela es nula.

3.3.2. Factores bióticos

Es importante conocer cuál ha sido el cultivo anterior a la plantación de trufas, ya que afecta a la calidad del suelo y, por lo tanto, al buen desarrollo. Los mejores resultados se dan cuando el cultivo antecesor es cereal.

En este caso, como se ha comentado, el cultivo anterior es cereal, por lo que no presenta ningún problema en la parcela.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

A continuación, se reflejan las disposiciones legales y las normas aplicadas para la plantación trufera:

- UNE 157001:2014, criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Ley 43/2002, de 20 de noviembre de 2002, de sanidad vegetal, en la que se articulan los criterios y las actuaciones aplicables en materia de sanidad vegetal, en general, y de prevención y lucha contra plagas, en particular, tanto del Estado como de las Comunidades Autónomas.
- Real Decreto 929/1995, del 9 de junio de 1995, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero.
- Decreto 1688/1972, de 15 de junio, por el que se regulaba la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno.
- Ley de Montes de 8 de junio de 1957.
- Reglamento (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de octubre de 2016, relativo a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales, por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 228/2013, (UE) n.º 652/2014 y (UE) n.º 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan las Directivas 69/464/CEE, 74/647/CEE, 93/85/CEE, 98/57/CE, 2000/29/CE, 2006/91/CE y 2007/33/CE del Consejo.
- Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

4.2. Programas de cálculo

Para la elaboración del proyecto y la realización de los cálculos se han utilizado los siguientes programas:

- Microsoft Word (Redacción del Proyecto).
- Microsoft Excel (Presupuesto).
- Microsoft Project (Planificación).
- gvSIG (Planos).
- AutoCAD (Planos).

4.3. Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto

Para asegurar una correcta elaboración y calidad del proyecto, se presentan una serie de criterios basados en aspectos de orden, distribución, planteamiento y buena redacción. Para ello, se seguirán las indicaciones marcadas por la norma UNE 157001:2014: "Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico". La estructura general del proyecto presenta Índice, Memoria, Anexos, Planos, Pliego de condiciones, Mediciones y Presupuesto.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

5.1. Definiciones

A continuación, se explican algunos términos que requieren de definición para una mejor comprensión.

- Micorriza: asociaciones simbióticas entre los hongos y las raíces de las plantas vasculares. Gracias a las micorrizas, el desarrollo simbiótico de la planta sucede de una manera satisfactoria y ambos salen beneficiados, tanto el hongo como la planta.
- Puñal: herramienta metálica utilizado en la recogida de la trufa, ayuda a cavar la tierra.
- Quemado: zona alrededor de las encinas donde la vegetación no prolifera. Frecuentemente, es un círculo de forma uniforme. Es causado por el fenómeno de la alelopatía.
- Simbiosis: individuos de diferentes especies se relacionan entre sí, obteniendo el beneficio de al menos uno de los dos.

5.2. Abreviaturas

En lo que a las abreviaturas se refiere, las más empleadas son las siguientes:

- °C: Grados Celsius.
- a.C.: Antes de Cristo.
- cm: Centímetro.
- CV: Caballo de vapor.
- g: Gramo.
- h: Hora.
- ha: Hectárea.
- km: Kilómetro.
- km²: Kilómetro cuadrado.
- L: Litro.
- m: Metro.
- mm: Milímetro.
- cm: Centímetro.
- m²: Metro cuadrado.
- μS: Microsiemens.
- N: Norte.
- W: Oeste.
- E: Este.
- ppm: Partes por millón.
- m.c.a.: Metros columna de agua.

- Msnm: Metros sobre el nivel del mar.
- kW: Kilovatio.
- m³: Metro cúbico.

6. REQUISITOS

En este apartado se describen los requisitos impuestos por el promotor, el entorno, el proyectista que afectan al Proyecto:

6.1. Requisitos del promotor

El cliente ha presentado varios condicionantes que se deberán tener en cuenta:

- El proyecto únicamente se llevará a cabo si tras realizar el análisis económico, es rentable.
- La totalidad de la parcela será destinada a la plantación, salvo por restricciones. Se deberá dejar un pequeño límite entre el vallado y las especies vegetales.
- El proyecto será respetuoso con el medio ambiente, evitando causar daños de gran magnitud.
- Se hará uso de subvenciones cuando sea posible.
- Se optará por el uso de especies autóctonas y en empresas de la provincia, promoviendo el mantenimiento de la flora provincial y aportando una pequeña ayuda a los comercios vecinos.
- El marco de plantación no debe dar problemas de funcionalidad en relación con el manejo de la maquinaria y debe permitir la distribución óptima en la parcela. Además, no tendrá que afectar en el desarrollo de las encinas, permitiendo un crecimiento con normalidad y evitando competiciones entre ellas.
- Para el riego, se hará uso de la balsa que se encuentra en la parcela y que alberga una capacidad del 100.000 L.

6.2. Requisitos del entorno

Puesto que la parcela presenta una localización en concreto y, como ya se ha comentado anteriormente, tanto las condiciones climáticas (Anexo II) como geológicas (Anexo III) del lugar serán factores limitantes en la plantación.

El desarrollo deberá ser sostenible con el medio ambiente.

6.3. Requisitos del proyectista

El presente Proyecto debe cumplir con los requisitos impuestos, tanto por el promotor como por el entorno, además de seguir la siguiente normativa:

Ley 43/2002. De 20 de noviembre de 2002, de sanidad vegetal.

Las fechas que delimitan cada fase del proyecto se deben cumplir estrictamente, excepto que la causa sea un problema meteorológico y geopolítico. Por tanto, las fechas acordadas entre el promotor y el proyectista deben cumplirse.

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Para realizar el análisis de las diferentes alternativas del proyecto, se ha utilizado una valoración desde diferentes puntos de vista como es el caso de un enfoque económico, de manejo y medioambiental. Determinando la siguiente ponderación:

- Criterio económico (40%): se tendrá en cuenta el gasto que supone y la rentabilidad del proyecto.
- Criterio de manejo (25%): se tendrá en cuenta la dificultad sobre el mantenimiento del cultivo.
- Criterio medioambiental (35%): se tendrá en cuenta el impacto de la plantación.

Para valorar las diferentes soluciones que se plantean, se ha optado a realizar un Estudio de Alternativas (Anexo IV) para que ayude a tomar la decisión más oportuna. En él, se han estudiado las diferentes opciones:

- Especie leñosa
 - o Encina (*Quercus ilex*)
 - o Quejigo (*Quercus faginea*)
 - o Avellano (*Corylus avellana*)
- Especie de hongo
 - o *Tuber melanosporum* Vitt
 - o *Tuber brumale* Vitt
 - o *Tuber aestivum* Vitt
- Sistema de cultivo
 - o Monocultivo tradicional
 - o Sistema intercalar
 - o Sistema mixto

- Sistema de riego
 - Riego por aspersión
 - Riego por goteo
 - Riego por microaspersión

- Tipo de recolección
 - Perro
 - Cerdo
 - Mosca trufera

- Sistema de mantenimiento del suelo
 - Laboreo
 - Herbicidas
 - Cubierta vegetal

- Sistema de fertilización
 - Sustrato fertilizado
 - Empajado
 - Hojarasca

Se estudiaron las siguientes combinaciones a los problemas (*Tabla 1*):

Tabla 1: Alternativas.

PROBLEMA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Elección especie leñosa	Encina	Quejigo	Avellano
Elección especie de hongo	<i>Tuber melanosporum Vitt</i>	<i>Tuber brumale Vitt</i>	<i>Tuber aestivum Vitt</i>
Elección sistema de cultivo	Monocultivo tradicional	Sistema intercalar	Sistema mixto
Elección sistema de riego	Riego por microaspersión	Riego por goteo	Riego por aspersión
Elección tipo de recolección	Perro	Cerdo	Mosca trufera
Elección sistema de mantenimiento del suelo	Laboreo	Herbicidas	Cubierta vegetal
Elección sistema de fertilización	Sustrato fertilizado	Empajado	Hojarasca

8. RESULTADOS FINALES

Definidas las alternativas se realiza un análisis multicriterio de los diferentes enfoques (Anexo IV), de esta forma, se da lugar a la alternativa mejor valorada, que se muestra a continuación (Tabla 2):

Tabla 2: Alternativa elegida.

	Alternativa elegida	Puntuación
Especie leñosa	Encina	8,60
Especie de hongo	<i>Tuber melanosporum</i> Vitt	8,15
Sistema de cultivo	Monocultivo tradicional	8,25
Sistema de riego	Microaspersión	5,95
Tipo de recolección	Perro	7,85
Sistema de mantenimiento del suelo	Laboreo	8,20
Sistema de fertilización	Sustrato fertilizado	7,45

8.1. Características de la plantación

Se llevará a cabo una plantación de encinas inoculadas con el hongo *Tuber melanosporum* Vitt, utilizando para ello un sistema de monocultivo tradicional. La disposición del cultivo (Figura 2) se muestra gráficamente en el Plano 6.

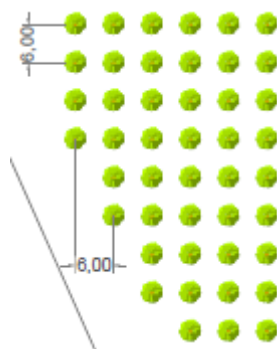


Figura 2: Disposición del cultivo.

8.1.1. Marco de plantación

Se va a considerar un marco de plantación de 6x6 m y, un espaciado entre encima y el vallado de al menos 10 m.

8.1.2. Época de plantación

Principalmente en el cultivo de trufas existen dos épocas de plantación: primavera y otoño. Para la elección de una de ellas, se debe tener en cuenta las condiciones de la zona, principalmente las climáticas que pudiesen afectar al correcto desarrollo.

La parcela se encuentra en la provincia de Soria, considerada como una zona de climatológica fría y fuertes heladas en la época invernal. Por lo tanto, la plantación se comenzará en la segunda quincena de marzo, cuando las heladas se presenten de forma leve.

8.2. Características del vallado

Con el fin de proteger la plantación, el vallado de la parcela se realiza de forma necesaria. A una altura razonable de 1,5 o 2 metros de altura se evitará la entrada de animales salvajes, ganado incontrolado o incluso recolectores furtivos de trufas.

El vallado se realizará en todo el perímetro de la parcela (*Figura 3*), detallado en el Plano 3, Plano 4 y Plano 5 del documento Planos.

Del total del perímetro, 6 m serán aprovechados para la colocación de una puerta, cuya situación será cerca del camino que da acceso a la parcela.

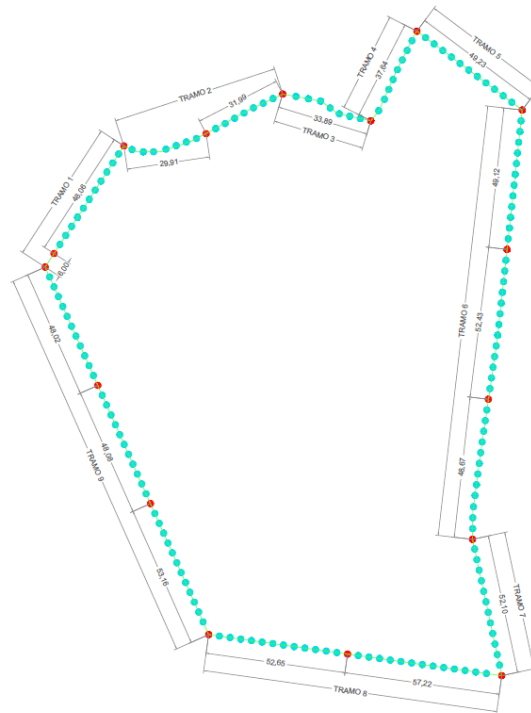


Figura 3: Disposición del vallado.

El diseño consiste en un vallado mediante malla resistente, en concreto malla cingética de malla metálica galvanizada. La malla, de 2 m de altura, irá enterrada 25 cm en el suelo reduciendo por lo tanto su altura visible a 1,75 m.

El enterramiento se realiza para proporcionar rigidez al vallado, evitando la entrada de animales, en concreto jabalíes que pudiesen acabar con la plantación. Así mismo, en caso de excavación de hoyos, también impediría la entrada.

Los postes de tensión se colocarán al principio de la línea del cercado, en los cambios de ángulos en la parcela y también en los espacios donde existan más de 100 m de longitud. Los postes de tensión se colocan junto con los postes de refuerzo. A lo largo de todo el perímetro se colocarán postes intermedios a una distancia de 4 m con el fin de asegurar la fijación de la malla.

9. PLANIFICACIÓN

9.1. Establecimiento de la plantación

A continuación, se describen las tareas que se deben llevar a cabo en el establecimiento de la plantación, detalladas en el Anexo VII.

9.1.1. Preparación del terreno

Labor de desfonde

La primera labor a realizar tiene como objetivo acondicionar el terreno, enterrando el rastrojo del cultivo anterior, en este caso cereal, y también las malas hierbas existentes.

Se realizará con un arado de vertedera cuatrirsurco con rejas de 50 cm de anchura de corte y trabajando a una profundidad de 40 cm, acoplado a un tractor de 150 CV con un rendimiento de 0,73 h/ha, una eficiencia de 65-85% y una velocidad entre 3,5 y 7,5 km/h (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). El trabajo se realizará en la segunda quincena de octubre, después de darse las primeras lluvias, las cuales ayudarán al terreno otorgándole una textura más manejable.

Labor de subsolado

Las labores realizadas en el terreno al existir el cultivo de cereal anterior han provocado la aparición de la denominada “suela de labor”, es decir, una capa rígida que dificulta el crecimiento radicular y que es provocada por el paso repetido de las labores del suelo a una misma profundidad.

Para solucionar el problema, se utilizará un subsolador trisurco con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de trabajo de 80 cm, irá acoplado a un tractor de 150 CV con un rendimiento de 0,62 h/ha. Las velocidades de trabajo deben de mantenerse entre 3,0 y 5,0 km/h, consiguiéndose una eficiencia en parcela de 0,65 a 0,85 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). La labor se realizará en la segunda quincena de diciembre, cuando el terreno no esté superficialmente helado y relativamente seco.

Labor superficial

Tras realizar las labores fundamentales del suelo, en profundidad, es necesario realizar tareas de laboreo superficial, permitiendo establecer el lecho de siembra para el cultivo.

Para ello se utilizará un cultivador de brazos flexibles que trabajará a una profundidad máxima de trabajo de 5 a 12 cm. La velocidad de trabajo será de 6,0 a 8,0 km/h y eficiencia en parcela de 0,65 a 0,85 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). La labor se llevará a cabo antes de implantar la plantación, durante la primera quincena de marzo.

9.1.2. Vallado de la parcela

Las labores del vallado se llevarán a cabo durante el mes de febrero.

Antes de comenzar con el cerramiento definitivo, se realizará un marcaje de la línea por donde irá la valla colocada en el terreno, y, así mismo, se marcará el lugar donde se van a ubicar los postes.

Sobre la línea marcada, se realizará una zanja de unos 30 cm de profundidad con ayuda de un subsolador acoplado a un tractor de 70 CV de potencia, sobre dicha zanja, irá colocada la parte inferior de la malla que posteriormente será enterrada 25 cm.

El vallado se dividirá en 9 tramos y el número de postes de cada tramo se detalla a continuación (*Tabla 3*):

Tabla 3: Tramos del vallado.

Tramo	Longitud (m)
1 (puerta)	54,06
2	61,90
3	33,89
4	37,64
5	49,23
6	150,22
7	62,10
8	109,87
9	149,23

Para clavar los postes en el terreno, se utilizará un martillo neumático acoplado al tractor y la profundidad de clavado será la siguiente:

- Los postes de tensión irán clavados a una profundidad de 80 cm.
- Los postes intermedios irán clavados a una profundidad de 40 cm.
- Los postes de refuerzo irán clavados a una profundidad de 50 cm.

Cuando todos los postes estén clavados, se procede a la colocación de la malla, empezando por la zona inferior. La malla será fijada en los postes con los alambres espinosos, a tres alturas diferentes. Una vez colocados todos los postes y con la malla sujeta a ellos, se procede a tapar la zanja realizada, dejando el alambre inferior enterrado 25 cm.

Por último, se procede a la colocación de la puerta, que se situará sobre unas zapatas de hormigón anclado en el suelo a una profundidad de 60 cm.

En la Tabla 4 se detalla la maquinaria y mano de obra empleada en el cerramiento de la parcela:

Tabla 4: Maquinaria y obra de mano en el cerramiento.

Trabajo	Maquinaria/herramienta	Alquiler	Mano de obra	Rdto. Real
Replanteo	-	-	Capataz y dos peones	210 m/h
Apertura de zanja	Tractor de 70 CV y subsolador	Si	Tractorista	2.500 m/h
Colocación del vallado	Tractor 70 CV y martillo neumático acoplado	Si	Tractorista, capataz y 4 peones	35 m/h
Colocación de puerta	-	-	Capataz y peón	1 puerta/2 horas

9.1.3. Instalación del sistema de riego

Tras las labores preparatorias del suelo se instalará el sistema de riego (Anexo IX). La parcela será sectorizada y se encuentra descrita gráficamente en el Plano 7 y Plano 8.

Las tuberías primarias, secundarias y terciarias serán enterradas, únicamente dejando en la superficie las conexiones para empalmar las tuberías laterales, las arquetas de riego se muestran en el Plano 9. El cabezal de riego se instalará en el interior de una caseta de hormigón prefabricado, cuya descripción gráfica se encuentra en el Plano 10 y Plano 11.

Para enterrar las tuberías se utilizará una retroexcavadora realizando una profundidad de 1,5 m, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno. La anchura de las zanjas será próxima a medio metro para las tuberías primarias y secundarias y de 0,4 m para las tuberías terciarias, dependiendo del diámetro que presente la tubería. Por último, para asegurar el buen asentamiento de la tubería, se echará una pequeña capa de arena.

Tras la plantación será cuando se dispondrán las tuberías laterales junto con los microaspersores de forma exacta en cada una de las encinas (*Figura 4*).

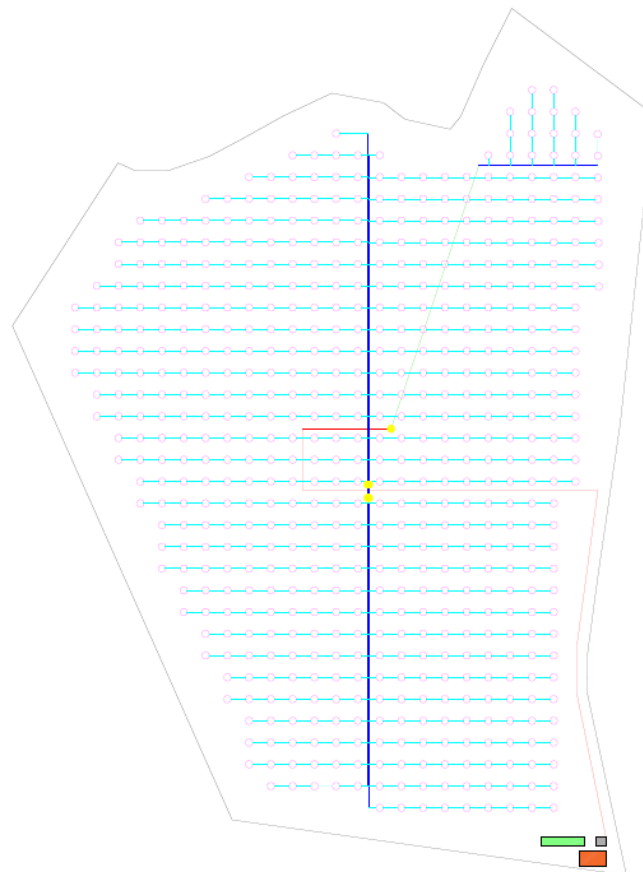


Figura 4: Disposición del sistema de riego.

Se utilizará un sistema de riego por bombeo solar, recogiendo el agua procedente de una balsa de 100.000 L (Plano 13) y compuesto por placas solares (Plano 12).

9.1.4. Replanteo

Para la colocación definitiva de las encinas, se utilizará la técnica de replanteo, considerada como una labor fundamental previa a establecer una plantación, puesto que indica donde se debe colocar cada planta en el terreno. Mediante un tractor de 100 CV de potencia, orientado con un GPS se localizará la ubicación exacta de cada especie.

La apertura de los hoyos se realizará en dos sentidos. El primero de los sentidos será dirección norte-sur, el segundo de ellos en dirección perpendicular, es decir, este-oeste. La separación entre ellos será de 6 m. El punto de intersección entre ambas líneas será la ubicación exacta donde se colocará una estaca de marqueo sobre la que se situará la encina, se colocarán un total de 605 encinas.

9.1.5. Recepción de las especies

El suministro de las plantas se realizará con el cepellón humedecido y, una vez recibidas, se les hará una evaluación para comprobar que cumplen con las características establecidas.

El momento exacto de la recepción de las plantas en la parcela es una vez acabada la labor de replanteo y, una vez recepcionadas, se procede a plantarlas evitando la desecación del cepellón.

Se recibirán un total de 605 plantas de *Quercus ilex* micorrizada (Figura 5). Tendrán dos savias de edad y una buena relación entre la parte aérea y la parte radicular. La altura deseada será de 20-25 cm y una robustez aproximada de 6 cm en el cuello de la raíz.



Figura 5: *Quercus ilex* micorrizada. Fuente: <https://jardineriaourense.es>

9.1.6. Labores de plantación

Como ya se ha comentado, se necesitarán 605 plantas de *Quercus ilex* mocirrada que se colocarán en el terreno a finales de marzo.

La planta, situada en contenedores Melfert, se extrae con cuidado de ser dañada y se coloca en el hoyo, se determinará la profundidad deseada para las plantas y se rellenará el hoyo con tierra para posteriormente colocar la planta.

Para evitar espacios de aire, una vez colocada la planta en el hoyo y cubierta de tierra su parte radicular, se presionará alrededor. Se realizará un alcorque de aproximadamente 60 cm de diámetro alrededor de la encima para realizar un riego de asentamiento.

9.1.7. Riego de apoyo

Tras la plantación, es necesario realizar un primer riego para asegurar el arraigo de las plantas. En la parcela se instalará un sistema de riego por microaspersión, pero, los primeros años el riego de apoyo se llevará a cabo mediante una cisterna de 5.000 L acoplada a un tractor ya que, de esta forma, el agua caerá directamente en los alcorques, evitando el riego fuera de la zona radicular y así mismo, evitando la salida de malas hierbas entre calles.

9.2. Mantenimiento y seguimiento de la plantación

Para asegurar el buen estado de la plantación, se llevarán a cabo una serie de técnicas culturales, la descripción detallada de las mismas se encuentra en el Anexo VIII.

9.2.1. Fase de adaptación

La fase de adaptación (*Figura 6*) comprende los 3 primeros años de la plantación, desde que son trasplantados en terreno hasta que se dan los síntomas de desarrollo del micelio.



Figura 6: Trufera en fase de adaptación. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

9.2.1.1. Laboreo del suelo

El mantenimiento de las calles se realizará con ayuda de un cultivador con colas de golondrina de 2 m de ancho y a una profundidad máxima de 12. Puesto que la distancia entre encinas es de 6 m, se harán dos pasadas de 2 m de anchura; una sobre el margen derecho de la calle y otra sobre el margen izquierdo. Para evitar deshacer los alcorques se deja 1 metro alrededor de cada árbol. Esta labor en el suelo se realizará dos veces al año, tras la campaña de recolección y a comienzos de otoño.

9.2.1.2. Riego

Los riegos se realizarán cada dos semanas durante los 3 años que dura este periodo con aportando un pequeña cantidad con el sistema de riego instalado y la mayor cantidad con ayuda de la cisterna ayudando a que los árboles arraiguen correctamente. Se observará en todo momento la plantación y, en caso de un déficit elevado de agua, los riegos se realizarán cada menos tiempo.

9.2.1.3. Tratamientos fitosanitarios

Los hongos que atacan a las raíces son los que se deben tener en cuenta. Cuando anteriormente en la parcela ha existido una plantación de leñosos, existe el riesgo de que las encinas se infecten con hongos que causan podredumbres en las raíces, por ello, se aconseja que el cultivo precedente sea de cereal.

9.2.1.4. Reposición de marras

Durante los primeros años de la plantación se puede correr el riesgo de que existan encinas que no arraiguen correctamente, esas plantas pueden ser sustituidas por nuevas. La reposición de marras se hará lo antes posible, para que el crecimiento sea homogéneo entre todos los árboles. Por ello, son necesarias las inspecciones temporales.

9.2.2. Fase de colonización

La fase de colonización (*Figura 7*) es el periodo correspondiente entre el 4º y el 8º año de la plantación. Aparecen los primeros síntomas de la producción de trufas, produciéndose los primeros quemados, la extensión del micelio y la proliferación de las micorrizas de las trufas en el sistema radical.



Figura 7: Trufera en fase de colonización. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

9.2.2.1. Laboreo del suelo

La estructura del alcorque se seguirá mejorando hasta que aparezca la clara presencia del quemado. La labor realizada para el mantenimiento de las calles se seguirá llevando a la práctica, modificando la profundidad a una menor.

9.2.2.2. Riego

Se realizará el riego únicamente en la época de déficit, en este caso ya totalmente con el sistema de riego instalado puesto que los árboles ya habrán arraigado bien. El resto del tiempo se supone que el agua de lluvia es suficiente para que el crecimiento del árbol y las raíces continúe hasta que se produzca la aparición de los quemados.

9.2.2.3. Poda

Con el objetivo de mejorar la insolación en el quemado de las encinas, conseguir un crecimiento homogéneo en todo el árbol y evitar humedades, se realiza la poda.

La forma buscada en truficultura es de cono invertido. Durante esta fase se recomienda que la poda sea ligera, únicamente siendo de formación y evitando rebrotes en la parte basal de la encina.

9.2.2.4. Fertilización

En los momentos en los que exista decadencia de algún elemento, se utilizará un sustrato fertilizado compuesto por turba, fibra de coco y perlita, ayudando a satisfacer las necesidades de la encina para un correcto desarrollo de las trufas.

9.2.2.5. Micorrización

Durante el desarrollo de la plantación se debe llevar a cabo análisis periódicos para controlar que la micorrización sea la adecuada, observando el desarrollo del hongo.

9.2.3. Fase de asentamiento

La fase de asentamiento (*Figura 8*) es el periodo comprendido entre el 8º y 10º de la explotación aproximadamente, pudiendo llegar a comprenderse hasta el 12º año. El quemado se ha formado casi por completo en todos los árboles y la trufa alcanza una masa de micelio y micorrizas.



Figura 8: Trufera en fase de asentamiento. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

9.2.3.1. Laboreo del suelo

El laboreo alrededor de los árboles se debe interrumpir puesto que ya existen los quemados donde el hongo lleva a cabo su acción frente a las malas hierbas del entorno.

Entre las calles las labores superficiales continuarán para eliminar la vegetación existente.

9.2.3.2. Riego

Las dosis de riego irán variando de acuerdo con las necesidades que se darán en la fase de explotación de la plantación.

9.2.3.3. Poda

La poda continuará igual que en la fase anterior. Realizando ligeras podas para dotar al árbol de la forma más correcta en la que pueda captar mejor la insolación y aireación.

9.2.4. Fase de explotación

A partir del 12º año se da el periodo de explotación (*Figura 9*). Los quemados de los árboles están completamente desarrollados por lo que se inicia la producción de trufas.



Figura 9: Trufera en fase de explotación. Fuente: <http://www.cultivosforestales.com/>

9.2.4.1. Laboreo del suelo

La profundidad del laboreo en este periodo debe ser controlada, entre calles, ésta debe ser de un máximo de 7 cm mientras que en el caso de los quemados se rastrillará de forma manual para airear la zona.

9.2.4.2. Riego

El riego en el momento de producción únicamente se aportará de forma artificial cuando el agua proporcionada de forma natural mediante lluvia no sea necesaria para cubrir las necesidades. Entre el riego aportado y las precipitaciones se aportará una cantidad total aproximada entre 30 y 50 L/m² mensuales.

9.2.4.3. Poda

La intensidad de poda en esta fase es mayor que en los periodos anteriores ,puesto que los árboles son más robustos. Se pretende limitar el crecimiento tanto de la parte aérea como de la zona radicular. La poda se realizará con una frecuencia bianual hasta llegar al año 20 de la plantación cuando se realizará cada 4 años.

9.3. Recolección de trufas

La recolección de la trufa negra comienza en la primera quincena de noviembre y finaliza a mediados de marzo. Este periodo se debe respetar para evitar trufas de poca calidad o en mal estado.

Esta actividad es la que se lleva a cabo mediante perros adiestrados (*Figura 10*). El adiestramiento del perro se puede realizar de varias formas. Una de ellas consiste en que el cachorro acompañe al perro en la recolección de trufas, de este modo aprende; la otra de las formas es incluyendo la trufa en la alimentación.

Cuando el animal encuentra una trufa, se detiene en el lugar y olfatea la zona en búsqueda de la zona exacta. En ese momento, el amo con ayuda de un puñal desentierra la trufa. Una vez extraída la trufa, se vuelve a tapar el hoyo, ya que en las recolecciones futuras será un lugar casi seguro donde volverán a aparecer trufas.



Figura 10: Perro recolectando trufas. Fuente: <https://www.diarimes.com/>

En la Tabla 5 se detalla la maquinaria y mano de obra necesarias para las labores de establecimiento, mantenimiento y seguimiento de la plantación:

Tabla 5: Maquinaria y obra de mano en el establecimiento, mantenimiento y seguimiento de la plantación.

Trabajo	Maquinaria/herramientas	Alquiler	Mano de obra	Rdto. Real
Desfonde	Tractor 150 CV y vertedera tetrasurco	Si	Tractorista	0,73 ha/h
Subsolado	Tractor 150 CV y subsolador trisurco	Si	Tractorista	0,62 ha/h
Laboreo secundario	Tractor 120 CV y cultivador de brazos flexibles	Si	Tractorista	3 ha/h
Replanteo	Tractor de 100 CV	Si	Tractorista, capataz y 4 peones	0,4 ha/h
Plantación de encinas	Azada	-	Capataz y 5 peones	110 ud/h
Riego de apoyo	Tractor 140 CV y cisterna de 5.000 L	Si	Tractorista y 2 peones	150 ud/h
Instalación del sistema de riego	Retroexcavadora 90 CV	Si	Especialista en riego, capataz y 6 peones	12 día de instalación
Instalación del cabezal y caseta de riego	Retroexcavadora 90 CV	Si	Especialista en riego, capataz y 6 peones	6 días de instalación
Reposición de mallas	-	Si	Capataz y 2 peones	120 ud/h
Escarda manual	Azada	Si	Capataz y 5 peones	140 plantas/h
Laboreo entre líneas	Tractor 60 CV y cultivador de colas de golondrina	Si	Tractorista	1,3 ha/h
Poda	Tijeras de poda	Si	Capataz y 5 peones	140 plantas/h
Labores de riego	Sistema de riego	Si	Capataz	Dependiendo de necesidades
Recolección de trufa	Perro adiestrado	Si	1 peón	Variable
Fertilización	Tractor de 100 CV y abonadora	Si	Tractorista	1 ha/h

10. ESTUDIO ECONÓMICO

En este apartado, se detallan los aspectos económicos del proyecto entre los que se encuentra la vida útil, los ingresos, el flujo de caja y los diferentes indicadores de rentabilidad.

En el Anexo XI se encuentra detallado en profundidad todo lo comentado.

10.1. Vida útil

El periodo de vida útil del Proyecto se estima para aproximadamente 51 años. Desde ese momento, el decrecimiento de producción es muy notable.

10.2. Ingresos

Los ingresos ordinarios provienen de la venta del producto de la explotación, es decir, de las trufas (Tabla 6).

La venta del hongo se da cuando la plantación comienza la producción en el año 12. El rendimiento según pasan los años es muy variable, pero con la instalación del riego en la parcela, se intenta obtener un rendimiento muy igualado, aumentando la producción hasta el año 36 y desde ahí disminuyendo hasta lo largo de la vida productiva de la plantación.

Tabla 6: Ingresos de venta de trufa.

Año	Rendimiento (kg/ha)	Rto. explotación (kg)	Precio (€/kg)	Total ingreso (€)
0-11	0	0,00	325	0,00
12	12	34,08	325	11.076,00
13	15	42,60	325	13.845,00
14	20	56,80	325	18.460,00
15	25	71,00	325	23.075,00
16-36	30	85,20	325	27.690,00
37-40	25	71,00	325	23.075,00
41-44	20	56,80	325	18.460,00
45-48	15	42,60	325	13.845,00
49-50	12	34,08	325	11.076,00
51	10	28,40	325	9.230,00

10.3. Estructura de los flujos de caja

En la Tabla 7, se muestran los flujos de caja del proyecto. Según el flujo de caja obtenido, la inversión se comenzará a recuperar en el año 18 de la plantación.

Tabla 7: Flujos de caja.

Año	Ingresos (€)		Costes (€)		Flujo de caja (€)	
	Ordin.	Extraord.	Ordin.	Extraord.	Anual	Acumulado
0	0,00	0,00	0,00	94.848,78	-94.848,78	-94.848,78
1	0,00	0,00	1.448,02	0,00	-1.448,02	-96.296,80
2	0,00	0,00	1.436,90	0,00	-1.436,90	-97.733,70
3	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-99.450,80

4	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-101.167,90
5	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-102.885,00
6	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-104.602,10
7	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-106.319,20
8	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-108.090,81
9	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-109.862,42
10	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-111.634,03
11	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-113.405,64
12	11.076,00	0,00	1.994,47	0,00	9.081,53	-104.324,11
13	13.845,00	0,00	2.091,11	0,00	11.753,89	-92.570,22
14	18.460,00	0,00	2.381,21	0,00	16.078,79	-76.491,43
15	23.075,00	0,00	2.487,71	0,00	20.587,29	-55.904,14
16	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	-30.967,80
17	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	-6.031,46
18	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	18.904,88
19	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	43.841,22
20	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	68.777,56
21	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	93.713,90
22	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	118.650,24
23	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	143.586,58
24	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	168.522,92
25	27.690,00	4.352,41	2.753,66	51.460,07	-22.171,32	146.351,60
26	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	171.287,94
27	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	196.224,28
28	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	221.160,62
29	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	246.096,96
30	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	271.033,30
31	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	295.969,64
32	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	320.905,98
33	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	345.842,32
34	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	370.778,66
35	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	395.715,00
36	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	420.651,34
37	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	441.079,18
38	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	461.507,02
39	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	481.934,86
40	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	502.362,70
41	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	518.282,04
42	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	534.201,38
43	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	550.120,72
44	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	566.040,06
45	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	577.450,90
46	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	588.861,74
47	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	600.272,58
48	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	611.683,42
49	11.076,00	0,00	2.313,37	0,00	8.762,63	620.446,05

50	11.076,00	4.352,41	2.313,37	51.460,07	-38.345,03	582.101,02
51	9.230,00	0,00	1.121,12	0,00	8.108,88	590.209,90

10.4. Indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad utilizados serán:

Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- A: Inversión inicial
- k: Tipo de interés
- Q: Flujo de caja

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

- Si $TIR \geq r \rightarrow$ se acepta el proyecto. La rentabilidad que ofrece el proyecto es mayor que la mínima requerida.
- Si $TIR < r \rightarrow$ se rechaza el proyecto. La rentabilidad que ofrece el proyecto es menor que la mínima requerida.

En la Tabla 8, se muestran los indicadores de rentabilidad:

Tabla 8: Indicadores de rentabilidad.

	2%	5%	7%	7,65%
VAN	288.912,20	79.844,73	14.408,61	- 109,69
TIR	8 %			

Entre los valores de tasa de rendimiento de 0% y 7,65%, el proyecto es considerado viable.

El proyecto podrá ser realizado recuperando la inversión inicial en el año 18. Desde ese año comenzarán a existir los beneficios para el propietario, hasta el año 51 de plantación.

11. IMPACTO AMBIENTAL

Los proyectos que traten de alguno de los supuestos mencionados en la Ley 21/2013, deberán realizar obligatoriamente un estudio del Impacto Ambiental.

El Proyecto que se trata, no se encuentra dentro de los supuestos de la Ley ya que se trata de una plantación trufera de menos de 50 hectáreas. Sin embargo, se cree que es pertinente realizar el estudio ya que la plantación se integrará perfectamente en el ecosistema.

El análisis detallado del Impacto Ambiental se encuentra descrito en el Anexo XII.

12. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Anexo XIII se detalla el Estudio de Seguridad y Salud, que se ha elaborado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, donde se establecen disposiciones mínimas relacionada con la seguridad y salud en obras de construcción, en el marco de la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de la Prevención de Riesgos Laborales.

13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Resumen	Euros	%
I	PREPARACIÓN DEL TERRENO	592,92	1,50
II	PLANTACIÓN	6.395,51	19,80
III	VALLADO	6.075,27	15,95
IV	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	51.460,07	55,60
V	INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	2.945,06	5,40
VI	SEGURIDAD Y SALUD	1.251,50	2,30

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	68.720,33
---	------------------

13,00 % Gastos generales	8.922,64
6,00 % Beneficio industrial	4.123,22

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	81.766,19
--	------------------

16,00 % I.V.A.	13.082,59
----------------	-----------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL POR CONTRATA	94.848,78
---	------------------

El presupuesto general de la plantación asciende a una cantidad de **NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS.**

14. PLANIFICACIÓN

En la Figura 11, aparecen descritas las tareas y el tiempo empleado en cada una de ellas para llevar a cabo la plantación.

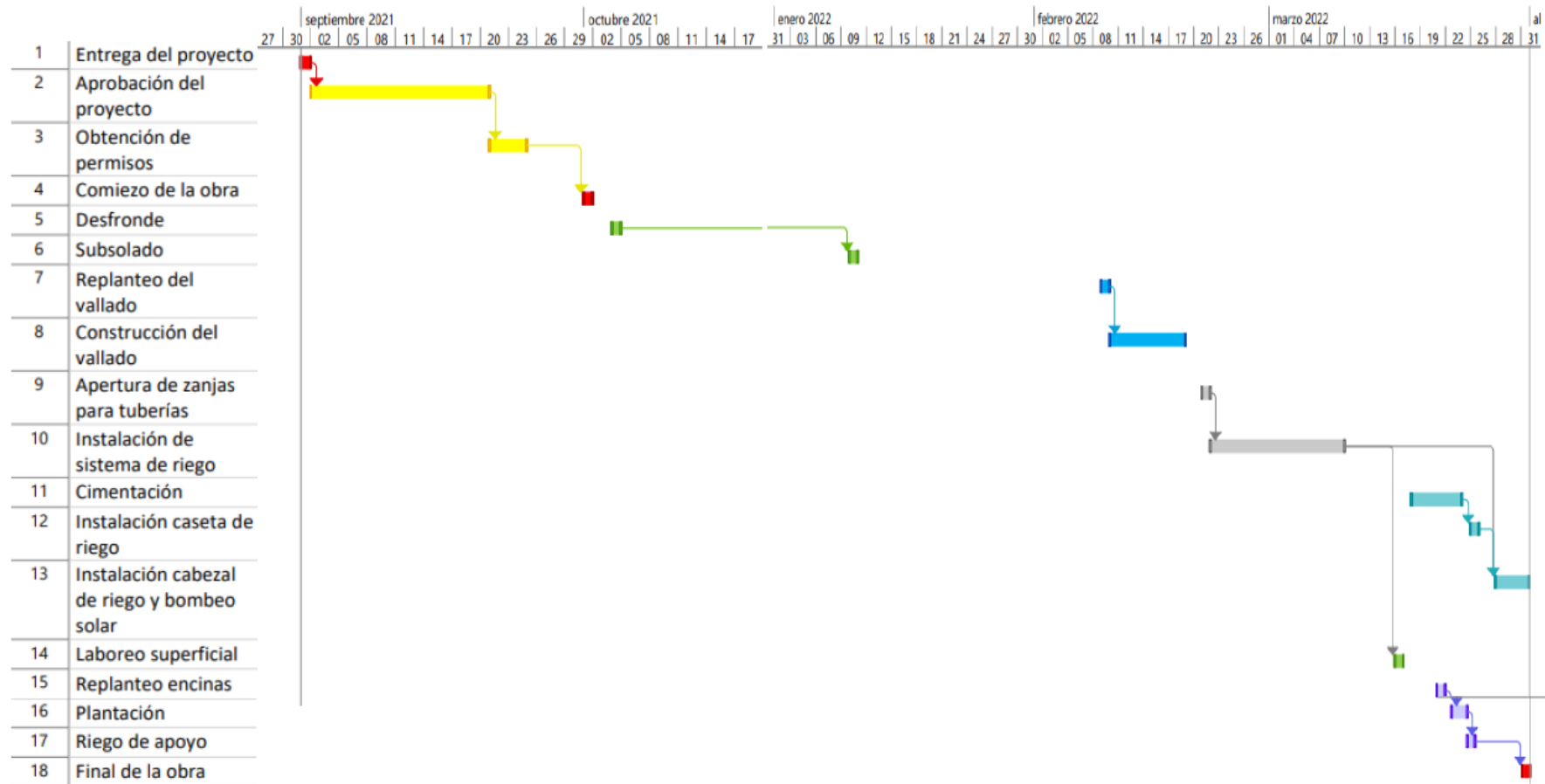


Figura 11: Diagrama de Gantt, calendario de actuación.

15. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS

En el caso en que se presenten incompatibilidades o discrepancias entre diversos documentos básicos del proyecto, se respetará el siguiente orden de prioridades:

1. Memoria
2. Anexos
3. Planos
4. Pliego de condiciones
5. Mediciones
6. Presupuesto

16. REFERENCIAS

Cultivos forestales y micológicos (2020), from: <https://www.cultivosforestales.com/>

Delmas, J. (1983). *La truffe et sa culture*. Paris: INRA.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021), from: <https://www.mapa.gob.es/es/>

Reyna Domenech, S. (2000). *Trufa, truficultura y selvicultura trufera*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Reyna Domenech, S. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Sede Electrónica del Catastro (2021), from: <https://www1.sedecatastro.gob.es/>

Jiménez, S. (2017). «Boira empezó a buscar y encontrar trufas en menos de una semana». Diari Més Digital, from: <https://www.diarimes.com/es/noticias/>

Viveros y plantas Braña (2021), from: <https://jardineriaourense.es/>

DOCUMENTO Nº 2
ANEXOS

ÍNDICE DOCUMENTO ANEXOS

Anexo I: La trufa.

Anexo II: Estudio climático.

Anexo III: Estudio edafológico.

Anexo IV: Estudio de alternativas.

Anexo V: Material vegetal.

Anexo VI: Vallado de la parcela.

Anexo VII: Establecimiento de la plantación.

Anexo VIII: Mantenimiento y seguimiento de la plantación.

Anexo IX: Sistema de riego.

Anexo X: Mercado trufero.

Anexo XI: Estudio económico.

Anexo XII: Estudio de Impacto Ambiental.

Anexo XIII: Estudio básico de Seguridad y Salud.

ANEXO I: LA TRUFA

ÍNDICE ANEXO I

1. HISTORIA	5
Se remonta el conocimiento de este hongo al inicio de las primeras civilizaciones.	5
2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.....	5
3. BIOLOGÍA DE LA TRUFA.....	6
3.1. Las micorrizas	6
3.2. Ciclo biológico	7
3.3. El quemado	8
4. FACTORES ABIÓTICOS	9
4.1. Condiciones fisiográficas.....	9
4.1.1. Orientación.....	9
4.1.2. Altitud.....	9
4.1.3. Pendiente	9
4.2. Condiciones climatológicas.....	10
4.2.1. Temperaturas.....	10
4.2.2. Precipitaciones	11
4.3. Condiciones edafológicas.....	11
4.3.1. Perfil del suelo.....	11
4.3.2. Textura	12
4.3.3. Pedregosidad.....	13
4.3.4. pH	13
4.3.5. Caliza: caliza total y caliza activa.....	13
4.3.6. Materia orgánica	13
4.3.7. Relación carbono/nitrógeno (C/N)	13
4.3.8. Macronutrientes (N, P, K)	14
4.3.9. Conductividad	14
5. FACTORES BIÓTICOS	14
5.1. Encinares y quejigares.....	14
5.2. Fauna y microflora	15
5.3. Plagas y enfermedades	16
6. REFERENCIAS.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grupos de micorrizas	6
Figura 2: Ciclo biológico de la trufa	8
Figura 3: Distribución suelo en Europa	12
Figura 4: Encinares y Quejigares de Soria	15
Figura 5: Larvas de escarabajo de la trufa <i>Leiodes cinnamomeus</i>	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de temperaturas	10
Tabla 2: Comparación con los datos de la zona	10
Tabla 3: Precipitaciones recomendadas	11
Tabla 4: Comparación con los datos de la zona	11

1. HISTORIA

Se remonta el conocimiento de este hongo al inicio de las primeras civilizaciones.

- En Egipto se encontraron jarrones y papiros del año 1.000 a.C. los cuales detallaban la preparación de las trufas, donde la usaban rebozada en grasa.
- Para la elaboración de sus pócimas, los druidas de Gales, Irlanda y Escocia utilizaban las trufas atribuyéndole virtudes curativas y poderes mágicos.
- En el siglo IV a.C., en Grecia y posteriormente en el imperio Romano, ya se cocinaba con trufa. Se consideraban uno de los manjares más exquisitos, creyendo que donde caía un relámpago se formaban las trufas y por lo que las denominaban “hijas del rayo” (“Historia de la trufa - Tòfona de la Conca,” 2020).
- Durante la Edad Media, la trufa entró en decadencia, pues la Iglesia la prohibió al considerarlas como una representación del demonio por su color negro y su forma. Su fama siguió hasta la Edad Moderna.
- Ya durante el Renacimiento, las trufas volvieron a tener protagonismo especialmente en las casas de mayor riqueza y poder.
- Finalmente, en la Edad Contemporánea, siglo XIX, cuando gracias a su mayor presencia en el mercado francés, el uso de la trufa empezó a asentarse entre la mayor parte de la población (“Historia de la trufa | Desde 1750 a.C. | Trufas Igual Escriche,” 2021).

2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Bajo la denominación general de trufa se engloban los hongos del género *Tuber*, familia tuberácea, perteneciente a la clase *Ascomycetos*. Se trata de hongos hipógeos, es decir que sus carpóforos o cuerpos fructíferos se desarrollan bajo tierra, viviendo siempre asociados a árboles y arbustos mediante una forma de simbiosis en las raíces de estos, denominada micorriza (Reyna, 1992).

El color que presentan las trufas es muy oscuro o negro, tienen piel rugosa, dura y maciza. A continuación, se describen algunos términos técnicos de importancia de la descripción morfológica:

- **Carpóforo:** Cuerpo de fructificación de hongos, en este caso, la trufa.
- **Peridio:** Cubierta rugosa de las trufas.
- **Espora:** Forma en la que se propaga los hongos.
- **Asca:** Receptáculo donde se encuentran encerradas varias esporas.
- **Gleba:** Tejido interior de la trufa.
- **Vanas:** Líneas blancas que atraviesan la gleba de la trufa.

3. BIOLOGÍA DE LA TRUFA

3.1. Las micorrizas

En los hongos, se pueden diferenciar dos partes, por un lado, el aparato reproductor, que en este caso es la trufa, donde se encuentran las esporas para la propagación, y por otro lado el micelio o aparato vegetativo por el que se nutre. El micelio se extiende a lo largo del suelo y se compone de filamentos finos denominados hifas.

La trufa es un hongo que necesita realizar una simbiosis denominada micorriza, donde se une a las raíces más finas de plantas como encinas, quejigares o robles y sin las cuales es incapaz de sobrevivir.

La relación entre hongo y planta supone un beneficio mutuo. La planta obtiene ventajas en la absorción de minerales y agua, mejorando el metabolismo del nitrógeno y el fósforo, así mismo, el hongo recibe productos orgánicos sintetizados.

Dependiendo de la penetración del hongo, las micorrizas (*Figura 1*) pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- **Endotróficas o endomicorrizas:** El micelio se sitúa en el interior de las células de la raíz. Solo es apreciable mediante microscopio.
- **Ectotróficas o ectomicorrizas:** Son las más comunes y a este grupo pertenecen las micorrizas de la trufa. En este tipo de micorrizas el hongo forma un manto alrededor de la raíz y penetra intercelularmente en las primeras capas de células formando lo que se denomina "red de Hartig".
- **Ectendotróficas o ectendomicorrizas:** Presentan características similares a las ectotróficas: manto y red de Hartig.

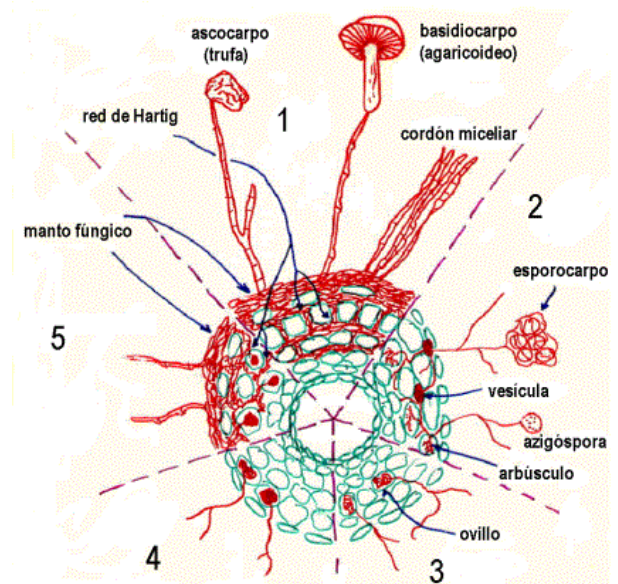


Figura 1: Grupos de micorrizas. Fuente: Universidad de Almería.

3.2. Ciclo biológico

El ciclo biológico de la trufa (Figura 2) está compuesto por diferentes fases que se explican a continuación:

Diseminación de esporas

Cuando la trufa ha alcanzado la madurez completa, generalmente a finales de invierno o principios de primavera, debe liberar las esporas.

Diversos animales e insectos son los agentes externos encargados de la dispersión de esporas. El jabalí busca en la tierra las trufas que comer y pequeños restos adheridos a su pelo serán transportados hasta otros lugares. La mosca de la trufa, sin ser un consumidor tan voraz, hace su puesta en las trufas maduras, desarrollándose y alimentándose sus larvas en el interior. Estas larvas tienen una función muy importante pues, contribuyen a la pudrición de la trufa mediante las galerías que construyen al alimentarse.

Germinación

Las esporas liberadas en algún momento alcanzan la superficie. Las aguas de lluvia las arrastran hacia el interior del suelo, cuando alcanzan las temperaturas y humedad adecuadas, la espora germina emitiendo un fino filamento de micelio que se ramifica.

Infección de raíces

El filamento de micelio ramificado explora el suelo en busca de raicillas de una especie con la que formar una micorriza.

Infección secundaria

A partir de las primeras micorrizas, el micelio comienza a colonizar el suelo encontrando otras raicillas sobre las que formar nuevas micorrizas.

Formación de las trufas

Tras la colonización, si las condiciones ecológicas son buenas, comienza el proceso de fructificación. Entre los meses de mayo y junio, los filamentos de micelio se agrupan y compactan para dar lugar a un pequeño núcleo que formará la trufa.

Cuando llega el frío, en otoño, el micelio detiene su crecimiento y la trufa se queda aislada de las micorrizas, iniciándose de este modo la maduración que tiene lugar el invierno. Al darse la maduración, comienza de nuevo el ciclo.

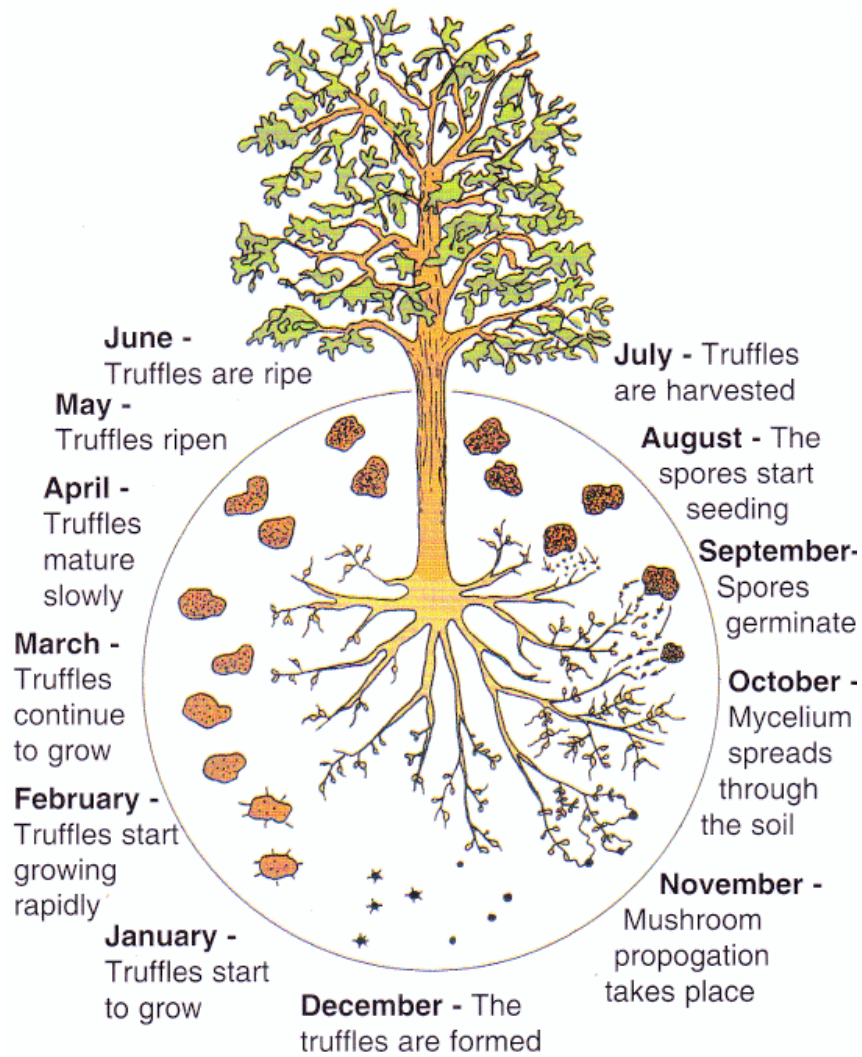


Figura 2: Ciclo biológico de la trufa. Fuente: <https://docplayer.es/>

3.3. El quemado

El terreno que rodea la planta trufera y está desprovisto de vegetación es lo que se conoce como “quemado”.

Esta zona no es una condición necesaria para el desarrollo de trufas pues, existen quemados en los que no se producen trufas y, por el contrario, encinas que producen trufas sin tener una zona de quemado. Sin embargo, lo más frecuente es que en las zonas de quemado es donde se encuentren las trufas.

Este fenómeno se produce por la acción antibiótica del micelio de la trufa, que impide la germinación de otra vegetación. Los quemados se producen entre el cuarto y el décimo año de plantación del árbol micorrizado, primeramente, alrededor de la planta y poco a poco separándose según avanza la zona de raíces finas micorrizadas.

A continuación, se abordarán los requerimientos ecológicos de la trufa negra, diferenciando en dos grupos: factores abióticos y factores bióticos.

4. FACTORES ABIÓTICOS

Aquellos componentes físicos o químicos de la naturaleza que participan en la caracterización de un ecosistema son los conocidos como factores abióticos.

En la producción de trufa, principalmente los factores fisiográficos, climáticos y edafológicos son determinantes para el fracaso o éxito de la plantación. A continuación, dichos factores serán detallados especificando su influencia en la trufa.

4.1. Condiciones fisiográficas

Las condiciones fisiográficas definen los rasgos generales del modelado de la zona.

4.1.1. Orientación

La insolación recibida por las plantas es el resultado de su orientación. Por norma general, las trufas necesitan buena insolación por lo que la gran mayoría de truferas están orientadas de solana o mediodía (exposición sur) o en terrenos con poca pendiente. Sin embargo, en zonas más cálidas y secas, se observa un mayor número de truferas en zonas de umbría (Sáez, 2008) donde tienen escasa producción o incluso nula.

4.1.2. Altitud

Se considera que la altitud favorable para el cultivo de la trufa se sitúa entre los 200 y los 1.500 metros de altitud, sin embargo, la franja óptima se encuentra entre 800 y 1.200 m, en lugares abiertos y con buena insolación.

4.1.3. Pendiente

La pendiente tiene una influencia directa sobre la circulación de agua y la erosión del suelo. Por una parte, una mayor pendiente afecta en la retención de agua, aumentando el riesgo de escorrentía y, por lo tanto, favoreciendo la desecación del suelo. Por otro lado, afecta a los trabajos de maquinaria, provocando una compleja mecanización.

