

Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

ANEJOS DE LA MEMORIA

Autora

Laura Garrido Villanueva

Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza

2014

AGRADECIMIENTOS

Sin duda el presente trabajo fin de carrera lleva implícita la necesidad de manifestar mi más sincero y cordial agradecimiento a todas las personas que han hecho posible su desarrollo, en concreto: A Pedro Pinedo por haberme ofrecido la oportunidad de realizar un proyecto de estas características y poder formar así parte de lo que seguro será un gran futuro.

Al Dr. Ramón Juan Reiné Viñales por su dirección, instrucción y ofrecimiento, pero sobre todo por su ayuda y diálogo en los últimos momentos.

A D. Jesús Guillén Torres por todo su tiempo, sus rápidas y eficaces soluciones y sobre todo por los ánimos dados y al Dr. Antonio Javier Garcés Tebar por su ayuda impagable y sus consejos.

También a todo el personal del Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón, en especial a D. Jesús Ángel Betrán Aso, por su ayuda en los análisis tanto de suelo como de agua.

ÍNDICE GENERAL

I. OBJETO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
1. OBJETO	3
2. LOCALIZACIÓN DE LA FINCA	4
3. CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR.....	6
 II. PLAN PRODUCTIVO	 10
1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	10
1.1. Botánica y Taxonomía	10
1.2. Fenología.....	11
1.3. Características organolépticas	13
2. AGRONOMÍA DEL CULTIVO.....	16
2.1. Introducción.....	16
2.2. Requerimientos climáticos y edáficos	16
2.3. Necesidades hídricas	19
2.4. Necesidades nutricionales.....	20
2.5. Fertirrigación	22
2.6. Polinización	23
2.7. Poda.....	23
2.8. Recolección y postcosecha.....	26
2.9. Plagas y enfermedades	28
3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO	33
3.1. En el mundo.....	33
3.2. En la Unión Europea y en España.....	36

III. ESTUDIO CLIMÁTICO.....	43
1. INTRODUCCIÓN.....	43
2. ELEMENTOS DEL CLIMA	44
2.1. Temperatura.....	44
2.2. Heladas.....	48
2.3. Horas – frío	49
2.4. Pluviometría.....	50
2.5. Diagrama ombrotérmico	53
3. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA.....	55
4. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA.....	60
 IV. ESTUDIO EDÁFICO.....	 65
1. INTRODUCCIÓN.....	65
2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	66
2.1. Textura.....	66
3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD	68
3.1. Enmienda ácida	70
 V. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.....	 75
INTRODUCCIÓN.....	75
SALINIDAD	78
SODICIDAD.....	79
TOXICIDAD	81
OTROS PARÁMETROS	81
5.1. pH	81
5.2. Contenido total de sales	81
5.3. Presión osmótica.....	82
5.4. Relación de calcio	82
5.5. Relación de sodio.....	82

5.6. Carbonato sódico residual	83
5.7. Exceso de nitrógeno	83
5.8. Dureza	84
CONCLUSIONES	84

VI. PROCESO PRODUCTIVO 88

1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	88
2. REPLANTEO	89
3. PLANTACIÓN	89
3.1. Fases de la plantación	89
3.2. Disposición de la plantación	90
3.3. Apertura de hoyos	90
3.4. Plantación	91
3.5. Producción	91
4. FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS	91
4.1. Enmienda ácida	91
4.2. Fertilización de fondo	92
4.3. Fertilización anual	92
5. PODA	96
6. RIEGOS	98
6.1. Programación del riego	98
7. LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES	108
8. LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS	108
9. RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN	109

VII. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO114

1. INTRODUCCIÓN	114
2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO	115
3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES	118
3.1. Cálculo de la ETc corregida	118
3.2. Necesidades reales (Nr)	121

4. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO	123
5. DIMENSIONADO DEL RIEGO LOZALIZADO	124
5.1.Dosis de riego	124
5.2.Número de emisores y separación	125
5.3.Porcentaje de suelo mojado	125
5.4.Área regada por un emisor	125
6. RESUMEN FINAL	126
VIII. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEO	130
1. INTRODUCCIÓN	130
2. TUBERÍAS LATERALES	131
2.1.Pérdida de carga en el ramal	131
2.2.Reparto de presiones	131
2.3.Cálculo de la tubería lateral	131
3. TUBERÍA SECUNDARIA	132
3.1.Cálculo de la tubería secundaria	132
4. TUBERÍA PRIMARIA	134
4.1.Cálculo de la tubería primaria	134
5. BOMBA DE RIEGO	135
5.1.Cálculo del caudal de bombeo	135
5.2.Dimensionado de la instalación de bombeo	136
6. POTENCIA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO	136
7. ELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO	137
8. GOLPE DE ARIETE	139
8.1.Introducción	139
8.2.Cálculo del golpe de ariete	139
IX. ESTUDIO ECONÓMICO	144
1. COMERCIALIZACIÓN	144
2. COSTES DE PRODUCCIÓN	144
X. BIBLIOGRAFÍA	147

ANEJO I. OBJETO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Situación del T.M de Aragües del Puerto dentro de la comarca de la Jacetania. (Fuente: Imágenes Google, 2013)	4
Figura I.2. Localización de Aragües del Puerto y su comunicación por carreteras. (Fuente: Imágenes Google, 2013)	5

I.	OBJETO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
1.	OBJETO.....	3
2.	LOCALIZACIÓN DE LA FINCA	4
3.	CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR.....	6

I. OBJETO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1. OBJETO

Se elabora este proyecto “Diseño de una explotación de arándanos en el término municipal de Aragües del Puerto (Huesca)”, por encargo del arrendatario de la finca, ante el deseo de comenzar una nueva actividad empresarial relacionada con la explotación de suelo agrícola, con una agricultura moderna, de regadío, basada en la producción de fruta de buena calidad y apreciada por el mercado.

El objeto del presente proyecto es definir, diseñar y presupuestar una nueva plantación de arándanos. El proyecto abordará el manejo del cultivo, la instalación de un sistema de riego por goteo y el dispositivo para la fertirrigación.

El sistema de riego empleado será un riego localizado de alta frecuencia por goteo. Con él se pretende la dosificación del agua disponible para riego, con el fin de evitar un posible estrés hídrico causado por el riego por superficie y que la plantación tenga siempre sus necesidades hídricas cubiertas.

Para la realización del presente proyecto será necesario:

- Un estudio climático con el que determinaremos el régimen de heladas y la pluviometría de la zona, también determinaremos la evapotranspiración del cultivo, sus necesidades hídricas y el diseño posterior de la programación del riego.
- Un análisis de suelos con el que realizaremos una caracterización edáfica de la parcela, nos mostrará las características más relevantes, tales como pH, textura o fertilidad. Gracias al cual podremos decidir si es necesario alguna enmienda sobre él que lo mejore.
- Un análisis del agua del río Osia, del que se abastecerá el sistema de riego a proyectar, para determinar si es óptima para el riego.
- Cálculo de la dosis de riego necesaria con el programa CROPWAT 8.0 y diseño y distribución de la red de riego.

- Análisis del plan y de la tecnología productiva (elección de especies, variedades, sistemas de formación, marco y densidades de plantación, sistema de mantenimiento del suelo, cálculo de las necesidades de abonado, y dimensionado de la estación de fertirrigación.)
- Un estudio de rentabilidad técnico económica

Todos estos apartados serán ampliados y calculados en los anejos pertinentes.

Este proyecto pretende servir de ejemplo para la implantación de este tipo de frutales arbustivos en el municipio, con la intención de iniciar en esta zona un nuevo sector económico que puede ser además de gran interés turístico.

2. LOCALIZACIÓN DE LA FINCA

La parcela en la que se ubicará la explotación es la nº 384 del polígono 5, cuya superficie es de 1 hectáreas. Desde hace más de 5 años la parcela está sin explotar y sobre ella no se realiza ningún tipo de labor.

La parcela objeto de este proyecto se encuentra en el término municipal de Aragües del Puerto, dentro del Parque Natural de los Valles Occidentales. Este Parque Natural está situado al noroeste de la Comunidad Autónoma de Aragón, colindando al norte con Francia y, al oeste, con la Comunidad Foral de Navarra.