Las truferas silvestres se sitúan normalmente en pendientes moderadas: así, en Soria predominan las pendientes alrededor del 15% (Reyna, 2007).

La pendiente de la parcela es nula.

4.2. Condiciones climatológicas

Algunos de los aspectos que se van a comentar se pueden encontrar en el Anexo II: Análisis climáticos, pero, a continuación, se comentan los parámetros más importantes.

4.2.1. Temperaturas

Para el cultivo de la trufa negra, existen una serie de datos de rangos de temperaturas propuestos (*Tabla 1*).

Tabla 1: Rangos de temperaturas (*Martínez de Aragón et al., 2005*).

Temperatura media anual (°C)	8,6 – 14,8
Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)	23 – 32
Temperatura media del mes más cálido (°C)	17,4 – 23,5
Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)	(-2) – (-6)
Temperatura media del mes más frío (°C)	1 – 8,2
Temperatura máxima absoluta (°C)	43
Temperatura mínima absoluta (°C)	(-9) – (-25)

Es importante evitar los extremos: en verano temperaturas medias del aire superiores a 23°C durante más de seis días y en invierno temperaturas mínimas inferiores a -10°C durante más de cinco días (*Martínez de Aragón et al., 2005*).

Realizando una comparación con las temperaturas de la zona donde se ubica la parcela (*Tabla 2*), podemos llegar a concluir que la zona es óptima para el desarrollo del cultivo.

Tabla 2: Comparación con los datos de la zona.

	PROPUESTOS	SORIA ¹
Temperatura media anual (°C)	8,6 – 14,8	11
Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)	23 – 32	28,7
Temperatura media del mes más cálido (°C)	17,4 – 23,5	20,5
Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)	(-2) – (-6)	7,7
Temperatura media del mes más frío (°C)	1 – 8,2	3,2
Temperatura máxima absoluta (°C)	43	38,5
Temperatura mínima absoluta (°C)	(-9) – (-25)	-15

- SORIA¹: Agencia Estatal de Meteorología (AEME) (<http://www.aemet.es>).

4.2.2. Precipitaciones

Los valores recomendados en cuanto a precipitación (*Tabla 3*) se sitúan en el rango comprendido entre 600 y 900 mm anuales teniendo en cuenta que la influencia de las precipitaciones estivales cobra gran importancia, siendo necesarios unos 80 – 100 mm.

Tabla 3: Precipitaciones recomendadas.

Precipitación anual (mm)	425 – 1.500
Precipitación meses de verano (mm)	72 - 185

Realizando una comparación con las precipitaciones de la zona donde se ubica la parcela (*Tabla 4*), podemos llegar a concluir que la zona es óptima para el desarrollo del cultivo.

Tabla 4: Comparación con los datos de la zona.

	PROPUESTOS	SORIA ¹
Precipitación anual (mm)	425 – 1.500	512
Precipitación verano (mm)	72 - 185	100

- SORIA¹: Agencia Estatal de Meteorología (AEME) (<http://www.aemet.es>).

4.3. Condiciones edafológicas

De igual manera que con el apartado de climatología, algunos de los aspectos que se van a comentar se pueden encontrar en el Anexo IV: Estudio edafológico, pero, a continuación, se comentan los parámetros más importantes.

4.3.1. Perfil del suelo

La trufa negra aparece en España principalmente en leptosoles (“¿En qué tipo de suelos fructifica la trufa negra? - Micofora,” 2014). Son suelos con una profundidad entre 10 y 25 cm situados sobre roca dura, con mucha piedra caliza. Debido al excesivo drenaje, presenta poca retención de agua. Así mismo, los calcisoles también son buenos suelos para la trufa negra ya que presentan grandes acumulaciones de carbonato cálcico. Son comunes en regiones con estaciones secas y donde la roca madre es caliza o donde las aguas freáticas ricas en carbonatos afloran a la superficie (“¿En qué tipo de suelos fructifica la trufa negra? - Micofora,” 2014).

En la Figura 3, se observa la distribución de suelos en Europa, en color amarillo se representan las zonas donde dominan los calcisoles, mientras que, en color gris, las zonas donde lo hacen los leptosoles.

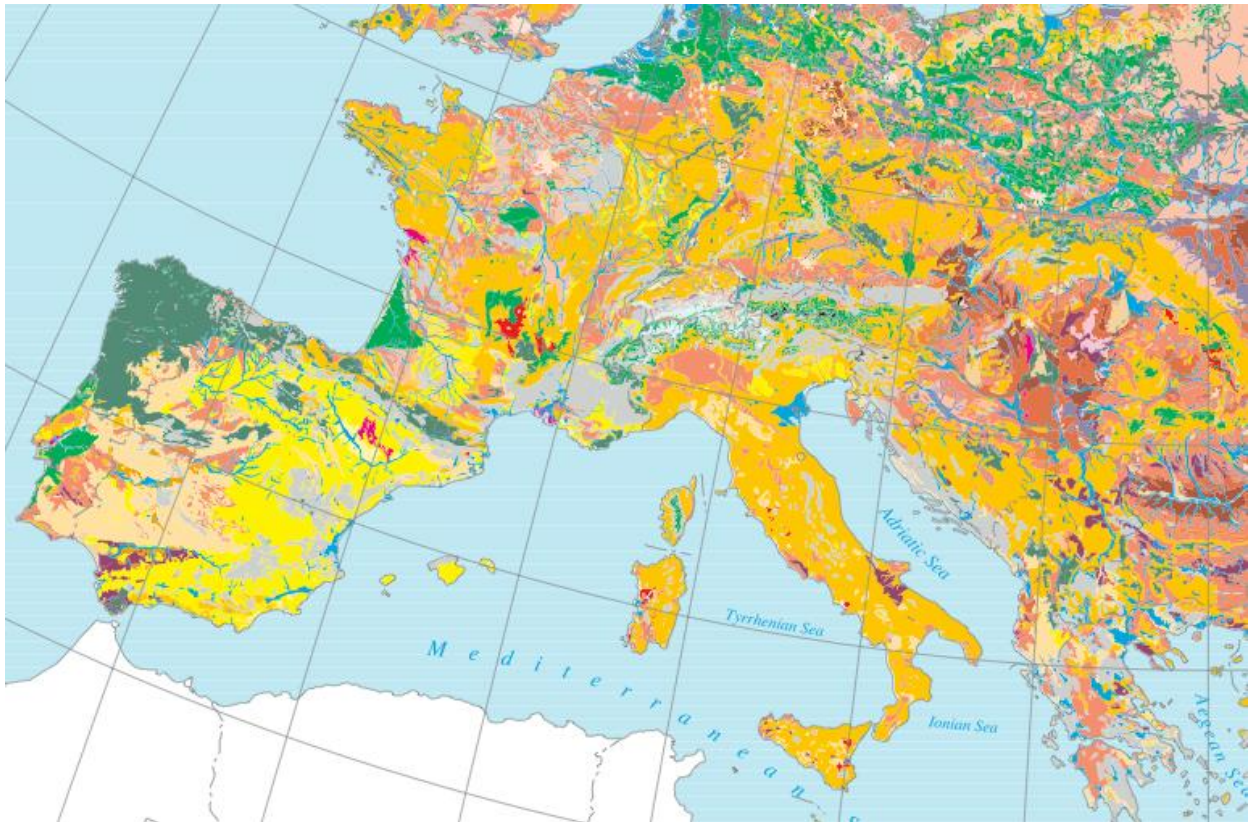


Figura 3: Distribución suelo en Europa (European Commision, 2005).

4.3.2. Textura

Para el cultivo de la trufa son recomendables las texturas de tipo franco, franco arcilloso, franco limoso y franco arenoso (Reyna, 2007) Los suelos excesivamente arenosos y los arcillosos quedan excluidos, los primeros por su mínima capacidad de retención de agua y los segundos por su elevada compactación. A pesar de ello, la mayor de las preferencias se sitúa en los suelos calizos, especialmente por aquellos que contienen calizas duras del Jurásico medio o superior. Sin embargo, el material originario puede ser de diversas eras geológicas o incluso diferentes litologías, lo importante es que contenga carbonato cálcico.

La profundidad del suelo juega un papel importante pues, de ella depende la capacidad para retener agua y, por lo tanto, la disponibilidad de nutrientes para las trufas. Por ello, en las zonas secas y cálidas la profundidad de los suelos es mayor en comparación con las zonas de mayor precipitación. El drenaje natural de un suelo depende de su porosidad, la transición entre horizontes edáficos, el material originario y su fracturación, la pendiente y la actividad biológica. Son muy escasas las truferas silvestres sobre suelos hidromorfos, con signos de encharcamiento prolongado (Reyna, 2007).

4.3.3. Pedregosidad

La pedregosidad es un aspecto valorado muy positivamente, oscila entre un 0,2% y un 92%. Una pedregosidad superficial favorece en la aireación, el drenaje, disminuye la evaporación en verano y protege contra la erosión y compactación producida por la lluvia, regulando la temperatura superficial del suelo. No obstante, en los pedregales, donde el volumen de gravas y cantos es mayor que el de tierra fina, el buen desarrollo de la plantación es complicado.

4.3.4. pH

Puesto que la mejor zona para una plantación trufera es en suelos calizos, la presencia de calcio que resulta de la descomposición de la caliza determina el pH. Para un correcto desarrollo es necesario un pH alcalino. Los valores recomendados se sitúan entre 7,5 y 8,5.

4.3.5. Caliza: caliza total y caliza activa

Como ya se ha comentado anteriormente, la trufa negra se asocia con suelos ricos en calcio. El carbonato cálcico procede de la roca madre originaria del suelo o de materiales de pedregosidad. En el suelo, esta caliza puede hallar en forma solubilizada o de partículas finas (arena, limo o arcilla).

En los suelos podemos identificar las siguientes fracciones de calcio:

- **Caliza total:** son las partículas de tamaño menor a 2 mm (arenas, limos y arcillas). En los suelos truferos existe entre el 0 y el 84%.
- **Caliza activa:** son las partículas de carbonato con un tamaño menor a 5 μm , muy activas químicamente y que intervienen en el desarrollo de las plantas. En las plantaciones se encuentran valores entre 0 y 30%.
- **Calcio intercambiable:** con valores entre 0,4 y 1,6% es una medida de calcio iónico de los líquidos extracelulares de las plantas.

4.3.6. Materia orgánica

La materia orgánica mejora la estructura, favorece la formación de agregados y aumenta la porosidad y capacidad de intercambio catiónico de un suelo. También regula el pH, aumenta la capacidad de retención de agua y estimula la actividad biológica (Martínez de Aragón et al., 2005).

En las truferas es un valor bastante variable, situándose entre el 1,5% y el 8%. Sin embargo, para el correcto desarrollo de la trufa, se desaconsejan los suelos con valores inferiores al 1% o superiores al 10%.

4.3.7. Relación carbono/nitrógeno (C/N)

Este parámetro indica el grado de mineralización de un suelo, es decir la evolución de la materia orgánica y también de su velocidad de humificación.

El rango recomendado de la relación C/N para el cultivo de la trufa negra, está comprendido entre 8 y 15, con valores óptimos alrededor de 10 (Estrada, 1991).

4.3.8. Macronutrientes (N, P, K)

A pesar de ser nutrientes esenciales, la importancia de nitrógeno, fósforo y potasio para la producción de trufa es baja. La mayoría de los suelos tienen cantidades suficientes de estos macronutrientes para la posibilidad de la plantación sin ser necesarias aplicaciones de corrección de deficiencias.

Las plantas dependen de los hongos micorrícicos para captar nutrientes a las concentraciones habitualmente bajas del suelo. Cuando las concentraciones son altas, la planta puede absorber sin necesidad del hongo y deja de formar micorrizas, lo que provoca la desaparición del hongo que depende del árbol para obtener energía.

4.3.9. Conductividad

La conductividad es una buena medida de la cantidad de sales del suelo. El máximo valor para la conductividad en el suelo para plantaciones de trufas es de 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como media (Reyna, 2000). Nunca se han encontrado plantas halófilas (proliferan en suelos salinos) en las trufas, por lo que supone un indicador de que la trufa no se desarrolla en suelos con una gran concentración de sales (Delmas, 1983).

5. FACTORES BIÓTICOS

Entendemos por factores bióticos todos los seres vivos que forman parte de un ecosistema y las interacciones que se producen entre ellos. A continuación, se describen aquellos que son más importantes en la producción de trufa.

5.1. Encinares y quejigares

En los páramos calizos donde se sitúan ambas especies, es donde se pueden encontrar las trufas. En Soria podemos encontrar grandes encinares y quejigares en la Sierra del Madero, Andaluz, Valdemaluque, Sierra de Cabrejas, Quintana Redonda y comarca del Nágima. También por tierras de Berlanga de Duero, Tiermes, Arcos de Jalón, Romanillos de Medinaceli y Mezquetillas. Ocupan una superficie del 13% (Asociación de Montes de Soria, 2021) (*Figura 4*).

Encina, carrasca (*Quercus ilex* L.)

Árbol perennifolio de hoja plana. Con una altura entre 20 y 25 metros. Presenta una copa muy ancha y extendida y un tronco corto que se ramifica a poca altura del suelo. En cuanto a sus ramas, son muy gruesas bastante ascendentes en las regiones media y superior de la copa.

La corteza posee un color pardo oscuro intenso o negruzca, resquebrajada en grietas poco profundas. Por último, sus hojas, ovaladas, entre 4-10 cm de longitud y 6 cm de anchura son bastante ásperas, de aspecto y dureza similar a las del acebo. En el haz prestan un color verde oscuro brillante y con borra gris en el envés (Asociación de Montes de Soria, 2021).

Quejigo, roble carrasqueño (*Quercus faginea* Lam)

Árbol semicaduco de hoja plana. Con una altura entre 7 y 30 metros. Presenta una copa con forma redondeada algo alargada pero bastante regular con ramificaciones no muy gruesas y un tronco no muy grueso y derecho (Asociación de Montes de Soria, 2021). En cuanto a sus ramas, son de un color pardo – rojizas o grisáceas. La corteza, delgada, posee un color grisáceo o pardo – grisáceo y es fisurada. Por último, sus hojas, semicaducas, duras y de margen dentado entre 3-6 cm de longitud presentan un peciolo de 5-15 mm. Prestan color verde.

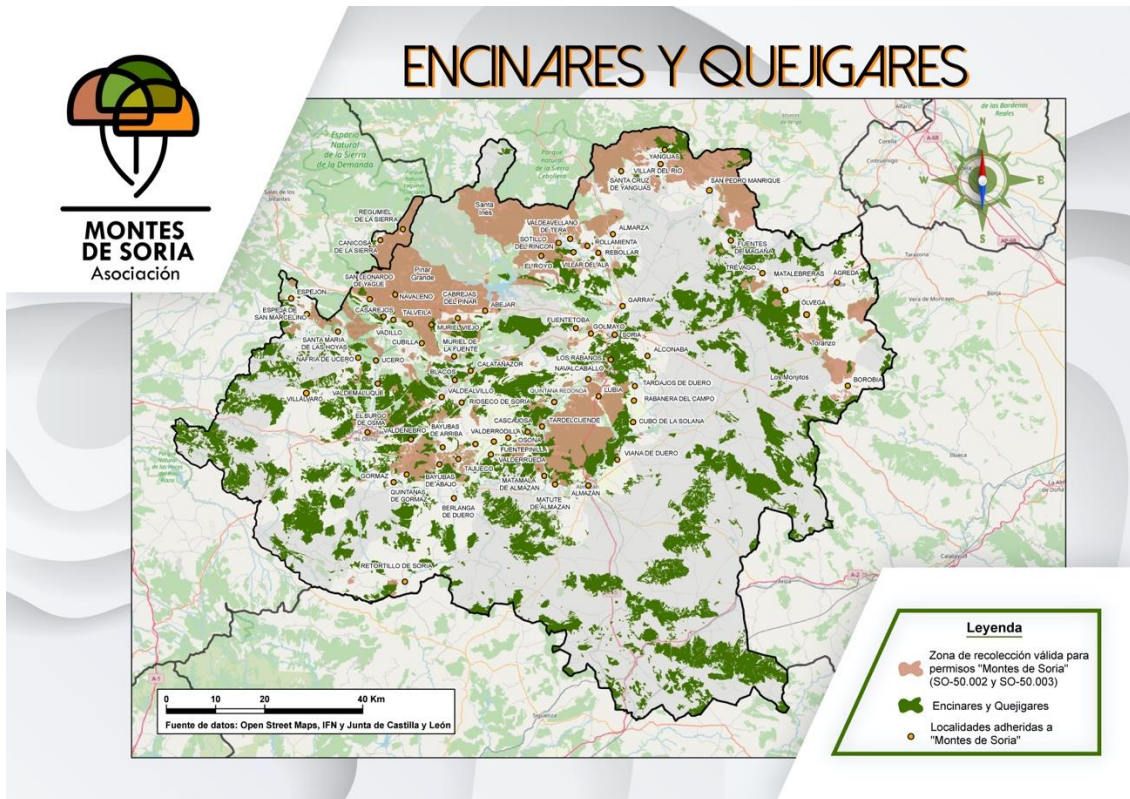


Figura 4: Encinares y Quejigares de Soria. Fuente: <https://asociacionmontesdesoria.com/>

5.2. Fauna y microflora

El jabalí (*Sus scrofa*) está considerado como una de las especies más dañinas para una plantación trufera, puesto que exploran la superficie buscando las trufas para consumirlas. Es atraído por el aroma que desprende el carpóforo de la trufa, llegando a desenterrarlo y comérselo.

Sin embargo, este animal puede facilitar el transporte y dispersión del hongo, bien mediante restos adheridos en el hocico o pelo o mediante ascosporas no digeridas y presentes en el tracto digestivo.

Además del jabalí, también existe diversidad de fauna que se alimenta de carpóforos: babosas rojas y negras, babosas grises y roedores como el ratón de campo. Algunos insectos también participan, asumiendo la función de diseminación del hongo debido a sus puestas sobre los carpóforos.

5.3. Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades que presentan mayor gravedad en el cultivo, son aquellas que afectan al sistema radicular de la planta, siendo el lugar donde se encuentran las cosechas de trufa.

Las podredumbres blancas radiculares son las principales enfermedades que afectan al sistema radicular, provocadas por *Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix*, hongos que transforman el sistema radicular en una masa fibrosa, provocando el debilitamiento y la muerte de las plantas.

El escarabajo de la trufa (*Leiodes cinnamomeus*) (Figura 5) es la plaga más importante de la trufa ya que afecta directamente en el cuerpo del hongo, desarrollando parte de su ciclo biológico en el interior. También, la mosca de la trufa (*Helomyza tuberivora*) causa daños directamente sobre la trufa, en este caso pone sus huevos.



Figura 5: Larvas de escarabajo de la trufa *Leiodes cinnamomeus*. Fuente: <https://probodelt.com/>

6. REFERENCIAS

Agencia Estatal de Meteorología (AEME) (2021), from <http://www.aemet.es>

Asociación de Montes de Soria (2021), from <https://asociacionmontesdesoria.com>

Delmas, J. (1983). *La truffe et sa culture*. Paris: INRA.

Velasco. A. (2017-2018). EL SECTOR DE LA TRUFA NEGRA EN CASTILLA Y LEÓN. UNA PROPUESTA PARA EMPRENDER, from: <https://docplayer.es/147828698-El-sector-de-la-trufa-negra-en-castilla-y-leon-una-propuesta-para-emprender.html>

¿En qué tipo de suelos fructifica la trufa negra? - Micofora. (2014, October). Retrieved

Escarabajo de la trufa (*Leiodes cinnamomeus*) (2021), from:
<https://probodelt.com/informes/informacion-de-plagas/escarabajo-de-la-trufa-leiodes-cinnamomeus/>

Estrada, J. M. (1991). El cultivo de la trufa negra. *El Cultivador Moderno*, (853), 22–25.

European Commision. (2005). *Soil Atlas of Europe, European Soils Bureau Network*.

September 30, 2021, from <https://micofora.com/en-que-tipo-de-suelos-fructifica-la-trufa-negra/>

Historia de la trufa - Tòfona de la Conca. (2020). Retrieved October 13, 2021, from <https://tofonadelaconca.com/conocenos/historia-de-la-trufa/>

Historia de la trufa | Desde 1750 a.C. | Trufas Igual Escriche. (2021). Retrieved October 13, 2021, from <https://trufasigualescriche.com/historia-de-la-trufa/>

Martínez de Aragón, J., Colinas, C., Oliach, D., Bonet, J. A., Olivera, A., & Suz, L. M. (2005). *Guía para el cultivo de la trufa negra*.

Reyna Domenech, S. (1992). *La Trufa*. Madrid: Ediciones Mundi- Prensa.

Reyna Domenech, S. (2000). *Trufa, truficultura y selvicultura trufera*. Madrid: Ediciones Mundi- Prensa.

Reyna Domenech, S. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Ediciones Mundi- Prensa.

Sáez García-Falces, R. (2008). *La trufa: guía de truficultura*. Villaba: Instituto Técnico y de Gestión Agrícola.

ANEXO II: ESTUDIO **CLIMÁTICO**

ÍNDICE ANEXO II

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	TEMPERATURAS	5
3.	REGÍMENES HÍDRICOS.....	6
3.1.	Precipitación y humedad	6
3.2.	Otros elementos	9
4.	INSOLACIÓN	10
5.	VIENTO	11
6.	ÍNDICES CLIMÁTICOS.....	12
6.1.	Índice de Martonne.....	12
6.2.	Índice de Lang	13
6.3.	Índice de Dantin-Cerecera	14
7.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	15
7.1.	Clasificación climática de Thornthwaite	15
7.2.	Clasificación agroecológica de Papadakis.....	16
7.2.1.	Rigor del invierno	16
7.2.2.	Calor del verano	17
7.2.3.	Clases térmicas.....	18
7.2.4.	Régimen hídrico	19
8.	REFERENCIAS.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Representación gráfica de las temperaturas	6
Figura 2:	Representación gráfica de las precipitaciones	7
Figura 3:	Representación gráfica de las humedades relativas medias	7
Figura 4:	Diagrama ombrotérmico	8
Figura 5:	Déficit hídrico	9
Figura 6:	Representación gráfica de días de nieve, tormenta, niebla y helada	10
Figura 7:	Representación gráfica de horas de insolación	11
Figura 8:	Rosa de los Vientos de Soria	12
Figura 9:	Mapa de clasificación climática de Thornthwaite	15
Figura 10:	Mapa climático de España según el rigor del invierno	16
Figura 11:	Mapa climático de España según verano	17
Figura 12:	Mapa climático de España según clases térmicas	18

Figura 13: Mapa climático de España según régimen de humedad	19
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de temperaturas	5
Tabla 2: Datos de precipitación y humedad	6
Tabla 3: Déficit	8
Tabla 4: Datos de días de nieve, tormenta, niebla y helada	9
Tabla 5: Datos de horas de sol (insolación)	10
Tabla 6: Interpretación índice de Martonne	13
Tabla 7: Interpretación índice de Lang	14
Tabla 8: Interpretación índice de Dantin-Cerecera	14
Tabla 9: Rigor de invierno de Papadakis	16
Tabla 10: Calor del verano de Papadakis	17
Tabla 11: Clases térmicas de Papadakis	18
Tabla 12: Régimen hídrico de Papadakis	19

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del estudio climático es el análisis de datos climatológicos de la zona, en concreto donde se va a llevar a cabo la plantación. Se considera un aspecto fundamental para determinar si el clima es un factor determinante para la plantación.

La trufa negra se desarrolla en zonas frías, secas y ventosas, con clima mediterráneo. En cuanto a la pluviometría, necesita precipitaciones de entre 500 y 800 mm anuales, con humedad suficiente en primavera para facilitar el desarrollo del hongo, y tormentas en verano para permitir el engorde de la trufa.

El clima ideal para las trufas es aquel cuya temperatura media anual varía entre los 12 y los 15°C. En el mes más frío la temperatura media debe estar entre 2° y 5°C, y entre los 20° y 25°C en el mes más cálido (Asociación Forestal de Soria, 2021).

El terreno de la plantación se encuentra en el municipio de Las Fraguas, aproximadamente a 1.172 metros sobre el nivel del mar y, localizado geográficamente a una latitud de 41°41'42" N y una longitud de 2°42'59" W.

Para la realización del estudio climático, se han obtenido los datos de la estación meteorológica de Soria, situada a 25 kilómetros de distancia. Se encuentra a una altitud de 1.100 msnm, a una latitud de 41° 46' 30" N y una longitud de 2° 28' 59" O.

Los datos aportados por la estación corresponden a un periodo amplio para realizar el estudio de forma precisa, desde 1981 hasta 2010.

2. TEMPERATURAS

En la Tabla 1 se muestran los datos de la estación meteorológica de Soria.

Tabla 1: Datos de temperaturas. Fuente: <http://www.aemet.es/>

	Temperatura media (T) (°C)	Temperatura media máximas (TM) (°C)	Temperatura media mínimas (Tm) (°C)
Enero	3,2	7,7	-1,3
Febrero	4,3	9,6	-1,0
Marzo	7,1	13,2	1,0
Abril	8,7	14,6	2,8
Mayo	12,5	18,7	6,2
Junio	17,2	24,6	9,9
Julio	20,5	28,7	12,4
Agosto	20,3	28,3	12,2
Septiembre	16,4	23,6	9,3
Octubre	11,6	17,4	5,8
Noviembre	6,7	11,5	1,9
Diciembre	4,0	8,4	-0,4
Año	11,0	17,2	4,9

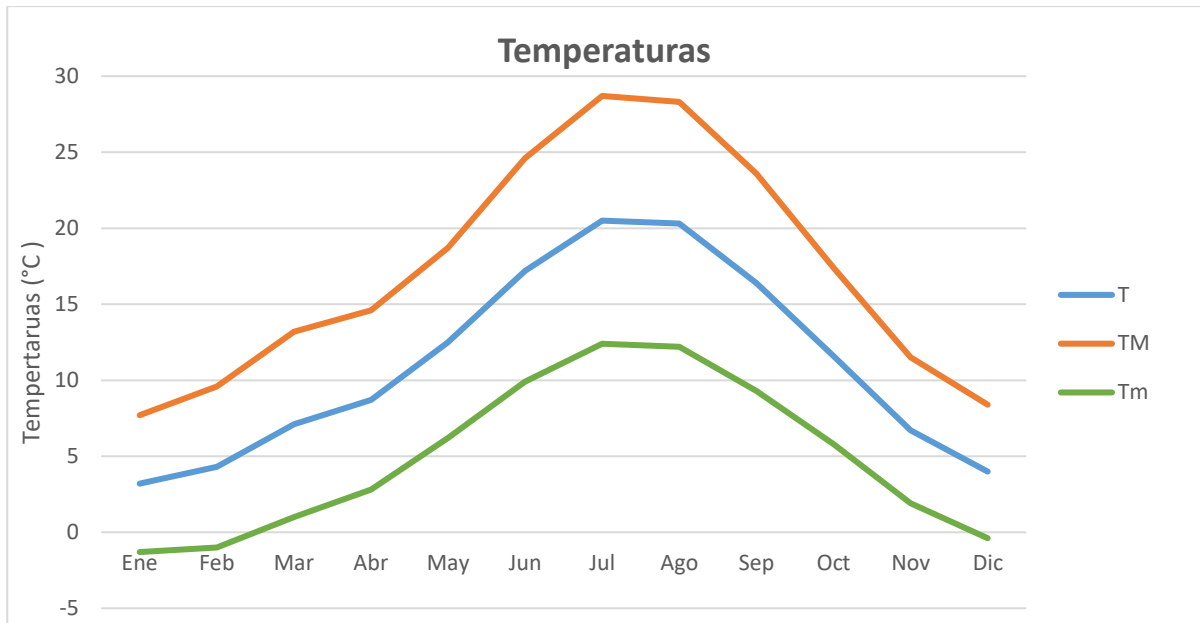


Figura 1: Representación gráfica de las temperaturas.

Con los datos obtenidos (*Figura 1*), en cuanto a temperaturas se refiere, se puede considerar que la zona elegida es favorable para realizar la plantación.

La temperatura media del año es de 11,0°C siendo el óptimo entre 12 y 15°C. Por otro lado, la temperatura media máxima es de 17,2°C, estableciéndose el óptimo para el cultivo entre 20 y 25°C; por último, la temperatura media mínima es de 4,9°C, donde la temperatura establecida para el desarrollo se sitúa entre 2 y 5°C.

3. REGÍMENES HÍDRICOS

3.1. Precipitación y humedad

En la Tabla 2 se muestran los datos de la estación meteorológica de Soria.

Tabla 2: Datos de precipitación y humedad. Fuente: <http://www.aemet.es/>

	Precipitación (P) (mm)	Humedad relativa media (H) (%)
Enero	37	77
Febrero	36	71
Marzo	30	63
Abril	55	64
Mayo	67	63
Junio	40	56
Julio	30	50
Agosto	30	52
Septiembre	33	60
Octubre	55	70
Noviembre	50	75
Diciembre	50	78
Año	512	65

La precipitación media del año presenta un valor de 512 mm, incluido en el rango óptimo de plantación situado entre 500 y 800 mm (*Figura 2*).

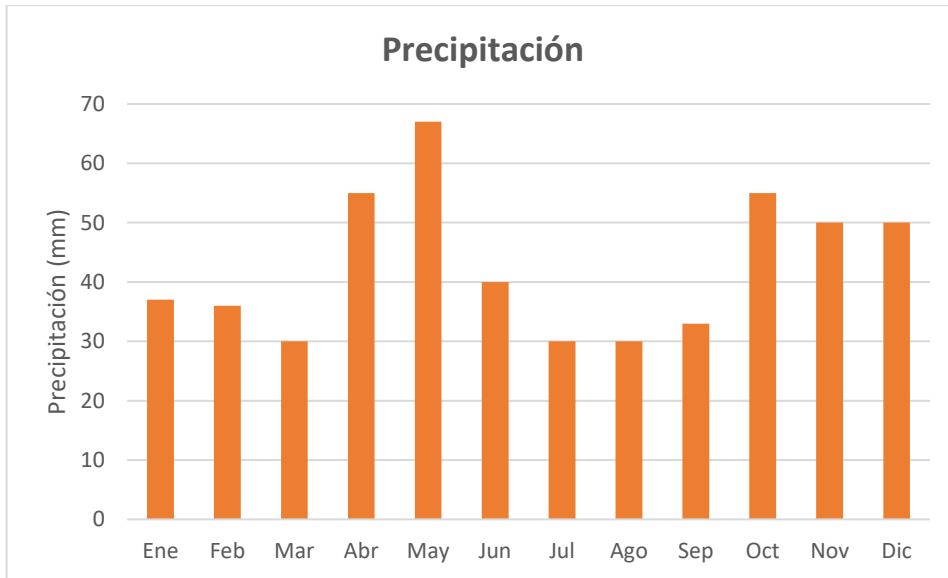


Figura 2: Representación gráfica de las precipitaciones.

Los valores de humedad relativa (*Figura 3*), se encuentran dentro del rango óptimo de humedades.

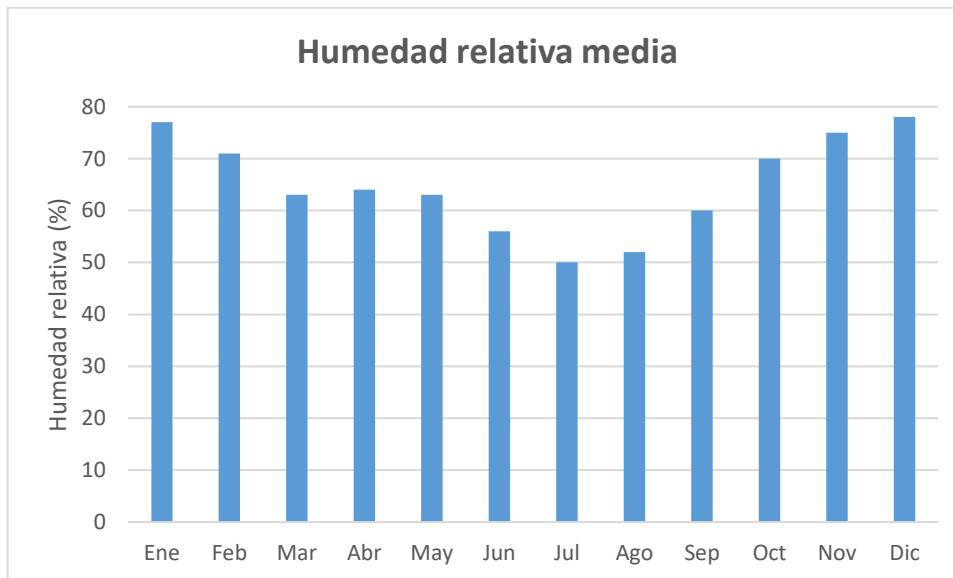


Figura 3: Representación gráfica de las humedades relativas medias.

El diagrama ombrotérmico (*Figura 4*) permite identificar el periodo crítico de sequía donde se tiene en cuenta la precipitación mensual y el doble de la temperatura media mensual (T2). Tras hacer el gráfico, si T2 es mayor que la precipitación mensual, ese periodo se establece como crítico de sequía.

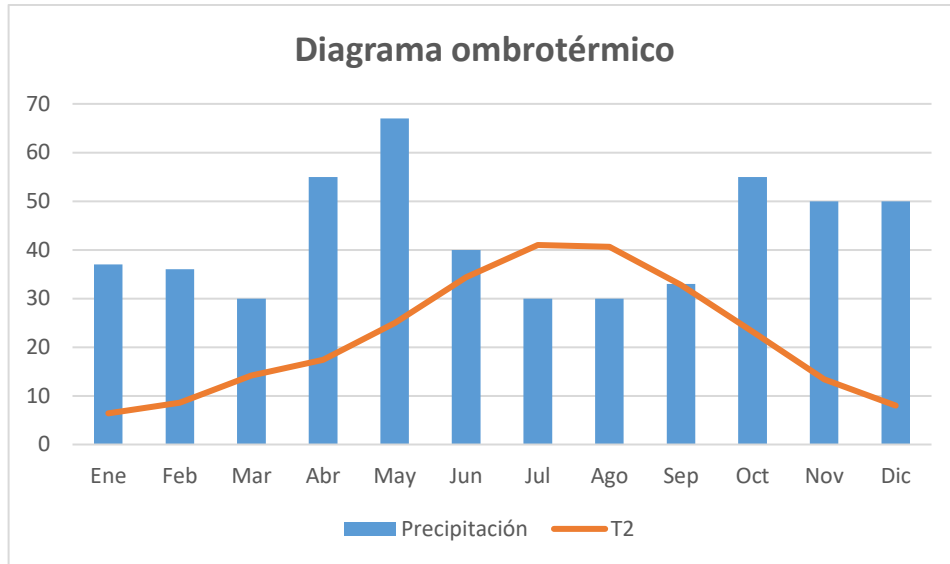


Figura 4: Diagrama ombrotérmico.

A partir del diagrama ombrotérmico se determina el periodo de sequía entre el mes de julio y el mes de septiembre.

Para el periodo de sequía es necesario calcular el déficit que existe (*Tabla 3 y Figura 5*). Se utilizarán las necesidades de la plantación trufera para esos meses.

Tabla 3: Déficit.

	<u>Julio</u>	<u>Agosto</u>	<u>Septiembre</u>
P (mm)	30	30	33
Necesidades (mm)	50	80	70
Déficit (mm)	-20	-50	-37

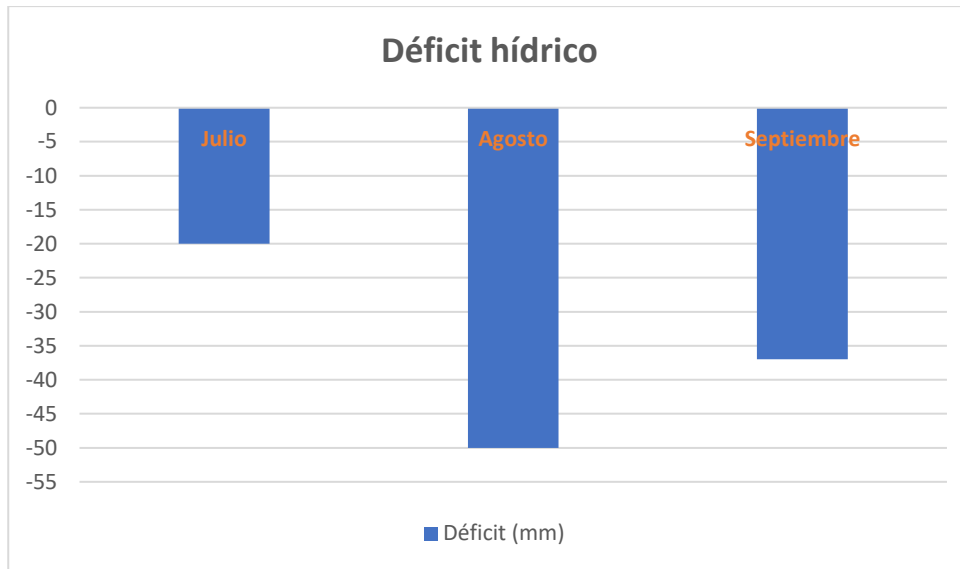


Figura 5: Déficit hídrico.

3.2. Otros elementos

En la Tabla 4, se presentan los datos de número medio mensual/anual de días de nieve, tormenta, niebla y helada.

Tabla 4: Datos de días de nieve, tormenta, niebla y helada. Fuente: <http://www.aemet.es/>

	Días de nieve (DN)	Días de tormenta (DT)	Días de niebla (DNB)	Días de helada (DH)
Enero	5,0	0,0	4,0	19,7
Febrero	5,1	0,1	1,9	17,1
Marzo	3,0	0,3	1,0	12,0
Abril	2,5	1,3	1,0	5,9
Mayo	0,4	4,4	1,1	0,8
Junio	0,1	4,4	0,6	0,1
Julio	0,0	4,1	0,1	0,0
Agosto	0,0	4,4	0,2	0,0
Septiembre	0,0	2,9	0,9	0,1
Octubre	0,1	0,7	2,1	1,5
Noviembre	2,1	0,1	2,7	9,2
Diciembre	3,9	0,1	4,7	17,4
Año	21,4	23,2	20,3	83,3

A pesar de ser los meses de verano los que más días de precipitación presentan (*Figura 6*), estos meses también son los que presentan periodo de sequía. Las altas temperaturas de los meses de verano hacen que la velocidad de evaporación del agua sea elevada (Milena P. et al., 2016).

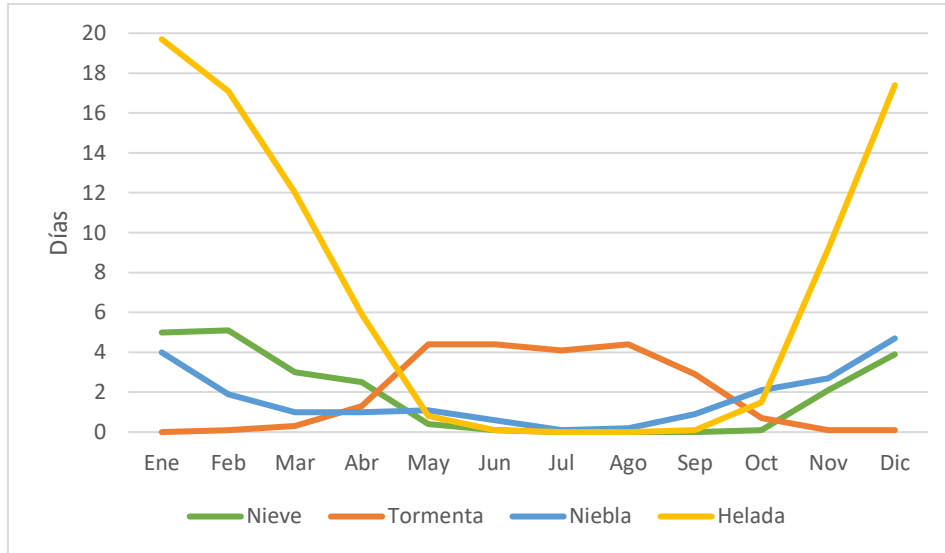


Figura 6: Representación gráfica de días de nieve, tormenta, niebla y helada.

4. INSOLACIÓN

En la Tabla 5, se analiza el número mensual/anual de horas de sol.

Tabla 5: Datos de horas de sol (insolación). Fuente: <http://www.aemet.es/>

	Horas de sol (I)
Enero	138
Febrero	158
Marzo	202
Abril	208
Mayo	244
Junio	293
Julio	339
Agosto	313
Septiembre	233
Octubre	180
Noviembre	143
Diciembre	126
Año	2571

Tanto positivamente, como negativamente, la insolación afecta en la plantación. Positivamente según los valores obtenidos (*Tabla 7*), se cumplen las condiciones para asegurar un correcto desarrollo de la planta. Por otro lado, negativamente, en época de verano los valores son elevados y, en caso de sobrepasar los límites habrá que tomar medidas de riego, podas...

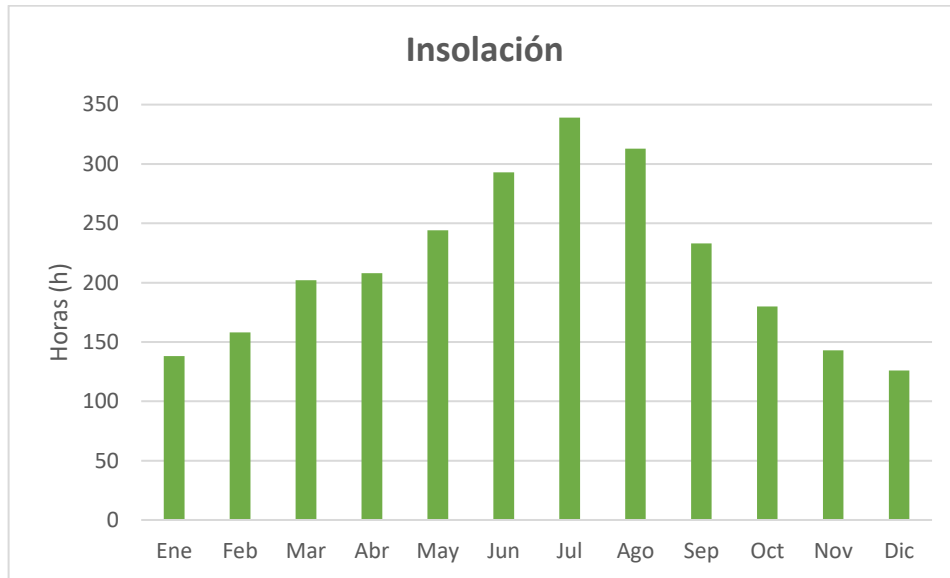


Figura 7: Representación gráfica de horas de insolación.

5. VIENTO

La Rosa de los Vientos muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Como se puede observar en la *Figura 8*, mayoritariamente en Soria el viento sopla en dirección Norte pero más en dirección Nornoroeste.

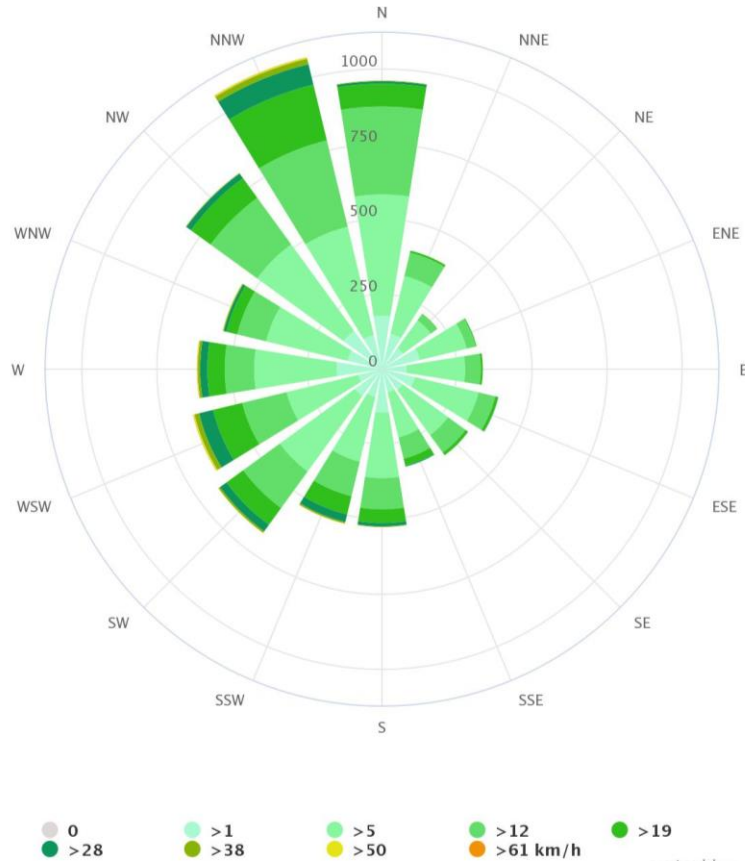


Figura 8: Rosa de los Vientos de Soria. Fuente: <https://www.meteoblue.com/>

6. ÍNDICES CLIMÁTICOS

A través de los índices climáticos se relacionan variables con las que realizar una clasificación climática. En este caso, se utilizarán índices termopluviométricos que relacionan la temperatura y pluviometría de la zona.

Los índices a analizar son los siguientes:

- Índice de Martonne
- Índice de Lang
- Índice de Dantin-Cerecera
- Índice de Meyer

6.1. Índice de Martonne

Su valor se calcula mediante la fórmula:

$$I = \frac{P}{(T + 10)}$$

siendo:

- P = precipitación media anual (mm).
- T = temperatura media anual (°C).

Con los datos de los años estudiados, se obtiene:

$$I = \frac{P}{(T + 10)} \rightarrow I = \frac{512}{(11 + 10)} = 24,38$$

En la Tabla 6, se ofrece la interpretación de los datos:

Tabla 6: Interpretación índice de Martonne.

Valor de I	Interpretación
0 – 5	Desértico
5 – 10	Semidesértico
10 – 20	Estepas y países secos mediterráneos
20 – 30	Región de olivos y cereales
30 – 40	Regiones subhúmedas, prados y bosques
Mayor de 40	Regiones húmedas o muy húmedas con exceso de agua

Con el resultado obtenido y consultando la tabla nos encontramos en una región de olivos y cereales.

6.2. Índice de Lang

Su valor se calcula mediante la fórmula:

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

siendo:

- P = precipitación media anual (mm).
- T = temperatura media anual (°C).

Con los datos de los años estudiados, se obtiene:

$$I = \frac{P}{T} \rightarrow I = \frac{512}{11} = 46,55$$

En la Tabla 7, se ofrece la interpretación de los datos:

Tabla 7: Interpretación índice de Lang.

Valor de I	Interpretación
0 – 20	Desértico
20 – 40	Zona árida
40 – 60	Zona húmeda de estepa y sabana
60 – 100	Bosques claros
100 – 160	Zonas húmedas y bosques importantes
Mayor de 160	Zonas hiperhúmedas, prados y tundras

Con el resultado obtenido y consultando la tabla nos encontramos en una zona húmeda de estepa y sabana.

6.3. Índice de Dantin-Cerecera

Su valor se calcula mediante la fórmula:

$$I = \frac{T}{P} * 100$$

siendo:

- T = temperatura media anual (°C).
- P = precipitación media anual (mm).

Con los datos de los años estudiados, se obtiene:

$$I = \frac{T}{P} * 100 \rightarrow I = \frac{11}{512} * 100 = 2,15$$

En la Tabla 8, se ofrece la interpretación de los datos:

Tabla 8: Interpretación índice de Dantin-Cerecera.

Valor de I	Interpretación
0 – 2	Húmedo
2 – 3	Semiárido
3 – 6	Árido
6	Subdesértico

Con el resultado obtenido y consultando la tabla nos encontramos en una zona semiárida.

7. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Existen varios métodos de clasificación climática para determinar el clima de la zona donde se va a realizar la plantación:

- Clasificación climática de Thornthwaite
- Clasificación agroecológica de Papadakis
- Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO

7.1. Clasificación climática de Thornthwaite

La caracterización del clima según Thornthwaite (*Figura 9*) está compuesta según:

- Índice de humedad.
- Eficiencia térmica de la zona.
- Variación estacional de la humedad.
- Concentración térmica en verano.

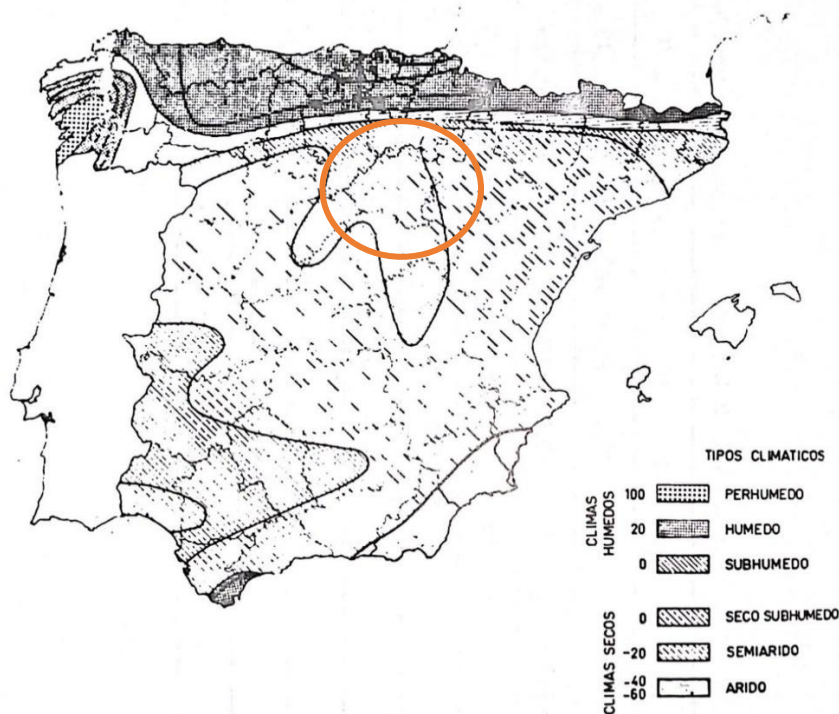


Figura 9: Mapa de clasificación climática de Thornthwaite (Urbano, 1992).

Observando la figura según el régimen de humedad de Thornthwaite podemos ver que la zona donde se pretende realizar la plantación se clasifica dentro de los climas de tipo subhúmedo o seco-subhúmedo.

7.2. Clasificación agroecológica de Papadakis

La clasificación agroecológica de Papadakis (*Tabla 9* y *Figura 10*) se apoya en las siguientes caracterizaciones (Urbano, 1992):

- Rigor del invierno.
- Calor del verano.
- Régimen estacional de humedad.
- Coeficiente anual de humedad.

7.2.1. Rigor del invierno

Tabla 9: Rigor de invierno de Papadakis (Urbano, 1992).

Ecuatorial (Ec)	No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío es superior a 18°C.
Tropical (Tp)	No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío varía entre 8 y 18°C.
Citrus (Ci)	Hay heladas y la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -2,5 y 7°C.
Avena (Av)	Corresponde a una temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío, variable entre -10 y -2,5°C.
Triticum (Ti)	La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -10 y -29°C.
Primavera (Pr)	La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío es inferior a -29°C.



Figura 10: Mapa climático de España según el rigor del invierno (Urbano, 1992).

Según la clasificación climática la región posee un invierno de tipo Avena.

7.2.2. Calor del verano

En la Tabla 10 y la Figura 11 se muestra el tipo de calor de verano:

Tabla 10: Calor del verano de Papadakis (Urbano, 1992).

Algodón (G)	Período libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 25°C.
Cafeto (C)	Ausencia total de heladas. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21°C.
Arroz (O)	Período libre de heladas superior a 4 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21-25°C.
Maíz (M)	Período libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21°C.
Triticum (T)	Período libre de heladas superior a 4,5 meses (Triticum cálido) o a 2,5 meses (Triticum menos cálido) y temperatura media de las máximas del semestre más cálido, inferior a 21°C.
Polar cálido (P)	Período libre de heladas inferior a 2,5 meses y temperatura media de las máximas de los cuatro meses más calurosos, superior a 10°C.



Figura 11: Mapa climático de España según verano (Urbano, 1992).

Según la clasificación climática la región posee un verano de tipo Maíz.

7.2.3. Clases térmicas

En la Tabla 11 y la Figura 12 se muestran las clases térmicas:

Tabla 11: Clases térmicas de Papadakis (Urbano, 1992).

RÉGIMEN TÉRMICO		Nomenclatura	Tipo de invierno	Tipo de verano
Ecuatorial	Ecuatorial	EC	Ec	G
Tropical	Tropical	TP	Tp	G, O
Tierra templada (Tierras altas tropicales libres de heladas)	Tierra templada	TT	Tp	C
	Tierra templada fresca	Tt	Tp	M
Tierra fría (Tierra altas tropicales con heladas)	Bajas	TF	Ci	M
	Altas	Tf	Ci	T
	Andino de taiga	An	Av	P
Subtropical	Subtropical	STP	Ci	G
Marítimo	Cálido	MA	Ci	T, M, O
	Fresco	Ma	Av	T
	Frío	ma	Ti, Av	P
Templado	Cálido	TE	Av	M, O
	Fresco	Te	Ti	P
Continental	Cálido	CO	Ti, Av	G
	Semiárido	Co	Pr, Ti	M, O
	Frío	co	Pr	P
Alpino	Subalpino	AL	Pr, Ti	P
	Alpino	Al	Pr	A
Polar	Taiga	TA	Pr, Ti	P
	Tundra	TU	Pr	P
	Hielo perpetuo	HI	Pr	P



Figura 12: Mapa climático de España según clases térmicas (Urbano, 1992).

Según la clasificación climática la región posee un régimen térmico templado cálido, pirenaico.

7.2.4. Régimen hídrico

En la Tabla 12 y la Figura 13 se muestra el régimen hídrico:

Tabla 12: Régimen hídrico de Papadakis (Urbano, 1992).

Húmedo (HU, Hu)	No hay ningún mes más seco. Índice de humedad anual mayor de 1. L_n (agua de lavado) mayor del 20% de la ETP anual.
Mediterráneo (ME, Me, me)	Ni húmedo ni desértico; P invernal mayor que P estival. Si el verano es G, julio deberá ser seco. Latitud mayor de 20°, en caso contrario monzónico.
Monzónico (MO, Mo, mo)	Ni húmedo, ni desértico. Índices de humedad julio-agosto mayor que abril-mayo. Julio o agosto deberán ser húmedos si lo son dos meses de invierno. En caso contrario, el régimen es de estepa o isohigro-semiárido.
Estepario (St)	Ni mediterráneo, ni monzónico, ni húmedo. Primavera no seca (la precipitación combinada de los 3 meses de primavera cubre más de la ETP correspondiente). Latitud mayor de 20°; en caso contrario, el régimen es monzónico.
Desértico (da, de di, do)	Todos los meses con temperaturas medias de las máximas mayor de 15° son secos. Índice anual de humedad menor de 0,22.
Isohigro-semiárido (si)	Demasiado seco para estepario, demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo, ni monzónico.



Figura 13: Mapa climático de España según régimen de humedad (Urbano, 1992).

Según la clasificación climática la región posee un régimen de humedad, mediterráneo húmedo.

Analizados los factores y los índices climáticos, se llega la conclusión de que el clima es oportuno para la plantación trufera y su buen desarrollo.

8. REFERENCIAS

Agencia Estatal de Meteorología (AEME) (2021), from <http://www.aemet.es>

Asociación Forestal de Soria (Asociación de Propietarios Forestales de Soria) (2021), from: <https://www.asfoso.org>

Meteoblue weather (2021), from <https://www.meteoblue.com/>

Milena Figueroa Martínez, P., Mauricio Hurtado Benavides, A. y Caballos Ortíz, M. A. (2016). *Microencapsulación mediante secado por aspersión de aceite de mora (Rubus glaucus) extraído con CO₂ supercrítico*. Revista Colombiana de Química.

Urbano Terrón, P. (1992). *Tratado de fitotecnia general*. Madrid: Mundi-Prensa.

ANEXO III: ESTUDIO **EDAFOLÓGICO**

ÍNDICE ANEXO III

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	5
2.1. Profundidad.....	5
2.2. Pendiente	5
2.3. Permeabilidad y textura.....	6
2.4. pH.....	7
2.5. Pedregosidad.....	7
2.6. Caliza	7
2.7. Conductividad	7
2.8. Materia orgánica	8
2.9. Relación C/N.....	8
2.10. Macronutrientes (N, P, K)	8
2.10.1. Nitrógeno	8
2.10.2. Fósforo	9
2.10.3. Potasio.....	9
3. CONCLUSIÓN	9
4. REFERENCIAS.....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Triángulo textural para el desarrollo de trufas	6
--	---

1. INTRODUCCIÓN

El suelo está considerado como uno de los factores limitantes en la producción de trufas. Un suelo calizo con pH comprendido entre 7,5 y 8,5 junto con una textura equilibrada y un buen drenaje son favorables para el cultivo.

La mejor estructura es la que asegura el grado de aireación para el cultivo y la facilidad de penetración de las raíces. Clasificando como tal, suelos con estructura granulosa que resulte de un equilibrio entre factores texturales, materia orgánica y contenido en caliza (Delmas, 1983).

Para conocer las características del suelo, es necesario realizar un análisis del terreno de la parcela donde se va a realizar el cultivo. El propietario de la parcela cuenta con un análisis del suelo realizado con muestras obtenidas de calicatas y llevadas a un laboratorio de análisis de suelos.

2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras llevar la muestra al laboratorio, el propietario de la parcela nos ofrece los siguientes datos del análisis:

2.1. Profundidad

La profundidad del suelo es un parámetro muy importante. Cuando hablamos de profundidad nos referimos al volumen que van a tener las raíces para desarrollarse sin ninguna limitación, además, las encinas presentan un sistema radical pivotante y muy vigoroso por lo que necesitan una buena profundidad para su desarrollo.

A pesar de existir profundidad en el terreno, también se pueden dar una serie de limitaciones que afectan a las raíces:

- **Limitación mecánica:** se da con la presencia de roca madre o con horizontes muy compactos.
- **Limitación química:** se da con la existencia de horizontes muy salinos o calizos.
- **Limitación fisiológica:** se da con la presencia de una capa freática que provoca la muerte de las raíces por asfixia.

En la parcela elegida para realizar la plantación, existen mínimo cuatro metros de profundidad más o menos constante, por lo que no existe ninguna limitación y la profundidad nos garantiza el correcto desarrollo de la plantación.

2.2. Pendiente

La pendiente del terreno es nula por lo que no presenta ningún problema para la plantación.

2.3. Permeabilidad y textura

La permeabilidad del terreno nos indica la velocidad con la que el agua penetra en el suelo. También es uno de los factores limitantes del desarrollo de la plantación trufera ya que la falta de permeabilidad nos imposibilita tener una buena rentabilidad porque tanto el hongo huésped como los árboles nunca llegarían a su correcto desarrollo. Así mismo, se relaciona con la textura del suelo, así, sabiendo el tipo de textura del suelo, podemos conocer la permeabilidad que presenta y por lo tanto conocer si la plantación es viable.

La textura se refiere al porcentaje de partículas de arena, limo y arcilla que se encuentran en la tierra fina. Su conocimiento es básico ya que con ella se relacionan otras propiedades que tienen gran importancia en el uso y manejo del suelo.

En truficultura existe una gama amplia de texturas favorables que giran en torno a los suelos francos, como los suelos franco-arcillosos, franco-arenosos o franco-limosos. No son recomendables los suelos muy pesados o arenosos. Aunque se dan trufas, sobre todo de origen natural, en terrenos con texturas muy diversas (Reyna, 2009).

En la Figura 1, se expone el triángulo textural donde se reflejan las mejores texturas para el desarrollo de trufas.

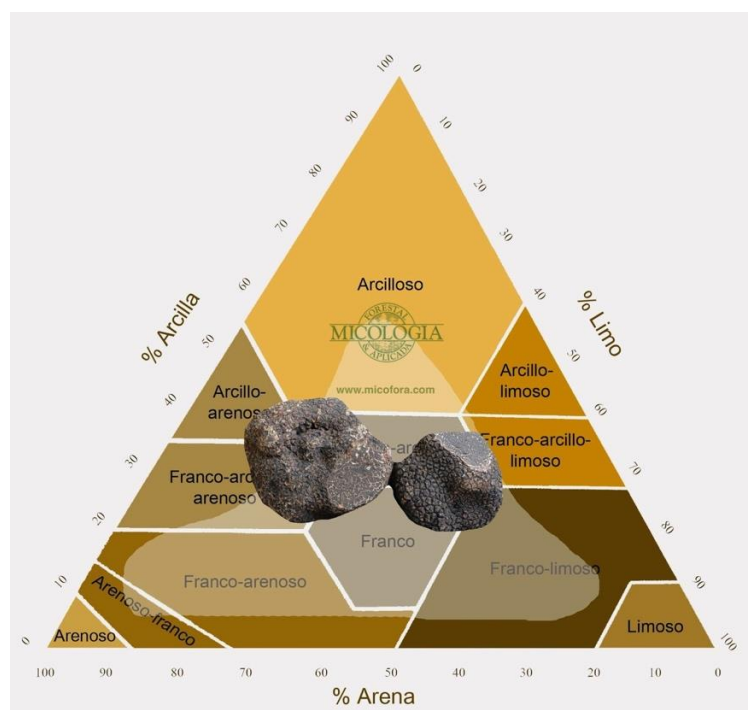


Figura 1: Triángulo textural para el desarrollo de trufas. Fuente: <https://micofoora.com/>

Según los análisis obtenidos en el laboratorio, la parcela presenta una textura franca. Es una de las recomendables para llevar a cabo una plantación trufera ya que presenta las condiciones de permeabilidad-retención de agua más idóneas, por ello, los riegos no se deben realizar tan a menudo y el suelo no se encharca en caso de elevadas precipitaciones.

2.4. pH

El pH describe el grado de acidez o alcalinidad de un suelo. Lo ideal para una plantación de trufas son valores comprendidos entre 7,5 y 8,5.

Cuando el pH es bajo, la actividad microbiana y radicular disminuye, influyendo negativamente en la fertilización. Por el contrario, si el pH es mayor de 8,5 aparece clorosis férrica.

Los análisis de la parcela se obtiene un valor de pH de 8,16 por lo que es apto para el cultivo.

2.5. Pedregosidad

La pedregosidad está considerada como un factor beneficioso en plantaciones trufas. Ésta posee funciones claves como mejorar el drenaje y la aireación del suelo, captar calor en invierno y disminuir la evaporación en verano, provisión permanente de carbonato cálcico, protección contra la compactación y erosión producida por la lluvia (Reyna, 2000).

El suelo de la plantación es pedregoso a simple vista y según los análisis tiene un contenido en elementos gruesos del 26,94%, el valor se encuentra dentro de los límites aconsejables para los suelos destinados a truficultura.

2.6. Caliza

La presencia de carbonato cálcico es un requerimiento indispensable para que el hongo pueda existir en el suelo. Éste suele provenir de la roca madre del suelo y de los materiales gruesos existentes (Reyna, 2000).

El contenido de carbonatos cálcicos en el suelo trufero es muy variable, oscilando entre 0% y 84%. En la parcela para realizar el proyecto, el contenido de carbonatos es de 13%, tratándose de un porcentaje que se sitúa dentro del rango aconsejable.

A pesar de ser un valor situado en el rango aconsejable, necesitamos realizar un análisis de caliza activa para saber los efectos que presenta en el suelo.

La caliza activa se define como partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a las 5 μm , muy activas químicamente. Se trata de la fracción más fácilmente solubilizable. Su contenido debe encontrarse entre el 0,1% y el 30% como valor máximo (Reyna, 2000).

En la parcela, el contenido de caliza activa es de 0,78%.

2.7. Conductividad

Con la conductividad, se puede medir la salinidad del suelo. Esta puede ser un factor limitante cuando se encuentra en grandes rangos y de esta forma impedir el desarrollo de la plantación.

La conductividad se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor máximo de conductividad es de 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como media (Reyna, 2000).

En este caso, la salinidad no supone ningún problema ya que la conductividad del suelo es de 106 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No existe salinidad en el suelo y por lo tanto la plantación se desarrolla correctamente.

2.8. Materia orgánica

La materia orgánica forma una fuente y reserva de nutrientes para las plantas, producto de la descomposición química de excreciones, residuos de plantas o su descomposición tras la muerte. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y aquellos residuos que son más resistentes los convierten en humus. La presencia de materia orgánica en el suelo aumenta la agregación de las partículas del suelo, mejorando la estructura, previenen la erosión mejorando la porosidad y también mejoran la capacidad de retención de agua.

La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje de este y de su laboreo (Delmas, 1983).

El contenido en materia orgánica del suelo para las trufas es muy variable, oscilando entre el 0,5% y el 10% (Reyna, 2000).

El análisis del suelo indica que el contenido de materia orgánica del suelo es de 1,93%, encontrándose dentro del rango de valores recomendados.

2.9. Relación C/N

Es un indicador del grado de descomposición de la materia orgánica y su velocidad de humificación. Cuando la relación C/N es baja, significa que existe mucho nitrógeno y poca energía, por otro lado, cuando la relación es alta, significa que existe mucha energía y poco nitrógeno.

Para plantaciones trufas los valores van entre 5 y 20, tomando el 10 como un valor medio (Reyna, 2000).

La parcela presenta un valor de 8,36, comprendido entre los valores óptimos.

2.10. Macronutrientes (N, P, K)

Un suelo excesivamente rico en nutrientes puede ser perjudicial para la micorrización de la planta y su futura producción porque la planta se apoya en las micorrizas para suplir las necesidades o deficiencias que mejoran la nutrición.

2.10.1. Nitrógeno

Usado por las plantas para la producción de hojas y el mantenimiento del color verde. Cuando se presenta deficiencia, se presenta habitualmente en forma de clorosis, la planta será más pequeña y sus tallos se lignificarán antes.

En las plantaciones trufas, un exceso de nitrógeno incide de forma negativa sobre la micorrización. Los valores recomendados oscilan entre 0,1% y 1% (Reyna, 2000).

Según los resultados de análisis, la parcela posee un contenido en nitrógeno del 0,4%.

2.10.2. Fósforo

El fósforo es usado en plantas para la formación de raíces, producción de semillas, frutos y flores. Participa en la fotosíntesis y respiración y es el componente esencial en las enzimas de las plantas, ayudando a la transferencia de energía en los procesos metabólicos.

El contenido en fosforo en el suelo de las trufas es muy variable, de 0 hasta 230 ppm. Los valores recomendados se encuentran entre 5 y 150 ppm (Reyna, 2000).

El análisis aportado por el dueño de la parcela indica que el contenido de fósforo es de 38 ppm, un valor relativamente inferior, pero aceptable dentro del rango.

2.10.3. Potasio

Tiene un papel muy importante en la firmeza y estructura de todas las células vegetales. Regula un adecuado equilibrio de la humedad a través de la apertura y cierre de los estomas.

Cuando se presenta una deficiencia de este elemento, la planta se encuentra flácida y las hojas presentan un estado viejo.

Los valores que se recomiendan oscilan entre 50 y 500 ppm (Reyna, 2000). En este caso, el contenido de potasio en el terreno es de 127 ppm.

3. CONCLUSIÓN

Como se ha detallado en el Anexo, todos los aspectos analizados para determinar las características del suelo presentan valores aptos para el desarrollo de la plantación trufera. De esta forma, se concluye que la parcela elegida para realizar el proyecto es una zona “apta”, pudiendo llevarse a cabo sin ningún problema y con convicción de buenos resultados.

4. REFERENCIAS

Delmas, J. (1983). *La truffe et sa culture*. Paris: INRA.

Micofora: Cultivo de seta silvestres, trufas y micorrizas (2018), from: <https://micofora.com/>

Reyna Domenech, S. (2000). *Trufa, truficultura y selvicultura trufera*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Reyna Domenech, S. (2009). *Truficultura en España*. 5º Congreso Forestal Español (Centro Municipal de Congresos y Exposiciones de Ávila, 21 y 25 de septiembre de 2009). Ávila: SECF.

ANEXO IV: ESTUDIO DE **ALTERNATIVAS**

ÍNDICE ANEXO IV

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	5
2.1.	Elección especie leñosa.....	5
2.1.1.	Encina (Quercus ilex).....	5
2.1.2.	Quejigo (Quercus faginea)	6
2.1.3.	Avellano (Corylus avellana).....	6
2.2.	Elección especie de hongo	7
2.2.1.	Tuber melanosporum Vitt.....	7
2.2.2.	Tuber brumale Vitt.....	8
2.2.3.	Tuber aestivum Vitt.....	9
2.3.	Elección sistema de cultivo	9
2.3.1.	Monocultivo tradicional.....	9
2.3.2.	Sistema intercalar	9
2.3.3.	Sistema mixto.....	10
2.4.	Elección sistema de riego.....	10
2.4.1.	Riego por aspersión	10
2.4.2.	Riego por goteo.....	11
2.4.3.	Riego por microaspersión	11
2.5.	Elección tipo de recolección	12
2.5.1.	Perro.....	12
2.5.2.	Cerdo.....	12
2.5.3.	Mosca trufera.....	12
2.6.	Elección sistema de mantenimiento del suelo	13
2.6.1.	Laboreo	13
2.6.2.	Herbicidas.....	13
2.6.3.	Cubierta vegetal	13
2.7.	Elección sistema de fertilización	13
2.7.1.	Sustrato fertilizado.....	14
2.7.2.	Empajado	14
2.7.3.	Hojarasca.....	14
3.	ALTERNATIVAS	15
4.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	15
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	17
6.	ELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	18
7.	REFERENCIAS.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Encina (<i>Quercus ilex</i>)	5
Figura 2: Quejigo (<i>Quercus faginea</i>)	6
Figura 3: Avellano (<i>Corylus avellana</i>)	7
Figura 4: <i>Tuber melanosporum</i> Vitt	8
Figura 5: <i>Tuber brumale</i> Vitt	8
Figura 6: <i>Tuber aestivum</i> Vitt	9
Figura 7: Riego por aspersion	10
Figura 8: Riego por goteo	11
Figura 9: Riego por microaspersión	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características macroscópicas y microscópicas de <i>Tuber melanosporum</i> Vitt	7
Tabla 2: Características macroscópicas y microscópicas de <i>Tuber brumale</i> Vitt	8
Tabla 3: Características macroscópicas y microscópicas de <i>Tuber aestivum</i> Vitt	9
Tabla 4: Alternativas	14
Tabla 5: Criterio económico	15
Tabla 6: Criterio de manejo	15
Tabla 7: Criterio medioambiental	15
Tabla 8: Valoración de alternativas	16
Tabla 9: Alternativa elegida	17

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de las diferentes opciones posibles a la hora de realizar un proyecto y, elegir la mejor de las soluciones con respecto a otras posibilidades es lo que denominamos informe de alternativas.

Teniendo en cuenta tanto condicionantes internos, como externos, se plantean las diferentes alternativas que se puedan dar para la realización del proyecto.

2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para elegir la opción más correcta para realizar la plantación, se ofrecen diferentes alternativas atendiendo a varios aspectos a seleccionar.

2.1. Elección especie leñosa

Para este caso se analizan las siguientes especies leñosas:

2.1.1. Encina (*Quercus ilex*)

Conocida como encina, carrasca, matabacán o chaparra (*Figura 1*). Es la especie más representativa de la Península Ibérica. Ocupa en nuestro país una superficie próxima a las 2.500.000 ha (Reyna, 1992).

De hoja perenne, puede alcanzar más de 20 m de altura. Su sistema radical es pivotante, penetrando la raíz principal a gran profundidad. Las zonas donde se asientan las encinas se encuentran como máximo a 2.200 msnm; presentan gran resistencia a la sequía (entre 500 y 600 mm). Se adapta prácticamente a todo tipo de suelos por lo que generalmente es la especie arbórea más adecuada en las plantaciones trufieras.



Figura 1: Encina (*Quercus ilex*). Fuente: <http://museovirtual.csic.es/>

2.1.2. Quejigo (*Quercus faginea*)

Conocido como coscoll, matarrubia, garriga y chaparro (*Figura 2*). Arbusto o mata que puede medir entre 1 y 4 m de altura. Presenta características muy similares a la encina, variando sus hojas de un color verde brillante. Su sistema radical es poco profundo.

Las zonas donde se asientan los quejigos se encuentran entre el nivel del mar y los 1.500 m, normalmente no superando los 1.000 msnm. Está presente en muchos lugares de España, exceptuando aquellos donde llueve mucho puesto que sus exigencias son muy bajas, pudiendo desarrollarse en lugares con menos de 250 mm anuales. En cuanto a las temperaturas, sus exigencias son mayores a las encinas, necesitando temperaturas medias en invierno superiores a 3°C.



Figura 2: Quejigo (*Quercus faginea*). Fuente: <https://www.jardineriaon.com/>

2.1.3. Avellano (*Corylus avellana*)

El avellano (*Figura 3*), es un arbusto de 2 a 5 m de altura con porte arbóreo. Su sistema radical es muy abundante, por lo que es una especie muy susceptible para ser micorrizada.

Abunda en el tercio norte de España, aunque se encuentre cultivada en toda la Península.

Las zonas donde se asienta llegan desde el nivel del mar hasta los 1.500 m de altura, soportando perfectamente las temperaturas bajas de invierno. En cuanto a los tipos de suelos, se adapta indiferentemente a todo tipo de suelos.

Como ya hemos mencionado, por su facilidad para ser micorrizada, es una especie que da de forma natural buenas producciones de trufas.



Figura 3: Avellano (*Corylus avellana*). Fuente: <https://plantasflores.com/>

Se descarta la elección del avellano ya que es una especie que se contamina con facilidad de especies indeseadas y necesita grandes cantidades hídricas, así mismo, el quejigo también se descarta puesto que su desarrollo radicular es muy elevado, provocando un impedimento en el desarrollo del hongo. Por lo tanto, la alternativa elegida es la encina.

2.2. Elección especie de hongo

En la elección del hongo se plantean las siguientes opciones:

2.2.1. *Tuber melanosporum* Vitt

Esta especie es conocida vulgarmente como trufa negra (*Figura 4*).

Tanto sus características macroscópicas, como microscópicas se hallan recogidas en la Tabla 1 (De Miguel et al, 2008).

Tabla 1: Características macroscópicas y microscópicas de *Tuber melanosporum* Vitt.

<i>Tuber melanosporum</i> Vitt	
Tipo de peridio y color	Verrugoso, negro-marrón
Color gleba	Marrón, púrpura, negro
Venas	Finas y numerosas
Nº esporas por asca	2-5
Color esporas	Marrón oscuro
Olor	Agradable, fuerte, muy persistente
Época de maduración	Otoño-invierno: de noviembre a marzo



Figura 4: *Tuber melanosporum* Vitt. Fuente: <https://www.esporagourmet.com/>

2.2.2. *Tuber brumale* Vitt

Esta especie es conocida vulgarmente como trufa negra, trufa gris, trufa de otoño o trufa Machenca (Figura 5).

Tanto sus características macroscópicas, como microscópicas se hallan recogidas en la Tabla 2 (De Miguel et al, 2008).

Tabla 2: Características macroscópicas y microscópicas de *Tuber brumale* Vitt.

<i>Tuber brumale</i> Vitt	
Tipo de peridio y color	Verrugoso, negro
Color gleba	Gris, púrpura, negro
Venas	Anchas y escasas
Nº esporas por asca	1-6
Color esporas	Amarillentas, marrón pálido
Olor	Fuerte, a veces algo agrio, almizclado, otras agradable.
Época de maduración	Otoño-invierno: de noviembre a marzo



Figura 5: *Tuber brumale* Vitt. Fuente: <https://www.esporagourmet.com/>

2.2.3. *Tuber aestivum* Vitt

Esta especie es conocida vulgarmente como trufa de verano o trufa grabada (*Figura 6*). Tanto sus características macroscópicas, como microscópicas se hallan recogidas en la Tabla 3 (De Miguel et al, 2008).

Tabla 3: Características macroscópicas y microscópicas de *Tuber aestivum* Vitt.

<i>Tuber aestivum</i> Vitt	
Tipo de peridio y color	Verrugoso, negro-marrón
Color gleba	Marrón claro, avellana
Venas	Finas, abundantes, circunvoluciones
Nº esporas por asca	1-6
Color esporas	Amarillo-marrón claro
Olor	Agradable, malta tostada, poco persistente, champiñón
Época de maduración	Verano: de mayo a agosto.



Figura 6: *Tuber aestivum* Vitt. Fuente: <https://www.esporagourmet.com/>

Se elige la alternativa de *Tuber melanosporum* Vitt ya que es la especie más demandada en el mercado, además, en la provincia se dan más plantaciones truferas con esta variedad y resultan óptimas.

2.3. Elección sistema de cultivo

Se plantean las siguientes alternativas:

2.3.1. Monocultivo tradicional

Los árboles se sitúan en hileras con un marco viable, según sea la densidad de plantación. Únicamente introduce una especie micorrizada, siendo los tratamientos silvícolas menores y, por lo tanto, los costes también.

2.3.2. Sistema intercalar

Se utiliza en plantaciones de baja densidad, donde, el espacio libre entre árboles es empleado para cultivo como cebada, trigo, vid o incluso lavanda.

Se precisa de un buen conocimiento del ciclo biológico de la trufa puesto que cuando llega el momento de producción de las trufas, los cultivos intercalares se suspenden.

2.3.3. Sistema mixto

Este sistema propone una alternancia entre especies con diferentes etapas de maduración.

Se elige la alternativa de monocultivo, puesto que es la más barata.

2.4. Elección sistema de riego

Es muy importante la elección del sistema de riego ya que ayuda a obtener las producciones óptimas de la plantación.

2.4.1. Riego por aspersión

En el riego por aspersión (*Figura 7*), los aspersores son los elementos empleados en este tipo de riego, el agua se aplica en forma de lluvia sobre la superficie. Es necesario un mínimo de presión para la distribución del agua. Normalmente es utilizado para marcos de plantación elevados (18x18 m).

Ventajas

- Apto tanto para dosis pequeñas como elevadas.
- Fácil manejo.
- Necesita menor cantidad de agua que el riego por inundación.
- Dosifica los riegos ligeros de forma correcta.

Inconvenientes

- Mayor incidencia de plagas y enfermedades.
- Favorece el encharcamiento del terreno.
- En terrenos con pendiente favorece la erosión.



Figura 7: Riego por aspersión. Fuente: <https://encitruf.es/>

2.4.2. Riego por goteo

Con el riego por goteo (*Figura 8*), el agua que se proporciona al pie de los árboles afecta a las raíces. Permite que las plantas se desarrollen adecuadamente porque reciben el agua suficiente y necesaria.

El ahorro de agua del riego por goteo es máximo ya que la presión del agua es la mínima. En el caso de la truficultura no se busca mantener un bulbo húmedo, sino dar riegos en periodos definidos de unos 10 o 20 días. Estas instalaciones son posteriormente convertibles a microaspersión (Reyna, 2007).

Ventajas:

- Pequeñas pérdidas de agua.
- Disposición de agua continua para la planta.
- Bajos requerimientos de potencia.
- Reducción de erosión por escorrentía.

Inconvenientes

- Alto coste de instalación.
- Posible obstrucción de goteros por la calidad del agua.
- No riega la totalidad del terreno, no aseguramos la humedad en todas las trufas.
- Impide laboreo superficial porque las tuberías se encuentran en la superficie.



Figura 8: Riego por goteo. Fuente: <https://mexico.infoagro.com/>

2.4.3. Riego por microaspersión

En el riego por microaspersión (*Figura 9*), los difusores empleados para este tipo de riego aportan una amplia cantidad de agua y con un gran radio de alcance. Necesitan de una presión baja para trabajar.

Ventajas:

- Variación del diámetro de trabajo.
- Marcos de plantación estrechos, normalmente de 5x5, 6x6 y 7x7 metros.
- No existe encharcamiento del terreno.
- En terrenos con pendiente la erosión es menor que con riego por aspersión.
- No moja las copas de los árboles, únicamente el suelo por lo que se evitan enfermedades.

Inconvenientes:

- Requiere de filtración.
- La maleza de alrededor del rotor puede evitar el movimiento de este.



Figura 9: Riego por microaspersión. Fuente: <https://naandanjain.es/>

Se elige la alternativa de riego por microaspersión, ya que como ya se ha comentado, aporta una amplia cantidad de agua y con un gran radio de alcance, necesitando una presión no muy elevada para trabajar.

2.5. Elección tipo de recolección

Para la recolección de las trufas se proponen las siguientes alternativas:

2.5.1. Perro

La recolección de trufas con ayuda de este animal es la práctica más habitual y en ocasiones la única permitida legalmente. El perro elegido puede ser de cualquier raza, pero se aconseja que sea resistente a las temperaturas frías y permita recorrer grandes distancias.

Estos animales están adiestrados por lo que generalmente, obedecen en todo momento las órdenes del amo, sin alejarse excesivamente y rastreando cada uno de los árboles de la parcela.

2.5.2. Cerdo

En los orígenes de la truficultura, era el animal que más se usaba para recoger trufas ya que es el mejor buscador de estos hongos por la rapidez al captar su olor.

En la utilización de este animal, el principal inconveniente es la dificultad que presenta para el adiestramiento, ya que tiende a comerse las trufas una vez las localiza obedeciendo a su instinto. A esto se le ligan otros problemas como su lentitud y su peso elevado (Reyna, 2007).

2.5.3. Mosca trufera

La presencia de la mosca trufera (*Helomyza tuberivora*) evidencia la existencia de trufas en la plantación pues se poda sobre los puntos donde se encuentran las mismas, atraídas por su olor. En

día soleados y con poco viento, se puede observar moscas posadas sobre puntos concretos de la trufera, esos lugares se marcan para después ser excavados y encontrar las trufas.

Se elige la recolección por medio de perros, siendo la forma más extendida, fácil y legal.

2.6. Elección sistema de mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo en las plantaciones truferas se realiza con el objetivo principal del control de las malas hierbas.

2.6.1. Laboreo

El control de las malas hierbas se realiza por medio de labores, de forma fija durante el periodo de otoño y primavera o también de forma ocasional varias veces al año.

Los aperos utilizados pueden ser el cultivador con profundidad regulada o la grada de discos. Este sistema de mantenimiento es fácil de realizar, aumenta la resistencia a la sequía y es compatible con los sistemas de riego.

2.6.2. Herbicidas

Mediante la aplicación de estos productos fitosanitarios, se mantiene el suelo libre de malas hierbas. Se realiza el tratamiento por medio de un tractor con pulverizador suspendido. Presenta problemas como la contaminación del suelo por medio del riego, tiene un elevado coste y además de ello, se necesita una persona especializada y con conocimientos técnicos para que realice la labor.

2.6.3. Cubierta vegetal

Puede ser tanto artificial como natural. Mejora las características estructurales del suelo ya que aumenta el nivel de humus, disminuye el riesgo de erosión provocado por el riego y presenta buena absorción por medio del sistema radicular de los nutrientes presentes en el suelo.

Se ha elegido mantener el suelo mediante la técnica de laboreo, evitando aportar al suelo materia orgánica y por lo tanto descartando la cubierta vegetal. El uso de herbicidas resulta una técnica costosa y se debe tener cuidado en su aplicación.

2.7. Elección sistema de fertilización

El abonado de las plantaciones es aconsejable en aquellos momentos que existe una gran carencia de algún elemento mineral que dificulte la producción.

Por el contrario, abonar sin necesidad puede provocar que el árbol prescinda de la simbiosis que mantiene con el hongo, afectando a la producción.

2.7.1. Sustrato fertilizado

Sustrato de mezcla de turba de Sphagnum, fibra de coco y perlita diseñado para satisfacer las necesidades de la producción de trufas. Proporcionar un medio de cultivo óptimo para el buen desarrollo de las trufas.

La fibra de coco aporta al sustrato esponjosidad y rehidratación, la turba aporta retención de agua y nutrientes y la perlita le aporta una alta porosidad y aireación.

2.7.2. Empajado

A lo largo de la parcela se colocan pacas de paja normalmente de trigo. Los beneficios obtenidos son gracias a la descomposición de la paja, aportando una elevada cantidad de micronutrientes a la plantación, ayudando al crecimiento y desarrollo de las trufas.

2.7.3. Hojarasca

En el interior del hoyo que deja la trufa cuando es recogida, se inserta una cantidad pequeña de hojarasca y se tapa. El material vegetal puede provenir de la misma especie leñosa de la plantación. De esta forma se mejora el contenido de materia orgánica.

En el análisis de suelo del Anexo III se ha demostrado que no es necesaria aplicar ninguna enmienda al suelo. A pesar de ello, se elige una fertilización por sustrato fertilizado, para las ocasiones en las que sea de máxima necesidad.

3. ALTERNATIVAS

En la Tabla 4, se exponen las diferentes opciones de alternativas, entre ellas, se debe elegir la más favorable para realizar la plantación.

Tabla 4: Alternativas.

PROBLEMA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Elección especie leñosa	Encina	Quejigo	Avellano
Elección especie de hongo	<i>Tuber melanosporum Vitt</i>	<i>Tuber brumale Vitt</i>	<i>Tuber aestivum Vitt</i>
Elección sistema de cultivo	Monocultivo tradicional	Sistema intercalar	Sistema mixto
Elección sistema de riego	Riego por microaspersión	Riego por goteo	Riego por aspersión
Elección tipo de recolección	Perro	Cerdo	Mosca trufera
Elección sistema de mantenimiento del suelo	Laboreo	Herbicidas	Cubierta vegetal
Elección sistema de fertilización	Sustrato fertilizado	Empajado	Hojarasca

4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Teniendo en cuenta las diferentes opciones de alternativas disponibles para el proyecto de plantación, realizaremos unas escalas de valoración (de 1 a 10) desde el punto de vista económico, de manejo y medioambiental.

En cuanto a la ponderación, no todos los criterios presentan la misma importancia. Por ello, los datos de ponderación corresponden con las siguientes cifras:

- Criterio económico (40%): se tendrá en cuenta el gasto que supone y la rentabilidad del proyecto (*Tabla 5*).
- Criterio de manejo (25%): se tendrá en cuenta la dificultad sobre el mantenimiento del cultivo (*Tabla 6*).
- Criterio medioambiental (35%): se tendrá en cuenta el impacto de la plantación (*Tabla 7*).

Tabla 5: Criterio económico.

CRITERIO ECONÓMICO	
1-2	Su rentabilidad es nula
3-4	Su rentabilidad es baja
5-6	Su rentabilidad es moderada
7-8	Su rentabilidad es alta
9-10	Su rentabilidad es muy alta

Tabla 6: Criterio de manejo.

CRITERIO DE MANEJO	
1-2	Requiere gran mano de obra
3-4	Requiere mucha mano de obra
5-6	Requiere moderada mano de obra
7-8	Requiere poca mano de obra

Tabla 7: Criterio medioambiental.

CRITERIO MEDIOAMBIENTAL	
1-2	Produce un gran impacto ambiental
3-4	Produce un impacto ambiental alto
5-6	Produce un impacto ambiental moderado
7-8	Produce un impacto ambiental bajo
9-10	Produce un impacto ambiental nula

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se valoran cada una de las alternativas y los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 8 (aplicando los porcentajes):

Tabla 8: Valoración de alternativas.

		económico (40%)	manejo (25%)	medioambiental (35%)	<u>TOTAL</u>
ESPECIE LEÑOSA	Encina	8	9	9	8,60
	Quejigo	6	7	8	6,95
	Avellano	6	6	7	6,35
ESPECIE DE HONGO	<i>Tuber melanosportum Vitt</i>	9	7	8	8,15
	<i>Tuber brumale Vitt</i>	5	6	6	5,60
	<i>Tuber aestivum Vitt</i>	4	6	5	4,85
SISTEMA DE CULTIVO	Monocultivo tradicional	8	9	8	8,25
	Sistema intercalar	6	5	6	5,75
	Sistema mixto	6	7	6	6,25
SISTEMA DE RIEGO	Microaspersión	4	9	6	5,95
	Goteo	5	7	6	5,85
	Aspersión	8	3	3	5,00
TIPO DE RECOLECCIÓN	Perro	7	9	8	7,85
	Cerdo	7	6	8	7,10
	Mosca trufera	9	5	8	7,65
SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO	Laboreo	7	9	9	8,20
	Herbicidas	5	5	5	5,00
	Cubierta vegetal	8	6	7	7,15
SISTEMA DE FERTILIZACIÓN	Sustrato fertilizado	6	9	8	7,45
	Empajado	7	6	7	6,75
	Hojarasca	7	7	6	6,65

6. ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tras analizar los resultados propuestos para cada alternativa, se establece una solución que se expone en la Tabla 9:

Tabla 9: Alternativa elegida.

	Alternativa elegida
Especie leñosa	Encina
Especie de hongo	<i>Tuber melanosporum</i> Vitt
Sistema de cultivo	Monocultivo tradicional
Sistema de riego	Microaspersión
Tipo de recolección	Perro
Sistema de mantenimiento del suelo	Laboreo
Sistema de fertilización	Sustrato fertilizado

La elección se ha realizado mediante las escalas de valoración fijadas en el apartado 4. De este modo se ha obtenido la solución más adecuada para los criterios descritos.

7. REFERENCIAS

JardineríaOn (2011), from: <https://www.jardineriaon.com/>

De Miguel, A., y Sáez, R. (2008). *La trufa. Guía de truficultura*. Navarra: ITG.

Encitruf (2021), from: <https://encitruf.es/>

Espora Gourmet (2018), from: <https://www.esporagourmet.com/>

InfoAgro (2016), from: <https://mexico.infoagro.com/>

Museo Virtual de la Ciencia del CSIC (2017), from: <http://museovirtual.csic.es/>

NaanDanJain (2019), from: <https://naandanjain.es/>

Plantas y Flores: Identificar las plantas (2020), from: <https://plantasflores.com/>

Reyna Domenech, S. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

ANEXO V: MATERIAL

VEGETAL

ÍNDICE ANEXO V

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ESPECIE SIMBONTE EMPLEADA	5
2.1.	Clasificación botánica de la encina	5
2.2.	Morfología de la encina	5
2.3.	Exigencias edáficas.....	6
2.4.	Exigencias climáticas	6
3.	ESPECIE DE HONGO EMPLEADA.....	6
3.1.	Clasificación botánica de la trufa negra.....	6
3.2.	Morfología de la trufa negra	6
3.3.	Exigencias edáficas.....	7
3.4.	Exigencias climáticas	7
4.	MICORRIZAS	7
4.1.	Morfología de la micorriza de <i>Tuber Melanosporum</i>	8
4.2.	Factores que influyen en el desarrollo de las micorrizas.....	9
5.	REFERENCIAS.....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Manto de <i>Tuber melanosporum</i>	8
Figura 2:	Red de Harting de <i>Tuber melanosporum</i>	8
Figura 3:	Espínulas de <i>Tuber melanosporum</i>	9

1. INTRODUCCIÓN

La elección del material vegetal es muy importante ya que de él depende el éxito de la plantación.

El material debe presentar una serie de características:

- Presentar una buena simbiosis entre el árbol y el hongo.
- Aguantar perfectamente las condiciones meteorológicas que se den en la zona, especialmente las adversas.
- Adaptarse perfectamente a las características del suelo.
- Ser resistente a las plagas y enfermedades posibles.
- Presentar una buena producción que dé lugar a buenos resultados económicos y comerciales.

2. ESPECIE SIMBONTE EMPLEADA

Como ya se ha comentado en el Anexo IV: Estudio de Alternativas, la especie simbiote elegida es la encina (*Quercus ilex*) ya que se adapta perfectamente a las condiciones del clima y del suelo. Además de ello, es la especie que da mejores producciones en España.

2.1. Clasificación botánica de la encina

La clasificación botánica de la encina es:

- REINO: Plantae
- DIVISIÓN: Magnoliophyta
- CLASE: Magnoliopsida
- ORDEN: Fagales
- FAMILIA: Fagaceae
- GÉNERO: *Quercus*
- ESPECIE: *Quercus ilex* L.
- SUBESPECIE: *Ballota*

2.2. Morfología de la encina

Caracterizado como árbol perennifolio, presenta una altura aproximada de 25 metros. Su tronco, con corteza gris oscura, alguna vez resquebraja en grietas poco profundas. Su ramificación principal es erecta, con una corteza bastante lisa; las ramificaciones secundarias son delgadas y están cubiertas por un denso tomento grisáceo (Villar-Salvador et al., 2013). La copa es redondeada, densa y compacta, produciendo una sombra densa (Ruiz de la Torre, 2006). Su sistema radical es axonomorfo, potente y penetrante, por ello, las raíces secundarias presentan la capacidad de emitir brotes bajo la copa.

Las hojas son simples y alternas, lampiñas y de color verde oscuro por el haz y blanquecinas o gris verdoso y muy pubescentes por el envés, donde se aprecia bien la nerviación principal. Su forma es orbicular o elíptica y los bordes varían de enteros a dentado-espinosos (Villar-Salvador et al., 2013).

2.3. Exigencias edáficas

Es conveniente que el suelo elegido para la plantación tenga un volumen útil y accesible para las raíces. Las capas encharcadas, capas rocosas, salinas, o fuertemente compactadas, no son válidas en principio; aunque se puede pensar en si resulta posible el drenarlas, quebrarlas por subsolado, desalinizarlas por drenaje, o simplemente removerlas durante los trabajos previos (Montoya, 1989).

2.4. Exigencias climáticas

La encina presenta unos márgenes climáticos de tolerancia bastante amplios. Los rangos óptimos climáticos donde se suele encontrar la encina son de una temperatura media anual de 11,4 - 18,1°C, una temperatura media de las mínimas del mes más frío de -2,2 a 2,3°C y una precipitación anual media y estival de 460-860 y 10-95 mm (Villar-Salvador et al., 2013).

La subespecie *Ballota* puede sobrevivir en áreas que presenten una precipitación a partir de los 300 mm de media anual, algo característico de la zona donde se va a realizar la plantación. Así mismo, tiene un gran rango de temperaturas invernales en las que puede sobrevivir, que oscilan entre -3 y 11°C y unas temperaturas medias en agosto entre 14 y 28°C (Villar-Salvador et al., 2013).

3. ESPECIE DE HONGO EMPLEADA

Al igual que para la especie simbiote elegida, la especie de hongo seleccionada también se ha comentado en el Anexo IV: Estudio de Alternativas. La especie elegida es *Tuber melanosporum* Vitt, siendo la especie más elegida en el mundo para las plantaciones de trufas.

3.1. Clasificación botánica de la trufa negra

La clasificación botánica de la trufa negra es:

- REINO: Fungi
- DIVISIÓN: Ascomycota
- CLASE: Pezizomycetes
- ORDEN: Pezizales
- FAMILIA: Tuberaceae
- GÉNERO: *Tuber*
- ESPECIE: *Melanosporum*

3.2. Morfología de la trufa negra

De morfología globosa cuando el terreno se encuentra suelto, o irregular cuando se adapta a la pedregosidad del terreno, pero, sin presentar ninguna depresión. Su diámetro se encuentra entre

8 y 10 centímetros. Con un color rojizo antes de la madurez y, cuando alcanza dicha madurez y presenta sus características organolépticas peculiares, el color es negro

La superficie de la trufa negra presenta verrugas piramidales de hasta 5 mm, que al corte deja ver su carne fértil, recorrida por abundantes y finas venaciones e irregularmente distribuidas.

3.3. Exigencias edáficas

Uno de los principales condicionantes del suelo trufero es que será calizo, ya que, el hongo no se desarrolla en suelos ácidos o silíceos.

Para el correcto desarrollo de la plantación, tanto la textura, como la química del suelo son los factores influyentes. Así mismo, el porcentaje de insolación del terreno y la adaptación de la especie simbiote también son importantes. Los condicionantes edáficos requeridos para tener éxito la plantación ha sido desarrollados de manera profunda en el *Anexo I: La trufa*.

3.4. Exigencias climáticas

La trufa es bastante resistente a la sequía y continentalidad, tolerando una gran sequedad del aire.

A continuación, se presentan los valores aproximados de precipitación de las exigencias del cultivo de trufa.

- Precipitación mínima anual: 300-350 mm.
- Precipitación media anual: 500-600 mm.
- Precipitación máxima anual: 2.500 mm.
- Precipitación estival: 50-250 mm.
- Precipitación media estival: 75-150 mm.

Así mismo, la trufa es resistente tanto a fuertes frío como a calores.

- Temperaturas medias de invierno: -3 a 11°C.
- Temperaturas medias de verano: 14 a 28°C.

4. MICORRIZAS

En los hongos se pueden distinguir dos partes básicas. Por un lado, el aparato reproductor, en este caso la trufa, donde se encuentran las esporas con las que se propagará la especie y, por otro lado, el aparato vegetativo o micelio, mediante el cual se nutre (Reyna, 2007).

La trufa está incluida en un grupo de hongos que necesitan asociarse a las raíces más finas de ciertas plantas superiores como en este caso la encina. Esta asociación es una forma de simbiosis denominada micorriza (Reyna, 2007).

4.1. Morfología de la micorriza de *Tuber melanosporum*

Las micorrizas que forma la trufa son las del tipo ectotrófico o ectomicorrizas.

A simple vista las micorrizas son difíciles de observar, ya que las raicillas inoculadas son las más pequeñas de la planta, con una longitud de 2 a 3 mm y un grosor de 0,3 a 0,5 mm. Estas raicillas aumentan su tamaño gracias al manto fúngico formado en la parte externa de las raíces terminales.

A continuación, se van a explicar las tres estructuras que componen las ectomicorrizas:

- **Manto:** es el recubrimiento que forma el micelio alrededor de la raíz. Puede variar de consistencia dependiendo de la especie y, su morfología puede variar dependiendo de la estructura que formen las hifas (*Figura 1*).

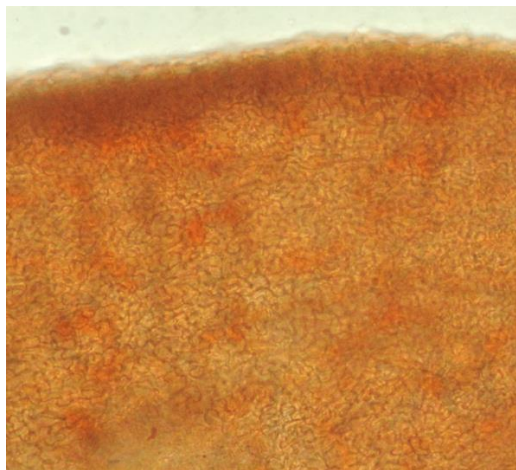


Figura 1: Manto de *Tuber melanosporum*. Fuente: <https://www.artetrufa.com/>

- **Red de Hartig:** Formada por las hifas más internas del manto, las cuales penetran entre las células más externas de la raicilla (córtez) (*Figura 2*).

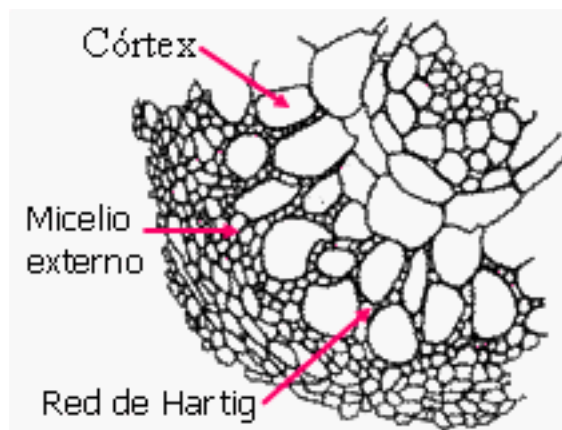


Figura 2: Red de Hartig de *Tuber melanosporum*. Fuente: <http://www.biologia.edu.ar/>

- **Espínulas:** Son hifas de mayor o menor longitud que se encuentran en la parte exterior del manto. Aparecen extendidas por el suelo, y su forma y tamaño depende de las diferentes especies de hongo (*Figura 3*).

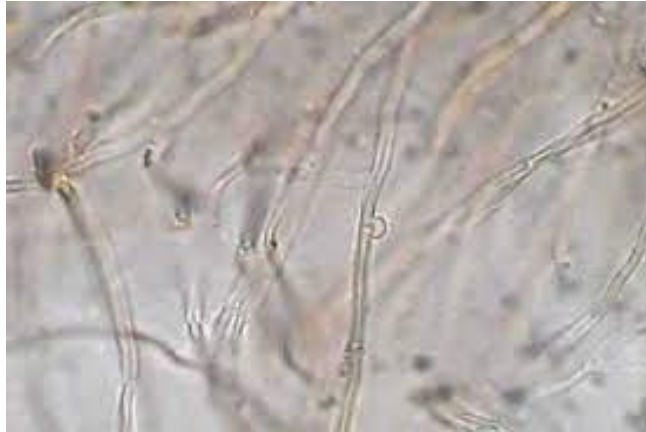


Figura 3: Espínulas de *Tuber melanosporum*. Fuente: <https://dadun.unav.edu/>

4.2. Factores que influyen en el desarrollo de las micorrizas

Los principales factores que influyen en el desarrollo de las micorrizas son:

- **Luz:** muy necesaria, de ella depende la producción de esporas pues, cuando se producen grandes sombras se reduce la infección y por lo tanto la producción de esporas.
- **Humedad:** en exceso puede disminuir tanto la calidad como la producción de hongos.
- **Aire:** es uno de los factores fundamentales más necesarios.
- **Temperatura:** las temperaturas muy bajas influyen de forma negativa, reduciendo el desarrollo.
- **Vigor de la planta huésped:** cuando las raíces son vigorosas, son infectadas difícilmente.
- **Fitohormonas:** producidas por el hongo y absorbidas por las raíces de la planta huésped, facilitando la infección.
- **Laboreo:** excesivamente profundo es perjudicial para el desarrollo ya que rompe las raicillas profundas donde se están creando micorrizas.

5. REFERENCIAS

Arte Trufa. Cultivo de la Trufa Negra (2014), from: <https://www.artetrufa.com/>

Montoya, J.M. (1989): *Encinas y encinares*. Mundi Prensa. Madrid.

Hipertextos del área de biología (2015), from: <http://www.biologia.edu.ar/>

Reyna Domenech, S. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Ruiz de la Torre J. (2006). *Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad*, Madrid. pp. 706-718.

Universidad de Navarra. *Espínulas de Tuber melanosporum (2019)*, from: <https://dadun.unav.edu/>

Villar-Salvador, P., Nicolás, J. L., Heredia, N., & Uscola, M. (2013). *Quercus ilex L. Producción y manejo de semillas y plantas forestales*, 2, 226-249.

ANEXO VI: VALLADO DE **LA PARCELA**

ÍNDICE ANEXO VI

1. INTRODUCCIÓN	5
2. COMPONENTES DEL VALLADO.....	5
3. DISEÑO DEL VALLADO	6
4. INSTALACIÓN DEL VALLADO	8
5. REFERENCIAS.....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño vallado con malla cinegética	6
Figura 2: Tramos	7
Figura 3: Enterramiento de la malla	9
Figura 4: Poste de tensión y de refuerzo	9
Figura 5: Detalle sujeción de alambres con grapas	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tramos del cerramiento	7
Tabla 2: Material empleado en el vallado	8

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de proteger la plantación, el vallado de la parcela se realiza de forma necesaria. A una altura razonable de 1,5 o 2 metros de altura se evitará la entrada de animales salvajes, ganando incontrolado o incluso recolectores furtivos de trufas.

A lo largo de la vida útil de la plantación, esta también se ve expuesta a factores negativos. En los primeros años, la fauna puede llegar a frenar el desarrollo de la trufa ya que se puede alimentar de los brotes tiernos de la encina, mientras que, en los años productivos los animales pueden ser atraídos por su olor y alimentarse directamente de la trufa.

2. COMPONENTES DEL VALLADO

Para la instalación del vallado se utilizarán los siguientes materiales:

- Puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición, de 1,75 m de altura y cada hoja de 3 m de ancho, con una anchura total de puerta de 6 m.
- Postes “intermedios” de madera de pino tratada con una altura 2,20 m y 0,10 m de diámetro.
- Postes “de tensión” de madera de pino tratada con una altura de 2,60 m y 0,10 m de diámetro.
- Postes “de refuerzo” de madera de pino tratada con una altura de 1,90 m y 0,08 m de diámetro.
- Malla cinética de malla metálica galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30 de 2 m de altura.
- Alambre de espino galvanizado para la parte superior de las vallas.
- Grampillones galvanizados para la unión los alambres a las mallas de los postes.
- Tensores de carraca galvanizados para modificar la tensión del alambre.
- Tornillos M5*100 mm para unir los tensores a los postes.

Como se ha mencionado, los postes serán de varios tipos: postes “intermedios”, postes “de tensión” y postes “de refuerzo”.

- Los postes “intermedios” serán los que se colocarán a lo largo del recorrido de la malla, para proporcionar sujeción de la malla.

- Los postes “de tensión” se colocarán en los cambios de dirección y en las esquinas. Estos postes llevarán otros dos, uno a cada lado del poste central, inclinados para aportar firmeza al vallado.
- Los postes “de refuerzo” que realizarán la misma función que los postes “intermedios” pero reforzarán el vallado.

Los postes irán provistos de un extremo en forma de punta, de esta forma permitirán una mayor facilidad a la hora de clavarlos en el terreno, ofreciendo así una mayor rigidez al poste.

3. DISEÑO DEL VALLADO

El vallado se realizará a en todo el perímetro de la parcela, detallado en el Plano 3.

Del total del perímetro, 6 m serán aprovechados para la colocación de una puerta, cuya situación será cerca del camino que da acceso a la parcela.

El diseño consiste en un vallado mediante malla resistente, en concreto malla cinagética de malla metálica galvanizada (*Figura 1*). La malla, de 2 m de altura, irá enterrada 25 cm en el suelo reduciendo por lo tanto su altura visible a 1,75 m, detallado en el Plano 4.

El enterramiento se realiza para proporcionar rigidez al vallado, evitando la entrada de animales, en concreto jabalíes que pudiesen acabar con la plantación. Así mismo, en caso de excavación de hoyos, también impediría la entrada.

Los postes de tensión se colocarán al principio de la línea del cercado, en los cambios de ángulos en la parcela y también en los espacios donde existan más de 100 m de longitud. Los postes de tensión se colocan junto con los postes de refuerzo. A lo largo de todo el perímetro se colocarán postes intermedios a una distancia de 4 m con el fin de asegurar la fijación de la malla.



Figura 1: Diseño vallado con malla cinagética. Fuente: <https://micofora.com/>

Como el perímetro de la parcela es de 708,17 m, se necesitarán 709 m de malla cinegética galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30.

La parcela se dividirá en 9 tramos (*Tabla 1*) y el número de postes de cada tramo, serán necesarios un total de 17 postes de tensión junto con 17 postes de refuerzo y 159 postes intermedios. En la *Figura 2*, se describe gráficamente el cerramiento.

Tabla 1: Tramos del cerramiento.

Tramo	Longitud (m)
1 (puerta)	54,06
2	61,90
3	33,89
4	37,64
5	49,23
6	150,22
7	62,10
8	109,87
9	149,23

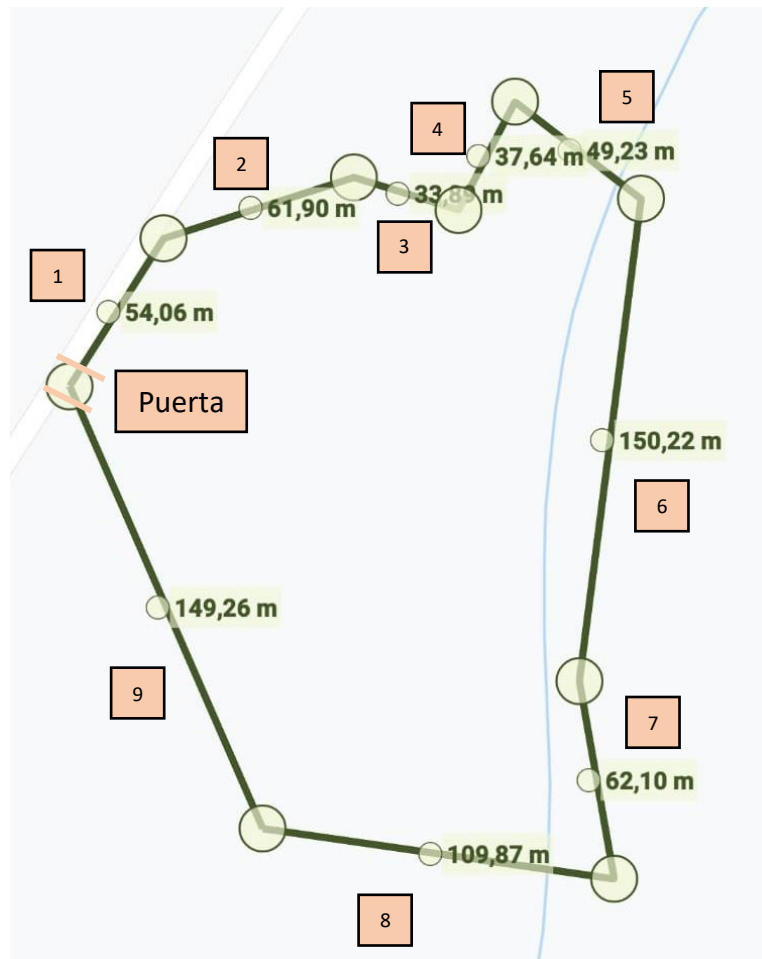


Figura 2: Tramos (Sigpac).

Los postes se unirán entre ellos con hilo de alambre de espino galvanizado, por lo tanto, necesitaremos 709 m de malla por tres hilos, dando lugar a un total de 2.127 m de alambre de espino galvanizado.

Para anclar la malla a los postes, serán necesarias cuatro grapas, mientras que para anclar el hilo necesitaremos tres grapas (una para cada hilo). En total, serán necesarias siete grapas para cada poste, generando un total de 1.232 grapas.

Así mismo, cada poste de tensión necesita tres tensores para cada uno de los hilos, siendo un total de 528 tensores.

Para finalizar, se colocará una puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición, de 1,75 m de altura y cada hoja de 3 m de ancho, con una anchura total de puerta de 6 m, detallada en el Plano 5.

En la Tabla 2, se resume el material necesario y mencionado anteriormente:

Tabla 2: Material empleado en el vallado.

MATERIAL	CANTIDAD
Puerta	1 unidad
Postes de tensión	17 unidades
Postes intermedios	159 unidades
Postes de refuerzo	17 unidades
Malla cinética galvanizada	709 metros
Alambre de espino galvanizado	2.127 metros
Grapas	1.232 unidades
Tensores	528 unidades

4. INSTALACIÓN DEL VALLADO

Antes de comenzar con el cerramiento definitivo se realizará un marcaje de la línea por donde irá la valla colocada en el terreno, y, así mismo, se marcará el lugar donde se van a ubicar los postes. Sobre la línea marcada, se realizará una zanja de unos 30 cm de profundidad (*Figura 3*) con ayuda de un subsolador acoplado a un tractor de 70 CV de potencia, sobre dicha zanja, irá colocada la parte inferior de la malla que posteriormente será enterrada 25 cm.



Figura 3: Enterramiento de la malla (Vinuesa vallas y cercados, 2013).

Para clavar los postes en el terreno, se utilizará un martillo neumático acoplado al tractor y la profundidad de clavado será la siguiente:

- Los postes de tensión irán clavados a una profundidad de 80 cm (Figura 4).
- Los postes intermedios irán clavados a una profundidad de 40 cm.
- Los postes de refuerzo irán clavados a una profundidad de 50 cm (Figura 4).



Figura 4: Poste de tensión y de refuerzo (Vinuesa vallas y cercados, 2013).

Tras clavar los postes de tensión, se clavan los postes intermedios.

Cuando todos los postes estén clavados, se procede a la colocación de la malla, empezando por la zona inferior. La malla será fijada en los postes con los alambres espinosos, a tres alturas diferentes. Cada alambre se ata a cada poste de tensión, cuando se lleva hasta otro poste es cuando se colocan los tensores de la malla, dando la tensión adecuada al hilo y para finalizar se clavan las grapas sujetando los alambres en los postes intermedios (Figura 5).



Figura 5: *Detalle sujeción de alambres con grapas (Vinuesa vallas y cercados, 2013).*

Una vez colocados todos los postes y con la malla sujeta a ellos, se procede a tapar la zanja realizada, dejando el alambre inferior enterrado 25 cm.

Por último, se procede a la colocación de la puerta, que se situará sobre unas zapatas de hormigón anclado en el suelo a una profundidad de 60 cm.