Figura I.1. Situación del T.M de Aragües del Puerto dentro de la comarca de la Jacetania. (Fuente: Imágenes Google, 2013)

Aragües del Puerto es un municipio de la provincia de Huesca que pertenece a la comarca de La Jacetania. Se halla a 101 Km al noroeste de Huesca, y a 50 Km de la capital comarcal, Jaca. Su término municipal ocupa una superficie de 65 km² con una altitud de 970msnm. Tiene una población de 128 habitantes. (INE, 2012)

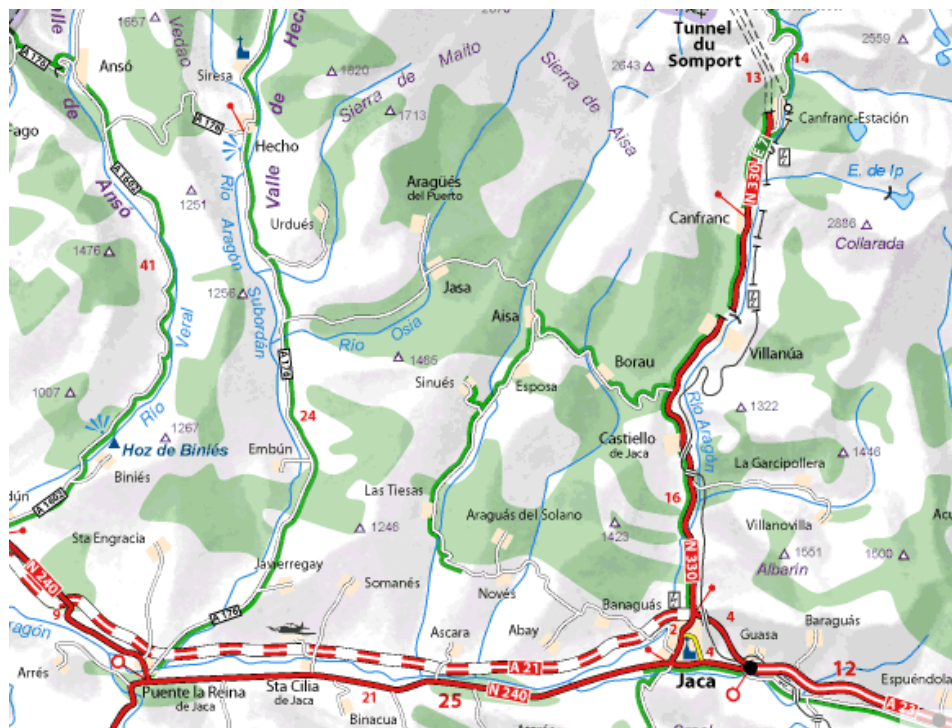


Figura I.2. Localización de Aragües del Puerto y su comunicación por carreteras. (Fuente: Imágenes Google, 2013)

La parcela forma parte de la Red Natura 2000, además está dentro de una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y es un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC). El hecho de encontrarnos dentro de estas denominaciones nos hace regirnos por un marco legislativo algo más restrictivo, tratando de que cualquier actividad que pretenda desarrollarse sea compatible con los valores ambientales de la zona, de la misma manera, nos da la oportunidad de revalorizar nuestro producto atendiendo a marcas de calidad.

Formar parte de la Red Natura 2000 supone poder disponer de fondos y ayudas que se otorgan a cambio de realizar determinadas prácticas agrícolas que se consideran ambientalmente positivas. En Aragón, por ejemplo, se está invirtiendo más de 13 millones de euros anuales en ayudas de este tipo. Buena parte de ellas se otorgan únicamente a áreas situadas en LIC, ZEPA, siendo gestionadas por el Departamento de Agricultura y Medio Ambiente.

3. CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR

El propietario-arrendatario de la finca nos impone realizar una explotación de fruta de calidad bajo con la denominación de agricultura ecológica.