5. REFERENCIAS

Micología Forestal & Aplicada (2016), from: <https://micofora.com/>

Software Sigpac

Vinuesa vallas y cercados (2013), from: <https://vinuesavallasycercados.com/>

ANEXO VII:
ESTABLECIMIENTO DE
LA PLANTACIÓN

ÍNDICE ANEXO VII

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	5
2.1.	Labores fundamentales.....	5
2.2.	Labor complementaria.....	7
3.	ÉPOCA DE PLANTACIÓN	7
4.	MARCO DE PLANTACIÓN	7
5.	MARCACIÓN DE SITUACIÓN.....	8
6.	TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LAS ENCINAS	8
7.	COLOCACIÓN DE LAS PLANTAS	9
8.	RIEGO DE APOYO	10
9.	REFERENCIAS.....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Arado de vertedera cuatrisureco	6
Figura 2:	Subsolador trisureco	6
Figura 3:	Cultivador de brazos flexibles	7
Figura 4:	Encinas micorrizadas en cepellón	9

1. INTRODUCCIÓN

En el *Anexo IV: Estudio de Alternativas*, se eligieron las opciones más adecuadas para realizar la plantación en la parcela. Estas eran:

Sistema de cultivo: Monocultivo tradicional

Especie simbiote: Encina (*Quercus ilex*)

Especie huésped (hongo): *Tuber melanosporum* Vitt

Densidad y marco de plantación: 6 x 6 metros.

En este Anexo, se detallarán las tareas que se seguirán para instalar las especies leñosas en el terreno, junto con el diseño de su disposición.

2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En la preparación del terreno para la futura plantación influyen las labores agrícolas realizadas con el fin de otorgar al terreno las condiciones idóneas para el desarrollo de las plantas. Los objetivos de esta preparación tienen como finalidad el arraigo de las encinas en el terreno y con ellos el desarrollo y producción de trufas; estos objetivos son los siguientes:

- Remover, mullir e igualar el suelo con el fin de airearlo y aumentar la capacidad de retención de agua.
- Eliminar raíces y grandes terrones que impedirán un buen desarrollo de las plantas.
- Facilitar un buen desarrollo radicular inicial de los árboles, eliminando la compactación natural del terreno y permitiendo a las raíces un mayor espacio.

En la parcela, se parte de una plantación de cultivo cerealista, donde no se da el riesgo de que exista un hongo micorrizado indeseable. Para conseguir los objetivos citados, realizaremos en el terreno dos labores fundamentales y una labor secundaria.

2.1. Labores fundamentales

La primera labor a realizar tiene como objetivo acondicionar el terreno enterrando el rastrojo del cultivo anterior, en este caso cereal, y también las malas hierbas existentes.

La labor se llevará a cabo con un arado de vertedera cuatriscuro (*Figura 1*) con rejas de 50 cm de anchura de corte y trabajando a una profundidad de 40 cm, acoplado a un tractor de 150 CV con un rendimiento de 0,73 ha/h, una eficiencia de 65-85% y una velocidad entre 3,5 y 7,5 km/h (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

El trabajo se realizará en la segunda quincena de octubre, después de darse las primeras lluvias las cuales ayudarán al terreno otorgándole una textura más manejable.



Figura 1: Arado de vertedera cuatririsurco. Fuente: <https://agriocasion.com/>

Las labores realizadas en el terreno al existir el cultivo de cereal anterior han provocado la aparición de la denominada “suela de labor”, es decir, una capa rígida que dificulta el crecimiento radicular y que es provocada por el paso repetido de las labores del suelo a una misma profundidad.

Para solucionar el problema, se utilizará un subsolador trisurco (*Figura 2*) con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de trabajo de 80 cm, irá acoplado a un tractor de 150 CV con un rendimiento de 0,62 h/ha. Las velocidades de trabajo deben de mantenerse entre 3,0 y 5,0 km/h, consiguiéndose una eficiencia en parcela de 0,65 a 0,85 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

La labor se realizará en la segunda quincena de diciembre, cuando el terreno no esté superficialmente helado y relativamente seco.



Figura 2: Subsolador trisurco. Fuente: <https://www.noli.es/>

2.2. Labor complementaria

Tras realizar las labores fundamentales del suelo, en profundidad, es necesario realizar tareas de laboreo superficial, permitiendo establecer el lecho de siembra para el cultivo.

Para ello se utilizará un tractor de 120 CV acoplado con un cultivador de brazos flexibles (*Figura 3*) que trabajará a una profundidad máxima de trabajo de 5 a 12 cm. La velocidad de trabajo será de 6,0 a 8,0 km/h y eficiencia en parcela de 0,65 a 0,85 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

La labor se llevará a cabo antes de implantar la plantación, durante la primera quincena de marzo.



Figura 3: Cultivador de brazos flexibles. Fuente: <https://www.agromaquinaria.es/>

3. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

Las dos épocas de plantación de truferas son en primavera y en otoño. Dependiendo de las características climáticas de la zona donde se lleve a cabo, se elige una época u otra. La presencia de heladas y fuertes vientos son desfavorables para los individuos jóvenes.

La parcela si sitúa en un pueblo de Soria, considerada como una zona fría donde las heladas invernales son persistentes e importantes. De este modo, se cree que el mejor momento para realizar la plantación es durante la primavera, concretamente se realizará en la segunda quincena de marzo, cuando en caso de que existan heladas éstas serán de carácter leve, sin afectar gravemente al cultivo.

4. MARCO DE PLANTACIÓN

El marco de plantación es un factor muy importante para el correcto crecimiento del árbol. El marco de plantación ideal es aquel donde las plantas no presentan competencia con aquellas otras situadas a su alrededor. En truferas, aquellas donde el desarrollo del micelio no se ve afectado por otros hongos. Sin embargo, esta situación se encuentra muy lejos de la realidad ya que supondría un coste excesivo (Reyna, 2007).

Para la variedad cultivada, *Tuber melanosporum* Vitt, se pueden diferenciar dos marcos de plantación:

- **Alta densidad:** 5 x 5 metros, aproximadamente 400 plantas/ha. Entra en producción rápidamente, pero la vida de la trufera es corta.
- **Baja densidad:** 6 x 6 metros, aproximadamente 277 plantas/ha. Entra en producción más lentamente que la anterior, pero con una vida más larga.

Generalmente, el marco de plantación más aconsejable es el de baja densidad, por ello, se utilizará para la plantación un marco de 6x6 m.

La disposición del cultivo se encuentra descrita gráficamente en el Plano 6.

5. MARCACIÓN DE SITUACIÓN

De acuerdo con la disposición y densidad que se ha escogido para la plantación, se elegirá sobre el terreno el lugar exacto donde se ubicará.

Para la colocación definitiva de las encinas, se utilizará la técnica de replanteo, considerada como una labor fundamental previa a establecer una plantación, puesto que indica donde se debe colocar cada especie vegetal en el terreno. Mediante un tractor de 100 CV de potencia, orientado con un GPS se localizará la ubicación exacta de cada especie.

La situación de las encinas se realizará en dos sentidos. El primero de los sentidos será dirección norte-sur, el segundo de ellos en dirección perpendicular, es decir, este-oeste. La separación entre ellas será de 6 m. El punto de intersección entre ambas líneas será la ubicación exacta donde se colocará una estaca de marqueo sobre la que se situará la encina, se colocarán un total de 605 encinas.

Debido a la morfología de la parcela la ubicación de las encinas puede variar de forma mínima, por ello, se presentan los planos del proyecto para ofrecer la orientación exacta.

6. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LAS ENCINAS

Las encinas procederán de viveros que se encuentren inscritos en el Registro oficial de viveros, siendo plantas capaces de cumplir con las exigencias requeridas para el proyecto.

En el momento del transporte, las plantas irán aseguradas ante movimiento y con una distancia entre ellas para evitar posibles daños. La zona de transporte será especializada para el transporte de plantas, otorgando a las especies las condiciones necesarias, evitando problemas de desecación o por bajas temperaturas.

El suministro de las plantas se realizará con el cepellón humedecido y, una vez recibidas, se les hará una evaluación para comprobar que cumplen con las características establecidas.

El momento exacto de la recepción de las plantas en la parcela es una vez acabada la labor de replanteo y, una vez recepcionadas, se procede a plantarlas evitando la desecación del cepellón.

Se recibirán un total de 605 plantas de *Quercus ilex* micorrizada (Figura 4). Tendrán dos savias de edad y una buena relación entre la parte aérea y la parte radicular. La altura deseada será de 20-25 cm y una robustez aproximada de 6 cm en el cuello de la raíz.



Figura 4: Encinas micorrizadas en cepellón. Fuente: <https://www.terramarket.cl/>

7. COLOCACIÓN DE LAS PLANTAS

Como ya se ha comentado, se necesitarán 605 plantas de *Quercus ilex* micorrizada que se colocarán en el terreno a finales de marzo.

El suelo, tras haberle realizado una labor con el cultivador de brazos flexibles, como se encontrará perfectamente mullido, presentará las condiciones óptimas para plantar las especies con facilidad con ayuda de una azada.

La planta, situada en contenedores Melfert, se extrae con cuidado de ser dañada y se coloca en el hoyo. La profundidad de la planta es un factor muy importante ya que, si se sitúa muy profunda se puede producir una asfixia radicular, en cambio, si se sitúa cerca de la superficie puede existir el riesgo de que no arraigue; por ello, se determinará la profundidad deseada para las plantas y se rellenará el hoyo con tierra para posteriormente colocar la planta.

Para evitar espacios de aire, una vez colocada la planta en el hoyo y cubierta de tierra su parte radicular, se presionará alrededor. Se realizará un alcorque de aproximadamente 60 cm de diámetro alrededor de la encima para realizar un riego de asentamiento.

8. RIEGO DE APOYO

Al finalizar la plantación, es necesario realizar un primer riego para asegurar el arraigo de las plantas. La cantidad aportada debe ser la óptima, importante no excederse para estimular la exploración del suelo por parte de las raíces para obtener plantas fuertes. De lo contrario, el sistema radicular no llegará al completo desarrollo (Reyna, 2007).

La finca, que cuenta con una balsa de riego, será el lugar de donde se recogerá el agua para llenar una cisterna de 5.000 L acoplada al tractor de 140 CV que distribuirá el agua en los alcorques con ayuda de una manguera. En cada riego se puede aportar una cantidad de 10-15 L de agua (Reyna, 2007).

En la parcela se instalará un sistema de riego por microaspersión, pero, los primeros años el riego se llevará a cabo mediante la cisterna ya que el agua caerá directamente en los alcorques, evitando el riego fuera de la zona radicular y así mismo, evitando la salida de malas hierbas entre calles.

9. REFERENCIAS

AgroMaquinaria. El portal de Maquinaria Usada (2021), from: <https://www.agromaquinaria.es/>

AgriOcasión. El portal de Maquinaria Agrícola Usada (2021), from <https://agriocasion.com/>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021), from: <https://www.mapa.gob.es/es/>

Noli (2021), from <https://www.noli.es/>

Reyna Domenech, S. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

TerraMarket. El Agro en la web (2020), from: <https://www.terramarket.cl/>

ANEXO VIII:
MANTENIMIENTO Y
SEGUIMIENTO DE LA
PLANTACIÓN

ÍNDICE ANEXO VIII

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	CULTIVO PRINCIPAL	5
2.1.	Fase de adaptación	5
2.1.1.	Laboreo del suelo	5
2.1.2.	Riego	6
2.1.3.	Tratamientos fitosanitarios	6
2.1.4.	Reposición de marras	6
2.2.	Fase de colonización	6
2.2.1.	Laboreo del suelo	7
2.2.2.	Riego	7
2.2.3.	Poda	7
2.2.4.	Fertilización	8
2.2.5.	Micorrización	8
2.3.	Fase de asentamiento.....	8
2.3.1.	Laboreo del suelo	8
2.3.2.	Riego	8
2.3.3.	Poda	9
2.4.	Fase de explotación	9
2.4.1.	Laboreo del suelo	9
2.4.2.	Riego	9
2.4.3.	Poda	9
3.	RECOLECCIÓN DE TRUFAS	9
3.1.	Adiestramiento de perros.....	10
4.	REFERENCIAS	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Cultivador colas de golondrina	5
Figura 2:	Poda en truficultura	7
Figura 3:	Perro recolectando trufas	10

1. INTRODUCCIÓN

En este Anexo se mostrará el mantenimiento a seguir en la plantación para que el desarrollo del cultivo sea el adecuado.

Se llevarán a cabo una serie de técnicas que asegurarán el buen estado de la plantación, tanto sanitario, como hídrico, como nutricional.

2. CULTIVO PRINCIPAL

El desarrollo de las trufas sigue una serie de periodos hasta llegar a la recolección. Todos ellos se explican a continuación junto con las técnicas que se deben de seguir en cada uno de los periodos para obtener una plantación con un estado óptimo.

2.1. Fase de adaptación

La fase de adaptación comprende los 3 primeros años de la plantación, desde que son trasplantados en terreno hasta que se dan los síntomas de desarrollo del micelio.

2.1.1. Laboreo del suelo

En este periodo, el mantenimiento del suelo alrededor de la planta es primordial para asegurar la supervivencia de las encinas y el futuro crecimiento de las trufas, reduciendo la competencia con las malas hierbas y aumentando la retención de humedad.

La estructura del alcorque será mejorada de manera manual cuando sea necesario, por el contrario, el mantenimiento de las calles se realizará con ayuda de un cultivador con colas de golondrina (*Figura 1*) de 2 m de ancho y a una profundidad máxima de 12 cm (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Puesto que la distancia entre encinas es de 6 m, se harán dos pasadas de, como ya se ha comentado, 2 m de anchura; una sobre el margen derecho de la calle y otra sobre el margen izquierdo. Para evitar deshacer los alcorques se deja 1 m alrededor de cada árbol. Esta labor en el suelo se realizará dos veces al año, tras la campaña de recolección y a comienzos de otoño.



Figura 1: Cultivador colas de golondrina. Fuente: <https://www.tractoresymaquinas.com/>

2.1.2. Riego

Durante los primeros años de la plantación, el riego únicamente es necesario para asegurar la supervivencia de la planta y el desarrollo del hongo.

Según el estudio climático de la zona, cuando comienza a aparecer el déficit hídrico en los meses estivales es cuando se debe suministrar riego a la plantación. Los riegos se realizarán cada dos semanas durante los 3 años que dura este periodo con aportando una pequeña cantidad con el sistema de riego instalado y la mayor cantidad con ayuda de una cisterna de 5.000 L, ayudando así a que los árboles arraiguen correctamente. Se observará en todo momento la plantación y, en caso de un déficit elevado de agua, los riegos se realizarán cada menos tiempo.

2.1.3. Tratamientos fitosanitarios

En España no se recomienda el uso de tratamientos fitosanitarios pues, la hierba que se desarrolla en las inmediaciones de las encinas será eliminada generalmente mediante laboreo superficial, evitando así el uso de fitosanitarios. (Reyna, 2007).

Los hongos que atacan a la parte aérea en principio no son graves ya que no ponen en peligro el desarrollo de las trufas y en raras ocasiones afecta a la vida del árbol. Estos ataques suelen ocurrir en épocas donde existe exceso de humedad o por el contrario grandes sequías.

Por otro lado, los hongos que atacan a las raíces son los que se deben tener en cuenta. Cuando anteriormente en la parcela ha existido una plantación de leñosos, existe el riesgo de que las encinas se infecten con hongos que causan podredumbres en las raíces, por ello, se aconseja que el cultivo precedente sea de cereal.

Para los daños ocasionados por insectos que pueden provocar defoliaciones en los árboles se trata normalmente con insecticidas de contacto.

2.1.4. Reposición de marras

Durante los primeros años de la plantación se puede correr el riesgo de que existan encinas que arraiguen correctamente, esas plantas pueden ser sustituidas por nuevas.

La reposición de marras se hará lo antes posible, para que el crecimiento sea homogéneo entre todos los árboles. Por ello, son necesarias las inspecciones temporales.

En plantaciones trufas se estima un porcentaje de marras aproximado del 2% (Reyna, 2007). Para la sustitución de las marras se seguirán las mismas pautas utilizadas para la plantación.

2.2. Fase de colonización

La fase de colonización es el periodo correspondiente entre el 4º y el 8º año de la plantación. Aparecen los primeros síntomas de la producción de trufas, produciéndose los primeros quemados, la extensión del micelio y la proliferación de las micorrizas de las trufas en el sistema radical.

2.2.1. Laboreo del suelo

Como en la fase anterior, la estructura del alcorque se seguirá mejorando hasta que aparezca la clara presencia del quemado, en este momento se interrumpirá esta tarea. Generalmente los quemados aparecen en el 6º año de plantación (Reyna, 2007).

La labor realizada para el mantenimiento de las calles se seguirá llevando a la práctica, modificando la profundidad a una menor, de esta forma se elimina la competencia para el cultivo principal, pero se mantiene el correcto desarrollo radicular.

2.2.2. Riego

Se realizará el riego únicamente en la época de déficit, en este caso ya totalmente con el sistema de riego instalado puesto que los árboles ya habrán arraigado bien. El resto del tiempo se supone que el agua de lluvia es suficiente para que el crecimiento del árbol y las raíces continúe hasta que se produzca la aparición de los quemados.

2.2.3. Poda

Con el objetivo de mejorar la insolación en el quemado de las encinas, conseguir un crecimiento homogéneo en todo el árbol y evitar humedades, se realiza la poda.

La forma buscada en truficultura es de cono invertido (*Figura 2*), de esta forma se consigue la incidencia oblicua de los rayos solares (Delmas, 1983).

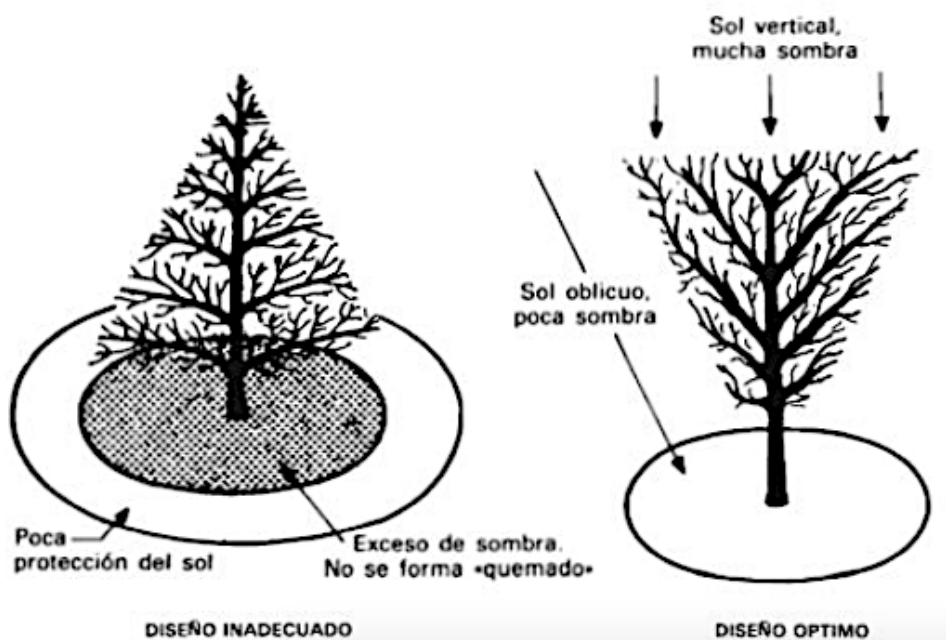


Figura 2: Poda en truficultura (Delmas, 1983).

La intensidad con la que se realiza la poda no debe ser muy elevada, evitando así desequilibrios fisiológicos y nutricionales que afectan en el desarrollo de las micorrizas. La intensidad de la poda nunca debe superar la eliminación del 15-20% de masa foliar (Delmas, 1983).

Durante esta fase se recomienda que la poda sea ligera, únicamente siendo de formación y evitando rebrotes en la parte basal de la encina. Las heridas realizadas durante la poda se deben proteger con productos específicos como es la masilla para evitar pudriciones causadas por hongos (Bonet et al, 2008).

A pesar de ser necesaria la poda en los árboles, es recomendable que se realice de forma más frecuente y menos intensa. A continuación se exponen las cifras recomendadas:

- De 0 a 2 años no se realiza poda.
- De 3 a 10 años la poda se realiza anualmente.
- De 11 a 20 años la poda será bianual.
- A partir de 20 años se realizará cada 4 años.

2.2.4. Fertilización

A pesar de que en el análisis del suelo, los niveles de nutrientes en el suelo son los correctos, en los momentos en los que exista decadencia de algún elemento, se utilizara un sustrato fertilizado compuesto por turba, fibra de coco y perlita, ayudando a satisfacer las necesidades de la encina para un correcto desarrollo de las trufas.

2.2.5. Micorrización

Durante el desarrollo de la plantación se debe llevar a cabo análisis periódicos para controlar que la micorrización sea la adecuada, observando el desarrollo del hongo.

Este análisis se realiza mediante la toma de muestras de diferentes zonas y árboles de la plantación, extrayendo raíces micorrizadas y llevadas a laboratorio para proceder con el análisis.

2.3. Fase de asentamiento

La fase de asentamiento es el periodo comprendido entre el 8º y 10º de la explotación aproximadamente, pudiendo llegar a comprenderse hasta el 12º año.

El quemado se ha formado casi por completo en todos los árboles y la trufa alcanza una masa de micelio y micorrizas.

2.3.1. Laboreo del suelo

El laboreo alrededor de los árboles se debe interrumpir puesto que ya existen los quemados donde el hongo lleva a cabo su acción frente a las malas hierbas del entorno.

Entre las calles las labores superficiales continuarán para eliminar la vegetación existente.

2.3.2. Riego

Las dosis de riego irán variando de acuerdo con las necesidades que se darán en la fase de explotación de la plantación.

2.3.3. Poda

La poda continuará igual que en la fase anterior. Realizando ligeras podas para dotar al árbol de la forma más correcta en la que pueda captar mejor la insolación y aireación.

2.4. Fase de explotación

A partir del 12º año se da el periodo de explotación. Los quemados de los árboles están completamente desarrollados por lo que se inicia la producción de trufas.

2.4.1. Laboreo del suelo

La profundidad del laboreo en este periodo debe ser controlada, entre calles ésta debe ser de un máximo de 7 cm mientras que en el caso de los quemados se rastrillará de forma manual para airear la zona.

2.4.2. Riego

El riego cuando existe producción únicamente se aportará de forma artificial cuando necesita complementar al agua natural por lluvia.

Entre el riego aportado y las precipitaciones se aportará una cantidad total aproximada entre 30 y 50 L/m² mensuales.

Se deben tomar precauciones ya que un riego en exceso disminuye la producción trufera.

2.4.3. Poda

La intensidad de poda en esta fase es mayor que en los periodos anteriores puesto que los árboles son más robustos. Se pretende limitar el crecimiento tanto de la parte aérea como de la zona radicular.

La poda se realizará con una frecuencia bianual hasta llegar al año 20 de la plantación cuando se realizará cada 4 años.

3. RECOLECCIÓN DE TRUFAS

La recolección de la trufa negra, según indica la legislación, comienza en la primera quincena de noviembre y finaliza a mediados de marzo. Este periodo se debe respetar para evitar trufas de poca calidad o en mal estado.

La recolección de trufas más común es la que se lleva a cabo mediante perros adiestrados (*Figura 3*), además de ser la única práctica legalmente permitida. La raza del perro resulta indiferente pues, según los expertos en truficultura, lo más importante es adiestrar al animal desde pequeño para conseguir los resultados esperados.

El adiestramiento del perro se puede realizar de varias formas. Una de ellas consiste en que el cachorro acompañe al perro en la recolección de trufas, de este modo aprende; la otra de las formas es incluyendo la trufa en la alimentación (Aguilar, 1982).

Cuando el animal encuentra una trufa, se detiene en el lugar y olfatea la zona en búsqueda de la zona exacta. En ese momento, el amo con ayuda de un puñal desentierra la trufa. Una vez extraída la trufa, se vuelve a tapar el hoyo ya que en las recolecciones futuras será un lugar casi seguro donde volverán a aparecer trufas.



Figura 3: Perro recolectando trufas. Fuente: <https://www.20minutos.es/>

3.1. Adiestramiento de perros

Los perros que se pretenden adiestrar para la recolección de trufas no deben haber sido utilizados anteriormente para la caza normal. Se utilizan tanto hembras como machos aunque los machos generalmente son castrados para que no se “despisten” con otros olores.

El adiestramiento resulta fácil cuando el animal es dócil. Primeramente se le hace pasar hambre al animal, en ningún momento llegando al mal estado del animal o al sufrimiento. En esta situación, se le da a oler la trufa para que se quede con el olor y se le obsequia con comida, dándole a entender al animal que ha hecho buen trabajo. Realizada esta acción repetidas veces, se entierra la trufa y el animal la debe buscar, haciéndole aproximarse a el lugar.

Cuando el animal la encuentra rasca en la tierra, es el momento entonces de sacar la trufa y recompensarle. La acción se realiza repetidas veces dándole al perro un carácter iniciado. Enseñar a un perro es una tarea fácil, lo que realmente resulta difícil es encontrar el animal adecuado, que obedezca en todo momento a las órdenes del amo y que tenga resistencia para los grandes recorridos a realizar en las plantaciones.

4. REFERENCIAS

Aguilar Pepiol, A. (1982). *Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Explotación de truferas*. Madrid: Publicaciones de extensión agraria.

Bonet, J.A., Colinas, C., Fischer, C., Martínez, J., Oliach, D., y Olivera, A. (2008). *Estado actual de la trufa y la truficultura*. (Informe técnico número 26). Barcelona: Ruralcat.

Delmas, J. (1983). *La truffe et sa culture*. Paris: INRA.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021), from: <https://www.mapa.gob.es/es/>

Once perros adiestrados buscan 'el diamante negro' (2008), from: <https://www.20minutos.es/>

Reyna Domenech, S. (2007). *Truficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Tractores y Máquinas. TODO SOBRE MAQUINARIA AGRÍCOLA (2021), from: <https://www.tractoresymaquinas.com/>

ANEXO IX: SISTEMA DE **RIEGO**

ÍNDICE ANEXO IX

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	DISEÑO AGRONÓMICO	5
2.1.	Necesidades de la plantación	5
2.2.	Marco de riego	6
2.3.	Microaspersor a instalar	6
2.4.	Duración del riego	8
3.	DISEÑO HIDRÁULICO	8
3.1.	Tolerancia de caudales.....	8
3.2.	Tolerancia de presiones	8
3.3.	Diseño de la subunidad de riego.....	10
3.4.	Disponibilidad de agua.....	10
3.5.	Cálculo de tuberías.....	11
3.5.1.	Laterales	11
3.5.2.	Terciarias	13
3.5.3.	Tubería secundaria.....	15
3.5.4.	Tubería primaria.....	17
3.6.	Cabezal de riego	18
3.6.1.	Contador	19
3.6.2.	Filtro de malla o anillas	19
3.6.3.	Filtro de arena	21
3.6.4.	Válvula de compuerta	22
3.6.5.	Válvula de retención	22
3.6.6.	Ventosa trifuncional.....	22
3.6.7.	Bomba sumergible	22
3.6.8.	Motor	23
3.6.9.	Bombeo solar	23
3.6.10.	Placas solares	23
4.	INSTALACIÓN CASETA RIEGO	23
5.	REFERENCIAS.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1 y 2: Aspecto del microaspersor	7
Figura 3: Esquema cabezal de riego	19
Figura 4: Esquema filtro de malla o anillas	19
Figura 5: Esquema filtro de arena	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Necesidades en época de déficit	5
Tabla 2: Características microaspersor	6
Tabla 3: Unidades y subunidades de riego	10
Tabla 4: Características unidades de riego	12
Tabla 5: Relación diámetros comerciales para tuberías	12
Tabla 6: Relación diámetros para tuberías PVC	16
Tabla 7: Resumen de tuberías	18
Tabla 8: Características filtros de malla y número de mesh	21
Tabla 9: Velocidad según la clase de agua y el tamaño de los orificios	20
Tabla 10: Caudal según velocidad	20

1. INTRODUCCIÓN

En este Anexo IV se han visto los diferentes tipos de riego posibles a instalar en la plantación trufera, el sistema elegido ha sido el riego por microaspersión, que supone una serie de ventajas respecto a los demás además de ser el más recomendado.

La instalación del sistema de riego se llevará a cabo en el octavo año, cuando los quemados están prácticamente desarrollados en todos los árboles. Instalarlo antes es innecesario ya que únicamente serviría para obstaculizar las labores del terreno y un desgaste debido a el nulo uso.

En este Anexo, se explicarán y detallarán todos los aspectos necesarios para el diseño del sistema de riego.

2. DISEÑO AGRONÓMICO

2.1. Necesidades de la plantación

Las necesidades hídricas de las plantaciones truferas son siempre las mismas, dependiendo de la zona donde se encuentre varía, las condiciones climáticas y edafológicas son muy importantes.

Diferentes autores presentan distintas opiniones sobre este tema:

- Se recomienda una dosis de riego de 15 mm cada 10 días desde el mes de mayo hasta septiembre excepto cuando el suelo se mantiene húmedo (Verlhac, 1990).
- La dosis mínima recomendada es de 200 mm entre los meses de agosto, septiembre y octubre (Kulifaj, 1993).
- Una dosis anual de 2.000 m³ por hectárea (Palazón et al. 1999).
- Entre los aportes de lluvia y de riego, la plantación debe recibir entre julio y agosto una dosis de 150 mm, variable en función del tipo de suelo (Reyna, 2000).
- Se cree que las necesidades mínimas hídricas son de 300 L/m² entre junio, julio y agosto (Ricard, 2003).
- De 50 a 60 L por mes son las recomendaciones de dosis de riego que se deben aportar a la plantación desde mayo a septiembre (De Miguel & Sáez, 2005).

Teniendo en cuenta los datos aportados por los diferentes autores y las precipitaciones de la zona de la plantación, se realiza una estimación del déficit hídrico y las cantidades necesarias a aportar en esa época (*Tabla 1*).

Tabla 1: Necesidades en época de déficit.

	<u>Julio</u>	<u>Agosto</u>	<u>Septiembre</u>	<u>Total</u>
P (mm)	30	30	33	
Necesidades (mm)	50	80	70	
Déficit (mm)	-20	-50	-37	-107

Según la tabla en caso de que las precipitaciones sean desfavorables durante esos tres meses, sería necesario un aporte hídrico de 107 L/m². El resto de los meses no se realizará riego salvo en ocasiones de extremas sequías.

Puesto que las necesidades de riego en la época estival son muy irregulares, se realizarán los cálculos para el aporte de riego más exigente, es decir para 80 mm/m² que se dan en agosto.

Los riegos se realizarán por la noche, cuando generalmente los vientos son inapreciables. La eficiencia en el riego de un sistema de microaspersión es del 85%, con un coeficiente de ajuste de 1,15 (Antúnez et al, 2010). De esta forma, la dosis de riego es: 80 mm x 1,15 = **92 mm mensuales**.

2.2. Marco de riego

El marco de riego que se ha decidido instalar es de 6x6 m que coincidirá con el marco de plantación, de este modo, se instalará un aspersor por planta.

La colocación del aspersor será cerca del tronco, de esta forma, se asegura un buen mojado del quemado, evitando derroches de agua innecesarios.

2.3. Microaspersor a instalar

Para la elección del microaspersor se tendrán en cuenta dos parámetros: la capacidad de absorción que presenta el terreno y el marco de plantación, es decir, el alcance.

En el caso de las truferas, el riego se orienta a mojar el quemado por lo que el principal objetivo es el correcto aporte hídrico en un radio aproximado de 2 m alrededor del árbol, es decir, la zona donde se van a desarrollar las trufas.

El suelo de la parcela es franco el cual posee una velocidad de infiltración de 20 mm/h. La pendiente no varía este valor porque el terreno presenta pendiente nula. Con el objetivo de dimensionar el sistema con seguridad, se elegirá un valor de infiltración que sea el 65% del anterior, es decir, 13 mm/h.

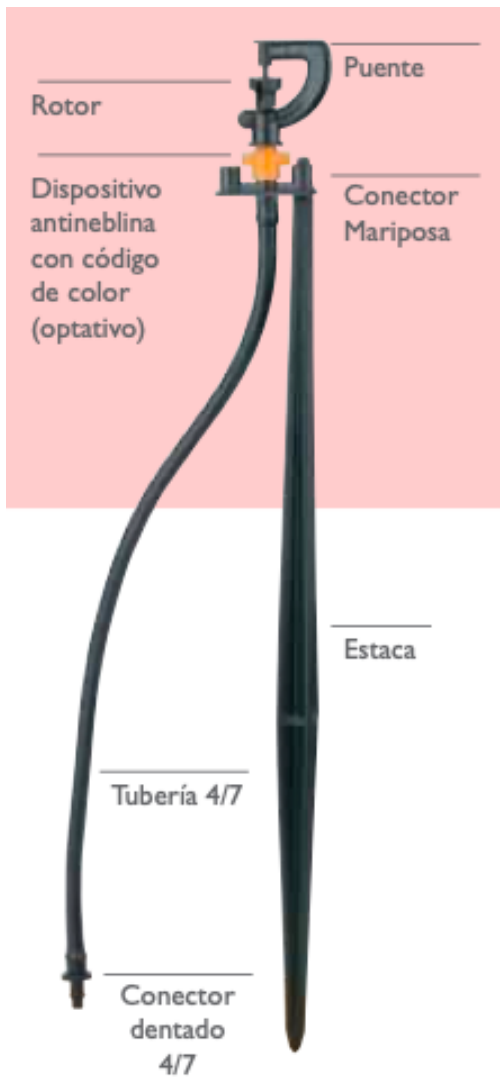
A partir de los datos comentados, se puede elegir el aspersor que se utilizará y que además será el más oportuno (*Tabla 2*).

Tabla 2: Características microaspersor. Fuente: <https://www.agrolinkirriga.com.br/>

Color	Verde	Naranja	Amarillo	Azul	Morado	Rojo	Negro
Caudal (L/h)	105	120	160	200	235	260	300
Boquilla (mm)	1,41	1,50	1,73	1,92	2,07	2,18	2,34
Presión (bar)	1,0	74	85	113	121	166	212
	1,5	90	105	140	170	204	260
	2,0	105	120	160	200	235	300
	2,5	117	134	179	224	263	335

Se ha elegido el microaspersor con las siguientes características (*Figuras 1 y 2*):

- Marca: NaanDanJain
- Modelo: Grupo Modular
- Caudal: 25 a 400 L/h, en nuestro caso, 120 L/h.
- Presiones recomendadas de operación: 1,4 a 3,0 bar, en este caso, 2,0.
- Diámetros de humedecimiento: 1 a 10 m, en este caso, 9 m.
- Requerimientos de filtrado: 200 micrones
- Diámetro boquilla: 1,50 mm.
- Color boquilla: Naranja
- Color bailarina: Gris
- Coeficiente de variación (CV) = 0,04
- Coeficiente de uniformidad (CU) = 0,90
- Relación caudal-presión: $q = K * h^x \rightarrow q = 23,64 * h^{0,5}$



Figuras 1 y 2: Aspecto del microaspersor. Fuente: <https://www.agrolinkirriga.com.br/>

El diámetro de alcance del aspersor puede variar entre 1 y 10 m, para el caso de nuestra plantación es de 9 m por lo que cubre las exigencias hídricas, mojando el quemado y consiguiendo un solape entre aspersores.

Así mismo también se cumple con las exigencias de velocidad de infiltración, puesto que el caudal del microaspersor es de 120 L/h (2 bar), por lo que la pluviometría para un marco de 6x6 es de 3,33 mm/h, un valor bastante inferior comparándolo con la capacidad de infiltración del terreno.

2.4. Duración del riego

En los años más secos, el riego se realizará aproximadamente 12 días distribuidos entre los 3 meses de déficit de agua. De este modo, es necesario calcular cual será el tiempo de riego para aplicar los 92 mm mensuales.

$$92 \text{ mm mensuales} / 4 \text{ riegos mensuales} = 23 \text{ mm en cada riego.}$$

$$23 \text{ mm/riego} / 3,33 = \mathbf{6,91 \text{ horas durará cada riego.}}$$

3. DISEÑO HIDRÁULICO

3.1. Tolerancia de caudales

Se calcula para conseguir uniformidad en el riego (Urbano, 1992).

$$CU = [1 - (1,27 * CV / \sqrt{e}) * q_{ns} / q_a]$$

Donde:

- CU: coeficiente de uniformidad = 0,9.
- CV: coeficiente de variación de fabricación = 0,04.
- e: número de emisiones por planta = 1.
- q_{ns} = caudal del emisor sometido a menor presión.
- q_a = caudal medio de todos los emisores = 120 L/h.

$$q_{ns} = (0,9 * 120) / [1 - (1,27 * 0,04 / \sqrt{1})] = \mathbf{113,78 \text{ L/h}}$$

3.2. Tolerancia de presiones

Una vez conocidos los valores de q_{ns} y de q_a y la ecuación del microaspersor, se calcula la presión media (h_a) y la presión mínima (h_m):

$$\text{Ecuación del microaspersor: } q = Kh^x$$

Donde:

- K: coeficiente de descarga.
- h: presión a la entrada del emisor.
- x: exponente de descarga = 0,5.

$$q = 23,64 * h^{0,5}$$

$$h_a = (q_a / 23,64)^{1/0,5} = (120 / 23,64)^2 = 25,77 \text{ m}$$
$$h_{ns} = (q_{ns} / 23,64)^{1/0,5} = (113,78 / 23,64)^2 = 23,17 \text{ m}$$

En cada subunidad de riego, la diferencia de presión es proporcional a la diferencia entre h_a y h_{ns} ($h_a - h_{ns}$):

$$\Delta H = M (h_a - h_{ns})$$

El valor de M depende del número de diámetros diferentes que se van a usar, donde (Pizarro, 1990):

- Diámetro constante: $M = 4,3$.
- 2 diámetros diferentes: $M = 2,7$.
- 3 diámetros diferentes: $M = 2,0$.

Puesto que aún no se sabe el número de diámetros que se va a utilizar, se coge el número medio $M = 2,7$.

$$\Delta H = 2,7 (25,77 - 23,17)$$

Mediante esta expresión se puede conocer la diferencia de presión admisible que existe en la subunidad de riego, zonas laterales y secundaria.

$$\Delta H = \Delta H_r + \Delta H_l$$

Donde:

- ΔH_s : variación de presión en la terciaria admisible.
- ΔH_l : variación de presión en cada lateral admisible.

En la parcela la pendiente tiene un valor mínimo por lo que:

$$\Delta H = \Delta H_l = \Delta H / 2$$

Por lo tanto:

$$\Delta H_r = \Delta H_l = 7,02 / 2 = \mathbf{3,51 \text{ m}}$$

3.3. Diseño de la subunidad de riego

Comprende:

- Distribución en planta de tuberías terciarias y laterales.
- Determinación del caudal que lleva cada tubería.
- Cálculo de los diámetros de las tuberías.
- Régimen de presión.

Mediante la presión media calculada anteriormente, se calcula la presión al comienzo de la tubería lateral (h_m) y la presión mínima alcanzada en el lateral (h_n), así mismo, también se calcula la presión al comienzo de la tubería secundaria (H_m) y la presión mínima alcanzada en esas tuberías (H_n), donde:

$$h_m - h_n < \Delta H_l = 3,51 \text{ m}$$

$$H_m - H_n < \Delta H_r = 3,51 \text{ m}$$

La variación de presión en las tuberías laterales y en las terciarias no deberá ser mayor de 6,507 m.

La parcela se dividirá en 4 unidades de riego y cada una de ellas con una subunidad (*Tabla 3*), descritas en el Plano 7.

Tabla 3: Unidades y subunidades de riego.

Unidad de riego	Subunidad	Características del terreno	Nº microaspersores
Unidad 1	Subunidad 1	Terreno horizontal	184
Unidad 2	Subunidad 1	Terreno horizontal	157
	Subunidad 2	Terreno horizontal	17
Unidad 3	Subunidad 1	Terreno horizontal	112
Unidad 4	Subunidad 1	Terreno horizontal	135

El diseño de la red de riego y de las arquetas se encuentran descritos en el Plano 8 y Plano 9.

3.4. Disponibilidad de agua

El agua de la parcela se obtendrá de una balsa de una capacidad de 100.000 L (Plano 13); la balsa se encuentra en la zona sur de la parcela.

Puesto que la plantación será de 605 encinas, se necesitarán 605 microaspersores, uno por árbol. De esta forma, el caudal necesario para abastecer las necesidades del riego será:

$$Q = 605 \text{ microaspersores} * 120 \text{ L/h} = 72.600 \text{ L/h}$$

Se observa que con la balsa situada en la parcela cubriremos las necesidades de riego.

Ya que el volumen de agua es considerable y el riego se divide en 4 unidades, se calcula el caudal para cada una de ellas (*Tabla 4*):

Tabla 4: Características unidades de riego.

Unidad de riego	Subunidad	Nº microaspersores	Q (L/h)	Q total (L/h)
Unidad 1	Subunidad 1	184	22.080	22.080
Unidad 2	Subunidad 1	157	18.840	20.880
	Subunidad 2	17	2.040	
Unidad 3	Subunidad 1	112	13.440	13.440
Unidad 4	Subunidad 1	135	16.200	16.200

3.5. Cálculo de tuberías

3.5.1. Laterales

En las tuberías laterales alimentadas únicamente por un extremo, se aplican las siguientes fórmulas (Urbano, 1992):

$$h_f = J' * F * L$$

$$J' = J * ((S_e + f_e) / S_e)$$

$$h_m = h_a + 0,733 * h_f + (d/2)$$

$$\Delta h_n = h_u - h_n$$

$$h_u = h_m - h_f - d - \Delta h_n$$

Donde:

- h_m : presión inicial (m).
- h_u : presión última (m).
- h_n : presión mínima (m).
- h_a : presión media (m).
- h_f : pérdida de carga por rozamiento (m).
- J : pérdida de carga unitaria (m/m).
- J' : pérdida de carga unitaria incluyendo el efecto de las conexiones de los emisores (m/m).
- S_e : separación entre emisores (m).
- f_e : longitud equivalente de conexión de un emisor (m).
- F : coeficiente de Christiansen.

Las fórmulas mencionadas se deben adaptar según las características del terreno, en la parcela se dan únicamente un caso: terreno horizontal, se estudiará para este caso.

3.5.1.1. Terreno horizontal

Se hace el cálculo para la unidad 1 ya que es el caso más desfavorable porque tiene los laterales de mayor longitud que el resto de las unidades.

Cuando el terreno es horizontal, una serie de parámetros son 0:

- Pendiente (i) = 0
- $d = 0$
- $\Delta h_n = 0$
- $h_u = h_n$

Por lo tanto, las fórmulas mencionadas anteriormente se quedan de la siguiente forma:

$$h_m = h_a + 0,733 * h_f$$

$$h_n = h_u = h_m - h_f = h_a - 0,267 * h_f$$

$$h_m - h_n = h_f$$

El punto donde se presenta menor presión es al final del lateral y, como norma, el difusor medio está a un 40% de la distancia del origen y en el se produce una pérdida del 75% del total.

Ahora, se calcula el lateral que presenta mayor longitud en la unidad:

Datos:

- L = 80,76 m.
- S_e = 6 m.
- q_a = 120 L/h.
- Δh_l = 3,51 m.
- h_a = 25,77 m.
- Conexión estándar del emisor.

Cálculos:

$$n \text{ (número de emisores)} = L / S_e = 80,76 / 6 = 13,46 \approx 14 \text{ emisores}$$

$$q_1 \text{ (caudal lateral)} = n * q_a = 14 * 120 = 1.680 \text{ L/h}$$

$$F (l_o = S_e / 2, n = 14) = 0,380$$

Para llevar a cabo el cálculo de las laterales, se tendrá en cuenta la Tabla 5:

Tabla 5: Relación diámetros comerciales para tuberías (Urbano, 1992).

D _n (mm)	A. Normalizados (D _i en mm)					
	PE 32 (baja densidad)			PE 50 B (media densidad) PE 50 A (alta densidad)		
	P _n 4 atm.	P _n 6 atm.	P _n 10 atm.	P _n 4 atm.	P _n 6 atm.	P _n 10 atm.
10	—	—	6,0	—	—	6,0
12	—	—	8,0	—	—	8,0
16	—	12,0	11,6	—	—	12,0
20	—	16,0	14,4	—	—	16,0
25	21,0	20,4	18,0	—	21,0	20,4
32	28,0	26,2	23,2	—	28,0	26,2
40	35,2	32,6	29,0	36,0	35,2	32,6
50	44,0	40,8	36,2	46,0	44,0	40,8
63	55,4	51,4	45,8	58,2	55,4	51,4
75	66,0	61,4	54,4	69,2	66,0	61,4
90	79,2	73,6	65,4	83,0	79,2	73,6
110	96,0	90,0	79,8	101,6	96,8	90,0
125	110,2	102,2	90,8	115,4	110,2	102,2

1 atm. = 0,1 MPa
 e (espesor) = (D_n - D_i)/2

Se tantea una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 32/28 mm para la presión de 4 atm.

Se debe calcular el tipo de régimen dependiendo del caudal y del diámetro interior de la tubería.

Datos:

- $q_1 = 1.680 \text{ L/h}$
- $d = 28 \text{ mm}$

$R_e = 352,64 * q_1/d = 352,64 * 1.680 / 28 = 21.158,4 \rightarrow$ se tiene un régimen turbulento liso ya que se encuentra entre 4.000 y 100.000.

Con este tipo de régimen, se aplican las siguientes fórmulas de Blassius (Urbano, 1992):

$$J = 0,473 * (q^{1,75} / d^{4,75}) = 0,473 * (1.680^{1,75} / 28^{4,75}) = 0,028 \text{ m/m}$$
$$f_e = 18,91 * d^{-1,87} = 18,91 * 28^{-1,87} = 0,037 \text{ m}$$
$$J' = J * ((S_e + f_e) / S_e) = 0,028 * ((6 + 0,037) / 6) = 0,0282 \text{ m/m}$$
$$h_f = J' * F * L = 0,0282 * 0,380 * 80,76 = \mathbf{0,87 \text{ m} < \Delta h_l = \mathbf{3,51 \text{ m}}$$

La tubería de 28 mm de diámetro es adecuada:

$$h_m = h_a + 0,733 * h_f = 25,77 + 0,733 * 0,87 = 26,41 \text{ m}$$
$$h_n = h_m - h_f = 26,41 - 0,87 = \mathbf{25,54 \text{ m}}$$

3.5.2. Terciarias

Para el cálculo de las tuberías terciarias se sigue un procedimiento muy parecido que para las laterales. Para las tuberías terciarias, la presión de inicio de las laterales (h_m) se iguala a la presión media de las tuberías terciarias (H_a).

3.5.2.1. Terreno horizontal con mayor caudal

Se hace el cálculo para la unidad 1 ya que al presentar el mayor número de emisores es la tubería terciaria con mayor longitud. Se necesita una tubería capaz de suministrar el caudal.

Datos:

- $L = 98,77 \text{ m}$.
- $S_e = 6 \text{ m}$.
- $q_a = 120 \text{ L/h}$.
- $\Delta h_r = 3,51 \text{ m}$.
- $H_a = 26,41 \text{ m}$.
- n_r (número de laterales) = 17
- Nº microaspersores = 184

Cálculos:

$$q_s \text{ (caudal de la subunidad)} = n^{\circ} \text{ microaspersores} * q_a = 184 * 120 = 22.080 \text{ L/h}$$
$$F (l_0 = S_e / 2, n = 17) = 0,393$$

Se tantea una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 75/66 mm para la presión de 4 atm.

Se debe calcular el tipo de régimen dependiendo del caudal y del diámetro interior de la tubería.

Datos:

- $q_1 = 22.080 \text{ L/h}$
- $d = 66 \text{ mm}$

$$Re = 352,64 * q_1/d = 352,64 * 22.080 / 66 = 117.974,11 \rightarrow \text{se tiene un } \underline{\text{régimen turbulento rugoso}} \text{ ya que es superior a } 100.000.$$

Con este tipo de régimen, se aplican las siguientes fórmulas de Veronese-Datei (Urbano, 1992):

$$J = 0,355 * (q^{1,80} / d^{4,80}) = 0,355 * (22.080^{1,80} / 66^{4,80}) = 0,043 \text{ m/m}$$
$$f_r = 18,91 * d^{-1,87} = 18,91 * 66^{-1,87} = 0,0075 \text{ m}$$
$$J' = J * ((S_r + f_r) / S_r) = 0,043 * ((6 + 0,0075) / 6) = 0,0431 \text{ m/m}$$
$$H_f = J' * F * L = 0,0431 * 0,393 * 98,77 = \mathbf{1,67 \text{ m}} < \Delta h_r = \mathbf{3,51 \text{ m}}$$

La tubería de 63 mm de diámetro es adecuada:

$$H_m = h_a + 0,733 * H_f = 25,77 + 0,733 * 1,67 = 26,99 \text{ m}$$
$$H_n = H_m - H_f = 26,99 - 1,67 = \mathbf{25,32 \text{ m}}$$

Se calcula la velocidad de la tubería: $V \text{ (velocidad)} = 0,354 * (q_s / d^2) = 0,354 * (22.080 / 66^2) = \mathbf{1,79 \text{ m/s}}$, siendo una velocidad aceptable.

Una vez que hemos concluido cual es el diámetro óptimo de la tubería terciaria cuando se encuentra en terreno horizontal, se debe verificar que cumple con las tolerancias y la uniformidad de riego para el resto de las subunidades igualmente en terreno horizontal.

$$h_{ns} = H_n - (h_m - h_n) > 23,17 \rightarrow h_{ns} = 25,32 - (26,41 - 25,54) = \mathbf{24,45 > 23,17}$$
$$q_{ns} = 21,54 * h_{ns}^{0,55} > 113,78 \rightarrow q_{ns} = 21,54 * 24,45^{0,55} = \mathbf{124,97 > 113,78}$$
$$CU = (q_{ns} / q_a) * (1 - (1,27 * CV / \sqrt{ve})) \geq 0,9 \rightarrow CU = (124,97 / 120) * (1 - (1,27 * 0,04 / \sqrt{1})) = \mathbf{0,98 \geq 0,9}$$

3.5.2.2. Terreno horizontal resto de tuberías terciarias

Se hace el cálculo para la unidad 3 ya que es la segunda unidad en presentar el mayor número de emisores y por ello la terciaria con mayor longitud en este grupo.

Datos:

- $L = 81,23$ m.
- $S_e = 6$ m.
- $q_a = 120$ L/h.
- $\Delta h_r = 3,51$ m.
- $H_a = 26,41$ m.
- n_r (número de laterales) = 14
- n° microaspersores = 112

Cálculos:

$$q_s \text{ (caudal de la subunidad)} = n^\circ \text{ microaspersores} * q_a = 112 * 120 = 13.440 \text{ L/h}$$
$$F (l_o = S_e / 2, n = 14) = 0,380$$

Se tanea una tubería de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) de diámetro 63/55,4 mm para la presión de 4 atm.

Se debe calcular el tipo de régimen dependiendo del caudal y del diámetro interior de la tubería.

Datos:

- $q_1 = 13.440$ L/h
- $d = 55,4$ mm

$$R_e = 352,64 * q_1/d = 352,64 * 13.440 / 55,4 = 85.550,21 \rightarrow \text{se tiene un } \underline{\text{régimen turbulento liso}} \text{ ya que se encuentra entre } 4.000 \text{ y } 100.000.$$

Con este tipo de régimen, se aplican las siguientes fórmulas de Blassius (Urbano, 1992):

$$J = 0,473 * (q^{1,75} / d^{4,75}) = 0,473 * (13.440^{1,75} / 55,4^{4,75}) = 0,041 \text{ m/m}$$
$$f_e = 18,91 * d^{-1,87} = 18,91 * 55,4^{-1,87} = 0,010 \text{ m}$$
$$J' = J * ((S_e + f_e) / S_e) = 0,041 * ((6 + 0,010) / 6) = 0,0411 \text{ m/m}$$
$$h_f = J' * F * L = 0,0411 * 0,380 * 81,23 = \mathbf{1,27 \text{ m} < \Delta h_l = 3,51 \text{ m}}$$

La tubería de 50 mm de diámetro es adecuada:

$$h_m = h_a + 0,733 * h_f = 25,77 + 0,733 * 1,27 = 26,70 \text{ m}$$
$$h_n = h_m - h_f = 26,70 - 1,27 = 25,43 \text{ m}$$

Se calcula la velocidad de la tubería: V (velocidad) = $0,354 * (q_s / d^2) = 0,354 * (13.440 / 55,4^2) = \mathbf{1,55 \text{ m/s}}$, siendo una velocidad aceptable, en tuberías superiores se limita este valor.

3.5.3. Tubería secundaria

Para calcular la tubería secundaria se emplea una relación que existe entre el diámetro y el caudal (Urbano, 1992):

$$D > \sqrt{(0,236Q)}$$

En el diseño de riego de nuestra parcela únicamente existe una única tubería secundaria que se encuentra en la unidad 2, las demás unidades se alimentan a través de la tubería primaria.

La unidad 2 de riego está compuesto únicamente por dos subunidades, presentando un total de 174 microaspersores, por ello, el caudal será:

$$Q = n^{\circ} \text{ microaspersores} * q_{as} = 174 * 120 = 20.880 \text{ L/h}$$

Aplicando la fórmula citada anteriormente:

$$D > \sqrt{0,236Q} = \sqrt{0,236 * 20.880} = 70,20 \rightarrow \mathbf{D > 70,20}$$

Para la elección de las tuberías PVC se tendrá en cuenta la Tabla 6 y, por lo tanto,

Tabla 6: Relación diámetros para tuberías PVC (Urbano, 1992).

D_n mm	P_n 4 atm.		P_n 6 atm.		P_n 10 atm.		P_n 16 atm.	
	e mm	D_i mm	e mm	D_i mm	e mm	D_i mm	e mm	D_i mm
10	—	—	—	—	—	—	1,0	8,0
12	—	—	—	—	—	—	1,0	10,0
16	—	—	—	—	—	—	1,2	13,6
20	—	—	—	—	—	—	1,5	17,0
25	1,2	22,6	1,2	22,6	1,5	22,0	1,9	21,2
32	1,2	29,6	1,4	29,2	1,8	28,4	2,4	27,2
40	1,4	37,2	1,8	36,4	2,0	36,0	3,0	34,0
50	1,4	47,2	1,8	46,4	2,4	45,2	3,7	42,6
63	1,8	59,4	1,9	59,2	3,0	57,0	4,7	53,6
75	1,8	71,4	2,2	70,6	3,6	67,8	5,6	63,8
90	1,8	86,4	2,7	84,6	4,3	81,4	6,7	76,6
110	2,2	105,6	3,2	103,6	5,3	99,4	8,2	93,6
125	2,5	120,0	3,7	117,6	6,0	113,0	9,3	106,4
140	2,8	134,4	4,1	131,8	6,7	126,6	10,4	119,2
160	3,2	153,6	4,7	150,6	7,7	144,6	11,9	136,2
180	3,6	172,8	5,3	169,4	8,6	162,8	13,4	153,2
200	4,0	192,0	5,9	188,2	9,6	180,8	14,8	170,4
225	4,5	216,0	6,6	211,8	10,8	203,4	16,8	191,4
250	4,9	240,2	7,3	235,4	11,9	226,2	18,5	213,0
280	5,5	269,0	8,2	263,6	13,4	253,2	20,8	238,4
315	6,2	302,6	9,2	296,6	15,0	285,0	23,4	268,2
355	7,0	341,0	10,4	334,2	16,9	321,2	26,3	302,4
400	7,9	384,2	11,7	376,6	19,1	361,8	29,7	340,6
450	8,8	432,4	13,1	423,8	21,5	407,0	33,4	383,2
500	9,8	480,4	14,6	470,8	23,9	452,2	37,1	425,8
560	11,0	538,0	16,3	527,4	26,7	506,6	41,5	477,0
630	12,4	605,2	18,4	593,2	30,0	570,0	46,6	536,6

1 atm. = 0,1 MPa

Se elige una tubería PVC de diámetro 90/84,6 mm, para una presión de 6 atm.

Datos:

- $q = 20.880 \text{ L/h}$
- $d = 84,6 \text{ mm}$
- $L = 76,79 \text{ m}$

$Re = 352,64 * q/d = 352,64 * 20.880 / 84,6 = 87.031,55 \rightarrow$ se tiene un régimen turbulento liso ya que se encuentra entre 4.000 y 100.000.