El MARM define este modo de producción como un compendio de técnicas agrarias que excluye normalmente el uso, en la agricultura y ganadería, de productos químicos de síntesis como fertilizantes, plaguicidas, antibióticos, etc, con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales. (MARM, 2013)

La normativa que regula la agricultura ecológica es el Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo desarrollado posteriormente por el Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión. En el Reglamento (CE) nº 834/2007 se especifican las normas de producción vegetal que regulan la agricultura ecológica y en el Reglamento (CE) nº 889/2008 se indican los fertilizantes y acondicionadores de suelo que pueden utilizarse, únicamente en la medida en que sea necesario.

ANEJO II. PLAN PRODUCTIVO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Racimos de <i>Vaccinium</i> var. Legacy en la Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia)	10
Figura II.2. Primeros estadios fenológicos del arándano: A) yema dormida; B) brotación.	12
Figura II.3. Estados fenológicos del arándano (continuación): C) aparición de la corola; D) inicio de floración; E) caída de pétalos.	13
Figura II.4. Poder antioxidante de distintos alimentos. Expresado en uds. ORAC. Fuente: (USDA Lab. Brunswick, 2006)	14
Figura II.5. Resumen de las principales exigencias climáticas y edáficas del cultivo del arándano. (Fuente: CIRN, 1989)	17
Figura II.6. Necesidades de horas-frío según especie. Fuente: Gil-Albert, 1998.	18
Figura II.7. Disponibilidad teórica de los nutrientes a distintos pHs. Diagrama de E. Truog. (Fuente: Ibáñez, 2007)	19
Figura II.8. Planta de <i>Vaccinium</i> sp. sin podar. Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).	24
Figura II.9. Planta de arándano highbush (<i>Vaccinium corymbosum</i>) antes (A) y después (B) de la poda. (Demchak, 2013)	25
Figura II.10. Planta de <i>Vaccinium</i> sp. recién podada. Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).	26
Figura II.11. Carros utilizados para la recolección del arándano. Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).	27
Figura II.15. Producción mundial de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)	33
Figura II.16. Principales países productores de <i>Vaccinium</i> a nivel mundial. (Fuente: FAO, 2012)	34
Figura II.17. Importaciones mundiales de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)	35
Figura II.18. Exportaciones mundiales arándanos. (Fuente: FAO, 2012)	36
Figura II.19. Principales productores de arándanos dentro de la Unión Europea. (Fuente: FAO, 2012)	36
Figura II.20. Disponibilidad de arándanos a nivel mundial.	37
Figura II.21. Principales exportadores de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)	37
Figura II.22. Principales importadores de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)	38
Figura II.23. Exportaciones europeas de arándanos en millones de €. (Fuente: FAO, 2012)	38
Figura II.24. Importaciones europeas de arándanos en millones de €. (Fuente: FAO, 2012)	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Composición química de los arándanos. Concentraciones de los elementos en 100g de fruto. (Nutriente Data Laboratory, 2012).....	15
Tabla II.2. Programa de fertilización en Asturias. (García Rubio, 2006).....	20
Tabla II.3. Problemas nutricionales más comunes en arándanos. (Spectrum Analytic Inc., 1997).....	21
Tabla II.4. Niveles foliares de macro y microelementos en arándano (Fuente: Hanson y Hancock, 1996).....	22

II. PLAN PRODUCTIVO	10
1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	10
1.1. Botánica y Taxonomía	10
1.2. Fenología.....	11
1.3. Características organolépticas	13
2. AGRONOMÍA DEL CULTIVO.....	16
2.1. Introducción.....	16
2.2. Requerimientos climáticos y edáficos	16
2.3. Necesidades hídricas	19
2.4. Necesidades nutricionales.....	20
2.5. Fertirrigación	22
2.6. Polinización	23
2.7. Poda	23
2.8. Recolección y postcosecha.....	26
2.9. Plagas y enfermedades	28
3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO	33
3.1. En el mundo.....	33
3.2. En la Unión Europea y en España.....	36

II. PLAN PRODUCTIVO

1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

1.1. Botánica y Taxonomía

El arándano (*Vaccinium* spp.), es un frutal menor nativo de Norteamérica, pertenece a la familia *Ericaceae*, subfamilia *Vaccinioideae*, subgénero *Cynacoccus* y es considerado dentro del grupo de los berries. (Pritts, 1992)

Se trata de arbustos erectos o rastreros, con altura variable según la especie, de hojas alternas, caducas o perennes, y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en muchos casos.