Con este tipo de régimen, se aplican las fórmulas de Blassius (Urbano, 1992), teniendo en cuenta un 10% en pérdidas (coeficiente 1,1):

$$J = 0,473 * (q^{1,75} / d^{4,75}) = 0,473 * (20.880^{1,75} / 84,6^{4,75}) = 0,01 \text{ m/m}$$

$$H_{fs} = J * L * 1,1 = 0,01 * 76,79 * 1,1 = 0,84 \text{ m}$$

$$H_{as} = H_{mt} = 25,77 \text{ m}$$

$$H_{ms} = H_{as} + 0,733 * H_{fs} = 25,77 + 0,733 * 0,84 = \mathbf{26,39 \text{ m}}$$

Se calcula la velocidad de la tubería: V (velocidad) = $0,354 * (q_s / d^2) = 0,354 * (20.880 / 84,6^2) = \mathbf{1,03 \text{ m/s}}$, siendo una velocidad aceptable.

3.5.4. Tubería primaria

Para el cálculo de la tubería principal, seguimos el mismo camino que para el cálculo de la tubería secundaria.

Se debe considerar el valor del caudal más alto, es decir, el que corresponde a la unidad de riego que más aspersores presenta.

Por ello, el caudal seleccionado es el de la unidad de riego 1, con 184 aspersores y un caudal de 22.080 L/h. La presión que llega al final de la tubería primaria debe coincidir con la presión de entrada de la tubería secundaria situada en la unidad 2.

$$Q = n^{\circ} \text{ microaspersores} * q_{as} = 174 * 120 = 22.080 \text{ L/h}$$

Aplicando la fórmula de Urbano:

$$D > \sqrt{0,236Q}$$

$$D > \sqrt{0,236Q} = \sqrt{0,236 * 22.080} = 72,19 \rightarrow \mathbf{D > 72,19}$$

Se elige una tubería PVC de diámetro 90/84,6 mm, para una presión de 6 atm.

Datos:

- $q = 22.080 \text{ L/h}$
- $d = 84,6 \text{ mm}$
- $L = 219,4 \text{ m}$

$$Re = 352,64 * q/d = 352,64 * 22.080 / 84,6 = 92.030,54 \rightarrow \text{se tiene un r\u00e9gimen turbulento liso ya que se encuentra entre 4.000 y 100.000.}$$

Con este tipo de r\u00e9gimen, se aplican las f\u00f3rmulas de Blassius (Urbano, 1992), teniendo en cuenta un 10% en p\u00e9rdidas (coeficiente 1,1):

$$J = 0,473 * (q^{1,75} / d^{4,75}) = 0,473 * (22.080^{1,75} / 84,6^{4,75}) = 0,013 \text{ m/m}$$

$$H_{fs} = J * L * 1,1 = 0,013 * 219,4 * 1,1 = 3,14 \text{ m}$$

$$H_{as} = H_{mt} = 26,39 \text{ m}$$

$$H_{ms} = H_{as} + 0,733 * H_{fs} = 26,39 + 0,733 * 3,14 = \mathbf{28,69 \text{ m}}$$

Se calcula la velocidad de la tuber\u00eda: $V \text{ (velocidad)} = 0,354 * (q_s / d^2) = 0,354 * (22.080 / 84,6^2) = \mathbf{1,09 \text{ m/s}}$, siendo una velocidad aceptable, menor de 1,5 m/s que es un valor de seguridad.

En la Tabla 7, se realiza un resumen de las tuber\u00edas elegidas:

Tabla 7: Resumen de tuber\u00edas.

Unidad	Subunidad	Tuber\u00eda	Material	D.ext (mm)	D.int (mm)	P (atm)	Longitud (m)
Unidad 1	Subunidad 1	Lateral	PEBD	32	28,0	4	1.502,54
		Terciaria	PEBD	75	66,0	4	98,77
Unidad 2	Subunidad 1	Lateral	PEBD	32	28,0	4	893,22
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	92,65
	Subunidad 2	Lateral	PEBD	32	28,0	4	84,06
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	32,77
Unidad 3	Subunidad 1	Lateral	PEBD	32	28,0	4	624,68
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	81,23
Unidad 4	Subunidad 1	Lateral	PEBD	32	28,0	4	763,2
		Terciaria	PEBD	63	55,4	4	87,55
Tuber\u00eda secundaria			PVC	90	84,6	6	76,79
Tuber\u00eda primaria			PVC	90	84,6	6	219,4

3.6. Cabezal de riego

Una vez realizado el sistema de tuber\u00edas de la instalaci\u00f3n de riego, es el momento de a\u00f1adir el cabezal de riego (*Figura 3*). Se sit\u00fa al inicio de la instalaci\u00f3n y tiene diferentes funciones primordiales para el buen funcionamiento del riego, entre las que se encuentra filtrar, tratar, fertilizar y medir el agua (Urbano, 1992).

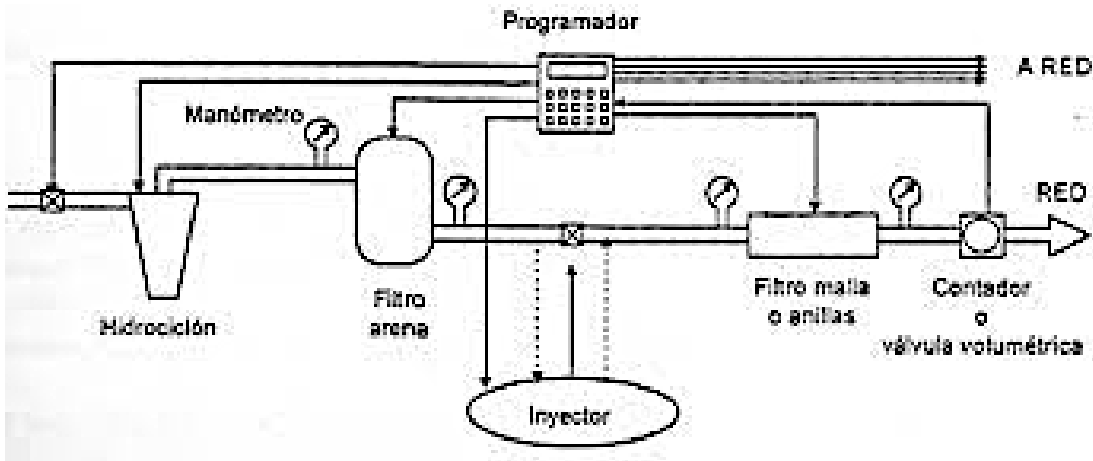


Figura 3: Esquema cabecal de riego (Pizarro, 1990).

3.6.1. Contador

Se instalará un contador para medir el consumo de la red. El contador elegido será de tipo Woltman CNR 4 con hélice axial, con un diámetro de 80 mm, generando una pérdida de 1 m.c.a. debido al caudal existente.

3.6.2. Filtro de malla o anillas

Este tipo de filtros realizan una retención de superficie desencadenando una colmatación bastante rápida. Compuesto por un cuerpo cilíndrico de diferentes materiales como pueden ser plástico o metal en el cual se sitúa en su interior un cartucho compuesto por malla de plástico o acero inoxidable. El agua penetra y atraviesa sus paredes para salir a la red general de riego (Figura 4).

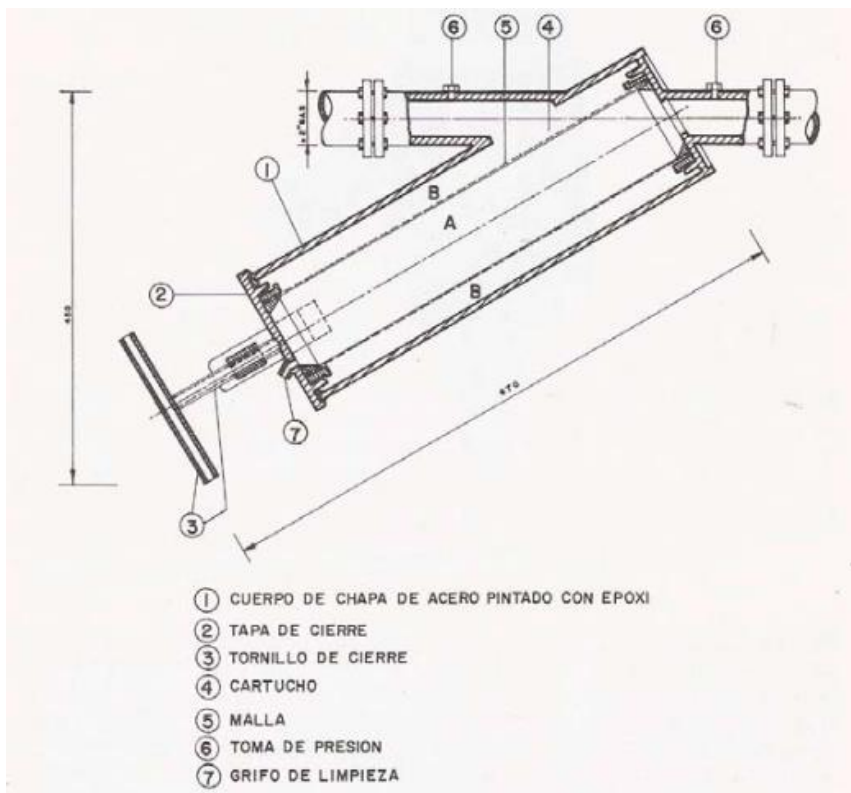


Figura 4: Esquema filtro de malla o anillas (Pizarro, 1990).

En el filtro, es necesario determinar el número de mesh, es decir, la superficie que presenta la malla y el tamaño de sus orificios. Para calcular este número, se considera un diámetro del emisor de 1,5 mm.

De este modo, para un diámetro del emisor de 1,5 mm, será necesaria una malla donde los orificios serán menores de 214 micras y el número de mesh será de 65 (*Tabla 8*).

Tabla 8: Características filtros de malla y número de mesh (Pizarro, 1990).

Diámetro del gotero (mm)	Características de la malla	
	Orificio menor que (micras)	Nº de mesh
1,50	214	65
1,25	178	80
1,00	143	115
0,90	128	115
0,80	114	150
0,70	100	170
0,50	86	200
0,50	71	250

Para la superficie del filtro, el caudal se aumenta en un 20%, por ello, la velocidad del agua para un tamaño de 214 micras se situará entre 0,4 y 0,9 puesto que el agua procede de una balsa y por lo tanto está limpia (*Tabla 9*).

Tabla 9: Velocidad según la clase de agua y el tamaño de los orificios (Pizarro, 1990).

Tamaño del orificio (micras)	Clase de agua	V (m/s)
300 a 125	Limpia	0,4 a 0,9
300 a 125	Con algas	0,4 a 0,6
125 a 75	Cualquiera	0,4 a 0,6

Tomando un valor medio entre 0,4 y 0,9, es decir, 0,65, se obtiene un valor de caudal de 725, 83 m³/h por m² de área total (*Tabla 10*).

Tabla 10: Caudal según velocidad (Pizarro, 1990).

V (m/s)	m ³ /h por m ² de área total
0,4	446
0,6	670
0,9	1.004

Por lo tanto, el filtro de malla o de anillas, deberá tener una superficie:

$$S > Q / Q_m = 26,50 / 725,83 = 0,04 \text{ m}^2$$

Se colocará un filtro con un diámetro de 4", superficie de 0,1 m² y una malla de 65 mesh.
Se limpiará cuando la pérdida de carga se encuentra en un valor cercano a 1,5 m.c.a.

3.6.3. Filtro de arena

Este tipo de filtros se utiliza para disminuir los problemas de obstrucción en las boquillas de los emisores. Este filtro utiliza tres acciones distintas: tamizado, sedimentación y adhesión/cohesión (Pizarro, 1990) (Figura 5).

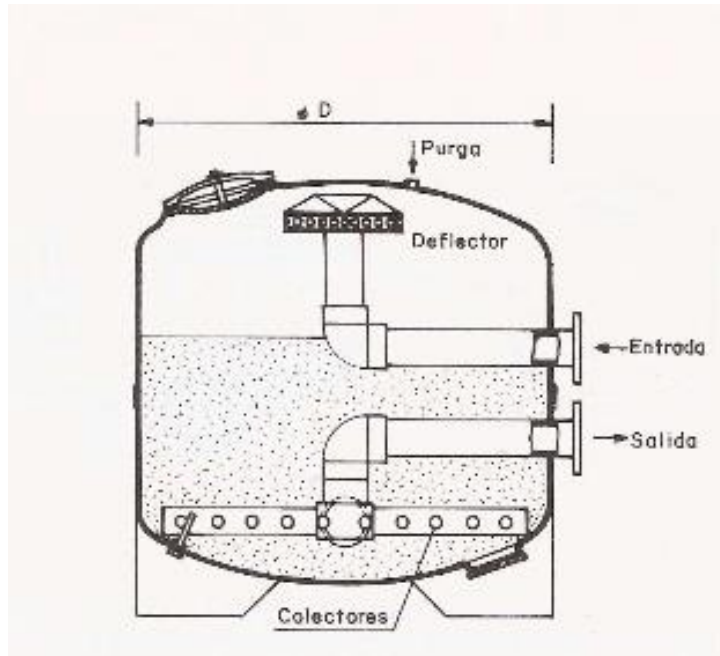


Figura 5: Esquema filtro de arena (Pizarro, 1990).

Para seleccionar este filtro en microaspersión se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Partículas a retener con un diámetro menor de 1/5 del emisor.
- Necesario conocer el diámetro de los emisores y el caudal, que será incrementado un 20% para la superficie filtrante.

Datos:

- Caudal unidad mayor: 22.080 L/h.
- Caudal incrementado en un 20%: 26.496 L/h = 26,50 m³/h.
- Velocidad: 60 m³/h*m² (impuesta por el filtro).

Cálculo:

$$S = Q / V = 26,50 / 60 = 0,442 \text{ m}^2$$

Se instalarán dos filtros, donde su diámetro:

$$S = 0,442 / 2 = 0,221 \text{ m}^2$$

$$D > \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,221}{\pi}} = 0,53 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta los cálculos, se eligen dos filtros de 0,53 m de diámetro. La arena presenta un diámetro efectivo de 1.500 micras y un coeficiente de uniformidad entre 1,4 y 1,6.

Con los filtros limpios, el filtro de arena genera una pérdida de 1-2 m.c.a. por lo que cuando el valor sea superior, se procederá a limpiar el filtro.

3.6.4. Válvula de compuerta

Se accionan de forma manual y permiten limitar el flujo de agua mediante conducción.

3.6.5. Válvula de retención

Utiliza impulsiones para la protección de la bomba a los efectos producidos por el denominado "golpe de ariete" que impide el paso de la onda de presión producida por el extremo de la tubería que impulsa y así evitar la inversión del agua.

3.6.6. Ventosa trifuncional

Se coloca a la salida de la tubería procedente de la balsa, después de la válvula de retención. Esta ventosa se utiliza para expulsar el aire que se pueda acumular en dicho punto y permitir también su entrada cuando se den presiones negativas provocadas por el golpe de ariete tras pararse la bomba.

3.6.7. Bomba sumergible

A la hora de elegir la bomba, debemos tener en cuenta una serie de características fundamentales como son la presión a necesitar al inicio de la tubería primaria y, las pérdidas generadas en el cabezal de riego.

Las pérdidas de carga generadas en el cabezal de riego son:

- Pérdida producida por el contador: 1 m.c.a.
- Pérdida producida por el filtro de malla o anillas: 1,5 m.c.a.
- Pérdida producida por el filtro de arena: 2 m.c.a.
- Pérdida producida en las válvulas del cabezal: 3 m.c.a.
- Pérdida producida en la tubería primaria: 28,69 m.c.a.
- Pérdida producida altura bomba: 40,72 m.c.a.

El total de pérdidas es de 76,91 m.c.a., por lo que se exige a la bomba una presión mínima igual a 76,91 m.c.a..

3.6.8. Motor

Por tanto, para el dimensionamiento de la bomba:

Datos:

- Q (20%) = 26,50 m³/h.
- H = 76,91 m.c.a.
- Rendimiento (η) = 75%

Cálculo:

$$\text{Potencia} = \frac{Q \cdot H}{270 \cdot \eta} = \frac{26,50 \cdot 76,91}{270 \cdot 0,75} = 10,06 \text{ CV} = 735,40 \text{ W}$$

De esta forma, la bomba deberá tener una potencia mínima de 10,06 CV.

3.6.9. Bombeo solar

Se instalará un sistema de bombeo solar para obtener el agua de la balsa. Cuando se arranca el sistema, este busca la máxima potencia para alcanzar la velocidad máxima de la bomba de riego. El objetivo del sistema es girar a la máxima velocidad sin que la tensión en los paneles solares caiga de forma abrupta. En el caso de que aparezca una nube, el sistema se reduce automáticamente para adaptarse a las nuevas condiciones climatológicas, parándose incluso si se produce una caída de tensión muy grande.

3.6.10. Placas solares

Se instalarán 20 placas solares que captarán la energía solar para transformarla en energía eléctrica para abastecer el bombeo (Plano 12).

4. INSTALACIÓN CASETA RIEGO

La caseta de riego será el lugar en el que se albergue todo el sistema del cabezal de riego, de esta forma, se protegerá de las condiciones que le puedan afectar o puedan poner en peligro el riego.

Se instalará una caseta prefabricada de hormigón asentada en cuatro zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,50 m colocadas en las esquinas y una zanja de hormigón de 0,3 x 0,3 m que une las zapatas.

Para la cimentación se utilizará una capa de piedra machacada de 0,15 m de espesor. El suelo será una capa también de 0,15 m de espesor de hormigón.

La caseta tiene unas dimensiones exteriores de 4,0 x 3,5 x 4,0 m, proporcionando una superficie útil aproximada de 11,84 m².

Las características de la caseta de riego y el diseño de la cimentación se encuentran descritos en el Plano 10 y el Plano 11.

5. REFERENCIAS

Antúnez, A., Felmer, S., Mora, D. (2010). *Eficiencia en sistemas de riego por goteo en secano*. INIA Tierra adentro enero-febrero 2010.

AgroLink. Microaspersores, from: <https://www.agrolinkirriga.com.br/>

De Miguel, A., y Sáez, R. (2005). *Algunas micorrizas competidoras de plantaciones truferas*. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 16: 1- 18.

Kulifaj, M. (1993). *Résultats techniques sur la trufficulture à partir d'expérimentations conduits dans le Lot entre 1985 et 1992. Station d'expérimentation ser la Truffe*. GIS Truffe.

Palazón, C., Delgado, I., Cartié, G., Barriuso J. y Esteban, H. (1990). *Propuesta de un método de evaluación y control de calidad de planta (Quercus spp.) micorrizada con Tuber melanosporum Vitt., para la obtención, en España, de la etiqueta de certificación*. 5º Congreso Internacional Science et culture de la Truffe. Aix-en-Provence (Francia).

Pizarro Cabello, F. (1990). Riegos localizados de alta frecuencia. 84-7114-171-X

Reyna Domenech, S. (2000). *Trufa, truficultura y selvicultura trufera*. Madrid: Mundi- Prensa.

Ricard, J.M. (coord.) (2003). *La truffe. Guide technique de trufficulture*. Ctifl. París.

Urbano Terrón, P. (1992). *Tratado de fitotecnia general*. Madrid: Mundi-Prensa.

Velharc, A. (1990). *La truffe, guide pratique*. Ed CTIFL. París. 108 pp.

ANEXO X: MERCADO
TRUFERO

ÍNDICE ANEXO X

1.	ORIGEN DE LA TRUFICULTURA.....	5
1.1.	Zonas truferas en España.....	5
1.2.	Zonas truferas en Castilla y León	5
2.	PRODUCCIÓN	6
3.	MERCADO.....	6
4.	FUTURO	7
5.	REFERENCIAS.....	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Explotación Arotz	5
Figura 2:	Mercados de trufas	7

1. ORIGEN DE LA TRUFICULTURA

A finales de los siglos XVIII y XIX, debido a la singularidad de la trufa, investigadores italianos y franceses intentaron domesticar el hongo buscando conseguir plantas con raíces colonizadas por *T.melanosporum* (Bailly, 2020).

Las primeras plantas inoculadas con trufa negra estuvieron disponibles comercialmente a partir de 1973, desarrollándose a partir de esta fecha y en diferente escala, programas de producción de planta en Francia, Italia y España (Estrada, 1991).

1.1. Zonas truferas en España

En España, los orígenes de las primeras plantaciones truferas se dan en 1968, cuando se instaló la primera plantación en Castellón. A partir de este momento, aparecieron empresas que producían y comercializaban la planta, incrementando de este modo las plantaciones en las provincias de Teruel, Soria, Tarragona y Navarra.

Otras comunidades como Castilla la Mancha o Andalucía han comenzado su andadura con este sector, realizando plantaciones en tierras marginales.

1.2. Zonas truferas en Castilla y León

La truficultura aparece en Castilla y León en 1971 en la provincia de Soria, donde las hectáreas dedicadas a este cultivo presentan un valor importante en las comarcas del centro y el sur de la provincia, con 3.000 hectáreas.

La provincia ofrece la explotación de Arotz en la sierra de Cabrejas (Villaciervos, Soria) (Figura 1), actualmente considerada la plantación de *Tuber melanosporum* con mayor producción del mundo, contando con 600 hectáreas.



Figura 1: Explotación Arotz. Fuente: <https://www.elmundo.es/>

En la provincia de Zamora, la superficie destinada a este cultivo es pequeña, aproximadamente de unas 9 hectáreas distribuidas en diferentes poblaciones: Torres del Carrizal, Aspariegos, Fuensaúco, Morales del Vino, La Bóveda de Toro, Morales de Toro, Toro... entre otras.

Por otro lado, en Salamanca, experimentos recientes de la Universidad de Salamanca en la localidad de Aldearrubia, han determinado la posibilidad de cosechar trufa negra en esta provincia a pesar de catalogarse como zona desfavorable para este cultivo.

En Palencia, aproximadamente 160 hectáreas son productoras de trufa en la zona del Cerrato. Así mismo, Valladolid también presenta unas 45 hectáreas de cultivo.

Finalmente, Burgos se sitúa en segundo lugar como la región con más superficie para el cultivo del hongo. Cuenta con al menos 240 hectáreas destinadas al cultivo de la trufa.

2. PRODUCCIÓN

La producción se puede dar de dos formas: una de ellas de plantaciones naturales o de plantaciones artificiales con plantas micorrizadas, como sucede en este Proyecto.

En Europa, España representa aproximadamente el 37%, Italia el 19% y Francia, con la mayor producción, en torno al 44%. Los valores de producción varían entre los 6.000 y los 140.000 kilos anuales, con una media aproximada de 50.000 kilos (Alloza, 2002).

La producción anual de trufa cubre únicamente el 10% de la demanda de mercado que existe, a pesar de que el número de explotaciones va en aumento (Bonet et al, 2008).

En España, la producción de trufa ha variado en los últimos años debido a la entrada en producción de las plantaciones y de los requerimientos que presenta el hongo, llegando a estabilizarse en la última década (Reyna, 2009).

3. MERCADO

La producción de trufa está caracterizada por una serie de factores:

- La oferta no satisface a la demanda.
- Las producciones son muy variables en las diferentes campañas.
- Se exporta prácticamente toda la producción.
- El producto es estacional.

El mercado español es poco transparente, la compraventa de trufa se lleva a cabo en mercados situados en poblaciones con tradición trufera. Además, no existe prácticamente ninguna regulación en la entrega de las trufas.

En la Figura 2 se muestran los principales mercados en España:



Figura 2: Mercados de trufas. Fuente: <https://www.asfoso.org/>

- **Barcelona:** Centelles, Montmajos y el más importante, Vic.
- **Lérida:** Solsona, Organya y Artesa de Sagré.
- **Huesca:** Benabarre y el más importante, Graus.
- **Castellón:** Vistabella y el más importante, Morella.
- **Teruel:** Mora de Rubielos.
- **Guadalajara:** Molina de Aragón.

Los precios de venta oscilan en los años, dependiendo de la calidad de las trufas y del origen (plantación natural o plantación artificial), con un precio aproximado entre 150 y 1.000 €/kg.

4. FUTURO

En España, la producción natural está disminuyendo debido a la sobreexplotación, pérdida de hábitats naturales, contaminación, cambios climáticos y cambios en el uso de la tierra. Por ello, serán necesarias mayores producciones de trufa para lograr abastecer al mercado, que únicamente se podrá realizar por medio de plantaciones artificiales.

Diferentes análisis del mercado señalan que la oferta de trufas no llega a abastecer la demanda y que los precios deberían mantenerse o incluso aumentar para llegar a compensar la caída de producción que se da en las trufas naturales.

El futuro de la truficultura en España es bueno, con avances en la investigación y la sensibilización de las Administraciones Públicas se prevé que llegue a situarse en los mismos niveles que Francia e Italia en cuanto a la producción de trufas.

5. REFERENCIAS

Alloza, J.A., Folch, L., y Reyna, S. (2002). *La truficultura: una dehesa rentable para los encinares en suelos calizos*. Valencia: CEAM.

Asociación Forestal de Soria (Asociación de Propietarios Forestales de Soria) (2021), from: <https://www.asfoso.org>

Bailly, S. (2020). *Las complejas redes de las trufas*. Investigación y Ciencia.

Bonet, J.A., Colinas, C., Fischer, C., Martínez, J., Oliach, D., y Olivera, A. (2008). *Estado actual de la trufa y la truficultura*. (Informe técnico número 26). Barcelona: Ruralcat.

Estrada, J. M. (1991). *El cultivo de la trufa negra*. El Cultivador Moderno, (853), 22–25.

La finca trufera más grande del mundo crece en la provincia de Soria (2009), from: <https://www.elmundo.es/>

ANEXO XI: ESTUDIO
ECONÓMICO

ÍNDICE ANEXO XI

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ANÁLISIS DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL.....	5
3.	ANÁLISIS DE COSTES	5
3.1.	Coste de inversión.....	5
3.2.	Costes de mantenimiento	6
3.2.1.	Coste de labores de mantenimiento y explotación	6
3.2.2.	Resumen anual de los costes de labores de mantenimiento y explotación	7
3.2.3.	Coste de mantenimiento de instalaciones	9
3.3.	Costes indirectos	9
3.4.	Costes extraordinarios	9
3.5.	Resumen de gastos	10
4.	ANÁLISIS DE INGRESOS	11
4.1.	Ingresos ordinarios.....	11
Tabla 4:	Ingresos de venta de trufa.	11
4.2.	Ingresos extraordinarios	12
4.3.	Resumen de ingresos	12
5.	SUBVENCIONES	13
6.	ESTRUCTURA DE LOS FLUJOS DE CAJA.....	14
7.	INDICADORES DE RENTABILIDAD	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Labores de mantenimiento	6
Tabla 2:	Gastos anuales de mantenimiento	7
Tabla 3:	Resumen de gastos	10
Tabla 4:	Ingresos de venta de trufa	11
Tabla 5:	Resumen de ingresos	12
Tabla 6:	Flujos de caja	14
Tabla 7:	Indicadores de rentabilidad	16

1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se procede a realizar un análisis de rentabilidad para la plantación trufera en el municipio de Las Fraguas.

Se entiende por inversión rentable aquella donde el valor procedente de sus rendimientos es superior que los recursos empleados. Se utilizan varios indicadores de rentabilidad:

- Valor actual neto (VAN).
- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).
- Periodo de retorno para determinar si es rentable o no el Proyecto.

Por un lado, para determinar el VAN se deben sumar todos los flujos de fondo que se generan durante el periodo de inversión, también incluyendo los datos iniciales actualizados según la tasa de interés correspondiente.

Si el $VAN > 0$, la actividad es rentable, mientras que, si $VAN < 0$, la actividad no es rentable.

Por otro lado, la TIR es la tasa de interés que hace que, para una inversión determinada, el valor del VAN sea nulo.

Utilizando este indicador, la actividad será rentable cuando el valor de TIR sea mayor de i , siendo la i la tasa de interés fijada anteriormente.

El periodo de retorno es el tiempo necesario para conseguir que la suma total de movimientos de fondos actualizados sea nula.

2. ANÁLISIS DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL

El periodo de vida útil del Proyecto se estima para aproximadamente 51 años. Desde ese momento, el decrecimiento de producción es muy notable. A pesar de ello, existen plantaciones truferas con una vida útil mucho más larga, como media, se establecen los 51 años para poder realizar los cálculos de rendimiento.

Durante la vida útil, el Proyecto tendrá diferentes fases: fase improductiva (desde la plantación hasta el año 12), fase de entrada en producción (años 12-16), fase de plena producción (años 16-37) y, por último, decaimiento de la producción (a partir del año 37).

3. ANÁLISIS DE COSTES

3.1. Coste de inversión

El coste para la inversión del Proyecto es el requerido durante los primeros años de la plantación, es decir, durante los años 0 y 1, se encuentra descrito en el documento Presupuesto.

El coste de inversión es de 94.848,78 €.

3.2. Costes de mantenimiento

3.2.1. Coste de labores de mantenimiento y explotación

En la Tabla 1 se resumen los costes que producen las labores de mantenimiento:

Tabla 1: Labores de mantenimiento.

Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Total (€)
Laboreo superficial entre líneas	ha	2,84			
Tractor 60 CV	h	2,18	15,00	32,70	
Cultivador rejas de golondrina 2m	h	2,18	9,06	19,75	
Tractorista	h	2,18	13,00	28,34	
TOTAL LABOR					80,79
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Total (€)
Reposición de marras	Ud.	12,00			
Capataz	h	0,45	14,20	6,39	
Peón	h	0,45	10,50	4,73	
TOTAL LABOR					11,12
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Total (€)
Riego por microaspersión	h	82,92			
Capataz	h	0,45	14,20	6,39	
Gasoil	h	82,92	1,03	85,41	
TOTAL LABOR					91,80
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Total (€)
Poda	Ud.	605,00			
Capataz	h	1,37	14,20	19,45	
Peón	h	5,50	10,50	57,75	
TOTAL LABOR					96,60
Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Total (€)
Laboreo superficial periodo explotación	ha	2,84			
Tractor 100 CV	h	1,23	16,50	20,30	
Cultivador rejas de golondrina 2m	h	1,23	9,06	11,14	
Tractorista	h	1,23	13,00	15,99	
TOTAL LABOR					47,43

Resumen	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	Total (€)
Recolección de trufas	Kg/h	1,20			
Peón	h	1,00	9,00	9,00	
TOTAL LABOR					9,00
COSTE POR KG DE TRUFA RECOGIDO					7,50

3.2.2. Resumen anual de los costes de labores de mantenimiento y explotación
 En la Tabla 2 se detalla el resumen anual de las labores citadas en el apartado anterior.

Tabla 2: Gastos anuales de mantenimiento.

Año	Labor	Coste (€)
1	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (2)	367,20
	Laboreo superficial otoño	80,79
	Reposición de marras	11,12
TOTAL COSTE ANUAL		539,90
Año	Labor	Coste (€)
2	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (2)	367,20
	Laboreo superficial otoño	80,79
TOTAL COSTE ANUAL		528,78
Año	Labor	Coste (€)
3-7	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (3)	550,80
	Laboreo superficial otoño	80,79
	Poda	96,60
TOTAL COSTE ANUAL		808,98
Año	Labor	Coste (€)
8-11	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (4)	734,40
	Poda (bianual)	48,30
TOTAL COSTE ANUAL		863,49
Año	Labor	Coste (€)
12	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (5)	734,40
	Poda (bianual)	48,30
	Recolección de trufa (12 kg/ha)	222,86
TOTAL COSTE ANUAL		1.086,35

Año	Labor	Coste (€)
13	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (5)	734,40
	Poda (bianual)	48,30
	Recolección de trufa (15 kg/ha)	319,50
TOTAL COSTE ANUAL		1.182,99
Año	Labor	Coste (€)
14	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (6)	918,00
	Poda (bianual)	48,30
	Recolección de trufa (20 kg/ha)	426,00
TOTAL COSTE ANUAL		1.473,09
Año	Labor	Coste (€)
15	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (6)	918,00
	Poda (bianual)	48,30
	Recolección de trufa (25 kg/ha)	532,50
TOTAL COSTE ANUAL		1.579,59
Año	Labor	Coste (€)
16-36	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (7)	1.101,60
	Poda (cada cuatro años)	24,15
	Recolección de trufa (30 kg/ha)	639,00
TOTAL COSTE ANUAL		1.845,54
Año	Labor	Coste (€)
37-40	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (7)	1.101,60
	Poda (cada cuatro años)	24,15
	Recolección de trufa (25 kg/ha)	532,50
TOTAL COSTE ANUAL		1.739,04
Año	Labor	Coste (€)
41-44	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (7)	1.101,60
	Poda (cada cuatro años)	24,15
	Recolección de trufa (20 kg/ha)	426,00
TOTAL COSTE ANUAL		1.632,54

Año	Labor	Coste (€)
45-48	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (7)	1.101,60
	Poda (cada cuatro años)	24,15
	Recolección de trufa (15 kg/ha)	319,50
TOTAL COSTE ANUAL		1.526,04
Año	Labor	Coste (€)
49-50	Laboreo superficial en primavera	80,79
	Riego microaspersión (7)	1.101,60
	Recolección de trufa (12 kg/ha)	222,86
TOTAL COSTE ANUAL		1.405,25
Año	Labor	Coste (€)
51	Recolección de trufa (10 kg/ha)	213,00
TOTAL COSTE ANUAL		213,00

3.2.3. Coste de mantenimiento de instalaciones

Las instalaciones relacionadas con el sistema de riego requieren de un mantenimiento rutinario para asegurar el buen estado de los materiales y reemplazar aquellos con defectos.

Se considera que el coste anual de mantenimiento de cada una de las instalaciones es del 1,5% de la inversión inicial realizada en cada una.

Por lo tanto, el coste de mantenimiento de las diferentes instalaciones será:

- Sistema de riego: 51.460,07 € → 1,5% = 771,90 €
- Caseta de riego: 2.945,06 € → 1,5% = 44,18 €
- Vallado: 6.075,27 € → 1,5% = 63,79 €
- **COSTE TOTAL DE INSTALACIONES: 879,87 €**

3.3. Costes indirectos

Los costes indirectos son los gastos del impuesto de bienes inmuebles de carácter rural y también los gastos de contribución, ambos con un total de 28,25 €.

3.4. Costes extraordinarios

Los costes extraordinarios se producen cuando el periodo útil del proyecto es mayor que la vida útil de algún componente.

En este Proyecto, los costes extraordinarios se dan en el sistema de riego donde la vida útil es de 25 años y la del Proyecto es como mínimo de 51 años, por lo tanto, será necesaria la instalación de un nuevo sistema de riego. El coste será igual que la inversión realizada para la primera colocación del riego, es decir, 51.460,07 €.

3.5. Resumen de gastos

En la Tabla 3, se muestra un resumen de los gastos.

Tabla 3: Resumen de gastos.

Año	Gastos mantenimiento (€)		Gastos indirectos (€)	Gastos extraordinarios (€)	Total
	Plantación	Instalaciones			
1	539,90	879,87	28,25	0,00	1.448,02
2	528,78	879,87	28,25	0,00	1.436,90
3	808,98	879,87	28,25	0,00	1.717,10
4	808,98	879,87	28,25	0,00	1.717,10
5	808,98	879,87	28,25	0,00	1.717,10
6	808,98	879,87	28,25	0,00	1.717,10
7	808,98	879,87	28,25	0,00	1.717,10
8	863,49	879,87	28,25	0,00	1.771,61
9	863,49	879,87	28,25	0,00	1.771,61
10	863,49	879,87	28,25	0,00	1.771,61
11	863,49	879,87	28,25	0,00	1.771,61
12	1.086,35	879,87	28,25	0,00	1.994,47
13	1.182,99	879,87	28,25	0,00	2.091,11
14	1.473,09	879,87	28,25	0,00	2.381,21
15	1.579,59	879,87	28,25	0,00	2.487,71
16	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
17	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
18	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
19	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
20	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
21	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
22	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
23	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
24	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
25	1.845,54	879,87	28,25	51.460,07	54.213,73
26	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
27	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
28	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
29	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
30	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
31	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
32	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
33	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
34	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
35	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
36	1.845,54	879,87	28,25	0,00	2.753,66
37	1.739,04	879,87	28,25	0,00	2.647,16
38	1.739,04	879,87	28,25	0,00	2.647,16
39	1.739,04	879,87	28,25	0,00	2.647,16
40	1.739,04	879,87	28,25	0,00	2.647,16

41	1.632,54	879,87	28,25	0,00	2.540,66
42	1.632,54	879,87	28,25	0,00	2.540,66
43	1.632,54	879,87	28,25	0,00	2.540,66
44	1.632,54	879,87	28,25	0,00	2.540,66
45	1.526,04	879,87	28,25	0,00	2.434,16
46	1.526,04	879,87	28,25	0,00	2.434,16
47	1.526,04	879,87	28,25	0,00	2.434,16
48	1.526,04	879,87	28,25	0,00	2.434,16
49	1.405,25	879,87	28,25	0,00	2.313,37
50	1.405,25	879,87	28,25	51.460,07	53.773,44
51	213,00	879,87	28,25	0,00	1.121,12

4. ANÁLISIS DE INGRESOS

4.1. Ingresos ordinarios

Los ingresos ordinarios provienen de la venta del producto de la explotación, es decir, de las trufas (Tabla 4).

La venta del hongo se da cuando la plantación comienza la producción en el año 12. El rendimiento según pasan los años es muy variable, pero con la instalación del riego en la parcela, se intenta obtener un rendimiento muy igualado, aumentando la producción hasta el año 36 y desde ahí disminuyendo hasta lo largo de la vida productiva de la plantación.

Según el análisis de mercado realizado en el Anexo X, el precio medio de venta de trufas es de 325€.

Tabla 4: Ingresos de venta de trufa.

Año	Rendimiento (kg/ha)	Rto. explotación (kg)	Precio (€/kg)	Total ingreso (€)
0-11	0	0,00	325	0,00
12	12	34,08	325	11.076,00
13	15	42,60	325	13.845,00
14	20	56,80	325	18.460,00
15	25	71,00	325	23.075,00
16-36	30	85,20	325	27.690,00
37-40	25	71,00	325	23.075,00
41-44	20	56,80	325	18.460,00
45-48	15	42,60	325	13.845,00
49-50	12	34,08	325	11.076,00
51	10	28,40	325	9.230,00

4.2. Ingresos extraordinarios

Los ingresos extraordinarios son los que derivan del valor residual de las instalaciones y de la venta de la madera de encina al finalizar la explotación.

El valor residual del sistema de riego será aproximadamente del 8% del valor inicial:

- Sistema de riego: 51.460,07 € → 8% = 4.116,81 €
- Caseta de riego: 2.945,06 € → 8% = 235,60 €
- **COSTE TOTAL DE INSTALACIONES: 4.352,41 €**

Como ya se ha comentado la venta de la madera cuando finalice la vida útil de la plantación también es un ingreso extraordinario. A pesar de ello, es difícil de cuantificar puesto que el crecimiento del árbol depende de muchos factores que determinan la calidad y precio de la madera.

4.3. Resumen de ingresos

En la Tabla 5, se hace un resumen de los ingresos obtenidos.

Tabla 5: Resumen de ingresos.

Año	Ingresos ordinarios (€)	Ingresos extraordinarios (€)	Total
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00
12	11.076,00	0,00	11.076,00
13	13.845,00	0,00	13.845,00
14	18.460,00	0,00	18.460,00
15	23.075,00	0,00	23.075,00
16	27.690,00	0,00	27.690,00
17	27.690,00	0,00	27.690,00
18	27.690,00	0,00	27.690,00
19	27.690,00	0,00	27.690,00
20	27.690,00	0,00	27.690,00
21	27.690,00	0,00	27.690,00
22	27.690,00	0,00	27.690,00
23	27.690,00	0,00	27.690,00
24	27.690,00	0,00	27.690,00
25	27.690,00	4.352,41	32.042,41

26	27.690,00	0,00	27.690,00
27	27.690,00	0,00	27.690,00
28	27.690,00	0,00	27.690,00
29	27.690,00	0,00	27.690,00
30	27.690,00	0,00	27.690,00
31	27.690,00	0,00	27.690,00
32	27.690,00	0,00	27.690,00
33	27.690,00	0,00	27.690,00
34	27.690,00	0,00	27.690,00
35	27.690,00	0,00	27.690,00
36	27.690,00	0,00	27.690,00
37	23.075,00	0,00	23.075,00
38	23.075,00	0,00	23.075,00
39	23.075,00	0,00	23.075,00
40	23.075,00	0,00	23.075,00
41	18.460,00	0,00	18.460,00
42	18.460,00	0,00	18.460,00
43	18.460,00	0,00	18.460,00
44	18.460,00	0,00	18.460,00
45	13.845,00	0,00	13.845,00
46	13.845,00	0,00	13.845,00
47	13.845,00	0,00	13.845,00
48	13.845,00	0,00	13.845,00
49	11.076,00	0,00	11.076,00
50	11.076,00	4.352,41	15.428,41
51	9.230,00	0,00	9.230,00

5. SUBVENCIONES

Para el cultivo de la trufa en Castilla y León, existen subvenciones a nivel autonómico y también a nivel provincial.

Puesto que estas subvenciones no son seguras, se explicarán en este apartado, pero no se tendrán en cuenta a la hora de realizar el análisis.

Las subvenciones son las siguientes:

- Subvención de la Junta de Castilla y León
Se aportan ayudas de 2.500 €/ha en la implantación y, durante el mantenimiento en un máximo de 5 años, ayudas de 305 €/ha.
- Subvención de la Diputación de Soria
Aportan ayudas anuales de 3.000 €.

6. ESTRUCTURA DE LOS FLUJOS DE CAJA

En la Tabla 6, se resumen los flujos de caja del proyecto.

Tabla 6: Flujos de caja.

Año	Ingresos (€)		Costes (€)		Flujo de caja (€)	
	Ordin.	Extraord.	Ordin.	Extraord.	Anual	Acumulado
0	0,00	0,00	0,00	94.848,78	-94.848,78	-94.848,78
1	0,00	0,00	1.448,02	0,00	-1.448,02	-96.296,80
2	0,00	0,00	1.436,90	0,00	-1.436,90	-97.733,70
3	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-99.450,80
4	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-101.167,90
5	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-102.885,00
6	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-104.602,10
7	0,00	0,00	1.717,10	0,00	-1.717,10	-106.319,20
8	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-108.090,81
9	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-109.862,42
10	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-111.634,03
11	0,00	0,00	1.771,61	0,00	-1.771,61	-113.405,64
12	11.076,00	0,00	1.994,47	0,00	9.081,53	-104.324,11
13	13.845,00	0,00	2.091,11	0,00	11.753,89	-92.570,22
14	18.460,00	0,00	2.381,21	0,00	16.078,79	-76.491,43
15	23.075,00	0,00	2.487,71	0,00	20.587,29	-55.904,14
16	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	-30.967,80
17	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	-6.031,46
18	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	18.904,88
19	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	43.841,22
20	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	68.777,56
21	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	93.713,90
22	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	118.650,24
23	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	143.586,58
24	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	168.522,92
25	27.690,00	4.352,41	2.753,66	51.460,07	-22.171,32	146.351,60
26	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	171.287,94
27	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	196.224,28
28	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	221.160,62
29	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	246.096,96
30	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	271.033,30
31	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	295.969,64
32	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	320.905,98
33	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	345.842,32
34	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	370.778,66

35	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	395.715,00
36	27.690,00	0,00	2.753,66	0,00	24.936,34	420.651,34
37	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	441.079,18
38	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	461.507,02
39	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	481.934,86
40	23.075,00	0,00	2.647,16	0,00	20.427,84	502.362,70
41	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	518.282,04
42	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	534.201,38
43	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	550.120,72
44	18.460,00	0,00	2.540,66	0,00	15.919,34	566.040,06
45	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	577.450,90
46	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	588.861,74
47	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	600.272,58
48	13.845,00	0,00	2.434,16	0,00	11.410,84	611.683,42
49	11.076,00	0,00	2.313,37	0,00	8.762,63	620.446,05
50	11.076,00	4.352,41	2.313,37	51.460,07	-38.345,03	582.101,02
51	9.230,00	0,00	1.121,12	0,00	8.108,88	590.209,90

Según el flujo de caja, la inversión se comenzará a recuperar en el año 18 de la plantación.

7. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Los indicadores de rentabilidad utilizados serán:

Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- A: Inversión inicial
- k: Tipo de interés
- Q: Flujo de caja

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

- Si $TIR \geq r \rightarrow$ se acepta el proyecto. La rentabilidad que ofrece el proyecto es mayor que la mínima requerida.
- Si $TIR < r \rightarrow$ se rechaza el proyecto. La rentabilidad que ofrece el proyecto es menor que la mínima requerida.

A continuación, en la Tabla 7, se muestran los indicadores de rentabilidad:

Tabla 7: Indicadores de rentabilidad.

	2%	5%	7%	7,65%
VAN	288.912,20	79.844,73	14.408,61	- 109,69
TIR	8 %			

Entre los valores de tasa de rendimiento de 0% y 7,65%, el proyecto es considerado viable.

El proyecto podrá ser realizado recuperando la inversión inicial en el año 18. Desde ese año comenzarán a existir los beneficios para el propietario, hasta el año 51 de plantación.

ANEXO XII: ESTUDIO DE **IMPACTO AMBIENTAL**

ÍNDICE ANEXO XII

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO OBJETO DE IMPACTO	5
3.	INVENTARIO AMBIENTAL.....	5
3.1.	Medio físico.....	5
3.2.	Medio biótico	6
3.3.	Medio perceptual.....	7
3.4.	Medio sociocultural	7
3.5.	Medio económico	7
4.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	8
4.1.	Identificación y efectos	8
4.2.	Valoración de los impactos	9
5.	MEDIDAS DE CORRECCIÓN, PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN	10
6.	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	11
7.	REFERENCIAS.....	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Matriz de Leopold	9
-----------------	-------------------------	---

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por impacto ambiental toda alteración o cambio que se produce en el medio ambiente como consecuencia de una acción, actividad o proyecto. Este valor se mide comparando la diferencia de calidad que existe antes de llevar a cabo el proyecto y después.

En este Anexo, se estudiarán las posibles alteraciones que se pueden dar en el entorno de la parcela como consecuencia de la plantación.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO OBJETO DE IMPACTO

El proyecto llevará a cabo una plantación trufera en una parcela de 2,84 hectáreas situada en el municipio de Las Fraguas, en Soria.

La parcela 125 del polígono 15 cuenta con un perímetro de 708,17 m sobre el que se instalará un cerramiento. Se realizará la plantación con encinas (*Quercus ilex*) micorrizadas con la variedad de hongo *Tuber melanosporum* Vitt en un marco de plantación de 6x6, obteniendo un total de 605 plantas.

Así mismo, la plantación contará con un sistema de riego por microaspersión para cubrir las deficiencias hídricas sobre todo en los meses estivales.

3. INVENTARIO AMBIENTAL

3.1. Medio físico

El clima de Las Fraguas es mediterráneo-continental, la zona presenta una estacionalidad marcada por inviernos fríos y veranos calurosos y con una temperatura media anual de 11°C. Las temperaturas medias anuales máximas y mínimas son de 17,2°C y 4,9°C. Los valores medios anuales de precipitación son de 512 mm tratándose de una zona semiárida.

El suelo tiene una textura franca presentando un buen drenaje, con un valor de pH de 8,16. Presenta un contenido de pedregosidad de 26,94%. El contenido en materia orgánica es bajo, con un valor de 1,93%, así mismo, el valor de los macronutrientes se encuentra dentro de los rangos recomendados.

El agua utilizada para el riego procede de una balsa de 100.000 L, ubicada en el sur de la parcela y con la que el propietario ya contaba en la finca antes de comenzar el proyecto.

3.2. Medio biótico

La flora más característica de la zona es:

- Pino albar (*Pinus sylvestris*)
- Sabina albar (*Juniperus thurifera*)
- Encina (*Quercus ilex*)
- Quejigo (*Quercus faginea*)
- Olmo (*Ulmus*)
- Enebro común (*Juniperus communis*)
- Majuelo (*Crataegus monogyna*)
- Roble (*Quercus robur*)
- Manzanilla (*Chamaemelum nobile*)
- Tomillo (*Thymus vulgaris*)
- Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- Grama (*Cynodon dactylon*)
- Amapola silvestre (*Papaver rhoeas*)
- Endrino (*Prunus spinosa*)
- Aulaga (*Genista scopius*)
- Estepa (*Cistus laurifolium*)
- Escaramujo (*Rosa canina*)
- Cola de caballo (*Equisetum sylvaticum*)

Por otro lado, la fauna característica de la zona es:

- Rana común (*Pelophylax perezi*)
- Sapo común (*Bufo spinosus*)
- Culebra de collar (*Natrix natrix*)
- Víbora hocicuda (*Vipera latasti*)
- Lagarto ocelado (*Lacerta lepida*)
- Lagartija ibérica (*Podarcis hispánica*)
- Cuervo (*Corvus corax*)
- Perdiz roja (*Alectoris rufa*)
- Carbonero común (*Alauda arvensis*)
- Codorniz común (*Coturnix coturnix*)
- Jilguero (*Carduelis carduelis*)
- Milano negro (*Milvus migryans*)
- Gorrión chillón (*Petronia petronia*)
- Halcón común (*Falco peregrinus*)
- Búho real (*Bubo bubo*)
- Águila real (*Aquila chrysaetos*)
- Urraca (*Pica pica*)
- Ciervo rojo (*Cervus elaphus*)

- Corzo (*Capreolus capreolus*)
- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Jabalí (*Sus scrofa*)
- Liebre ibérica (*Lepus granatensis*)
- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)
- Murciélago común (*Pipistrellus pipistrellus*)

3.3. Medio perceptual

El paisaje donde se va a realizar la plantación es principalmente una zona cerealista, con mínimas zonas de pinar. A escasos 15 km se encuentra la Reserva Natural del Sabinar de Calatañazor, uno de los bosques de sabinas mejor conservados del planeta. Desarrollado sobre terreno llano, de carácter calcáreo y a 1.000 m de altitud, algunos de los ejemplares de esta masa arbórea monoespecífica alcanzan un porte y una edad notables: 14 m de altura, más de cinco metros de diámetro y cerca de dos mil años de existencia (Junta de Castilla y León, 2021).

Ya que los árboles empleados serán encinas, no causaran un gran impacto visual ya que es una especie vegetal muy característica de la provincia que se desarrolla en un gran número de ocasiones de manera silvestre. El vallado de la parcela producirá un impacto mínimo al utilizar postes de madera de pino. En el caso de la caseta de riego, se aplicarán las medidas oportunas para evitar causar un gran impacto visual.

Por otro lado, los olores producidos serán mínimos o incluso nulos, evitando causar problemas medioambientales. En lo que se refiere a los ruidos, el mayor grado será cuando se realicen las labores, especialmente en el primer año al llevar a cabo todo el trabajo para la plantación; el resto de los años, los ruidos serán de poca importancia puesto que en las parcelas contiguas también se producen con las labores.

3.4. Medio sociocultural

La variación del medio sociocultural será mínima ya que la zona donde se va a llevar a cabo la plantación trufera cuenta con parcelas cerealistas y pequeñas masas de arbustos y árboles. También, cercano, como ya se ha comentado se encuentra el Sabinar de Calatañazor.

3.5. Medio económico

Con la realización del Proyecto el medio económico variará. Se promoverá nuestros puestos de trabajo como son tractorista, peones, capataz... eligiendo preferentemente gente de la zona, así mismo, también serán necesarias personas para los puestos de mantenimiento de la plantación y de las instalaciones, recolección, podas...

4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

4.1. Identificación y efectos

A continuación se van a identificar los impactos, tanto positivos como negativos:

- **Análisis edafológico:** puede producir erosión en el terreno y alteración de los diferentes horizontes cuando se llevaron a cabo las calicatas.
- **Preparación del terreno:** igualmente se produce la erosión del suelo por el paso de la maquinaria y alterar los horizontes dependiendo de la profundidad de la labor.
- **Vallado de la parcela:** será un pequeño efecto negativo puesto que realizar un cerramiento implica un obstáculo para los animales, impidiendo su paso y por lo tanto, atravesar por los terrenos colindantes. Al realizarse con madera de pino, se fomentará la integración con el paisaje rural de la zona.
- **Replanteo:** compactación y erosión del terreno debido al paso de maquinaria pesada.
- **Plantación:** únicamente se producirá impacto en el suelo al llevar a cabo la apertura de los hoyos. La introducción de las encinas no supondrá un impacto ya que es una especie autóctona de la zona.
- **Riegos de apoyo:** compactación del terreno por el paso de maquinaria pesada cargada de la cisterna que lleva el agua de riego.
- **Poda:** se realizará en la fase de reposo del árbol por lo que no supondrá una parada de crecimiento, a pesar de alterar la biomasa del árbol. Los restos se utilizarán en tareas de compostaje de propietarios de parcelas colindantes.
- **Fitosanitarios:** no se emplearán excepto en el caso que sean de necesidad obligatoria. En caso de utilizarlos será en pequeñas dosis para evitar un impacto importante sobre el suelo, evitando el almacenamiento residual.
- **Fertilización:** las pocas que existen, pueden afectar a las aguas subterráneas por el lavado de nutrientes. Se hará el menor uso posible.
- **Sistema de riego:** la instalación de la red de tuberías supondrá una modificación del medio ya que es necesario el movimiento de tierras para poder colocar el sistema. A pesar de ellos no será un gran impacto puesto que el tamaño de las tuberías no es muy grande.

- **Colocación caseta de riego:** alteración de la estructura del suelo al tener que llevarse a cabo tareas de cimentación. Pequeño impacto visual hasta que las encinas crezcan y “camuflen” un poco su presencia.
- **Levantamiento de la plantación:** erosión y modificación del terreno al levantar los árboles y arrancar las raíces. Compactación causada por el paso de la maquinaria encargada de eliminar la madera.

4.2. Valoración de los impactos

Se utilizará un matriz de Leopold (*Tabla 1*) para analizar el impacto que producen las acciones citadas anteriormente. Dependiendo del grado de gravedad del impacto, se utilizarán:

- Inexistente (I)
- Leve (L)
- Medio (M)
- Grave (G)
- Crítico (C)

Tabla 1: Matriz de Leopold.

Actuaciones causantes de posibles impactos ambientales		Análisis edafológico	Preparación del terreno	Vallado de la parcela	Replanteo	Plantación	Riegos de apoyo	Poda	Fitosanitarios	Fertilización	Sistema de riego	Caseta de riego	Levantamiento plantación
		Elementos y características ambientales											
Medio físico	Atmósfera	I	M	I	L	I	L	I	L	M	I	L	L
	Suelo	L	G	M	L	M	L	I	L	L	L	M	G
	Agua	I	I	I	I	I	I	I	L	G	I	I	I
Medio biótico	Flora	L	M	L	L	L	L	M	L	I	I	I	G
	Fauna	L	M	M	L	L	L	M	L	L	I	I	G
Medio perceptual	Visual	L	L	M	L	L	L	L	L	L	M	G	M
	Ruido	L	M	M	L	L	L	L	L	L	L	M	L
	Olor	I	I	I	I	I	I	I	I	L	I	I	I
Medio sociocultural	Patrimonio	I	I	M	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Uso de tierras	I	I	L	I	I	L	I	I	I	L	L	L
Medio económico	Fomento de empleo	L	L	M	L	L	L	L	L	L	L	M	L

La evaluación de las actuaciones a través de la matriz de Leopold permite clasificar las actividades según su magnitud. Se desestima la utilización de valores numéricos como es lo habitual en matrices de Leopold ya que los impactos que se producen son a escala global.

La matriz se utiliza para determinar aquellos puntos sobre los que es necesaria una actuación ya que nos permite una clasificación del nivel de daño sobre los medios. Además de los impactos negativos, también existen una serie de impactos positivos que se deben tener en cuenta:

- **Cambio en el uso del suelo:** el suelo, acostumbrado a la plantación cerealista presenta un requerimiento de nutrientes constantes y parecidos. Al introducir un nuevo cultivo se pueden aprovechar otras aptitudes que con el otro cultivo eran inexistentes. Las trufas, son cultivos con pocos requerimientos edáficos, permitiendo así una renovación del terreno (Reyna, 2000).
- **Aumento de la biodiversidad:** al implantar un nuevo cultivo, inexistente en las zonas de alrededor, se fomenta un nuevo hábitat para las especies. Las especies arbóreas introducidas son autóctonas, fomentando la reproducción y mantenimiento de las especies.
- **Fijación de población:** con la nueva plantación, se fomentan nuevos puestos de empleo, fijando la población en la zona. Se debe añadir que los trabajos en la explotación serán de forma eventual.
- **Mejora del terreno:** puesto que el cultivo de trufa necesita reducidas tareas de laboreo del suelo, de esta forma se reducirá la erosión de la parcela en comparación con el cultivo de cereal implantado anteriormente y que necesitaba de mayor laboreo.

5. MEDIDAS DE CORRECCIÓN, PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN

Tras evaluar los impactos producidos, se deben establecer una serie de medidas que ayuden a paliar en la medida de lo posible los daños causados, evitando grandes problemas en el medio natural. Las medidas se llevarán a cabo en un orden, priorizando aquellas que producen un impacto grave puesto que crítico no existen.

A continuación, se van a detallar las medidas de actuación:

Preparación del terreno:

- Se llevarán a cabo las labores cuando la humedad del suelo sea la adecuada y con una profundidad adecuada.
- Con un espacio de tiempo determinado, dotando al suelo para que se lleven a cabo los intercambios gaseosos, la reabsorción del agua y la reorganización de la microfauna en los diferentes horizontes.

Vallado de la parcela:

- Labores de forma precisa, con la zanja de las dimensiones necesarias para la colocación de la malla, evitando alterar los horizontes inferiores.
- Elección de postes de madera de pino para reducir el impacto visual.
- Elección de malla cinegética que permita el paso de pequeñas especies a la parcela, pero evitando el paso de las grandes especies que son las peligrosas para la plantación.

Plantación:

- Realización de los hoyos de plantación con las medidas necesarias, evitando los excesos.

Fitosanitarios:

- Al igual que con la fertilización, únicamente se llevarán a cabo cuando sea necesarios.
- En caso de realizar, se llevará a cabo los días que no exista gran cantidad de viento para evitar la dispersión de olores al núcleo de población.

Fertilización:

- Aplicación de dosis muy reducidas y localizadas, y en caso de que sea estrictamente necesario.

Sistema de riego:

- Enterrado de las tuberías para evitar un impacto visual.
- Evitar riegos innecesarios, comprobando con anterioridad la humedad del terreno, evitando un derroche de agua.

Caseta de riego:

- Dotación con un color acorde, facilitando la integración con el entorno y evitando un impacto visual, asemejándola a una caseta de madera.
- Implantación de la caseta en una zona de la parcela donde se vea lo menos posible.

Levantamiento de la plantación:

- Tras el levantamiento de la plantación, el propietario de la parcela realizará una labor de descompactación del terreno, para evitar problemas en las futuras plantaciones. Además, se evitará la creación de la suela de labor, evitando la escorrentía.

6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental se llevará a cabo con el fin de controlar la correcta ejecución de la tareas en la plantación. Se verificará la calidad de los materiales utilizados y de las labores realizadas, evitando en todo momento causar daños ambientales.

En caso de existir impactos negativos o el incumplimiento de este programa, se corregirán rápidamente para evitar sanciones por parte de la Administración.

7. REFERENCIAS

Junta de Castilla y León (2021), from: <https://www.jcyl.es/web/jcyl/>

ANEXO XIII: ESTUDIO
BÁSICO DE SEGURIDAD
Y SALUD

ÍNDICE ANEXO XIII

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	5
2.1.	Descripción de la obra y situación	5
2.2.	Presupuesto de la obra	5
2.3.	Plazo de ejecución.....	6
2.4.	Número de trabajadores.....	6
2.5.	Estado de los accesos.....	6
2.6.	Maquinaria prevista para la realización del trabajo	6
3.	EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	6
3.1.	Movimiento de tierras	6
3.2.	Cimentación de la caseta	8
3.3.	Tuberías y vallado	9
3.4.	Maquinaria	10
4.	PREVENCIÓN	11
4.1.	Medidas preventivas a adoptar en el lugar de trabajo.....	11
4.2.	Reconocimientos médicos	11
4.3.	Primeros auxilios	11
4.4.	Prevención de incendios	11
4.5.	Asistencia a accidentados	12
5.	PLAN DE EMERGENCIA.....	12
5.1.	En caso de accidente.....	12
5.2.	En caso de incendio.....	12
5.3.	En caso de evacuación	13
5.4.	En caso de golpe de calor.....	13
5.5.	En caso de tormenta	13
5.6.	En caso de viento fuerte	13
6.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES	14
7.	REFERENCIAS.....	14

1. INTRODUCCIÓN

El Estudio de Seguridad y Salud se ha elaborado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, donde se establecen disposiciones mínimas relacionada con la seguridad y salud en obras de construcción, en el marco de la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de la Prevención de Riesgos Laborales.

Las actuaciones del Estudio de Seguridad y Salud se llevarán a cabo en la plantación de encinas truferas en Las Fraguas, en Soria.

Se observarán los posibles riesgos existentes en el puesto de trabajo que pueden llegar a ocasionar pérdidas tanto materiales como en la salud de los trabajadores realizando el trabajo en la plantación trufera. Una vez identificados todos los riesgos, se propondrán y llevarán a cabo una serie de medidas para minimizar estos riesgos.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1. Descripción de la obra y situación

Como ya se ha comentado anteriormente, la obra se llevará a cabo en una parcela de 2,84 hectáreas situada en el municipio de Las Fraguas, en Soria, en el paraje “El Aniversario”.

Características de acceso y entorno de la parcela como centro de trabajo:

- Acceso al tráfico rodado: sí.
- Acceso a peatones: sí.
- Entorno de la parcela: rural.
- Tipo de topografía: llana.

Al ejecutar el proyecto, se llevarán a cabo los siguientes trabajos:

- Movimiento de tierras.
- Vallado de la parcela.
- Instalación del sistema de riego.
- Preparación previa del terreno.
- Plantación de las especies.

2.2. Presupuesto de la obra

El presupuesto de la obra es de la cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS (94.848,78 €), detallado en el documento Presupuestos.

2.3. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de la plantación será aproximadamente de un año, teniéndose en cuenta cualquier imprevisto que pudiera surgir.

2.4. Número de trabajadores

La previsión para la realización de este trabajo es de 8 trabajadores a jornada completa en turno partido.

2.5. Estado de los accesos

A la parcela se accede por la Carretera Provincial SO-P-4095 que une con la Carretera Nacional N-122 (Soria-Valladolid). La Carretera Provincial presenta un estado óptimo para el tránsito de todo tipo de vehículos.

2.6. Maquinaria prevista para la realización del trabajo

Para el Proyecto, la maquinaria prevista será la siguiente:

- Tractor.
- Martillo neumático.
- Plantadora.
- Camión.
- Pala cargadora.
- Retroexcavadora.
- Pala mixta.
- Aponadora.
- Motoniveladora.
- Extendedora.
- Compactadores manuales.

3. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

3.1. Movimiento de tierras

Riesgos destacables

- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos (Riesgo alto).
- Atropellos por falsas maniobras de maquinaria (Riesgo alto).
- Siniestros por exceso de carga (Riesgo alto).
- Deslizamiento y desprendimientos de terreno (Riesgo alto).
- Riesgo de incendio por derrame del combustible en el repostaje de los vehículos (Riesgo alto).
- Caídas de personas por falta de orden y limpieza o por uso de calzado inadecuado (Riesgo medio).
- Exposición a niveles sonoros (Riesgo medio).
- Vibraciones del puesto de trabajo (Riesgo bajo).

Medidas preventivas

- Señalización y delimitación de zonas de circulación de maquinaria y personas.
- Precaución con la realización de los trabajos en momentos de heladas.
- Correcta utilización de las herramientas de trabajo.
- Limpieza y orden en las zonas donde se van a llevar a cabo los trabajos.
- Paralización de las tareas exteriores en caso de inclemencias meteorológicas.
- Conducir siempre el vehículo a una distancia prudencial de las zonas del terreno que por presentar desniveles (zanjas, canales, regueras, taludes, cunetas, etc.) son propicias a vuelco.
- Riesgos derivados de montar las ruedas del vehículo sobre piedras, tocones, baches o cualquier otra prominencia o depresión del terreno, ya que pueden desequilibrar al vehículo. Estos obstáculos se deben eliminar en lo posible, y si esto no fuera factible, al pasar junto a ellos el vehículo los evitará rodeándolos.
- Siempre que las labores a realizar lo permitan se utilizará la máxima anchura de vía posible, tanto en las ruedas traseras como en las delanteras, con lo que se mejora la estabilidad del vehículo.
- En circulación normal, los pedales de freno deberán llevarse bloqueados mediante el cerrojo de bloqueo.
- Evitar los derrames de sustancias inflamables sobre las partes calientes del vehículo, en especial, motor y tubo de escape.
- Todos los vehículos deberán llevar un medio de protección contra incendios (extintor) y comprobar periódicamente su estado.
- Se mantendrá un correcto orden y limpieza, realizando limpiezas periódicas del lugar de trabajo.
- Máxima insonorización posible en la cabina de los vehículos.
- Disponer en la cabina de un asiento regulable que posea una amortiguación cómoda y suficiente para evitar vibraciones.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera plástica y suela antideslizante.
- Trajes impermeables para días lluviosos.
- Chaleco/cazadora reflectante.
- Gafas de protección.
- Botas de goma para trabajos exteriores en ambientes húmedos.
- Mascarilla autofiltrante de partículas (polvo).
- Guantes.
- Protección auditiva (orejeras).

3.2. Cimentación de la caseta

Riesgos destacables

- Desprendimiento de tierras (Riesgo alto).
- Golpes y/o caídas de diferentes objetos (Riesgo alto).
- Vuelco de maquinaria (Riesgo alto).
- Atrapamientos de personas a causa de la maquinaria (Riesgo alto).
- Caídas de personas en el interior de las excavaciones (Riesgo alto).
- Riesgo de incendio por derrame de combustible (Riesgo alto).
- Caídas de personas por falta de orden y limpieza o por uso de calzado inadecuado (Riesgo medio).
- Exposición a niveles sonoros (Riesgo medio).
- Vibraciones del puesto de trabajo (Riesgo bajo).

Medidas preventivas

- Zonas libres de obstáculos.
- Orden y limpieza de la zona de trabajo.
- Habilitar zonas para el paso de maquinaria.
- No acercarse mucho a la zona de trabajo.
- Eliminación de elementos que puedan causar daño a la maquinaria en su paso.
- Paralización del trabajo en zona exterior en caso de inclemencias meteorológicas
- Evitar los derrames de sustancias inflamables sobre las partes calientes del vehículo, en especial, motor y tubo de escape.
- Todos los vehículos deberán llevar un medio de protección contra incendios (extintor) y comprobar periódicamente su estado.
- Se mantendrá un correcto estado de orden y limpieza, realizando limpiezas periódicas del lugar de trabajo.
- Máxima insonorización posible en la cabina de los vehículos.
- Disponer en la cabina de un asiento regulable que posea una amortiguación cómoda y suficiente para evitar vibraciones.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera plástica y suela antideslizante.
- Trajes impermeables para días lluviosos.
- Chaleco/cazadora reflectante.
- Gafas de protección.
- Botas de goma para trabajos exteriores en ambientes húmedos.
- Mascarilla autofiltrante de partículas (polvo).
- Guantes.
- Protección auditiva (orejeras).
- Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).

3.3. Tuberías y vallado

Riesgos destacables

- Desprendimiento de tierras (Riesgo alto).
- Golpes y/o caídas de diferentes objetos (Riesgo alto).
- Vuelco de maquinaria (Riesgo alto).
- Atrapamientos de personas a causa de maquinaria (Riesgo alto).
- Caída de material durante la carga y descarga (Riesgo alto).
- Raspado con los materiales del vallado (Riesgo medio).
- Daño por el uso de diferentes objetos punzantes (Riesgo alto).
- Daños por astillado de la madera de pino (Riesgo medio).

Medidas preventivas

- Zonas libres de obstáculos.
- Orden y limpieza de la zona de trabajo.
- Habilitar zonas para el paso de maquinaria.
- Mantener la distancia de seguridad a la zona de trabajo.
- Eliminación de elementos que puedan causar daño a la maquinaria en su paso.
- Paralización del trabajo en zona exterior en caso de inclemencias meteorológicas
- Utilización de medios auxiliares en la medida de lo posible para el traslado de los materiales pesados y con grandes dimensiones. Se pedirá ayuda a otro compañero siempre que sea necesario.
- Delimitación de las zonas donde se ubicará el material a colocar.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera plástica y suela antideslizante.
- Trajes impermeables para días lluviosos.
- Chaleco/cazadora reflectante.
- Gafas de protección.
- Botas de goma para trabajos exteriores en ambientes húmedos.
- Mascarilla autofiltrante de partículas (polvo).
- Guantes.
- Protección auditiva (orejeras).
- Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).

3.4. Maquinaria

Riesgos destacables

- Accidentes in itinere o en desplazamientos dentro de la jornada laboral (Riesgo alto).
- Atrapamiento de personas (Riesgo alto).
- Vuelco de la maquinaria (Riesgo alto).
- Atropello de personas (Riesgo alto).
- Exposición a niveles sonoros (Riesgo medio).
- Inhalación de polvo (Riesgo medio).

Medidas preventivas

- La maquinaria deberá ser manejada por personal cualificado y con formación para ello.
- Extintor en la cabina de la maquinaria.
- Paneles reflectantes en la maquinaria.
- No obstaculizar las zonas de paso.
- Vehículos con correctas inspecciones técnicas en regla.
- Amortiguación del asiento del conductor ante la vibración.
- Visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores de la maquinaria.
- Usar la señal luminosa V2, una luz giratoria de color naranja tanto de día como de noche
- Si se averían, tienen que encender las luces de cruce y los cuatro intermitentes de emergencia.
- Se respetarán los límites de velocidad establecidos para vehículos especiales.
- Durante la circulación por carretera, la velocidad máxima no puede superar los 40 km/h.
- Si se circula con remolque o semirremolque la velocidad máxima será de 25 km/h.
- El conductor de la máquina agrícola prohibirá, en la zona de realización de trabajos, la circulación de personas. En caso de que este previsto la presencia de operarios (señalista u otro personal) próximos al radio de trabajo de la máquina, estos deberán ir provistos de chalecos reflectantes o prendas de alta visibilidad.
- La maquinaria agrícola estará al corriente de sus correspondientes ITV's, seguros y aquella reglamentación que le afecte.
- Está expresamente prohibido conducir si han ingerido bebidas alcohólicas, drogas o medicamentos que produzcan somnolencia o reduzcan la capacidad de respuesta y los reflejos. Está absolutamente prohibida la utilización del teléfono móvil durante la conducción de los vehículos.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera plástica y suela antideslizante.
- Trajes impermeables para días lluviosos.
- Chaleco/cazadora reflectante.
- Gafas de protección.
- Botas de goma para trabajos exteriores en ambientes húmedos.

- Mascarilla antipolvo.
- Guantes de protección mecánica.
- Protección auditiva (orejeras).
- Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).
- Cinturón de seguridad en los vehículos.

4. PREVENCIÓN

4.1. Medidas preventivas a adoptar en el lugar de trabajo

Todo el lugar de trabajo en la parcela se mantendrá limpio y libre de obstáculos que puedan causar daños tanto a las personas trabajadoras de la plantación como a la diferente maquinaria empleada en los trabajos.

Aunque no es una carretera muy concurrida, se colocará a la salida de la plantación junto al vallado, elementos reflectantes para proporcionar visibilidad en la zona.

El material a desechar se colocará en un lugar donde pueda ser cargado con facilidad por los vehículos, sin obstaculizar el paso de otra maquinaria o incluso de los trabajadores.

4.2. Reconocimientos médicos

Como protocolo interno de la empresa, a todo el personal de la plantación se le realizará periódicamente un reconocimiento médico, al inicio del trabajo, así como posteriormente con periodicidad.

4.3. Primeros auxilios

Los trabajadores recibirán periódicamente un curso de primeros auxilios para saber cómo actuar en caso de emergencia.

Tanto en el centro de trabajo, como en los vehículos de la empresa se dispondrá de un botiquín médico, revisándolo periódicamente comprobando que contiene todo lo necesario para realizar la primera cura (agua oxigenada, desinfectante, gasas estériles, pinzas, tijeras, tiritas, vendas, esparadrapo...). Comprobar que todo el material está en óptimas condiciones (fecha de caducidad) y reemplazarlo si no es así.

4.4. Prevención de incendios

Para la prevención de incendios, se instalarán extintores homologados de polvo en los vehículos y maquinaria. En la caseta de riego, donde se encuentra el cuadro eléctrico, se instalará un extintor de eficacia de CO₂.

Se realizarán mantenimientos según fabricante por empresas autorizadas.

4.5. Asistencia a accidentados

Todos los trabajadores deberán conocer la existencia del listín telefónico localizado en la caseta de riego donde se indicarán los teléfonos más importantes en caso de sufrir un accidente laboral (Mutuas, Ambulatorios, Hospitales, Policía...).

5. PLAN DE EMERGENCIA

A continuación, se detallan los pasos a seguir en el plan de emergencia:

5.1. En caso de accidente

En caso de accidente se seguirá el siguiente protocolo:

- Dé la alarma inmediatamente.
- Pare máquina y/o instalaciones en las que ha ocurrido el accidente y las que usted estaba utilizando o póngalas en condiciones de seguridad.
- Retire a la víctima del lugar del accidente, si es seguro para la persona lesionada y para usted.
- Avise al Jefe de Emergencia y a otras personas que puedan prestarle ayuda.
- Mantenga la calma en todo momento.
- Debe tranquilizar a la persona lesionada. Evite la aglomeración de personas a su alrededor.
- Aplique, si dispone del conocimiento, los primeros auxilios adecuados al estado y lesiones sufridas por la víctima del accidente.
- Si no sabe qué hacer o cómo hacerlo, pida ayuda a otras personas que sepan hacerlo. No haga más de lo imprescindible.
- Avise al teléfono de emergencias.

5.2. En caso de incendio

En caso de incendio se seguirá el siguiente protocolo:

- Al detectar un incendio, avisará al Jefe de Emergencia, indicando:
 - o QUIÉN informa
 - o QUÉ ocurre
 - o DÓNDE ocurre
- Asegúrese que su mensaje ha sido recibido correctamente.
- Por orden del Jefe de Emergencia y, si sabe manejar un extintor, iniciará la extinción con los extintores de la zona. Siempre sin exposiciones personales de riesgo.
- Si el fuego es de origen eléctrico, no se tocarán las superficies en contacto con él, y se procederá a bajar el diferencial del lugar de trabajo, en el cuadro eléctrico principal, o desconectar el equipo en cuestión, siempre que sea seguro.
- Si el fuego es por fuga de gas, se procederá al corte de la llave de gas y se apartarán los materiales combustibles más próximos.
- Si no sabe manejar un extintor, evacuará la zona de peligro dirigiéndose al punto de reunión establecido y cerrando las puertas y ventanas que encuentre a su paso.

5.3. En caso de evacuación

En caso de incendio se seguirá el siguiente protocolo:

- Mantendrá la calma en todo momento, no corriendo, ni gritando, para no provocar pánico.
- Garantizar que se ha dado la alarma y asegurar una evacuación total y ordenada del centro de trabajo, controlando que no queda nadie oculto, lesionado o atrapado, ayudando a cuantos lo necesiten por su estado físico y/o emocional.
- Salga inmediatamente. No pierda tiempo en nada. Nunca vuelva a las zonas de emergencia. Dirijase al punto de reunión establecido.

5.4. En caso de golpe de calor

En caso de golpe de calor se seguirá el siguiente protocolo:

- Detener la actividad que se esté realizando.
- Colocar a la persona afectada en la sombra, en un lugar fresco y ventilado.
- Aflojarle la ropa, refrescarle con agua fresca todo el cuerpo, mojar la ropa y ventilarlo.
- Si está inconsciente, tumbarle boca arriba con las piernas elevadas.
- Si está consciente, darle de beber líquidos, nunca alcohol ni pastillas para bajar la fiebre.
Excepción: en caso de pérdida de conocimiento, no se deberán tomar líquidos.
- Solicite ayuda médica de inmediato.

5.5. En caso de tormenta

En caso de tormenta se seguirá el siguiente protocolo:

- Es importante informarse de las condiciones meteorológicas previstas en los medios de comunicación y organismos oficiales y estar atento a las indicaciones que se vayan dando.
- Evitar permanecer en lo alto de las colinas.
- No refugiarse debajo de árboles, sobre todo, si están solitarios.
- Alejarse de alambradas, verjas y otros objetos metálicos.
- Si va conduciendo y se ve sorprendido por una tormenta, recuerde que un vehículo cerrado puede ser un buen refugio. En todo caso, disminuya la velocidad, extreme las precauciones y no se detenga en zonas donde pueda discurrir gran cantidad de agua.

5.6. En caso de viento fuerte

En caso de viento fuerte se seguirá el siguiente protocolo:

- Es conveniente alejarse de cornisas, muros o árboles, que puedan llegar a desprenderse.
- Tomar precauciones delante de construcciones en mal estado.

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Según el Art. 19 de la Ley de Prevención de riesgos laborales, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación en materia de prevención de riesgos laborales. Dicha formación, deberá estar centrada en el puesto de trabajo o funciones de cada trabajador. La formación e información se dará siempre cuando haya una nueva incorporación al trabajo o haya habido alguna modificación o cambio en los puestos de trabajo

7. REFERENCIAS

Ley de PRL 31/95 de 8 de Noviembre.

R.D 1627/97 de 24 de Octubre.

Consultoría a técnico de prevención de Aspy Prevención.

DOCUMENTO Nº 3:
PLANOS

ÍNDICE DOCUMENTO PLANOS

Plano 1: Localización a nivel autonómico y provincial.

Plano 2: Localización de la zona de actuación.

Plano 3: Planta del vallado de la parcela.

Plano 4: Detalle del vallado.

Plano 5: Detalle de la puerta.

Plano 6: Vista de la disposición de la plantación.

Plano 7: Definición de las unidades de riego.

Plano 8: Vista de la red de riego.

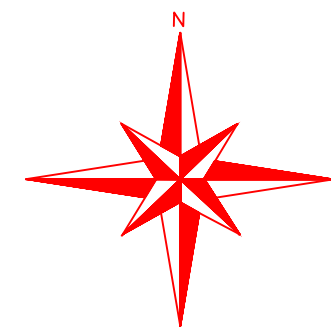
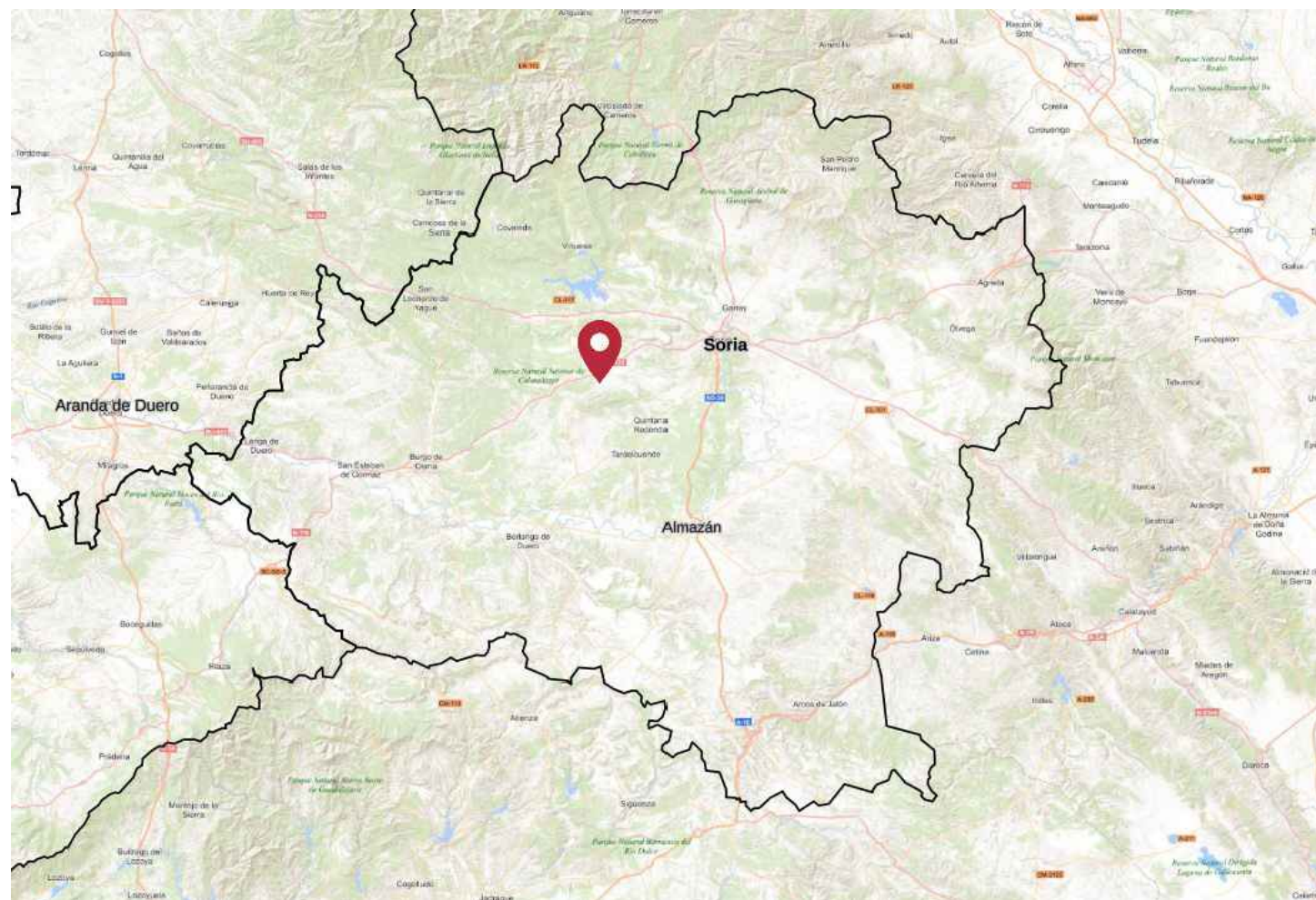
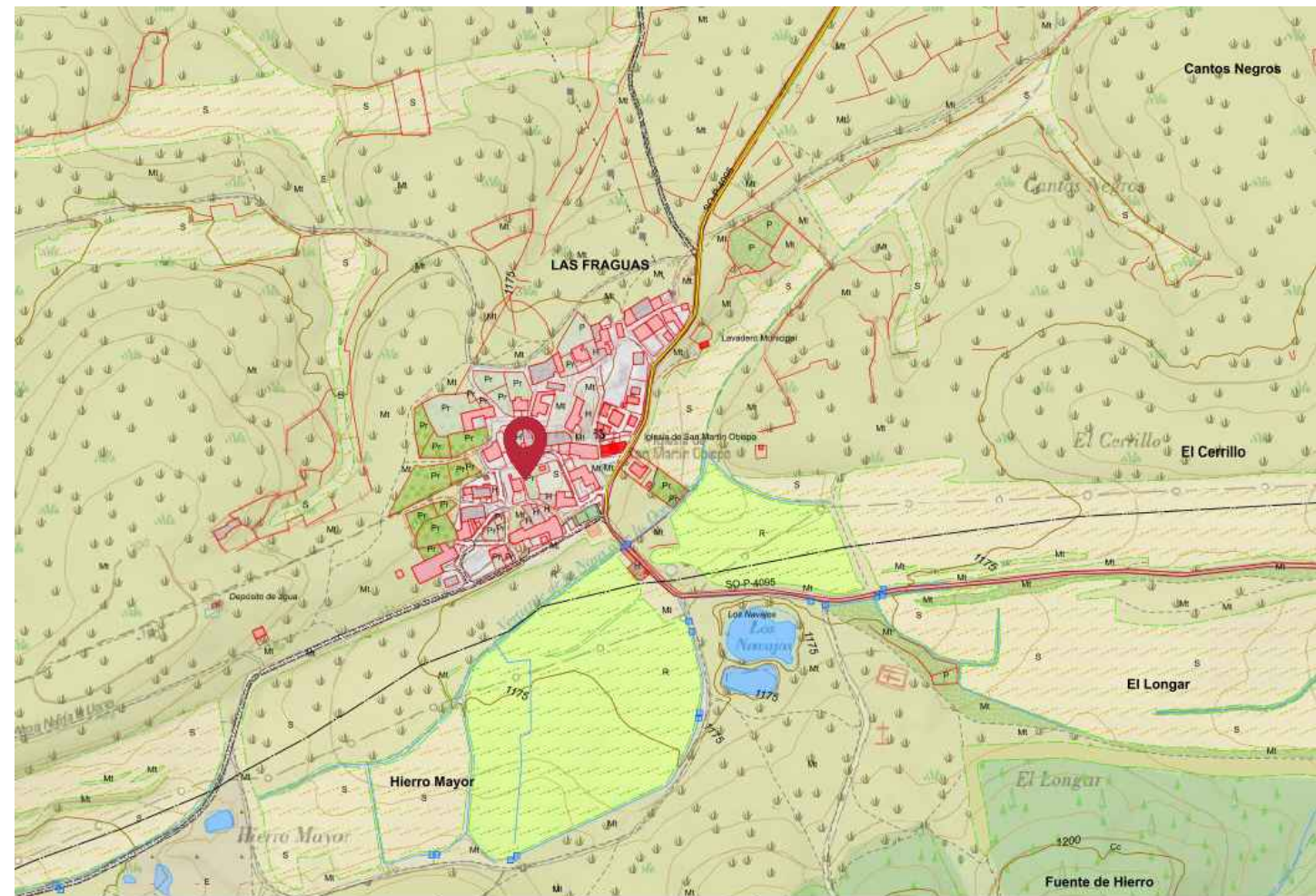
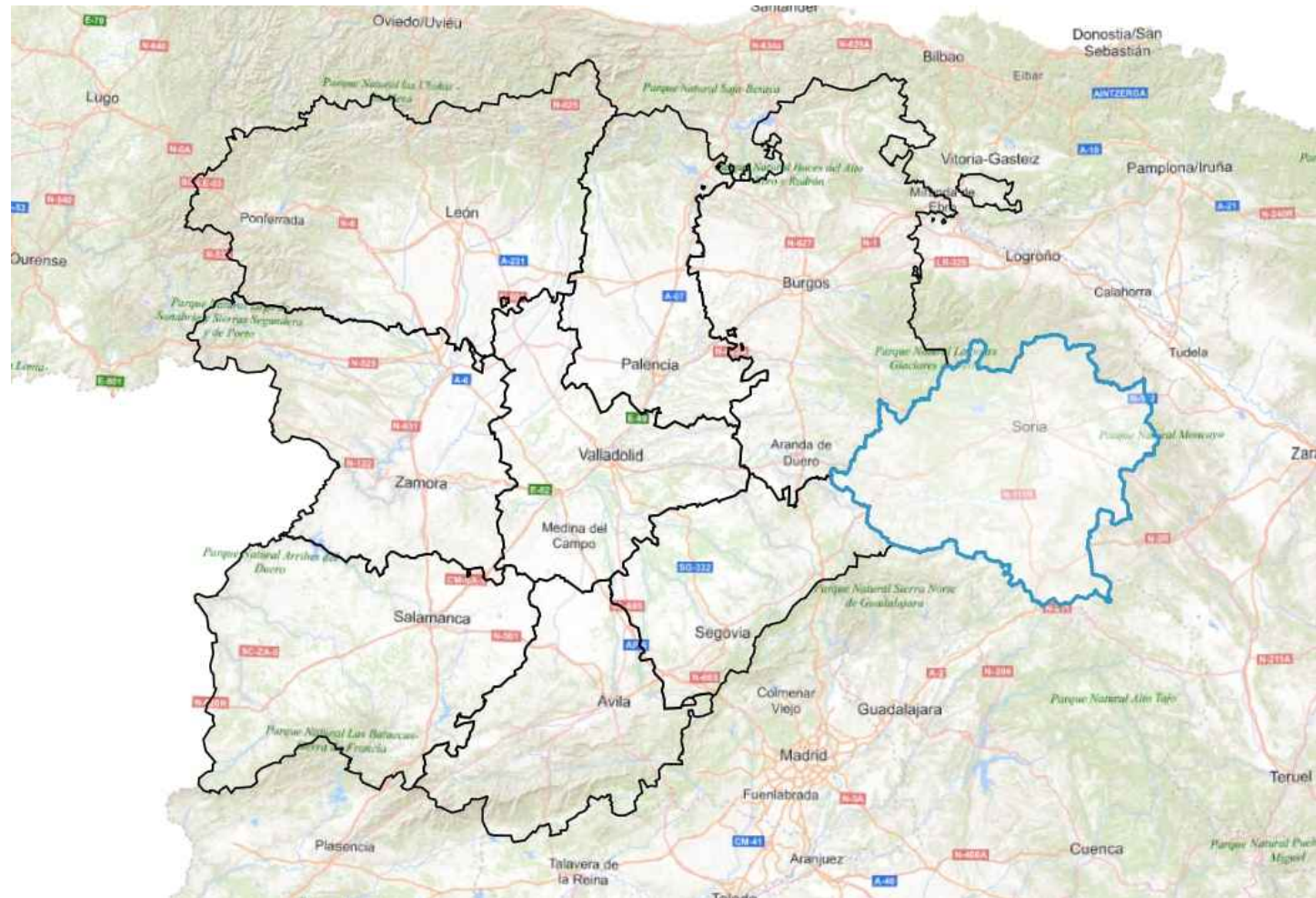
Plano 9: Detalle arqueta de riego.


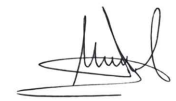
Plano 10: Características y dimensiones de la caseta de riego.

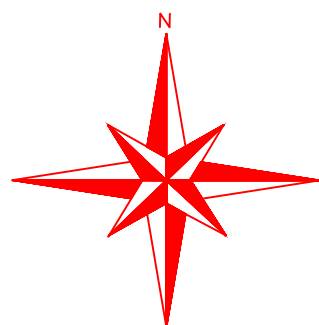
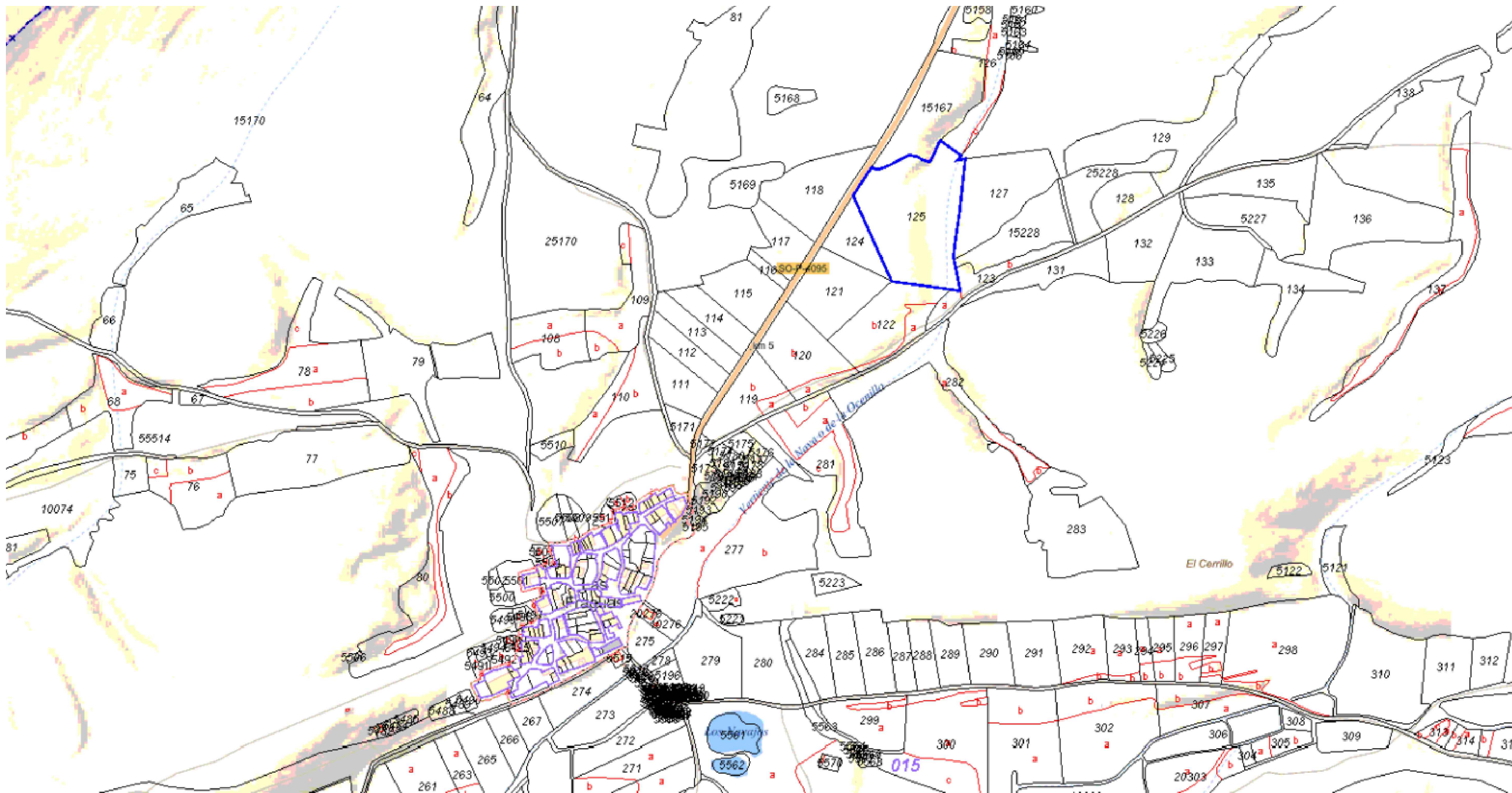
Plano 11: Características de la cimentación de la caseta de riego.

Plano 12: Detalle placas solares.

Plano 13: Detalle balsa.




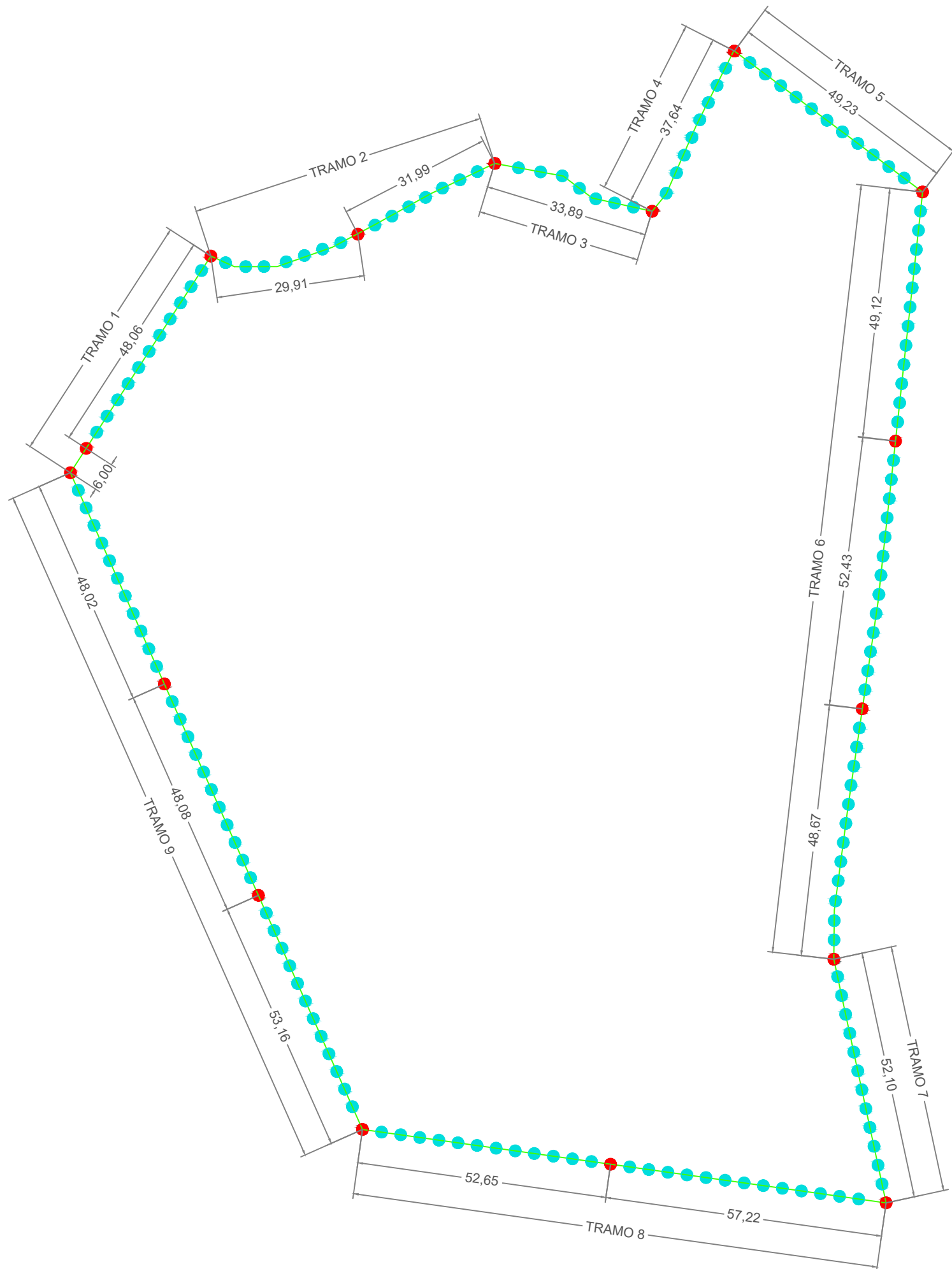
		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO 1	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		ESCALA 1/200.000 FECHA 21/01/2022
	PLANO Localización a nivel autonómico y provincial		
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO		AUTOR Y FIRMA Marta Lafuente Cacho	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS			



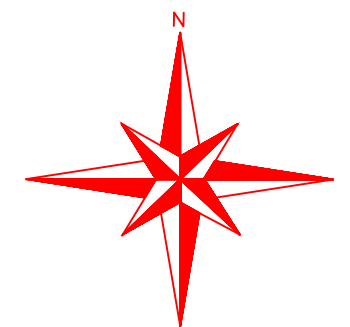
upna

Universidad Pública de Navarra
Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Agrolimentaria y del Medio Rural

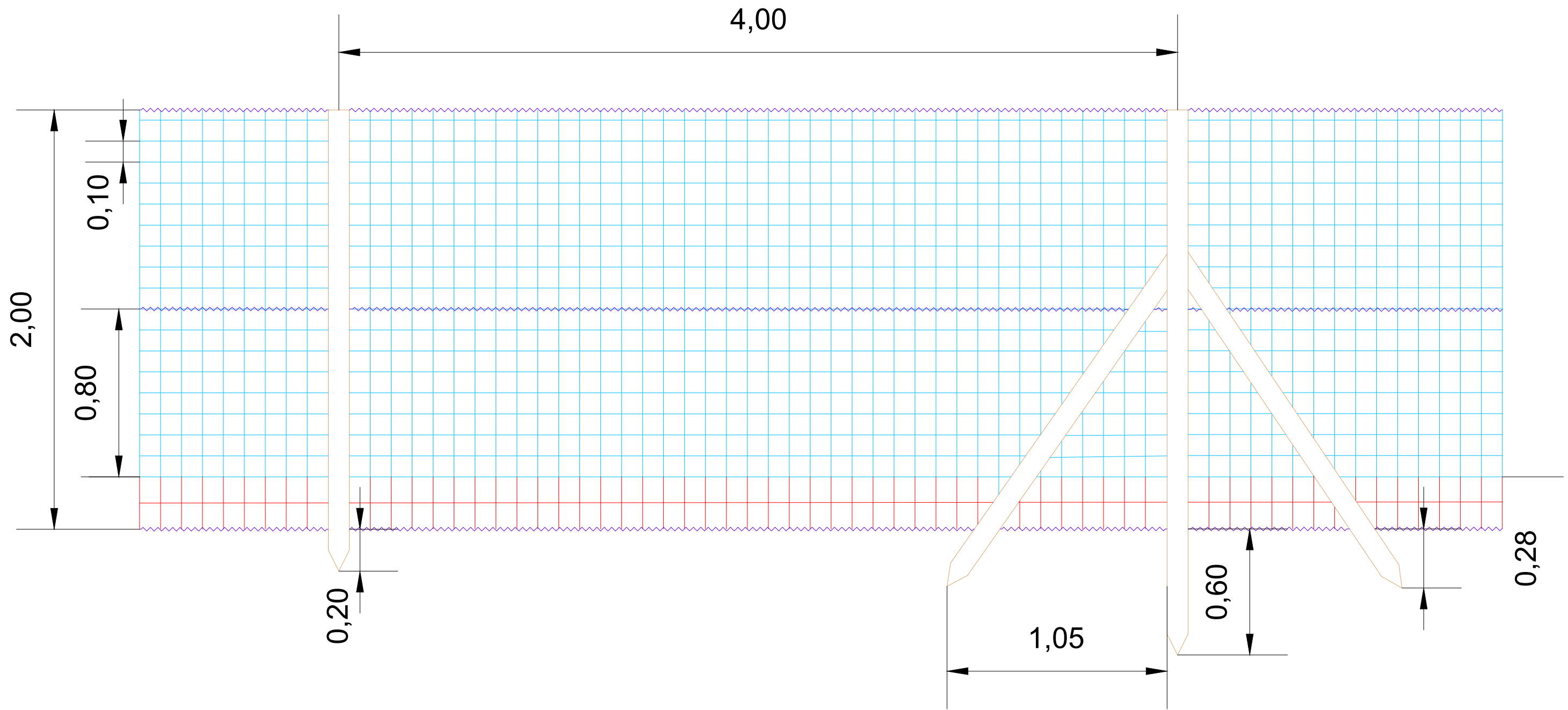
Nº PLANO 2	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)	ESCALA 1/5.000
	PLANO Localización de la zona de actuación	FECHA 21/01/2022
2021_o_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO	AUTOR Y FIRMA	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS	Marta Lafuente Cacho	



- POSTE INTERMEDIO
- POSTE DE TENSIÓN
- LÍNEA DE CERRAMIENTO

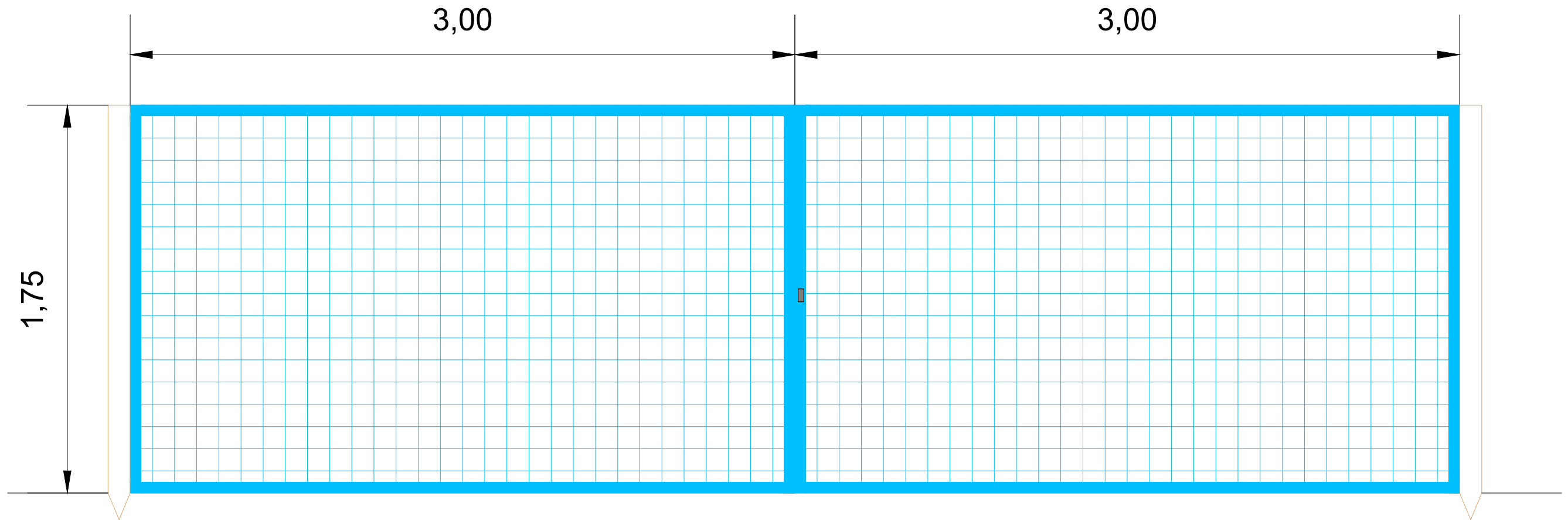


		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agrolimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO	TÍTULO		
3	Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		
	PLANO		ESCALA 1/1.000
	Planta del vallado de la parcela		FECHA 21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO	AUTOR Y FIRMA		
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS	Marta Lafuente Cacho		