Hojas algo aserradas, planas. De 15 a 60 cm, con rizoma rastrero, muy ramificada. Ramillas con 3 ángulos agudos, verdes. Hojas de hasta 30 x 18 mm, ovales, verde brillantes. Flores en racimos axilares. Cáliz apenas lobulado. Corola de 3-6 mm, colgante, verde pálido con tono rosa, rara vez blanca, de lóbulos cortos revueltos. Filamentos muy cortos y anteras con apéndices. Frutos de 6-10 mm, pruinoso, negro-azulado o negro-violáceo, dulce. (García Rollán, 1985)

Figura II.1. Racimos de *Vaccinium* var. Legacy en la Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).



Su sistema radical es superficial, situándose el 80% de éste en los primeros 40 cm del suelo, tiene raíces finas y fibrosas que se caracterizan por la ausencia de pelos radicales. (García-Rubio, 2006)

Estos pelos absorbentes aumentan la superficie radicular mejorando la absorción de agua y nutrientes, la ausencia de estos en la especie *Vaccinium* hace que sean muy sensibles a las variaciones de agua en el suelo. En la naturaleza el sistema radicular de los arándanos está colonizado por micorrizas, cuya relación simbiótica mejora la absorción de nutrientes; no ocurre lo mismo en las plantas cultivadas.

En la actualidad existen cuatro especies de arándanos que se cultiven; Highbush (*Vaccinium corymbosum*), lowbush (*Vaccinium myrtilloides* y *Vaccinium angustifolium*) y rabbiteye (*Vaccinium ashei*). Lo que diferencia estos tres grupos son sus hábitos de crecimiento. Mientras que las variedades lowbush alcanzan una altura de 0,3 a 0,6m, los highbush pueden llegar a los 14 m. Los arándanos rabbiteye son podados a los 3m. (Spectrum Analytic Inc., 1997)

El grupo de mayor importancia comercial son los arándanos highbush, los cuales se originan en zonas con suelos ácidos, elevados contenidos en materia orgánica y con abundante agua disponible a unos 70 cm.

El fruto es una baya casi esférica, que varía entre 0,7-1,8 cm de diámetro, dependiendo de la especie, y adquiere un color azul metálico cuando madura. (Contreras, 2010)

1.2. Fenología

Conocer la fenología del cultivo nos ayuda a optimizar la fertilización y las necesidades de riego, ya que podremos saber los periodos de máximas necesidades.

Comenzaremos a describir la fenología a partir de lo que se denomina período de latencia o reposo invernal (A), por el que pasa cualquier especie frutal en el clima en el que nos encontramos. En este momento, no existe transporte interno de agua ni nutrientes, la planta se encuentra en receso metabólico y las yemas de las variedades más resistentes pueden llegar a soportar temperaturas de -30°C. Al terminar la

latencia se inicia la movilización de nutrientes desde las raíces hasta los puntos de brotación, el botón floral comienza a hincharse y las flores comienzan a salir (B).

Cuando aparecen las primeras hojas, la planta acelera su velocidad de absorción de agua y nutrientes y comienza la etapa de máximas necesidades en la que se produce gran actividad celular orientada a la diferenciación de las yemas en distintos órganos especializados y al aumento de estos.

En la siguiente fase, la de floración, los nutrientes se movilizan principalmente a los órganos reproductivos y la absorción por parte de las raíces es máxima. Es en plena floración cuando la resistencia al frío disminuye pudiéndose producir daños con temperaturas inferiores a -6°C .

En el siguiente estadio, cuando la corola ha emergido (C), temperaturas por debajo de -4°C pueden acabar con las flores. Inmediatamente tras la caída de la corola y antes del llenado de los frutos (E) nos encontramos en el estadio más sensible a los daños por frío, y es que unos minutos por debajo de $-2,2^{\circ}\text{C}$ producirán daños.