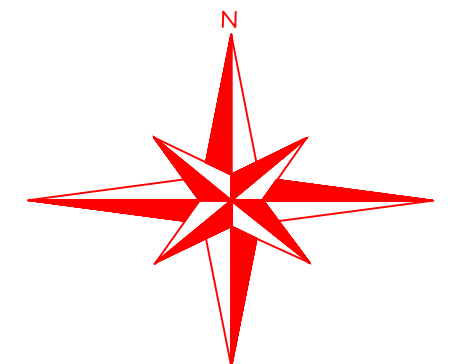
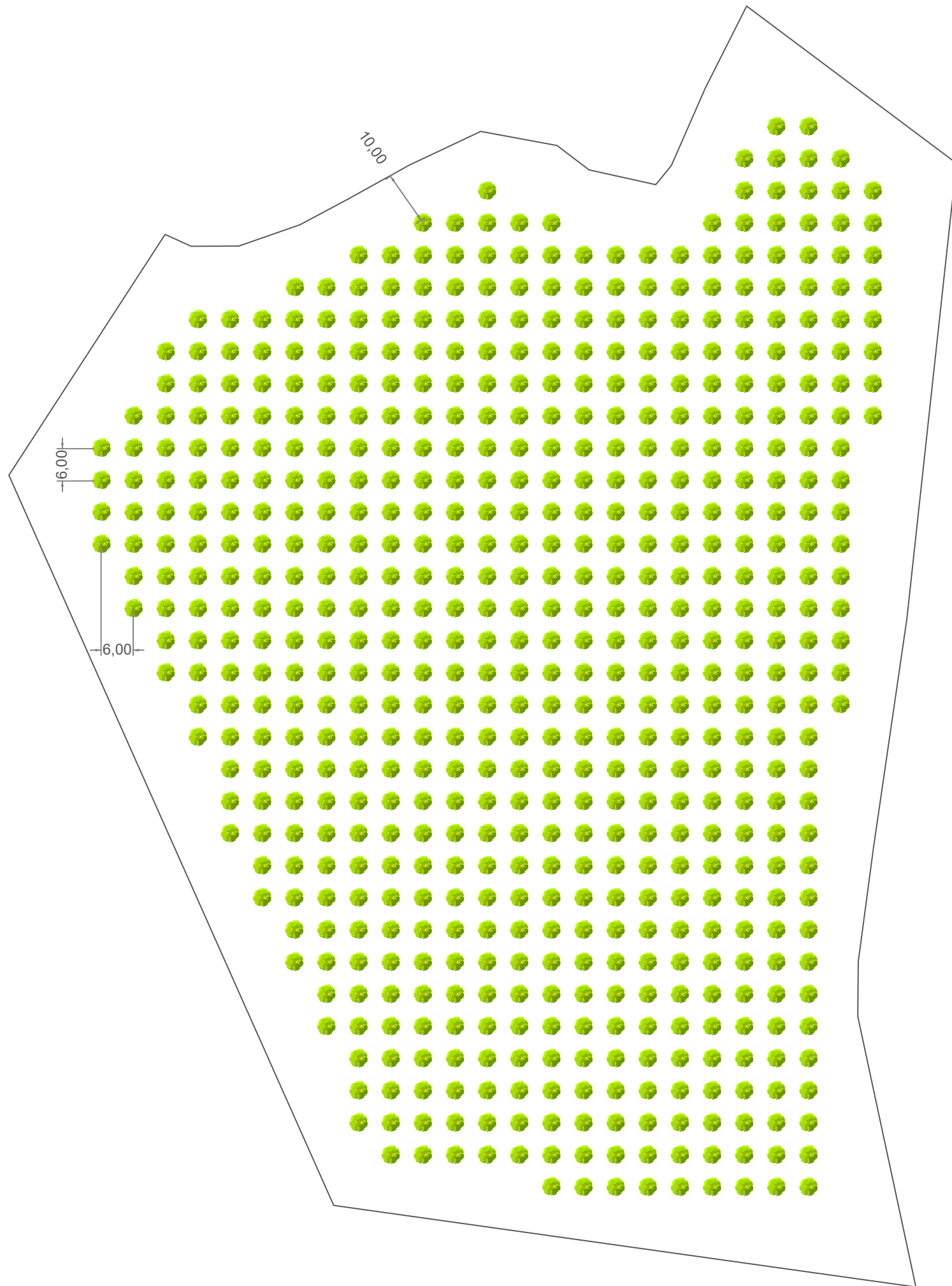
- MALLA CINEGÉTICA
- MALLA ENTERRADA
- ~~~~~ ALAMBRE DE ESPINO GALVANIZADO
- POSTE



upna		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO	TÍTULO		
4	Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		
	PLANO	ESCALA	1/20
	Detalle del vallado	FECHA	21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO		AUTOR Y FIRMA	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS		Marta Lafuente Cacho	

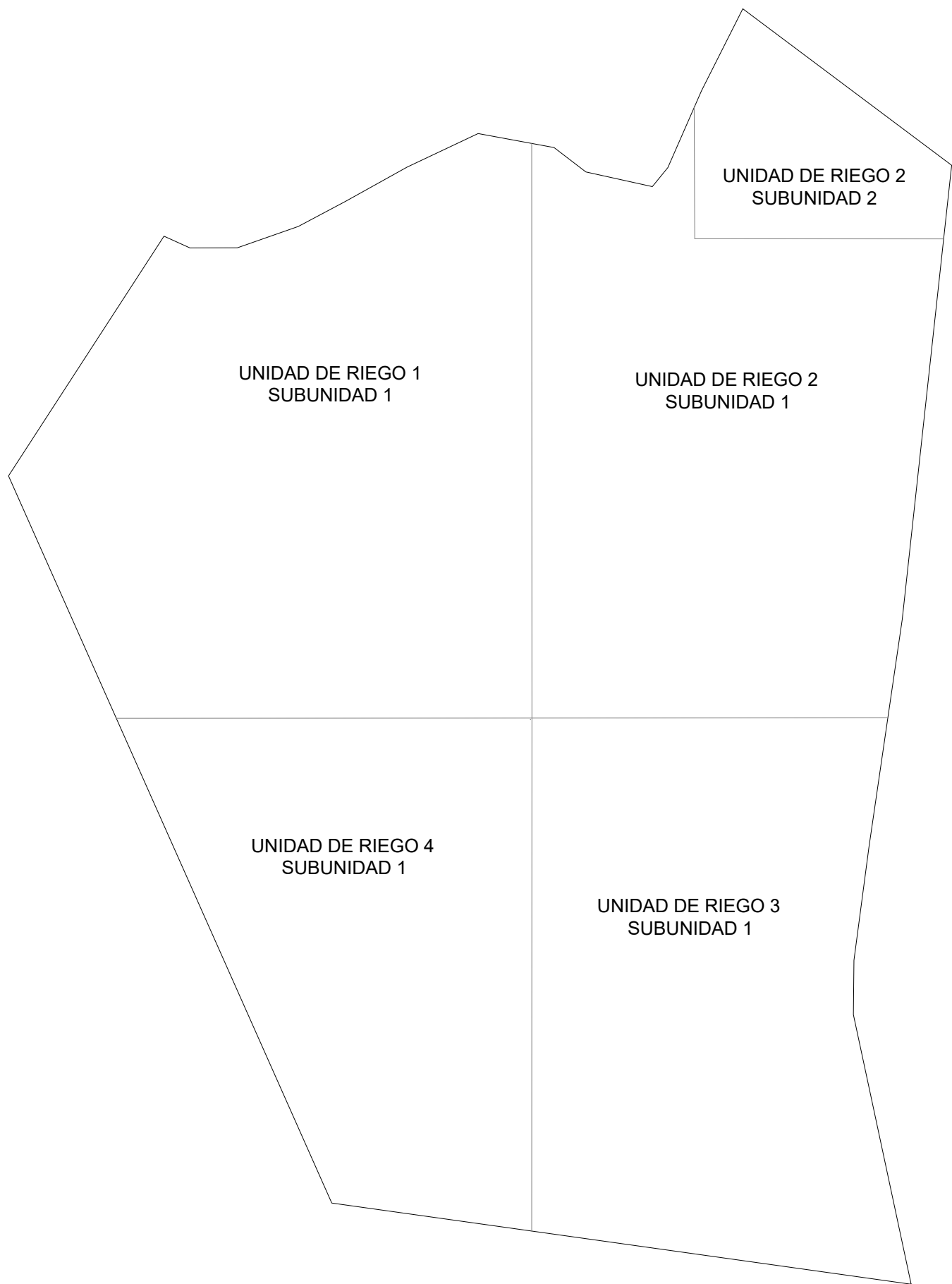




— MALLA CINEGÉTICA
— POSTE

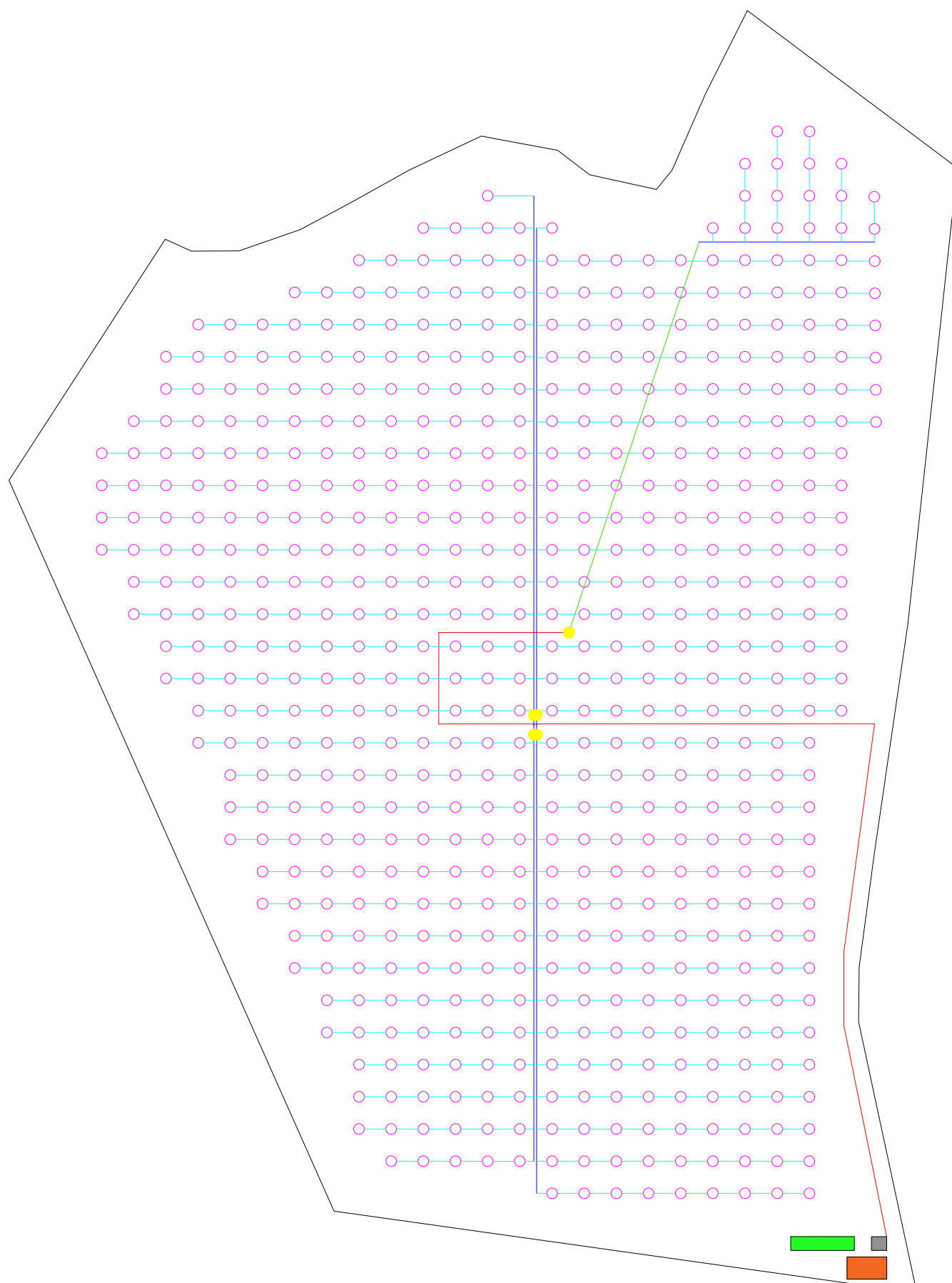
		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO 5	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		ESCALA 1/20
	PLANO Detalle de la puerta		FECHA 21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO		AUTOR Y FIRMA	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS		Marta Lafuente Cacho	
			



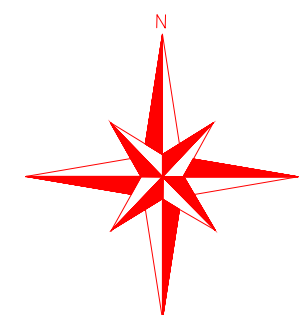
		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO 6	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		ESCALA 1/1.000
	PLANO Vista de la disposición de la plantación		FECHA 21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO	AUTOR Y FIRMA Marta Lafuente Cacho		
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS			




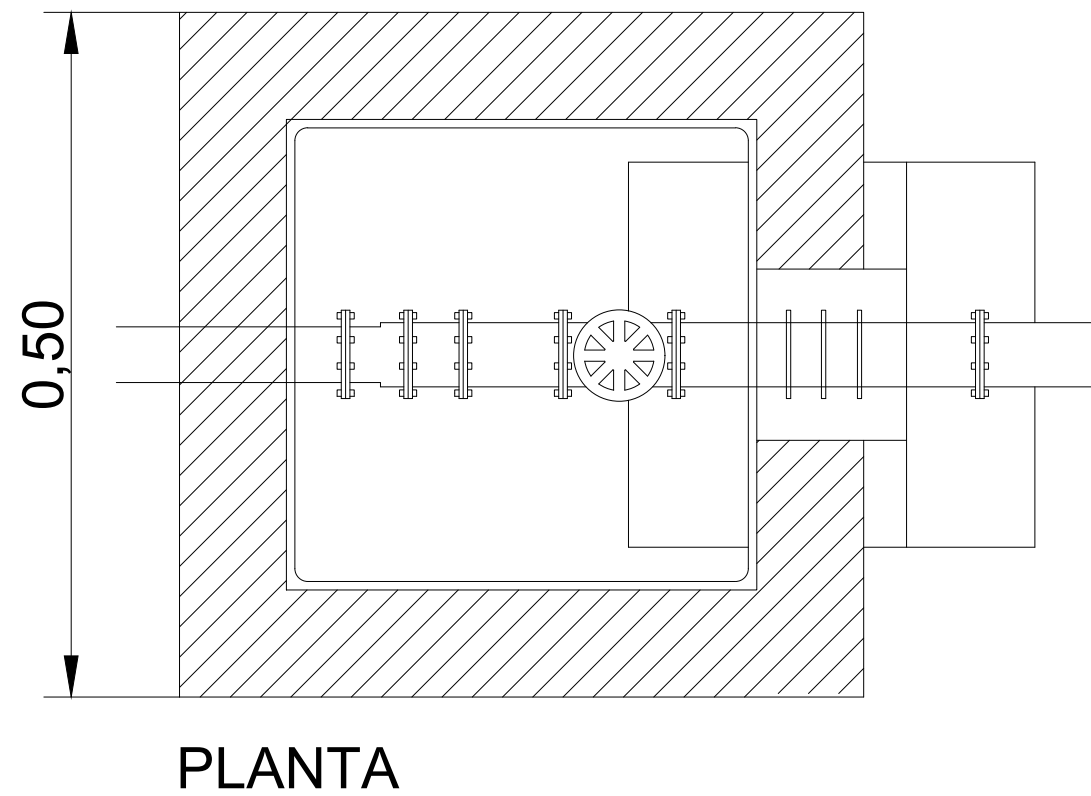
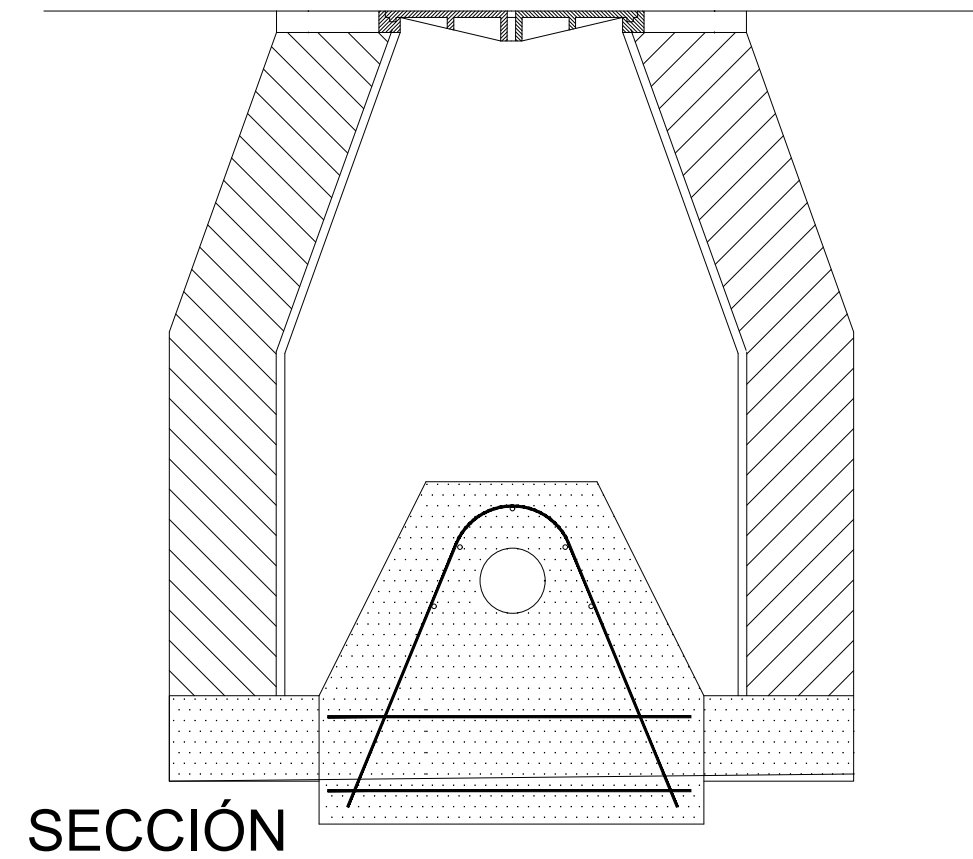
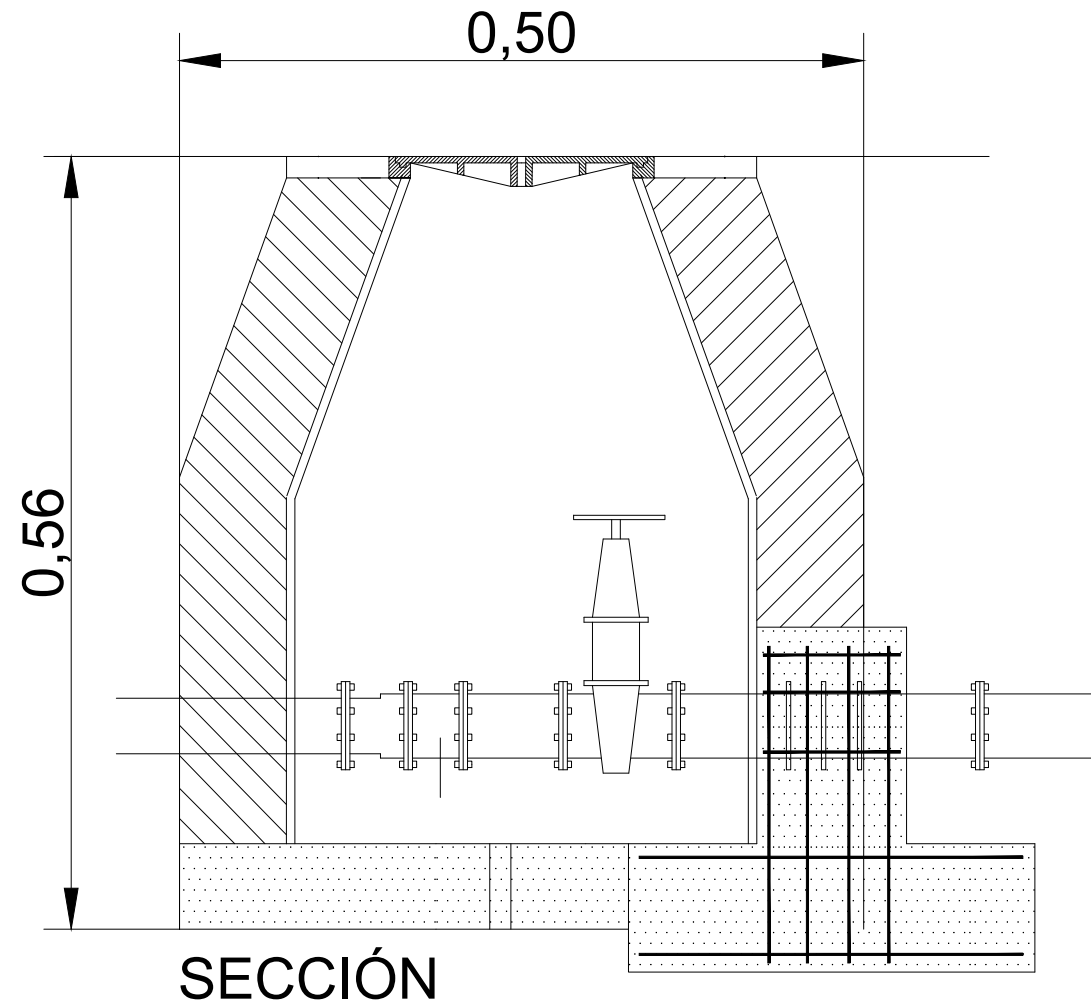
		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agrolimentaria y del Medio Rural	
		Nº PLANO 7	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)
		PLANO Definición de las unidades de riego	
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO	AUTOR Y FIRMA Marta Lafuente Cacho		
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS			




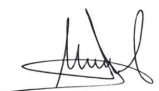
- MICROASPERSOR
- ARQUETA DE RIEGO
- TUBERÍA PRIMARIA
- TUBERÍA SECUNDARIA
- TUBERÍA TERCIARIA
- TUBERÍA LATERAL
- CASETA DE RIEGO
- BALSA
- PLACAS SOLARES

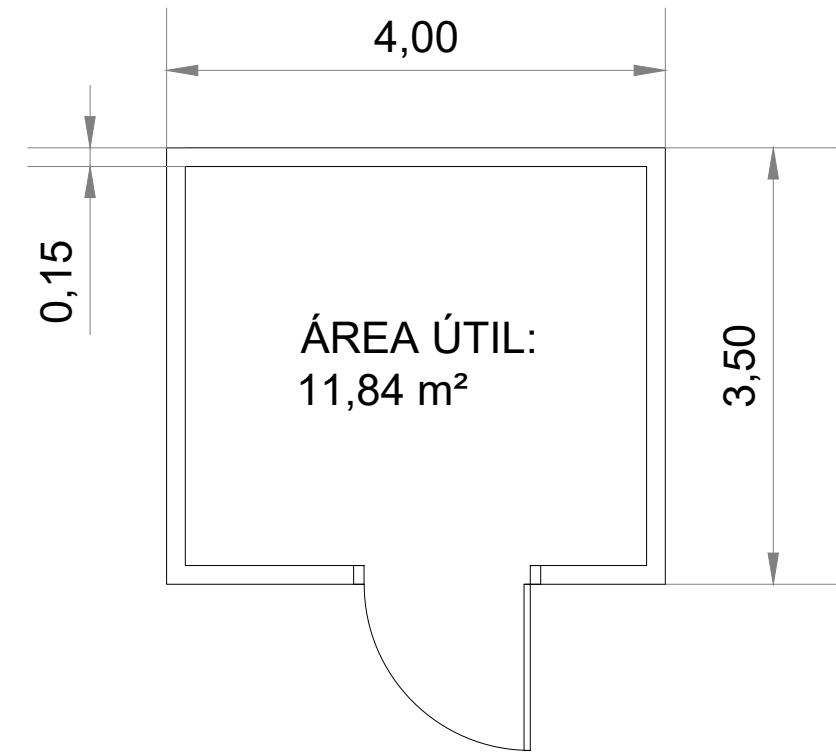
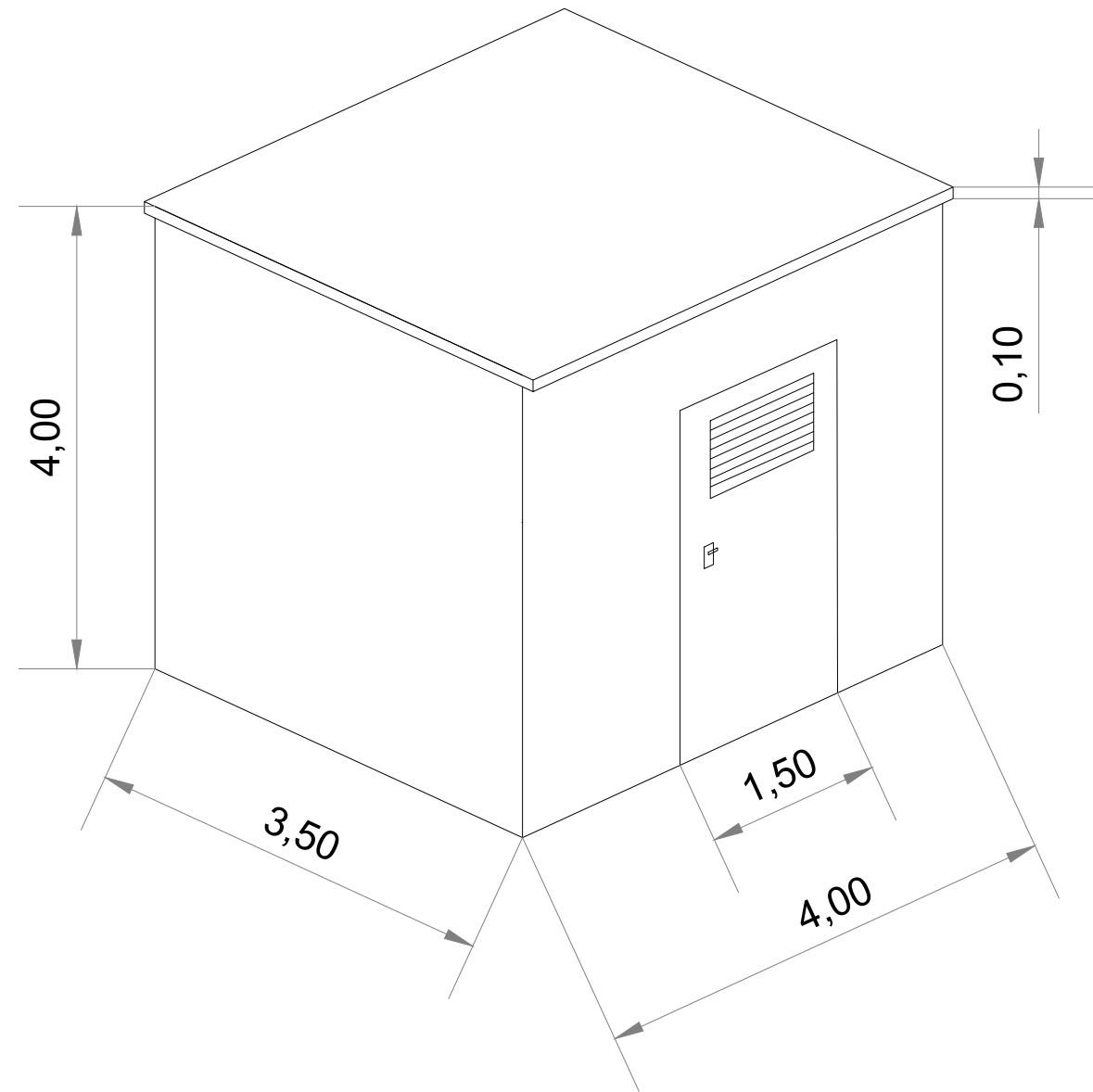


		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agrolimentaria y del Medio Rural	
		Nº PLANO 8	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)
		PLANO Vista de la red de riego	FECHA 21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO		AUTOR Y FIRMA	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS		Marta Lafuente Cacho	



		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agrolimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO 9	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		ESCALA 1/20
	PLANO Detalle arqueta de riego		FECHA 21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO		AUTOR Y FIRMA	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS		Marta Lafuente Cacho	





upna

Universidad Pública de Navarra
Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Nº PLANO

10

TÍTULO

Proyecto de plantación trufera en una parcela de
3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)

PLANO

Características y dimensiones de la caseta de riego

ESCALA 1/20

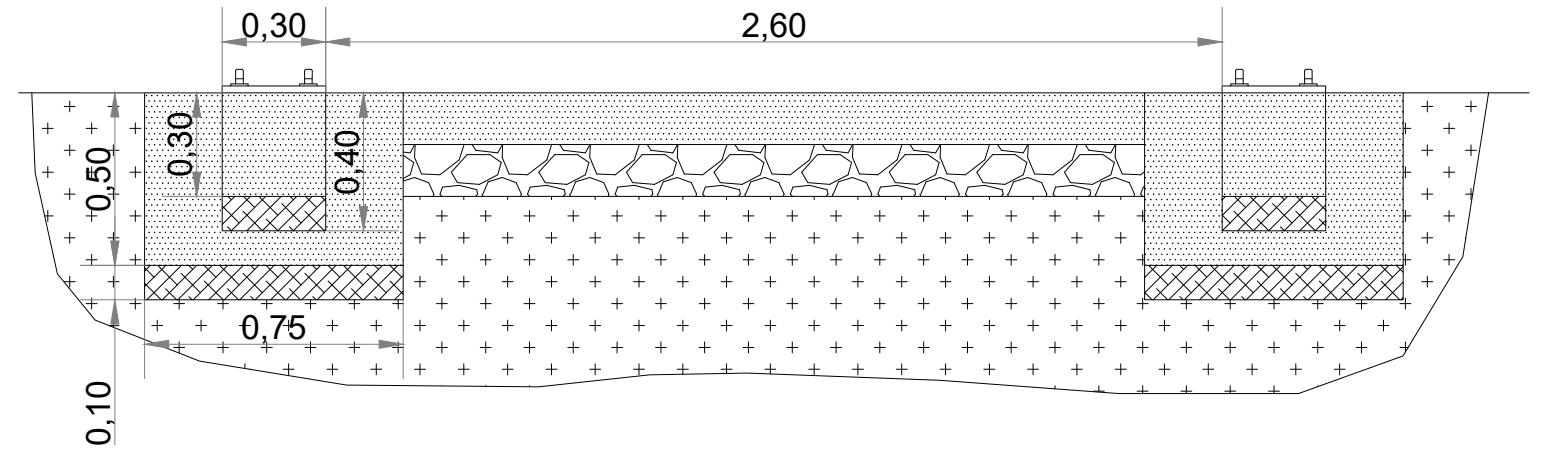
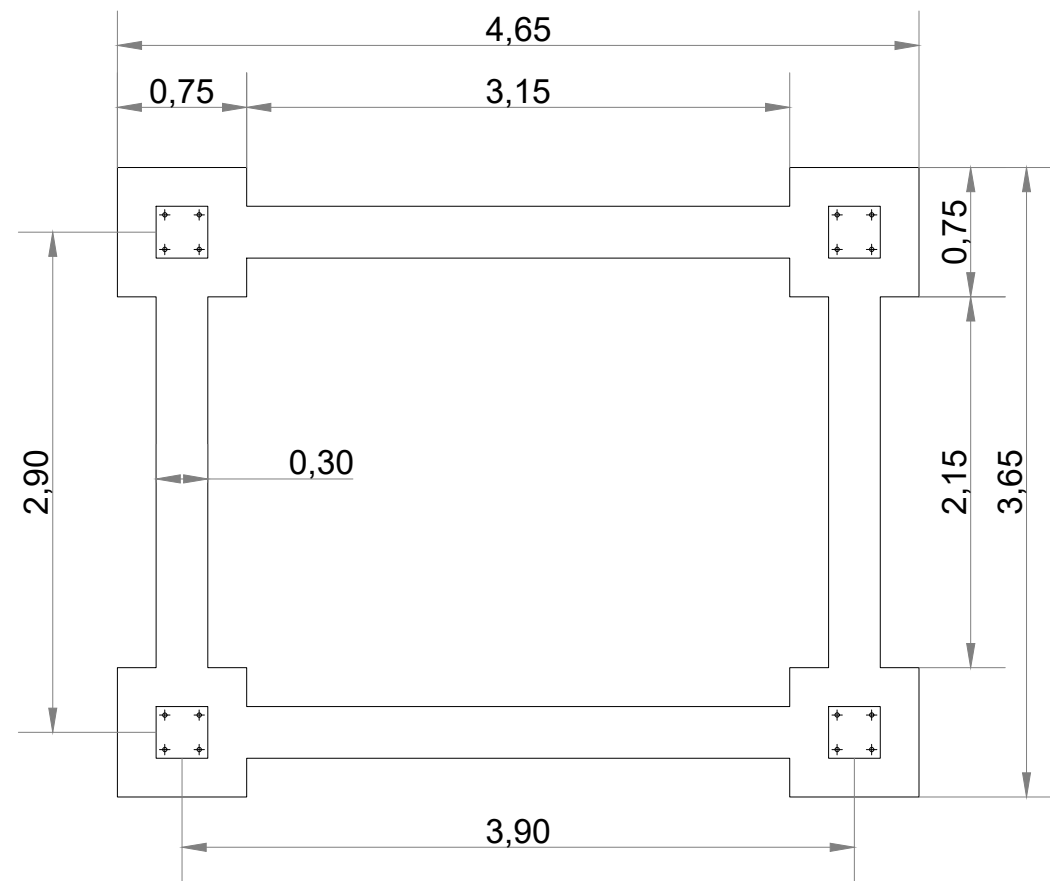
FECHA 21/01/2022





2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO

DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS

AUTOR Y FIRMA

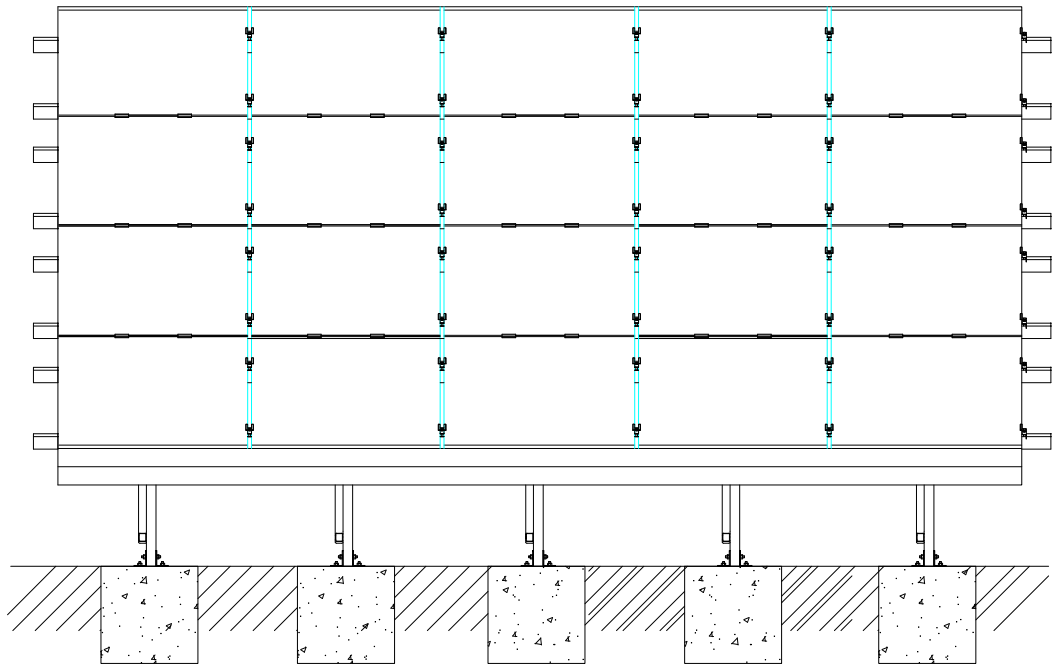
Marta Lafuente Cacho



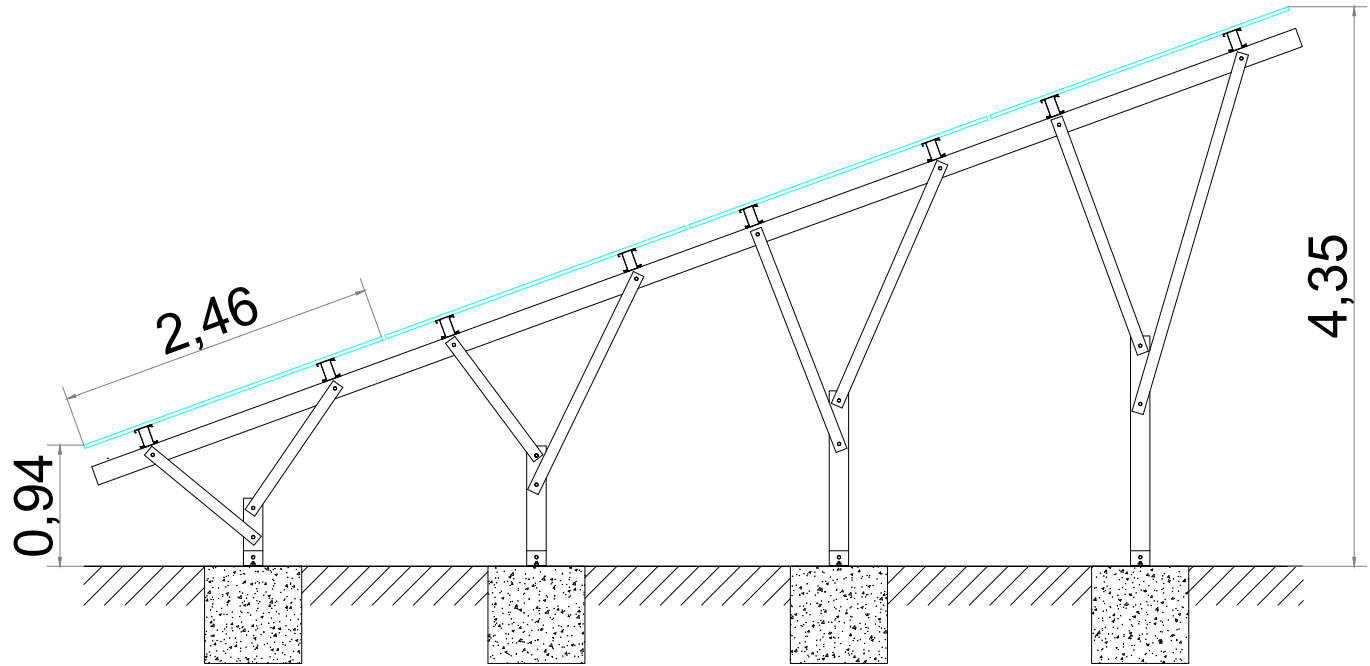
-  HORMIGÓN
-  PIEDRA MACHACADA
-  ARENA
-  TERRENO



		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	
		Nº PLANO <h1 style="font-size: 2em;">11</h1>	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)
PLANO Características de la cimentación de la caseta de riego		AUTOR Y FIRMA Marta Lafuente Cacho	
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS			

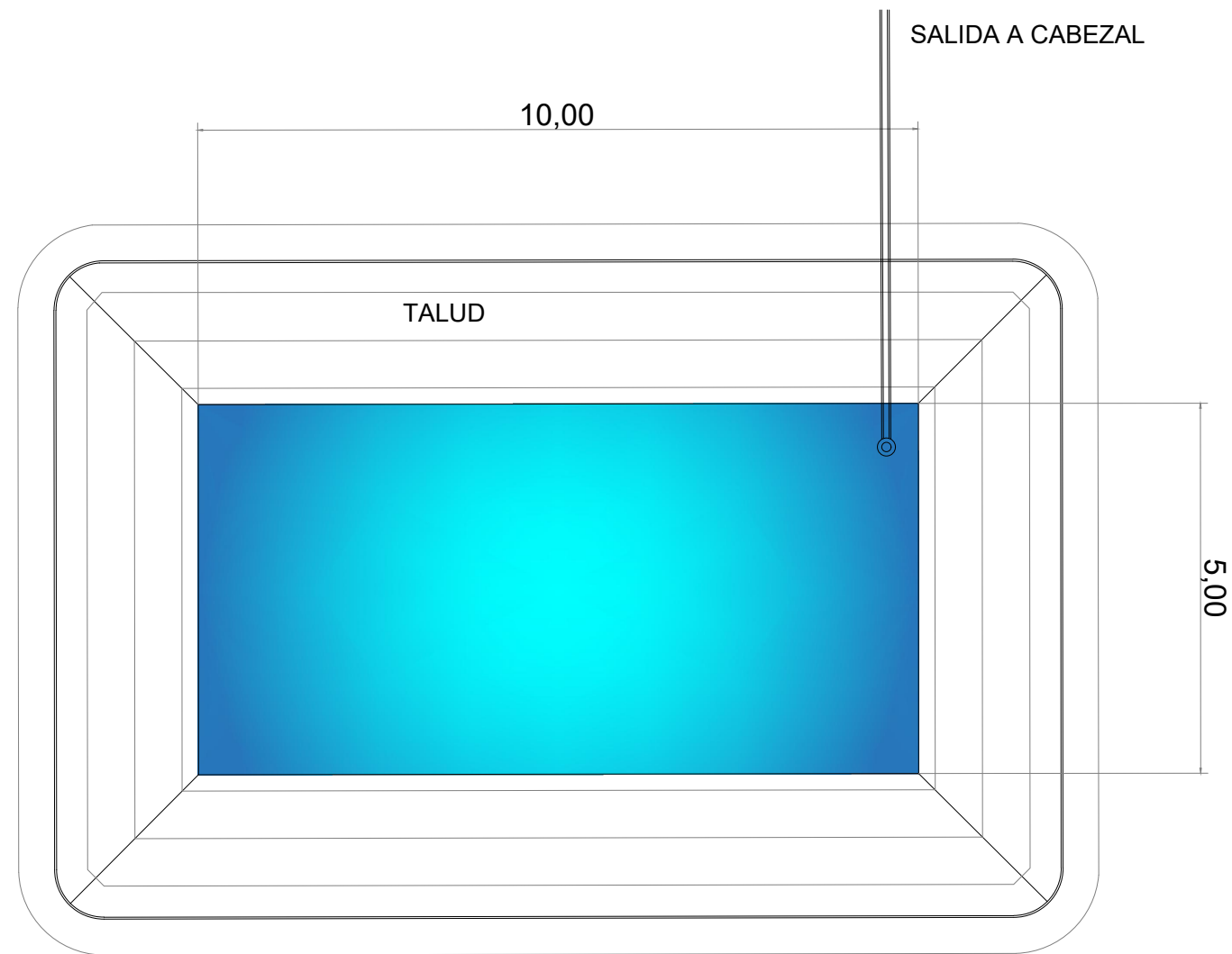
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



		Universidad Pública de Navarra Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	
Nº PLANO 12	TÍTULO Proyecto de plantación trufera en una parcela de 3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)		ESCALA 1/50
	PLANO Detalle placas solares		FECHA 21/01/2022
2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO		AUTOR Y FIRMA	
DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS		Marta Lafuente Cacho	
			



upna

Universidad Pública de Navarra
Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Nº PLANO

13

TÍTULO

Proyecto de plantación trufera en una parcela de
3,84 hectáreas en el municipio de Las Fraguas (Soria)

PLANO

Detalle balsa

ESCALA 1/50

FECHA 21/01/2022

2021_0_501890_1 TRABAJO FIN DE GRADO

DOCUMENTO BÁSICO DE PLANOS

AUTOR Y FIRMA

Marta Lafuente Cacho

DOCUMENTO Nº 4:
PLIEGO DE
CONDICIONES

ÍNDICE DOCUMENTO PLIEGO DE CONDICIONES

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES	5
CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	7
EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN.....	7
EPÍGRAFE II: ASPECTOS DEL CULTIVO.....	17
APARTADO I: MATERIAL VEGETAL.....	17
APARTADO II: FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES.....	20
APARTADO III: OPERACIONES DEL CULTIVO.....	21
APARTADO IV: MAQUINARIA.....	23
APARTADO V: OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN.....	24
APARTADO VI: EL ENCARGADO AGRÍCOLA.....	25
APARTADO VII: MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES.....	26
EPÍGRAFE III: INSTALACIÓN DEL RIEGO.....	26
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	29
EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	29
EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	30
EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....	32
EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	34
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	35
EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.....	35
EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....	35
EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.....	36
EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	38
EPÍGRAFE V: VARIOS	40
CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	41

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Obras objeto del presente pliego.

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 2.- Obras accesorias no especificadas en el pliego.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentran descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto reciba del Ingeniero Director de la Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de la Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar 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 total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

Artículo 3: Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad encargue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadro de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anexos, 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 ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

Artículo 4.- Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo 5.- Director de la Obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Agrícola, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quién una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Artículo 6.- Disposiciones a tener en cuenta.

- Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3410/1975 de 25 de Noviembre y actualizado conforme al Real Decreto 2528/1986 de 28 de Noviembre.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.T.
- Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión y normas MIBT complementarias.
- Órdenes del Ministerio de Agricultura sobre productos fertilizantes y afines.
- Normas de las empresas suministradoras de agua y electricidad.
- Disposiciones emitidas por los entes autonómicos.
- Disposiciones y normas estatales y provinciales sobre legislación medioambiental.

Normas Urbanísticas Regionales de Castilla y León.

CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

EPÍGRAFE I: CONSTRUCCIÓN

Artículo 7.- Replanteo.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

Artículo 8.- Cimentaciones.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Su construcción se efectuará siguiendo las especificaciones de las Normas Tecnológicas de la Edificación CSC, CSL y CSZ.

Artículo 9.- Movimientos de tierras.

Conjunto de desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptarán las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas: NTE-AD, NTE-ADE, NTE-ADV, NTE- ADZ.

Artículo 10.- Hormigones.

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los medios presentes de puesta en obra compactación, rellene perfectamente los encofrados sin que aparezcan coqueras. Todo esto se valorará determinando la consistencia de los hormigones empleados mediante el procedimiento descrito en el método de ensayo UNE-7130.

Los defectos, grietas, deformaciones, roturas, etc., no admisibles a juicio del director de obra que presenten las obras de fábrica serán motivo más que suficiente para ordenar su demolición con la consiguiente reconstrucción, sin derecho de indemnización por parte del contratista.

Los moldes y encofrados serán suficientemente impermeables para que no tengan lugar los escapes por las juntas y lo bastante resistentes para que no se produzcan flexiones o deformaciones. El sistema de moldeo y encofrado merecerá la expresa aprobación del ingeniero director de obra.

Las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa, armado o presentado, fabricados en obras o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la instrucción EHE-08: "Instrucción de Hormigón Estructural". Asimismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH "Estructuras de hormigón". Las características mecánicas de los materiales, dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en el presente proyecto.

Los hormigones se ajustarán a las especificaciones contenidas en la Documentación Técnica, cuidando la dosificación y midiendo la consistencia en fresco, estando prohibido el uso de aditivos, salvo autorización escrita de la Dirección Facultativa.

El cemento se medirá preferentemente, si se dispone de medios para ello, en peso; en todo caso se procurará la máxima exactitud. Los áridos se medirán en volumen, cuidando que los recipientes para las mediciones estén siempre llenos y enrasados.

El vertido de los materiales para el amasado se hace en el siguiente orden: mitad del agua, cemento y arena, grava y el resto de agua. El amasado se hará siempre en hormigonera y el periodo de batido será suficiente para conseguir la mezcla homogénea de los componentes.

Si el hormigón es servido por central, cumplirá todas las especificaciones anteriores y se prohibirá agregar agua al hormigón en el recipiente de transporte o durante su manipulación.

Artículo 11.- Mortero.

Mortero de cal grasa: El mortero común se fabricará apagando la cal por el método ordinario, y una vez obtenida la pasta, se mezclará con la arena, en la proporción de dos a tres partes de arena (en volumen siempre) por una de cal. Agregando el agua necesaria, se batirá perfectamente, graduándose su consistencia, según la clase de fábrica en que se haya de aplicar.

Las arenas empleadas serán de grano grueso, a ser posible de miga o silíceas.

La proporción de cal y arena podrá ser alterada si así lo requiere la naturaleza de los materiales.

Mortero de cal hidráulica: El mortero de cal hidráulica se obtendrá por la mezcla de una parte de cal con 1,70 de arena fina, silíceas o calcáreas (en ningún caso arcillosa), no estimándose como absoluta esta relación, que es susceptible de modificarse, según lo determine la naturaleza de los materiales. El amasado se hará en el momento de su empleo, graduándose su consistencia según demanden las condiciones de la obra.

La resistencia del mortero normal de cal hidráulica no deberá ser, inferior a las siguientes cantidades:

En probetas conservadas en el aire: Resistencia a tracción A los 7 días, 1,5 kilos por cm². A los 28 días, 4 kilos por cm².

En probetas sumergidas en agua a las 24 horas: Resistencia a tracción A los 7 días, 2 kilos por cm². A los 28 días, 5 kilos por cm². Resistencia a compresión

La mezcla se hará a máquina, o a mano, en seco y sobre un peso de tablas, agregando después el agua necesaria para el mezclado, de modo que el mortero tenga la consistencia conveniente. Las proporciones indicadas se consignan como reguladores. Pudiendo modificarse, dentro de los límites prudentes, según lo exija la naturaleza de los materiales.

Los morteros de cemento se emplearán dentro del plazo de diez minutos que sigue a su preparación.

Las cales hidráulicas y los cementos deberán estar en el momento de su empleo en estado de polvo.

El amasado del mortero se hará de tal suerte que resulte una pasta homogénea y sin palomillas.

Artículo 12.- Suelos y pavimentos.

Los pavimentos se ejecutarán de modo que resulten sus superficies planas y horizontales con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones y sin presentar cejas, torceduras, ni diferencias de tonalidad.

No se permitirá el tránsito por los solados de baldosín hasta transcurridos cuatro días como mínimo de su colocación.

Se prohíbe sin las debidas precauciones sobre los solados ejecutados, ajustar materiales, colocar andamios, ejecutar morteros, etc., así como todo tipo de operaciones que contribuyan al deterioro o suciedad de los mismos. El contratista viene obligado a presentar los solados limpios de toda

mancha, que, como salpicaduras de revestimiento o pinturas, provengan de operaciones propias de las obras.

Artículo 13.- Acero laminado.

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en los elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo, se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.
- NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de características y los productos laminados actualmente utilizados.
- NBE-MV-105: "Roblones de acero".
- NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".
- NTE-EA: "Estructuras de acero".

Artículo 14.- Cubiertas y coberturas.

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o poli metacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad. Asimismo, se regulan las azoteas y los lucernarios.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".
- NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados".
- NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras".
- NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra".
- NTE-QTS: "Cubiertas. Tejidos sintéticos".
- NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas".
- NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de Zinc".
- NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas".

- NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables".
- NTE-QAT: "Azoteas transitables".
- NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas."
- NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido".
- NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2085/86 de 12 de Septiembre).

Artículo 15.- Albañilería.

Se refiere el presente artículo a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras, y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFB: "Fachadas de bloques".
- NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".
- NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".
- NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".
- NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".
- NTE-RPA: "Revestimiento de paramentos. Alicatados".
- NTE-RPE: "Revestimiento de paramentos. Enfoscado."
- NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos".
- NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pintura".
- NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos".
- NTE-RSC: "Revestimiento de suelos continuos".
- NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles".
- NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos".
- NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras"
- NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos".
- NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas".
- NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos".
- NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo".

Artículo 16.- Enlucidos.

El trabajo a que se refiere este artículo comprende el suministro de toda la instalación, mano de obra, equipo, elementos auxiliares y materiales y la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el trabajo enlucido de los muros interiores y exteriores y techos, en los lugares indicados en los planos, de estricto acuerdo con el presente Pliegos de Condiciones y planos correspondientes y sujeto a las cláusulas y estipulaciones del contrato.

Se tenderán los enlucidos de los distintos tipos, número de capas, espesor y mezclas en los lugares indicados en los planos o especificados en el presente Pliego. Cuando el Ingeniero ordene reducir la absorción de los muros de fábrica, la superficie se humedecerá por igual antes de la aplicación del enlucido, que se aplicará directamente a las superficies y muros interiores y exteriores.

Cuando el enlucido termine junto a huellas y contrahuellas de peldaños, se llegará a la unión de los dos materiales para indicar claramente la separación de los mismos. El enlucido no se tenderá hasta que los cercos de ventanas y puertas estén recibidos en fábrica.

Todo lo establecido cumple con las especificaciones técnicas de la sección correspondiente de la NTE.

Artículo 17.- Carpintería y cerrajería.

Se refiere al presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

- NTE-PPA: "Puertas de acero".
- NTE-PPM: "Puertas de madera".
- NTE-PPV: "Puertas de vidrio".
- NTE-PMA: "Mamparas de madera".
- NTE-PML: "Mamparas de aleaciones ligeras".

Artículo 18.- Pinturas.

El trabajo comprendido en este artículo, consiste en suministrar toda la instalación, mano de obra, equipo, materiales y elementos auxiliares, y en ejecutar todas las operaciones relacionadas con la pintura, según se exija en los cuadros de acabado de pinturas, y en el acabado de todas las superficies exteriores del edificio, incluyendo la pintura protectora de las superficies metálicas, todo ello completo, de estricto acuerdo en esta Sección de Condiciones y sujeto a las cláusulas y estipulaciones del contrato.

Se adoptará lo establecido en las normas NTE correspondientes.

Artículo 19.- Saneamientos.

El trabajo a que se refiere este artículo incluye el suministro de toda la instalación, mano de obra, equipo, materiales y accesorios, excepto aquellas partidas que deban ser suministradas por otros,

así como la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la construcción de redes de saneamiento de aguas residuales, hasta los puntos de conexión con los desagües del edificio, fuera del mismo: tuberías principales de agua y su conexión a los servicios del edificio y estructuras; con excavación, zanjado y relleno para los distintos servicios.

Todo ello en estricto acuerdo con la presente Sección del Pliego de Condiciones y sujeto a los términos y condiciones del Contrato, así como la obtención de licencias y cumplimientos de cuantos requisitos exijan las disposiciones oficiales para las acometidas.

Se adoptará lo establecido en las normas NTE correspondientes.

Artículo 20.- Instalación eléctrica.

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.

Asimismo, se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

- NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión".
- NTE-IEE: "Alumbrado exterior". NTE-IEI: "Alumbrado interior".
- NTE-IEP: "Puesta a tierra".
- NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.

Todos los conductores serán de cobre comercial puro, si la sección en algún punto resulta en un 3% menor que la normal, el conductor no será aceptado.

Todos los materiales procederán directamente de fábrica, desechándose los que acusen deterioro por mal trato, picaduras u otros defectos de su envoltura exterior.

Los aparatos se suministrarán completos, no tendrán defecto alguno, sus diferentes partes estarán bien sujetas y todo el aparato estará garantizado por una casa acreditada.

Los conductores eléctricos se introducirán con cuidado en la tubería para evitar dañar su aislamiento.

No se permitirá que los conductores tengan empalmes, en caso de tener que hacerlos, se harán en las cajas de derivación y siempre por medio de conectores.

El color de la envoltura de los conductores activos se diferenciará de la de los conductores neutro y tierra.

La medición se hará por punto de luz o enchufes para cada unidad de éstos, en los que se incluyen los mecanismos y parte proporcional de la tubería. Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-91 sobre condiciones de protección.

Asimismo, se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas anteriores.

Artículo 21.- Instalaciones de protección.

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CIP-91 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

Artículo 22.- Obras o instalaciones no especificadas.

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

Artículo 23.- Condiciones generales a cumplir por los materiales

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en el presente Pliego de Condiciones y deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director.

ARIDOS

La arena que se emplee en la construcción será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuera necesario se tamizará y lavará convenientemente en agua limpia.

Las gravas que se serán producidas por machaqueo y cumplirán las siguientes condiciones:

- No serán descomponibles por agentes atmosféricos.
- No contendrán sustancias que perjudiquen al hormigón o alteren el fraguado, tales como arcillas, limos, carbones, productos afrutados, materia orgánica, etc.
- Horizontal entre barras, admitiéndose a lo sumo el 10% de los elementos más gruesos de esta separación.
- El tamaño máximo del árido no superará en ningún caso a la 1/4 parte de la mínima dimensión del elemento a ejecutar, ni superior a los 5/6 de la distancia.

- Tendrán resistencia no inferior a la exigida al hormigón.

MORTERO

El fraguado de los morteros de cemento no debe comenzar antes de una hora, ni terminar antes de cuatro ni después de doce.

La estabilidad del volumen debe ser completa.

La resistencia del mortero normal a compresión a los 28 días será de 200 Kg/m² como mínimo.

AGUA

El agua empleada en la confederación de los morteros será potable, no admitiéndose aguas salitrosas, no magnésicas, así como todas aquellas que contengan sustancias perjudiciales para la resistencia y conservación en buen estado de los morteros y hormigones.

La cantidad de agua que ha de emplearse para el batido de los morteros y hormigones ha de ser estrictamente la precisa para efectuar esta operación.

CEMENTO

Cementos naturales: Deberán ser el resultado de la molienda de rocas calizas-arcillosas después de calcinadas, sin agregar ninguna sustancia extraña.

Cementos artificiales: Serán de marcas acreditadas y sometiendo los productos a los análisis químico-mecánicos y de fraguado, darán los resultados exigidos para esta clase de materiales.

Ambos cementos irán envasados y se almacenarán convenientemente, a fin de que no pierdan las condiciones de bondad necesarias para ser aplicadas en la construcción. El cemento deberá estar en el momento de su empleo en estado pulverizado y perfectamente seco.

ENCOFRADOS

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o mixtos, pero siempre deberán ofrecer la rigidez suficiente para soportar sin deformación apreciable los esfuerzos debidos a la puesta en obra del hormigón necesario para la ejecución de la obra, así como su posterior vibrado. Estos encofrados deberán estar fuertemente anclados al subsuelo para evitar que por su cesión se puedan formar grietas en los bordes o en las proximidades de las juntas longitudinales o transversales.

El vibrado del mismo, se realizará bien con regla vibrante o con vibradores internos de forma que se consiga la máxima compacidad de las mezclas.

HORMIGONADO CON TEMPERATURAS EXTREMAS

Durante los días de heladas no se permitirá trabajar en función alguna en que se emplee mortero de cualquier clase que sea. Cuando pudiera sospecharse que durante la noche la temperatura había de descender por debajo del cero de los termómetros centígrados, se abrigarán cuidadosamente fábricas con esteras, pajas y otros medios que sean aprobados por el Ingeniero Director. Se demolerá toda obra en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas.

Para el caso de grandes calores, el Ingeniero Director está facultado para suspender la ejecución de las obras si lo estima necesario.

El hormigonado se continuará una vez que se haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no ha sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada

CURADO DEL HORMIGON

Una vez terminado el hormigonado, y durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, se mantendrá éste con humedad constante de diez (10) a quince (15) días, dependiendo de la época del año.

El curado podrá realizarse manteniendo húmeda la superficie del pavimento, mediante riego directo que no produzca deslavado del hormigón o a través de materiales que retengan la humedad y no contengan sustancias nocivas, para el hormigón. Estas materias pueden ser sacos, arena, plásticos, etc.

MATERIALES METALICOS

Los materiales metálicos serán de la mejor calidad o clase, sin deformaciones, roturas ni otros defectos.

No se permitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las armaduras.

En las piezas compuestas para uniones de otras, la longitud, forma y situación de los cubrejuntas y el nº y diámetro de los tornillos se ajustarán a las instrucciones que previamente dicte el Ingeniero Director.

Todos los materiales serán de buena calidad, exentos de deformaciones y roturas, estarán bien trabajados, presentando buen ajuste en todos los empalmes y juntas.

OTROS MATERIALES

Los demás materiales que entren en las obras, para los que no se detallan condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarlos en la obra serán reconocidos por el Ingeniero Director, quedando en su mano la facultad de desecharlos.

EPÍGRAFE II: ASPECTOS DEL CULTIVO.

APARTADO I: MATERIAL VEGETAL.

Artículo 24.- Características generales de las plantas.

Todas las plantas que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en el presente Pliego y deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director de Obras.

Las plantas para el cultivo principal pertenecerán a la especie y la variedad señaladas en la Memoria, y portarán el hongo *Tuber melanosporum* mediante inoculación y reunirán las condiciones de tamaño y desarrollo pactadas con el Director del Proyecto. Se asegurará un buen estado sanitario de las mismas.

Las plantas para el cultivo intercalar pertenecerán a la especie y la variedad señaladas en la Memoria o en el Anejo correspondiente, y reunirán las condiciones de tamaño y desarrollo pactadas con el Director del Proyecto. Se asegurará un buen estado sanitario de las mismas.

Artículo 25.- Procedencia de las plantas

Las plantas procederán de viveros inscritos en el Registro oficial correspondiente, con un potencial productor capaz de alcanzar la cantidad de planta de calidad requerida por el Director del Proyecto.

Los pasaportes fitosanitarios deben ser expedidos por los órganos competentes.

El Promotor no asume la responsabilidad de asegurar que el contratista encuentre en el lugar de procedencia elegido la planta adecuada en cantidades suficientes para la repoblación proyectada, en el momento de su ejecución.

La procedencia indicada sirve para definir la distancia de transporte de la planta y para fijar los excesos de transporte de la misma, en los casos en que el Promotor autorice al Contratista a utilizar materiales de otra procedencia, con mayor distancia de transporte y le reconozca el derecho a la percepción de dichos excesos.

Artículo 26.- Obligaciones del proveedor del material vegetal.

Como suministrador del material vegetal, el proveedor está obligado a:

- Reponer todas las marras producidas por causas que le sean imputables.
- Asegurar que las plantas están desprovistas de virus.
- Sustituir todas las plantas que, a la terminación del plazo de garantía, no reúnan las condiciones exigidas en el momento del suministro.
- Suministrar el pasaporte fitosanitario junto con el material vegetal.
- Asegurar que están tratadas con productos fitosanitarios de manera que se tengan las

máximas garantías sanitarias.

- Garantizar que las variedades suministradas se corresponden con las contratadas.

Artículo 27.- Motivos de rechazo del material vegetal.

Antes del uso de la planta, el Contratista deberá presentar muestras aleatorias al Ingeniero Director para la admisión o el rechazo de la misma.

Son motivo de rechazo las siguientes situaciones:

- Que las plántulas presenten o sean portadoras de plagas y o enfermedades.
- Que presenten crecimiento desproporcionado, por haber sido sometidos a tratamientos especiales.
- Que durante el transporte hayan sufrido daños que les afecten gravemente.
- Que no vengan protegidos con el embalaje oportuno.
- Que sufran daños excesivos y no recuperables a causa de las bajas temperaturas.

La aceptación de una planta en cualquier momento, no será obstáculo para que sea rechazada en el futuro, si se encontrarán defectos en su uniformidad.

Si el Contratista acopiara plantas que no cumplieren las condiciones de este pliego, el Ingeniero Director dará las órdenes para que sin peligro de confusión, sean separadas de las que cumplen y sustituidas por otras adecuadas.

Únicamente, si el material vegetal recibido es plenamente conforme y no presenta problemas, se deberá aceptar el envío. Si hubiese anomalías graves, el envío se rechazaría totalmente o se levantaría un acta notarial inmediatamente, remitiendo al vivero de origen la oportuna reclamación.

La utilización de la planta, no libera al Contratista, en ningún caso, de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en el Pliego y que habrán de comprobarse siempre mediante ensayos correspondientes

Artículo 28.- Características específicas de las plantas.

Las plantas micorrizadas deberán cumplir con los requisitos de altura y grosor mínimos, indicados en milímetros, que sean solicitados por el Director del Proyecto.

La ramificación del sistema radical deberá ser equilibrada, sin tendencias de crecimiento lateral, y con abundante cantidad de raíces capilares de expansión para asegurar la rápida colonización del terreno. El porcentaje mínimo de micorrización de raíces exigido será de un 30%. Además del

equilibrio radical, la proporción que este sistema mantiene con la parte aérea, expresado como un cociente, no debe superar el valor de 1,8 en ninguno de los casos.

La planta debe tener una buena ramificación de la parte aérea con el fin de que cumpla las dimensiones exigibles de diámetro. Esta ramificación asegurará una correcta etapa de formación posterior. La altura exigida por la planta girará en torno a los 30 cm mientras que el grosor será de 6-7 mm. Se suministrará en envases de 400cc.

La edad de la planta está determinada por el número de savias o por el tiempo que permanece en el vivero hasta su plantación. Es un factor expresado en años o en número de periodos vegetativos. Para este proyecto se admitirán plantas de entre una y dos savias, la decisión será tomada por el Director del proyecto.

Respecto al cultivo intercalar, la planta deberá cumplir con los requisitos de altura y grosor mínimos, indicados en milímetros, que sean solicitados por el Director del Proyecto.

La ramificación del sistema radical deberá ser equilibrada, sin tendencias de crecimiento lateral, y con abundante cantidad de raíces capilares de expansión para asegurar la rápida colonización del terreno.

La altura exigida por la planta girará en torno a los 20 cm.

Artículo 29.- Envasado.

El envase en el que se presenta la planta debe estar compuesto por un material que permita el correcto desarrollo de la planta, invadiéndolo completamente con el sistema radical.

El material debe poseer una buena resistencia para evitar el daño de la planta por golpes durante el transporte.

El envase debe permitir la extracción rápida y sencilla de la planta, con el fin de evitar roces que desencadenaran una fisura del sistema radical y evitar que el cepellón permanezca un tiempo importante expuesto al sol y a la desecación.

La geometría de los envases deberá ser tal que asegure el apilamiento de los mismos, reduciendo la ocupación de espacio en el momento de la plantación y facilitando su transporte.

En el caso de que se incumplan las características anteriormente expuestas la empresa Contratista estará obligada a reponer todas las plantas rechazadas, por otras en perfectas condiciones, corriendo de su cuenta todos los gastos.

Artículo 30.- Transporte y recepción de plantas.

Las plantas serán preparadas para su transporte de acuerdo a las exigencias propias de la especie, así como de su edad y del sistema elegido para el transporte. En todo momento la planta irá bien asegurada, y manteniendo una cierta distancia entre ellas para evitar daños.

El transporte de las plantas de encina micorrizadas de *Tuber melanosporum* Vitt y de espliego debe ser directo, sin cargas ni descargas intermedias, lo más rápido posible. No se debe transportar la planta excesivamente húmeda.

La zona de transporte del vehículo deberá estar cerrada, para evitar daños a las plantas por bajas temperaturas o desecaciones.

La recepción de los pies debe tenerse preparada y tiene que realizarse con la máxima atención. La descarga se realizará de forma rápida y cuidadosa a la vez y con los medios necesarios, aprovechando este momento para revisar cuidadosamente el envío comprobando el número, clase y estado de las plantas recibidas. Se debe hacer, al mismo tiempo, una comprobación del etiquetado e identificación de los lotes y la coincidencia de lo recibido con el pedido original.

Si tras la evaluación de las plantas recibidas, el Director de Obra considerase que existen ejemplares que han sufrido durante el transporte, se podrá proceder a su devolución sin ningún cargo. La empresa responsable del transporte tendrá la obligación de remplazar estas plantas sin coste alguno.

El envase debe permitir la extracción rápida y sencilla de la planta, con el fin de evitar roces que desencadenaran una fisura del sistema radical y evitar que el cepellón permanezca un tiempo importante expuesto al sol y a la desecación.

La geometría de los envases deberá ser tal que asegure el apilamiento de los mismos, reduciendo la ocupación de espacio en el momento de la plantación y facilitando su transporte.

En el caso de que se incumplan las características anteriormente expuestas la empresa Contratista estará obligada a reponer todas las plantas rechazadas, por otras en perfectas condiciones, corriendo de su cuenta todos los gastos.

APARTADO II: FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES.

Artículo 31.- Normativa.

Todos los fitosanitarios y fertilizantes que se utilicen deberán estar debidamente autorizados por los Organismos competentes.

Artículo 32.- Envasado.

Los productos fitosanitarios estarán debidamente envasados, etiquetados y precintados según el modelo oficial. Los envases reunirán las condiciones precisas para la adecuada conservación de la calidad del producto.

En las etiquetas de los envases deberá figurar con claridad la clase de producto con su denominación, peligrosidad, riqueza, peso neto y el resto de las características que lo definen, según las normas legales correspondientes.

Artículo 33.- Fertilizantes minerales.

Deberán ajustarse en toda la legislación vigente y a otras que pudieran dictarse posteriormente.

Su aportación se hará según proyecto o previa autorización escrita de la Dirección de Obra.

Artículo 34.- Enmiendas orgánicas.

En caso de necesidad de enmienda orgánica, se evitará el empleo de estiércoles muy frescos y otros compuestos con baja tasa de humificación, debido a la gran posibilidad de que existan en ellos grupos de micoflora que ponga en peligro el desarrollo del cultivo principal.

La utilización de abonos distintos a los que aquí se reseñan podrá hacerse previa autorización de la Dirección de Obra.

Artículo 35.- Realización del tratamiento.

Se limitada su utilización a personal con la debida experiencia y autorización.

La mezcla o distribución de productos se hará bajo las recomendaciones técnicas concernientes.

Los productos empleados serán los indicados en el anejo correspondiente, quedando al criterio del director de la explotación y bajo su responsabilidad, la utilización de otros productos.

APARTADO III: OPERACIONES DEL CULTIVO.

Artículo 36.- Labores preparatorias.

Las labores previas a la plantación que tengan como objeto las adecuaciones del suelo se realizarán conforme a lo que refleja el Anejo correspondiente.

Artículo 37.- Precauciones previas a la plantación.

Cuando la plantación no pueda efectuarse después de recibir las plantas se procederá a su depósito o remojo.

Artículo 38.- Replanteo.

El replanteo se realizará de la manera y con los utensilios especificados en la Memoria y en el Anejo correspondiente.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra, una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

La Dirección Técnica será la encargada de introducir las variaciones necesarias si así lo estima oportuno.

Artículo 39.- Época de plantación.

La plantación se realizará en la época indicada en la Memoria. Si en el momento de realizar la plantación se produjeran heladas, ésta deberá aplazarse hasta que desaparezcan, procediendo además con las medidas oportunas para evitar daños en las plantas.

Artículo 40.- Plantación.

En la plantación se seguirá la Legislación vigente, por la cual se prohíbe realizar la misma a menos de 3 metros del límite de una propiedad.

La apertura de hoyos, profundidad de plantación, marco de plantación, colocación de las plantas y demás operaciones propias de la plantación, vienen expresadas en la Memoria y Anexos correspondientes, siendo atribución de la Dirección Técnica cualquier cambio de los mismos siempre que ésta lo considerase adecuado.

Artículo 41.- Reposición de marras.

Las marras existentes deben ser repuestas con plantas idénticas a las que se utilizan en la plantación.

Artículo 42.- Tareas de poda.

La poda se realizará siempre cuando el árbol se encuentre dentro del periodo de parada vegetativa, ejecutándose de la forma expresada en la Memoria y en los Anexos correspondientes, siendo competencia y responsabilidad de la Dirección Técnica cualquier cambio que se realice.

Los restos de poda se acumularán en lugares que no interrumpen el desplazamiento de la maquinaria hasta su futura utilización.

Artículo 43.- Agua de riego.

Para el riego se utilizará agua procedente del pozo existente en la explotación. En caso de intuirse algún tipo de contaminación nociva para los cultivos en el agua, se procederá a su análisis en el menor tiempo posible y no se hará uso de la misma hasta que se sepan los resultados y éstos sean favorables.

Artículo 44.- Sistema de riego.

Los riegos se ejecutarán de la forma que se especifica en la Memoria y Anexos correspondientes, siendo competencia de la Dirección Técnica los cambios que se estimen necesarios.

El sistema de riego se instalará siguiendo las indicaciones expuestas en la Memoria y los Anexos correspondientes. Del mismo modo, se tendrán en cuenta las condiciones expuestas en el epígrafe III del presente pliego. Los planos servirán de apoyo fundamental para la concepción del diseño.

Siempre que sea posible, se regará entre el atardecer y las primeras horas de la mañana, cuando hay poca diferencia de temperatura entre el agua y el aire, para evitar quemaduras en la vegetación.

Artículo 45.- Recolección.

Según el Decreto 1688/1972, por el cual se rige la búsqueda y recolección de la trufa negra de invierno, se podrá ejecutar la recolección de trufas entre las fechas del 1 de diciembre y el 15 de marzo.

La recolección del espliego se realizará de acuerdo con su temporada de floración.

APARTADO IV: MAQUINARIA.

Artículo 46.- Características generales.

Las características de la maquinaria serán esencialmente las señaladas en el anejo correspondiente.

Si por circunstancias comerciales no fueran exactamente éstas, quedará autorizado el encargado de la explotación, para introducir las variaciones convenientes, siempre que éstas se ajusten lo más posible a las primeras.

Se optará por el alquiler de la maquinaria para el mantenimiento del cultivo, en detrimento de una transacción de compra.

Artículo 47.- Labores de mantenimiento.

Las piezas que lo exijan deberán mantenerse correctamente engrasadas con el fin de poseer la maquinaria en buenas condiciones de trabajo.

Durante el tiempo en el que no sea utilizada, la maquinaria, así como las partes delicadas que lo requieran, deberán ser puestas a cubierto del polvo y de la humedad.

Deberá disponerse de piezas de repuesto accesibles con el fin de arreglar las averías que se presenten.

Artículo 48.- Utilización de la maquinaria.

El número de horas de empleo de cada una de las distintas máquinas serán las que aparezcan desglosadas en el Anejo correspondiente a los elementos de trabajo, no debiéndose utilizar en número superior a las mismas, ni ser utilizadas en operaciones externas que no hayan sido convenientemente estimadas en el Proyecto sin que tengan el previo consentimiento del Ingeniero director

Artículo 49.- Medidas de seguridad.

Todos y cada uno de los operarios que trabajen con la maquinaria lo harán con las máximas garantías de cumplimiento de la Normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante el manejo de la misma.

La maquinaria dispondrá de todos los dispositivos de seguridad necesarios para reducir al máximo el riesgo.

Artículo 50.- Maquinaria auxiliar.

Si por cualquier circunstancia fuese necesaria la modificación de la maquinaria que se expresa en el Anejo correspondiente, el director de la explotación estará facultado para la introducción de las variantes necesarias, siempre que las innovaciones estén de acuerdo con el trabajo que deberán llevar a cabo y dentro de los límites económicos propuestos y presupuestados en el Proyecto.

APARTADO V: OPERARIOS DE LA EXPLOTACIÓN.

Artículo 51.- Obligaciones del tractorista.

El tractorista estará al cargo del manejo y del cuidado de la maquinaria. Igualmente, deberá dar cuenta de cuantos desperfectos e irregularidades se produzcan en la misma.

Artículo 52.- Seguridad de los operarios de la explotación.

Se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes procedentes del Ministerio de Trabajo, en materia laboral y muy especialmente las referidas a la higiene y seguridad en el trabajo.

Artículo 53.- Variación del montante salarial.

Las variaciones en los precios de los jornales deberán ser comunicadas por los empleados de la explotación con la suficiente antelación.

APARTADO VI: EL ENCARGADO AGRÍCOLA.

Artículo 54.- Competencias del encargado.

El encargado de la finca queda facultado para introducir las variaciones que estime convenientes, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación

Artículo 55.- Función del encargado.

El encargado de la finca tendrá como función el vigilar al personal no técnico que trabaje en la misma, así como de darles las órdenes pertinentes con el fin de que todas las operaciones se efectúen oportunamente.

El encargado de la finca será quien contrate al personal eventual, lo organice y se ocupe de pagar los jornales.

Artículo 56.- Obligaciones del encargado.

El encargado de la finca tendrá como misión el vigilar al personal no técnico que trabaje en la misma, así como de darles las órdenes pertinentes con el fin de que todas las operaciones se efectúen oportunamente.

Es obligación del encargado de la finca llevar al día los distintos partes para la organización y control de las labores y parcelas, los pagos de jornales y recibos de materias primas empleadas en la explotación.

Artículo 57.- Instrucciones del encargado.

El encargado poseerá una copia de las labores, jornales, etc., que se insertan en el presente Proyecto, así como de las condiciones expuestas en el Pliego de Condiciones. El propietario deberá ofrecer toda la información al encargado de la explotación.

Una vez puestas en conocimiento del encargado estas condiciones y verificado el oportuno reconocimiento, se podrán elevar estas condiciones a Documento, que será firmado por el propietario y el encargado de la finca.

El encargado será responsable de las faltas cometidas por incumplimiento de las presentes condiciones.

APARTADO VII: MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES.

Artículo 58.- Mediciones.

Es misión del encargado la medición de las labores de cultivo al final de cada jornada. Anotará estas mediciones y la labor realizada en el libro correspondiente.

Artículo 59.- Valoración.

Las labores agrícolas se valorarán con arreglo a los jornales vigentes en la localidad para cada clase de obrero y tipo de trabajo.

Artículo 60.- Abono.

Los jornales serán proporcionados los sábados de cada semana por el encargado de la explotación. Las labores eventuales realizadas entre semana serán liquidadas al día siguiente de haber sido terminadas.

EPÍGRAFE III: INSTALACIÓN DEL RIEGO.

Artículo 61.- Tuberías de PVC.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegura que la empresa constructora realiza el control necesario, de lo contrario, tuberías con irregularidades podrán ser rechazadas.

Los diámetros nominales son los expresados en el Anejo correspondiente.

Las tuberías y piezas especiales unidas a ellas tendrán un dieléctrico tal que la conducción no se verá afectada en ningún caso por corrientes parásitas o de otro tipo.

Los tubos de P.V.C. están regulados por la norma UNE-53112. Tanto los tubos de P.V.C. como los accesorios del mismo material deben llevar un marcado indeleble, como mínimo cada metro de longitud, indicando la designación comercial, sus siglas, el diámetro nominal, la presión nominal y la referencia a la norma correspondiente.

Artículo 62.- Tuberías de PE.

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE-53131. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Los diámetros nominales son los expresados en el Anejo correspondiente.

Los tubos de polietileno y los accesorios del mismo material están regulados por la norma anterior, que establece que deben llevar un marcado indeleble, como mínimo cada metro de longitud,

indicando: la identificación del fabricante, la referencia al material, diámetro, espesor, presión, año de fabricación y referencia a la norma.

Artículo 63.- Acoples y juntas.

Se preferirán los sistemas en que los acoplamientos sean del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas.

Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente. Como conexión fija se consideran los hidrantes.

Artículo 64.- Instalación de tuberías.

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 100 cm de profundidad. Serán montadas por personal especializado, de forma previa a la construcción de la caseta de riego, teniendo especial cuidado en colocar las conexiones tubería alimentadora laterales en coincidencia exacta con las cañas dispuestas en el marqueo.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, en ausencia de fugas, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas. Las tuberías laterales se orientarán según la línea del cultivo.

Artículo 65.- Cabezal de riego.

Se compondrá de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del proyecto.

Es necesaria una comprobación de funcionamiento de forma seguida a la instalación, firmando un acuerdo de mantenimiento en caso de avería por parte de la empresa instaladora.

Artículo 66.- Elementos de microaspersión.

Las características y requisitos a cumplir por los elementos difusores de microaspersión se hallan recogidas en el Anejo correspondiente.

Artículo 67.- Puesta a punto de la instalación.

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías, dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riegos, se procederá al limpiado de las tuberías dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías de alimentación, utilizando un producto no corrosivo para la limpieza de las mismas.

Artículo 68.- Uniformidad de riego.

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad de riego recogiendo, como mínimo, una decena de caudales de riego del mismo número de ramales representativos, siendo el valor mínimo admisible del 90 %.

Artículo 69.- Comprobación de la instalación.

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Se asegurará la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.

EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.

Artículo 70.- Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas de empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en le presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

Artículo 71.- Residencia del Contratista.

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas las funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras, y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 72.- Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que le Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 73.- Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Artículo 74.- Copia de los documentos.

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

EPÍGRAFE II: TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

Artículo 75.- Libro de Órdenes.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figura en el Pliego de Condiciones.

Artículo 76.- 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 artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año, el Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

Artículo 77.- 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 "Condiciones Generales de Índole Técnica" del Pliego de General de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por 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 ala 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 Ingeniero Director 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 supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 78.- Trabajos defectuosos.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos 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.

Artículo 79.- Obras y vicios ocultos.

Si el Ingeniero Director 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.

Artículo 80.- Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y la colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriban los Pliegos de Condiciones depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados 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 ajustasen a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Artículo 81.- Medios Auxiliares.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc, y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.

Artículo 82.- Recepciones provisionales.

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero 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 percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

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, expirando 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.

Artículo 83.- Plazo de garantía.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 84.- Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer

todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y a todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de la obra, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. , que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

El contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo a las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 85.- 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 Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, quedan las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si 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.

Artículo 86.- Liquidación final.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados 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 Ingeniero Director.

Artículo 87.- 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.

EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.

Artículo 88.- Facultades de la Dirección de Obras.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL.

Artículo 89.- Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", 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 la construcción del edificio y obra aneja contratada.

EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.

Artículo 90.- Garantías.

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas 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.

Artículo 91.- Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 92.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los 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 el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 93.- 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 los 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.

EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.

Artículo 94.- 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 técnica estudiará el que, según su criterio, debe utilizarse. Si ambas son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica 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 formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuera posible conciliar por simple discusión de resultados, el Sr. Director 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 proceder 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 Sr. Director y a cumplir a satisfacción de éste.

Artículo 95.- 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 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 la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", 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.

Artículo 96.- Revisión de precios.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir 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 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 baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, 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.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 97.- Elementos comprendidos en el Presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia y Municipio.

Por esta razón no se abonarán al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 98.- Valoración de la obra.

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Artículo 99.- Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmado por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal.

En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo 100.- Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 101.- Valoraciones de obras incompletas.

Cuando por consecuencia de 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.

Artículo 102.- 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 el 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.

Artículo 103.- Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario 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.

Artículo 104.- Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso pondrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 105.- Indemnización por retrasos en 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 por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

Artículo 106.- Indemnización por daños de causa mayor del contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdida, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor.

Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

Las indemnizaciones se referirán exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPÍGRAFE V: VARIOS

Artículo 107.- Mejoras de obras.

No se admitirán mejoras de obra, más que 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.

Artículo 108.- Seguro de los trabajos.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los trabajos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que es se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso , salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada, la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños acusados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Artículo 109.- Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidio por el Ingeniero Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilante que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda la falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

Artículo 110.- Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 111.- Pagos de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc. cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

Artículo 112.- Causas de rescisión de contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tenga aquellos derechos a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
 - o La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40%, como mínimo de las Unidades de Proyecto modificadas.
 - o La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

DOCUMENTO Nº 5:
MEDICIONES

ÍNDICE DOCUMENTO MEDICIONES

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	5
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	6
CAPÍTULO III: VALLADO	7
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	8
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	10
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	11

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO			
Código	Descripción	Unidad	Medición
1.01	Labor de acondicionamiento de terreno enterrando el rastrojo del cultivo anterior y las hierbas existentes. Con un arado de vertedera cuatrisurco con rejas de 50 cm de anchura y una profundidad de 40 cm, acoplado a un tractor de 150 CV.	ha	2,84
1.02	Labor para eliminar la denominada "suela de labor" mediante un subsolador trisurco con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de 80 cm, acoplado de un tractor de 150 CV.	ha	2,84
1.03	Labor complementaria para establecer el lecho de siembra. Cultivador de brazos flexibles a una profundidad de 5 a 12 cm, acoplado a un tractor de 120 CV.	ha	2,84

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN			
Código	Descripción	Unidad	Medición
2.01	Replanteo del terreno primero en dirección norte-sur y después en dirección sur-norte mediante un tractor de 100 CV de potencia orientado con un GPS que localizará la ubicación exacta de cada especie en un marco de plantación de 6x6 metros.	ha	2,84
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum Vitt</i> con dos savias de edad y una buena relación entre la parte aérea y la parte radicular. Altura entre 20-25 cm y robustez aproximada de 6 cm en el cuello de la raíz.	Ud.	605,00
2.03	Apertura manual y relleno de los hoyos para la plantación de las especies, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,5 metros.	m ³	75,63
2.04	Plantación de forma manual de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum Vitt</i> incluyendo: reparto manual de las plantas, colocación en el interior del hoyo, relleno, compactación y formación del alcorque de 60 cm alrededor.	Ud.	605,00
2.05	Riego por microaspersión mediante una cuba de 5.000 L acoplada a un tractor de 140 CV de potencia. El riego se aplicará mediante mangueras en los alcorques de las encinas.	Ud.	605,00

CAPÍTULO III: VALLADO			
Código	Descripción	Unidad	Medición
3.01	Marqueo de la línea por donde irá la valla colocada en el terreno a lo largo de todo el perímetro del cerramiento.	m	709,00
3.02	Apertura de una zanja de 30 cm de profundidad con ayuda de un subsolador acoplado a un tractor de 70 CV.	m	709,00
3.03	Construcción del cerramiento con: malla cinética de malla metálica galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30 de 2 metros de altura, alambre de espino galvanizado para la parte superior de las vallas, postes "intermedios" de madera de pino tratada con una altura de 2,20 metros y 0,10 m de diámetro, postes "de tensión" de madera de pino tratada con una altura de 2,60 metros y 0,10 m de diámetro, postes "de refuerzo" de madera de pino tratada con una altura de 1,90 metros y 0,08 m de diámetro, grampillones galvanizados, tensores de carraca galvanizados, tornillos M5.	m	709,00
3.04	Cimentación y colocación de una puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición de 1,75 metros de altura y cada hoja 2 metros de ancho.	Ud.	2,00

CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO			
Código	Descripción	Unidad	Medición
4.01	Excavación de zanjas para la colocación de la tubería primaria y secundaria de una anchura de 0,5 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	296,19
4.02	Excavación de zanjas para la colocación de las tuberías terciarias de una anchura de 0,4 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	392,97
4.03	Compra y colocación de tubería de PEBD de 32/28 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	3.867,70
4.04	Compra y colocación de tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	294,20
4.05	Compra y colocación de tubería de PEBD de 75/66 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	98,77
4.06	Compra y colocación de tubería de PVC de 90/84,6 mm de diámetro, para una presión de 6 atm.	m	296,19
4.07	Microaspersor NaanDanJain Grupo Modular color naranja con bailarina gris, caudal de 120 L/h, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance de 9 metros.	Ud.	605,00
4.08	Arqueta de hormigón prefabricado para alojar válvulas y la electroválvula, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,56.	Ud.	5,00

4.09	Electroválvula con regulador de caudal.	Ud.	5,00
4.10	Válvula reguladora de presión entre 2 y 7 bar.	Ud.	8,00
4.11	Cabezal de riego compuesto por: contador tipo Woltman CNR 4 con hélice axial con un diámetro de 80 mm, un filtro de malla o anillas con diámetro 4'' y una malla de 0,65 mesh, dos filtros de arena de 0,53 m de diámetro, válvulas de compuerta y de retención, una ventosa trifuncional.	Ud.	1,00
4.12	Programador de riego electrónico.	Ud.	1,00
4.13	Electrobomba con una potencia mínima de 10,06 CV.	Ud.	1,00
4.14	Sistema de bombeo solar.	Ud.	1,00
4.15	Placas solares que transforman la energía solar en energía eléctrica.	Ud.	20,00

CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO			
Código	Descripción	Unidad	Medición
5.01	Excavación mediante retroexcavadora de 90 CV de pozos para la colocación de las zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 metros, zanja de hormigón de 0,3 x 0,3 metros que une las zapatas, pozos para solera de 4,0 x 3,5 x 0,2 metros.	m ³	4,46
5.02	Retirada de la tierra de la excavación a un vertedero cercano a la zona.	m ³	4,46
5.03	Capa de gravilla con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor.	m	8,14
5.04	Hormigón armado HA-20 de tamaño máximo de árido de 20 mm para solera de 0,15 m de espesor.	m	2,06
5.05	Hormigón armado HA-25 de tamaño máximo de árido de 15 mm para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas.	m	1,35
5.06	Caseta de hormigón prefabricada con dimensiones de 4,0 x 3,5 x 4,0 metros, con una superficie de 15 m ² .	Ud.	1,00

CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD			
Código	Descripción	Unidad	Medición
6.01	Casco de seguridad homologado.	Ud.	10,00
6.02	Botas de seguridad homologadas con puntera plástica y suela antideslizante.	Ud.	10,00
6.03	Chaleco/cazadora reflectante.	Ud.	10,00
6.04	Gafas de protección ante impactos.	Ud.	10,00
6.05	Botas de goma para trabajos de exteriores en ambientes húmedos.	Ud.	10,00
6.06	Mascarilla de seguridad con filtro de partículas.	Ud.	10,00
6.07	Guantes.	Ud.	10,00
6.08	Protección auditiva (orejeras).	Ud.	10,00
6.09	Trajera impermeable para días lluviosos.	Ud.	10,00

6.10	Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).	Ud.	10,00
------	---	-----	-------

DOCUMENTO Nº 6:
PRESUPUESTOS

ÍNDICE DOCUMENTO PRESUPUESTOS

1. PRECIOS UNITARIOS.....	5
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	5
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	6
CAPÍTULO III: VALLADO	7
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	8
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	10
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	11
2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	13
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	13
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	15
CAPÍTULO III: VALLADO	17
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	20
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	26
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	28
3. PRESUPUESTO	30
CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	30
CAPÍTULO II: PLANTACIÓN	31
CAPÍTULO III: VALLADO	32
CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	33
CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	36
CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD	37
4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	39

1. PRECIOS UNITARIOS

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO			
Código	Descripción	Unidad	Precio (€)
1.01	Labor de acondicionamiento de terreno enterrando el rastrojo del cultivo anterior y las hierbas existentes. Con un arado de vertedera cuatriscuro con rejas de 50 cm de anchura y una profundidad de 40 cm, acoplado a un tractor de 150 CV.	ha	68,79 SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.
1.02	Labor para eliminar la denominada “suela de labor” mediante un subsolador triscuro con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de 80 cm, acoplado de un tractor de 150 CV.	ha	69,86 SESENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.
1.03	Labor complementaria para establecer el lecho de siembra. Cultivador de brazos flexibles a una profundidad de 5 a 12 cm, acoplado a un tractor de 120 CV.	ha	45,48 CUARENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN			
Código	Descripción	Unidad	Precio (€)
2.01	Replanteo del terreno primero en dirección norte-sur y después en dirección sur-norte mediante un tractor de 100 CV de potencia orientado con un GPS que localizará la ubicación exacta de cada especie en un marco de plantación de 6x6 metros.	ha	149,60 CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS.
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum Vitt</i> con dos savias de edad y una buena relación entre la parte aérea y la parte radicular. Altura entre 20-25 cm y robustez aproximada de 6 cm en el cuello de la raíz.	Ud.	4,70 CUATRO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS.
2.03	Apertura manual y relleno de los hoyos para la plantación de las especies, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,5 metros.	m ³	34,03 TREINTA Y CUATRO EUROS CON TRES CÉNTIMOS.
2.04	Plantación de forma manual de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum Vitt</i> incluyendo: reparto manual de las plantas, colocación en el interior del hoyo, relleno, compactación y formación del alcorque de 60 cm alrededor.	Ud.	0,21 VEINTIÚN CÉNTIMOS.
2.05	Riego por microaspersión mediante una cuba de 5.000 L acoplada a un tractor de 140 CV de potencia. El riego se aplicará mediante mangueras en los alcorques de las encinas.	Ud.	0,49 CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

CAPÍTULO III: VALLADO			
Código	Descripción	Unidad	Precio (€)
3.01	Marqueo de la línea por donde irá la valla colocada en el terreno a lo largo de todo el perímetro del cerramiento.	m	0,20 VEINTE CÉNTIMOS.
3.02	Apertura de una zanja de 30 cm de profundidad con ayuda de un subsolador acoplado a un tractor de 70 CV.	m	0,04 CUATRO CÉNTIMOS.
3.03	Construcción del cerramiento con: malla cinegética de malla metálica galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30 de 2 metros de altura, alambre de espino galvanizado para la parte superior de las vallas, postes “intermedios” de madera de pino tratada con una altura de 2,20 metros y 0,10 m de diámetro, postes “de tensión” de madera de pino tratada con una altura de 2,60 metros y 0,10 m de diámetro, postes “de refuerzo” de madera de pino tratada con una altura de 1,90 metros y 0,08 m de diámetro, grampillones galvanizados, tensores de carraca galvanizados, tornillos M5.	m	7,25 SIETE EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.
3.04	Cimentación y colocación de una puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición de 1,75 metros de altura y cada hoja 2 metros de ancho.	Ud.	382,43 TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.

CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO			
Código	Descripción	Unidad	Precio (€)
4.01	Excavación de zanjas para la colocación de la tubería primaria y secundaria de una anchura de 0,5 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	4,07 CUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS.
4.02	Excavación de zanjas para la colocación de las tuberías terciarias de una anchura de 0,4 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	3,69 TRES EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.
4.03	Compra y colocación de tubería de PEBD de 32/28 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	1,55 UN EURO CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.
4.04	Compra y colocación de tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	2,85 DOS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS.
4.05	Compra y colocación de tubería de PEBD de 75/66 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	3,35 TRES EUROS CON TEINTA Y CINCO CÉNTIMOS.
4.06	Compra y colocación de tubería de PVC de 90/84,6 mm de diámetro, para una presión de 6 atm.	m	3,75 TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.
4.07	Microaspersor NaanDanJain Grupo Modular color naranja con bailarina gris, caudal de 120 L/h, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance de 9 metros.	Ud.	1,60 UN EURO CON SESENTA CÉNTIMOS.
4.08	Arqueta de hormigón prefabricado para alojar válvulas y la electroválvula, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,56.	Ud.	74,68 SETENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

4.09	Electroválvula con regulador de caudal.	Ud.	336,83 TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS.
4.10	Válvula reguladora de presión entre 2 y 7 bar.	Ud.	77,43 SETENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.
4.11	Cabezal de riego compuesto por: contador tipo Woltman CNR 4 con hélice axial con un diámetro de 80 mm, un filtro de malla o anillas con diámetro 4" y una malla de 0,65 mesh, dos filtros de arena de 0,53 m de diámetro, válvulas de compuerta y de retención, una ventosa trifuncional.	Ud.	1.216,60 MIL DOSCIENTOS DIECISÉIS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS.
4.12	Programador de riego electrónico.	Ud.	570,43 QUINIENTOS SETENTA EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.
4.13	Electrobomba con una potencia mínima de 10,06 CV.	Ud.	3.603,92 TRES MIL SEISCIENTOS TRES EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS.
4.14	Sistema de bombeo solar compuesto por placas solares para obtener el agua de la balsa.	Ud.	3.306,48 TRES MIL TRESCIENTOS SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.
4.15	Placas solares que transforman la energía solar en energía eléctrica.	Ud.	30.031,23 TREINTA MIL TREINTA Y UN EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS.

CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO			
Código	Descripción	Unidad	Precio (€)
5.01	Excavación mediante retroexcavadora de 90 CV de pozos para la colocación de las zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 metros, zanja de hormigón de 0,3 x 0,3 metros que une las zapatas, pozos para solera de 4,0 x 3,5 x 0,2 metros.	m ³	15,36 QUINCE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS.
5.02	Retirada de la tierra de la excavación a un vertedero cercano a la zona.	m ³	6,57 SEIS EUROS CON CINCUENTA Y SIETE EUROS.
5.03	Capa de gravilla con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor.	m ²	6,63 SEIS EUROS SON SESENTA Y RES CÉNTIMOS.
5.04	Hormigón armado HA-20 de tamaño máximo de árido de 20 mm para solera de 0,15 m de espesor.	m ³	110,81 CIENTO DIEZ EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS.
5.05	Hormigón armado HA-25 de tamaño máximo de árido de 20 mm para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas.	m ³	106,13 CIENTO SEIS EUROS CON TRECE CÉNTIMOS.
5.06	Caseta de hormigón prefabricada con dimensiones de 4,0 x 3,5 x 4,0 metros, con una superficie de 15 m ² .	Ud.	2.421,73 DOS MIL CUATROCIENTOS VEINTIÚN EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD			
Código	Descripción	Unidad	Precio (€)
6.01	Casco de seguridad homologado.	Ud.	10,50 DIEZ EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS.
6.02	Botas de seguridad homologadas con puntera plástica y suela antideslizante.	Ud.	21,00 VEINTIÚN EUROS.
6.03	Chaleco/cazadora reflectante.	Ud.	31,10 TREINTA Y UN EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS.
6.04	Gafas de protección ante impactos.	Ud.	11,20 ONCE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.
6.05	Botas de goma para trabajos de exteriores en ambientes húmedos.	Ud.	14,50 CATORCE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS.
6.06	Mascarilla de seguridad con filtro de partículas.	Ud.	2,50 DOS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS.
6.07	Guantes.	Ud.	6,00 SEIS EUROS.
6.08	Protección auditiva (orejeras).	Ud.	5,25 CINCO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.
6.09	Trajes impermeables para días lluviosos.	Ud.	9,30 NUEVE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS.

6.10	Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).	Ud.	13,80 TRECE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.
------	---	-----	---

2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	TOTAL (€)
1.01	Labor de acondicionamiento de terreno enterrando el rastrojo del cultivo anterior y las hierbas existentes. Con un arado de vertedera cuatrismo con rejas de 50 cm de anchura y una profundidad de 40 cm, acoplado a un tractor de 150 CV.	ha	1,00			
	Tractor de 150 CV.	h	1,30	26,30	34,19	
	Arado de vertedera cuatrismo con rejas de 50 cm de anchura y una profundidad de 40 cm.	h	1,30	12,00	15,60	
	Tractorista.	h	1,30	13,00	16,90	
	Costes complementarios.	%	3,00	70,00	2,10	
	TOTAL (€)					
1.02	Labor para eliminar la denominada "suela de labor" mediante un subsolador trismo con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de 80 cm, acoplado de un tractor de 150 CV.	ha	1,00			
	Tractor de 150 CV.	h	1,40	26,30	36,82	
	Subsolador trismo con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de 80 cm.	h	1,40	9,10	12,74	
	Tractorista.	h	1,40	13,00	18,20	
	Costes complementarios.	%	3,00	70,00	2,10	
	TOTAL (€)					

1.03	Labor complementaria para establecer el lecho de siembra. Cultivador de brazos flexibles a una profundidad de 5 a 12 cm, acoplado a un tractor de 120 CV.	ha				
	Tractor 120 CV.	h	0,90	26,30	23,67	
	Cultivador de brazos flexibles a una profundidad de 5 a 12 cm.	h	0,90	8,90	8,01	
	Tractorista.	h	0,90	13,00	11,70	
	Costes complementarios.	%	3,00	70,00	2,10	
	TOTAL (€)					45,48

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	TOTAL (€)
2.01	Replanteo del terreno primero en dirección norte-sur y después en dirección sur-norte mediante un tractor de 100 CV de potencia orientado con un GPS que localizará la ubicación exacta de cada especie en un marco de plantación de 6x6 metros.	ha	1,00			
	Tractor de 100 CV.	h	1,50	20,50	30,75	
	Reja de marcado.	h	1,50	5,00	7,50	
	Estacas de madera.	Ud.	200,00	0,15	30,00	
	Cinta métrica.	Ud.	0,20	4,10	0,82	
	Tractorista.	h	1,50	13,00	19,50	
	Capataz.	h	1,00	14,00	21,00	
	Peón.	h	4,00	10,00	40,00	
	Costes complementarios	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					149,60
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> Vitt con dos savias de edad y una buena relación entre la parte aérea y la parte radicular. Altura entre 20-25 cm y robustez aproximada de 6 cm en el cuello de la raíz.	Ud.	1,00	4,70	4,70	
	TOTAL (€)					4,70
2.03	Apertura manual y relleno de los hoyos para la plantación de las especies, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,5 metros.	m ²	1,00			
	Capataz.	h	1,00	14,00	14,00	
	Peón.	h	2,00	10,00	20,00	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					34,03

2.04	Plantación de forma manual de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> Vitt incluyendo: reparto manual de las plantas, colocación en el interior del hoyo, relleno, compactación y formación del alcorque de 60 cm alrededor.	Ud.	1,00			
	Capataz.	h	0,01	14,00	0,14	
	Peón.	h	0,04	10,00	0,40	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					
2.05	Riego por microaspersión mediante una cuba de 5.000 L acoplada a un tractor de 140 CV de potencia. El riego se aplicará mediante mangueras en los alcorques de las encinas.	Ud.	1,00			
	Tractor 140 CV.	h	0,008	25,50	0,20	
	Cuba de 5.000 L.	h	0,008	10,50	0,08	
	Tractorista.	h	0,008	13,00	0,10	
	Peón.	h	0,008	10,00	0,08	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					

CAPÍTULO III: VALLADO						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	TOTAL (€)
3.01	Marqueo de la línea por donde irá la valla colocada en el terreno a lo largo de todo el perímetro del cerramiento.	m	1,00			
	Cal.	kg	0,030	0,20	0,01	
	Capataz.	h	0,005	14,00	0,07	
	Peón.	h	0,009	10,00	0,09	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					0,20
3.02	Apertura de una zanja de 30 cm de profundidad con ayuda de un subsolador acoplado a un tractor de 70 CV.	m	1,00			
	Tractor 70 CV.	h	0,0003	16,50	0,005	
	Subsolador.	h	0,0003	4,80	0,001	
	Tractorista.	h	0,0003	13,00	0,003	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,030	
	TOTAL (€)					0,04
3.03	Construcción del cerramiento con: malla cinéctica de malla metálica galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30 de 2 metros de altura, alambre de espino galvanizado para la parte superior de las vallas, postes "intermedios" de madera de pino tratada con una altura de 2,20 metros y 0,10 m de diámetro, postes "de tensión" de madera de pino tratada con una altura de 2,60 metros y 0,10 m de diámetro, postes "de refuerzo" de madera de	m	1,00			

pino tratada con una altura de 1,90 metros y 0,08 m de diámetro, grampillones galvanizados, tensores de carraca galvanizados, tornillos M5.					
Tractor 70 CV.	h	0,03	16,50	0,005	
Martillo neumático.	h	0,03	5,00	0,150	
Tractorista.	h	0,03	13,00	0,390	
Capataz.	h	0,01	14,00	0,140	
Peón.	h	0,14	10,00	1,400	
Especialista cerramientos.	h	0,03	14,00	0,420	
Postes "intermedios" de madera de pino tratada con una altura de 2,20 metros y 0,10 m de diámetro.	Ud.	0,21	7,70	1,620	
Postes "de tensión" de madera de pino tratada con una altura de 2,60 metros y 0,10 m de diámetro.	Ud.	0,02	8,50	0,180	
Postes "de refuerzo" de madera de pino tratada con una altura de 1,90 metros y 0,08 m de diámetro.	Ud.	0,04	4,50	0,180	
Malla metálica galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30 de 2 metros de altura.	m	1,00	1,90	1,900	
Alambre de espino galvanizado para la parte superior de las vallas.	m	2,96	0,14	0,414	
Tensores de carraca galvanizados	Ud.	0,07	0,50	0,035	
Material de fijación (grampillones, tornillos...).	Ud.	1,95	0,20	0,390	
Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,030	
TOTAL (€)					7,25

3.04	Cimentación y colocación de una puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición de 1,75 metros de altura y cada hoja 2 metros de ancho.	Ud.	1,00			
	Peón.	h	6,50	10,00	65,00	
	Especialista cerramientos	h	3,50	14,00	49,00	
	Puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición de 1,75 metros de altura y cada hoja 2 metros de ancho.	h	1,00	268,40	268,40	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,030	
	TOTAL (€)					382,43

CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	TOTAL (€)
4.01	Excavación de zanjas para la colocación de la tubería primaria y secundaria de una anchura de 0,5 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	1,00			
	Retroexcavadora 90 CV.	h	0,09	25,00	2,25	
	Capataz.	h	0,02	14,00	0,28	
	Maquinista.	h	0,09	12,30	1,11	
	Peón.	h	0,04	10,00	0,40	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					
4.02	Excavación de zanjas para la colocación de las tuberías terciarias de una anchura de 0,4 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	1,00			
	Retroexcavadora 90 CV.	h	0,08	25,00	2,00	
	Capataz.	h	0,02	14,00	0,28	
	Maquinista.	h	0,08	12,30	0,98	
	Peón.	h	0,04	10,00	0,40	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					

4.03	Compra y colocación de tubería de PEBD de 32/28 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,03	14,00	0,42	
	Peón.	h	0,03	10,00	0,30	
	Tubería de PEBD de 32/28 mm de diámetro.	m	1,00	0,80	0,80	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						1,55
4.04	Compra y colocación de tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,03	14,00	0,42	
	Peón.	h	0,03	10,00	0,30	
	Tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro.	m	1,00	2,10	2,10	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						2,85
4.05	Compra y colocación de tubería de PEBD de 75/66 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,03	14,00	0,42	
	Peón.	h	0,03	10,00	0,30	
	Tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro.	m	1,00	2,60	2,60	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						3,35

4.06	Compra y colocación de tubería de PVC de 90/84,6 mm de diámetro, para una presión de 6 atm.	m	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,03	14,00	0,42	
	Peón.	h	0,03	10,00	0,30	
	Tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro.	m	1,00	3,00	3,00	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						3,75
4.07	Microaspersor NaanDanJain Grupo Modular color naranja con bailarina gris, caudal de 120 L/h, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance de 9 metros.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,03	14,00	0,42	
	Peón.	h	0,03	10,00	0,30	
	Microaspersor NaanDanJain Grupo Modular, caudal de 120 L/h.	Ud.	1,00	0,85	0,85	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						1,60
4.08	Arqueta de hormigón prefabricado para alojar válvulas y la electroválvula, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,56.	Ud.	1,00			
	Peón.	h	0,44	10,00	4,40	
	Hormigón HM-20.	m ³	0,13	74,95	9,74	
	Arqueta de hormigón prefabricado para alojar válvulas y la electroválvula, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,56.	Ud.	1,00	60,51	60,51	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						74,68

4.09	Electroválvula con regulador de caudal.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,70	14,00	9,80	
	Peón.	h	0,70	10,00	7,00	
	Electroválvula.	Ud.	1,00	320,00	320,00	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					336,83
4.10	Válvula reguladora de presión entre 2 y 7 bar.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	0,20	14,00	2,80	
	Peón.	h	0,20	10,00	2,00	
	Válvula reguladora de presión.	Ud.	1,00	72,60	72,60	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					77,43
4.11	Cabezal de riego compuesto por: contador tipo Woltman CNR 4 con hélice axial con un diámetro de 80 mm, un filtro de malla o anillas con diámetro 4" y una malla de 0,65 mesh, dos filtros de arena de 0,53 m de diámetro, válvulas de compuerta y de retención, una ventosa trifuncional.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	15,00	14,00	210,00	
	Peón.	h	15,00	10,00	210,00	
	Filtro de malla o anillas con diámetro 4" y una malla de 0,65 mesh.	Ud.	1,00	425,00	72,60	
	Filtro de arena de 0,53 m de diámetro	Ud.	2,00	512,50	0,03	
	TOTAL (€)					77,43

	Contador tipo Woltman CNR 4 con hélice axial con un diámetro de 80 mm.	Ud.	1,00	240,00	240,00	
	Válvula de compuerta.	Ud.	1,00	116,80	116,80	
	Válvula de retención.	Ud.	1,00	126,89	126,89	
	Ventosa trifuncional.	Ud.	1,00	240,25	240,25	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					1.216,60
4.12	Programador de riego electrónico.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	2,10	14,00	29,40	
	Peón.	h	2,10	10,00	21,00	
	Programador.	Ud.	1,00	520,00	520,00	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					570,43
4.13	Electrobomba con una potencia mínima de 10,06 CV.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	1,30	14,00	18,20	
	Peón.	h	1,30	10,00	13,00	
	Electrobomba.	Ud.	1,00	3.572,69	3.572,69	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					3.603,92
4.14	Sistema de bombeo solar.	Ud.	1,00			
	Especialista en riego.	h	1,30	14,00	18,20	
	Peón.	h	1,30	10,00	13,00	
	Sistema.	Ud.	1,00	1.431,12	1.431,12	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					1.462,35

4.15	Placas solares que transforman la energía solar en energía eléctrica.	Ud.	20,00			
	Especialista en riego.	h	1,30	14,00	18,20	
	Peón.	h	1,30	10,00	13,00	
	Placas solares.	Ud.	20,00	1.500,00	1.500,00	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					30.031,23

CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	TOTAL (€)
5.01	Excavación mediante retroexcavadora de 90 CV de pozos para la colocación de las zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 metros, zanja de hormigón de 0,3 x 0,3 metros que une las zapatas, pozos para solera de 4,0 x 3,5 x 0,2 metros.	m ³	1,00			
	Retroexcavadora 90 CV.	h	0,25	25,00	6,25	
	Capataz.	h	0,25	14,00	3,50	
	Maquinista.	h	0,25	12,30	3,08	
	Peón.	h	0,25	10,00	2,50	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					
5.02	Retirada de la tierra de la excavación a un vertedero cercano a la zona.	m ³	1,00			
	Camión basculante.	h	0,15	26,80	4,02	
	Conductor camión.	h	0,20	12,60	2,52	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					
5.03	Capa de gravilla con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor.	m ²	1,00			
	Retroexcavadora 90 CV.	h	0,01	25,00	0,25	
	Maquinista.	h	0,01	12,30	0,12	
	Peón.	h	0,21	10,00	2,10	
	Gravilla con diámetro 20/40 mm.	m ³	0,22	18,75	4,13	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
TOTAL (€)						6,63

5.04	Hormigón armado HA-20 de tamaño máximo de árido de 20 mm para solera de 0,15 m de espesor.	m ³	1,00			
	Oficial construcción.	h	0,80	18,50	14,80	
	Peón.	h	2,14	10,00	21,40	
	Hormigón armado HA-20.	m ³	1,00	74,58	74,58	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					110,81
5.05	Hormigón armado HA-25 de tamaño máximo de árido de 20 mm para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas.	m ³	1,00			
	Oficial construcción.	h	0,90	18,50	16,65	
	Peón.	h	2,00	10,00	20,00	
	Hormigón armado HA-25.	m ³	1,00	69,45	69,45	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					106,13
5.06	Caseta de hormigón prefabricada con dimensiones de 4,0 x 3,5 x 4,0 metros, con una superficie de 15 m ² .	Ud.	1,00			
	Camión.	h	1,00	34,00	34,00	
	Conductor.	h	1,00	12,50	12,50	
	Oficial construcción.	h	1,20	18,50	22,20	
	Peón.	h	5,30	10,00	53,00	
	Caseta de hormigón prefabricada.	Ud.	1,00	2.300,00	2.300,00	
	Costes complementarios.	%	3,00	1,00	0,03	
	TOTAL (€)					2.421,73

CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD						
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Subtotal (€)	TOTAL (€)
6.01	Casco de seguridad homologado.	Ud.	1,00	10,50	10,50	
					TOTAL (€)	
6.02	Botas de seguridad homologadas con puntera plástica y suela antideslizante.	Ud.	1,00	21,00	21,00	
					TOTAL (€)	
6.03	Chaleco/cazadora reflectante.	Ud.	1,00	31,10	31,10	
					TOTAL (€)	
6.04	Gafas de protección ante impactos.	Ud.	1,00	11,20	11,20	
					TOTAL (€)	
6.05	Botas de goma para trabajos de exteriores en ambientes húmedos.	Ud.	1,00	14,50	14,50	
					TOTAL (€)	
6.06	Mascarilla de seguridad con filtro de partículas.	Ud.	1,00	2,50	2,50	
					TOTAL (€)	
6.07	Guantes.	Ud.	1,00	6,00	6,00	
					TOTAL (€)	

6.08	Protección auditiva (orejeras).	Ud.	1,00	5,25	5,25	5,25
	TOTAL (€)					
6.09	Trajes impermeables para días lluviosos.	Ud.	1,00	9,30	9,30	9,30
	TOTAL (€)					
6.10	Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).	Ud.	1,00	13,80	13,80	13,80
	TOTAL (€)					

3. PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO					
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.01	Labor de acondicionamiento de terreno enterrando el rastrojo del cultivo anterior y las hierbas existentes. Con un arado de vertedera cuatrísurco con rejas de 50 cm de anchura y una profundidad de 40 cm, acoplado a un tractor de 150 CV.	ha	2,84	68,79	195,36
1.02	Labor para eliminar la denominada "suela de labor" mediante un subsolador trísurco con una separación de 70 cm entre brazos y una profundidad de 80 cm, acoplado de un tractor de 150 CV.	ha	2,84	69,86	198,40
1.03	Labor complementaria para establecer el lecho de siembra. Cultivador de brazos flexibles a una profundidad de 5 a 12 cm, acoplado a un tractor de 120 CV.	ha	2,84	45,48	129,16
TOTAL CAPÍTULO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO					592,92 €

CAPÍTULO II: PLANTACIÓN					
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.01	Replanteo del terreno primero en dirección nortesur y después en dirección sur-norte mediante un tractor de 100 CV de potencia orientado con un GPS que localizará la ubicación exacta de cada especie en un marco de plantación de 6x6 metros.	ha	2,84	149,60	554,82
2.02	Planta de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> Vitt con dos savias de edad y una buena relación entre la parte aérea y la parte radicular. Altura entre 20-25 cm y robustez aproximada de 6 cm en el cuello de la raíz.	Ud.	605,00	4,70	2.843,50
2.03	Apertura manual y relleno de los hoyos para la plantación de las especies, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,5 metros.	m ³	75,63	34,03	2.573,69
2.04	Plantación de forma manual de <i>Quercus ilex</i> micorrizada con <i>Tuber melanosporum</i> Vitt incluyendo: reparto manual de las plantas, colocación en el interior del hoyo, relleno, compactación y formación del alcorque de 60 cm alrededor.	Ud.	605,00	0,21	127,05
2.05	Riego por microaspersión mediante una cuba de 5.000 L acoplada a un tractor de 140 CV de potencia. El riego se aplicará mediante mangueras en los alcorques	Ud.	605,00	0,49	296,45
TOTAL CAPÍTULO II: PLANTACIÓN					6.395,51 €

CAPÍTULO III: VALLADO					
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.01	Marqueo de la línea por donde irá la valla colocada en el terreno a lo largo de todo el perímetro del cerramiento.	m	709,00	0,20	141,80
3.02	Apertura de una zanja de 30 cm de profundidad con ayuda de un subsolador acoplado a un tractor de 70 CV.	m	709,00	0,04	28,36
3.03	Construcción del cerramiento con: malla cinegética de malla metálica galvanizada y anudada tipo HJ/200-8-30 de 2 metros de altura, alambre de espino galvanizado para la parte superior de las vallas, postes "intermedios" de madera de pino tratada con una altura de 2,20 metros y 0,10 m de diámetro, postes "de tensión" de madera de pino tratada con una altura de 2,60 metros y 0,10 m de diámetro, postes "de refuerzo" de madera de pino tratada con una altura de 1,90 metros y 0,08 m de diámetro, grampillones galvanizados, tensores de carraca galvanizados, tornillos M5.	m	709,00	7,25	5.140,25
3.04	Cimentación y colocación de una puerta de dos hojas de madera tratada previamente contra la pudrición de 1,75 metros de altura y cada hoja 2 metros de ancho.	Ud.	2,00	382,43	764,86
TOTAL CAPÍTULO III: VALLADO					6.075,27 €

CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO					
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.01	Excavación de zanjas para la colocación de la tubería primaria y secundaria de una anchura de 0,5 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	296,19	4,07	1.205,49
4.02	Excavación de zanjas para la colocación de las tuberías terciarias de una anchura de 0,4 metros y una profundidad de 1,5 metros, asegurando al menos una distancia de metro entre la superficie de la tubería y la del terreno, mediante una retroexcavadora de 90 CV.	m ³	392,97	3,69	1.450,06
4.03	Compra y colocación de tubería de PEBD de 32/28 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	3.867,70	1,55	5.994,94
4.04	Compra y colocación de tubería de PEBD de 63/55,4 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	294,20	2,85	838,47
4.05	Compra y colocación de tubería de PEBD de 75/66 mm de diámetro, para una presión de 4 atm.	m	98,77	3,35	330,88

4.06	Compra y colocación de tubería de PVC de 90/84,6 mm de diámetro, para una presión de 6 atm.	m	296,19	3,75	1.110,71
4.07	Microaspersor NaanDanJain Grupo Modular color naranja con bailarina gris, caudal de 120 L/h, presión nominal de 2 bar, diámetro de alcance de 9 metros.	Ud.	605,00	1,60	968,00
4.08	Arqueta de hormigón prefabricado para alojar válvulas y la electroválvula, con unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,56.	Ud.	5,00	74,68	373,40
4.09	Electroválvula con regulador de caudal.	Ud.	5,00	336,83	1.684,15
4.10	Válvula reguladora de presión entre 2 y 7 bar.	Ud.	8,00	77,43	619,44
4.11	Cabezal de riego compuesto por: contador tipo Woltman CNR 4 con hélice axial con un diámetro de 80 mm, un filtro de malla o anillas con diámetro 4" y una malla de 0,65 mesh, dos filtros de arena de 0,53 m de diámetro, válvulas de compuerta y de retención, una ventosa trifuncional.	Ud.	1,00	1.216,60	1.216,60
4.12	Programador de riego electrónico.	Ud.	1,00	570,43	570,43

4.13	Electrobomba con una potencia mínima de 10,06 CV.	Ud.	1,00	3.603,92	3.603,92
4.14	Sistema de bombeo solar.	Ud.	1,00	1.462,35	1.462,35
4.15	Placas solares que transforman la energía solar en energía eléctrica.	Ud.	20,00	30.031,23	30.031,23

TOTAL CAPÍTULO IV: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	51.460,07 €
--	--------------------

CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO					
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.01	Excavación mediante retroexcavadora de 90 CV de pozos para la colocación de las zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 metros, zanja de hormigón de 0,3 x 0,3 metros que une las zapatas, pozos para solera de 4,0 x 3,5 x 0,2 metros.	m ³	4,46	15,36	68,51
5.02	Retirada de la tierra de la excavación a un vertedero cercano a la zona.	m ³	4,46	6,57	29,30
5.03	Capa de gravilla con diámetro 20/40 mm, de 0,15 m de espesor.	m	8,14	6,63	53,97
5.04	Hormigón armado HA-20 de tamaño máximo de árido de 20 mm para solera de 0,15 m de espesor.	m	2,06	110,81	228,27
5.05	Hormigón armado HA-25 de tamaño máximo de árido de 20 mm para relleno de zanjas de cimentación y pozos de zapatas.	m	1,35	106,13	143,28
5.06	Caseta de hormigón prefabricada con dimensiones de 4,0 x 3,5 x 4,0 metros, con una superficie de 15 m ² .	Ud.	1,00	2.421,73	2.421,73
TOTAL CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO					2.945,06 €

CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD					
Código	Descripción	Unidad	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.01	Casco de seguridad homologado.	Ud.	10,00	10,50	105,00
6.02	Botas de seguridad homologadas con puntera plástica y suela antideslizante.	Ud.	10,00	21,00	210,00
6.03	Chaleco/cazadora reflectante.	Ud.	10,00	31,10	311,00
6.04	Gafas de protección ante impactos.	Ud.	10,00	11,20	112,00
6.05	Botas de goma para trabajos de exteriores en ambientes húmedos.	Ud.	10,00	14,50	145,00
6.06	Mascarilla de seguridad con filtro de partículas.	Ud.	10,00	2,50	25,00
6.07	Guantes.	Ud.	10,00	6,00	60,00
6.08	Protección auditiva (orejeras).	Ud.	10,00	5,25	52,50

6.09	Trajes impermeables para días lluviosos.	Ud.	10,00	9,30	93,00
6.10	Cinturón para sobreesfuerzos (faja lumbar).	Ud.	10,00	13,80	138,00

TOTAL CAPÍTULO VI: SEGURIDAD Y SALUD					1.251,50 €
---	--	--	--	--	-------------------

4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Resumen	Euros	%
I	PREPARACIÓN DEL TERRENO	592,92	1,50
II	PLANTACIÓN	6.395,51	19,80
III	VALLADO	6.075,27	15,95
IV	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	51.460,07	55,60
V	INSTALACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO	2.945,06	5,40
VI	SEGURIDAD Y SALUD	1.251,50	2,30

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	68.720,33
---	------------------

13,00 % Gastos generales	8.922,64
6,00 % Beneficio industrial	4.123,22

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	81.766,19
--	------------------

16,00 % I.V.A.	13.082,59
----------------	-----------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL POR CONTRATA	94.848,78
---	------------------

El presupuesto general de la plantación asciende a una cantidad de **NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS.**