Figura II.2. Primeros estadios fenológicos del arándano: A) yema dormida; B) brotación.



Figura II.3. Estados fenológicos del arándano (continuación): C) aparición de la corola; D) inicio de floración; E) caída de pétalos.

1.3. Características organolépticas

El fruto tiene una pulpa jugosa, más o menos acidulada y aromática, según cultivares. Se utiliza tanto para el consumo en fresco como para la transformación industrial en zumos, mermeladas, confituras, licores, salsas de acompañamiento en cocina, etc.

Al arándano se le reconocen importantes propiedades nutraceuticas, es decir que posee propiedades medicinales beneficiosas para la salud, que constituyen un sólido argumento que ha contribuido a la expansión de su consumo. (García Rubio, 2006)

Está demostrado que su consumo habitual mejora considerablemente la percepción visual de las personas. También se utiliza en afecciones oculares para facilitar la regeneración de la retina y como potente diurético en el campo farmacológico.

Recientemente (García Rubio, 2006), se ha encontrado que un compuesto químico, los taninos, presentes en grandes concentraciones en el vino, así como en los arándanos, entre otras frutas, reduce los niveles de unas sustancias perjudiciales y ligadas al Alzheimer.

Otra de las características de estos frutos es su abundancia en pigmentos naturales, antocianos y carotenoides, de acción antioxidante: neutralizan la acción de los radicales libres, que son nocivos para el organismo. Además, incluyen un importante aporte de otros antioxidantes como la vitamina C, que potencia el sistema inmunológico o de defensas del organismo y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso del cáncer.

A continuación se presenta la Figura II.4 en la que se muestran la capacidad antioxidante de distintas frutas y verduras medidas en unidades ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) cada 100 gramos de producto.

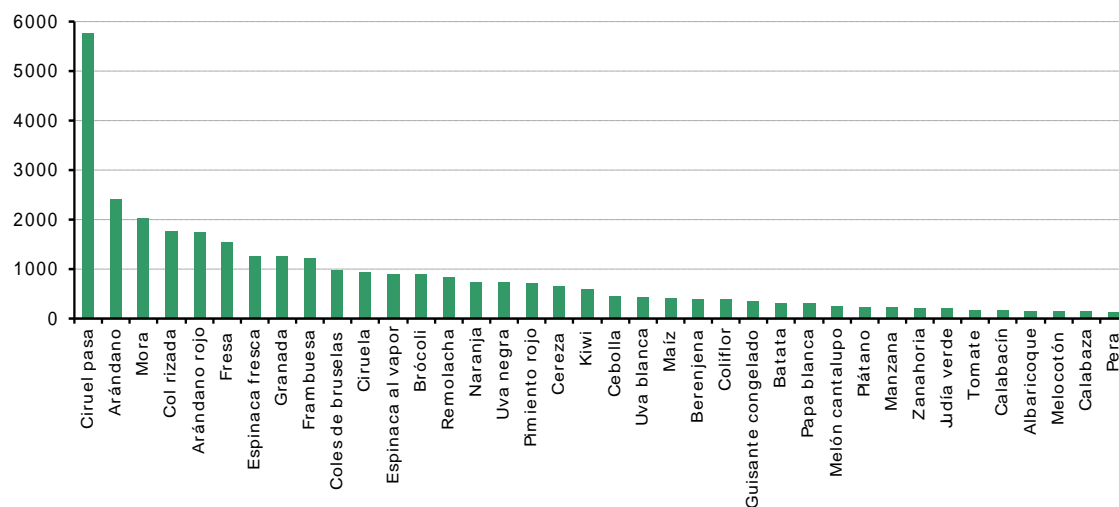


Figura II.4. Poder antioxidante de distintos alimentos. Expresado en uds. ORAC.
Fuente: (USDA Lab. Brunswick, 2006)

Para hacernos una idea de lo que significa esto hay que saber que al día deberíamos consumir entre 3000 y 5000 unidades ORAC. (Rojano, 2012)

Tabla II.1. Composición química de los arándanos. Concentraciones de los elementos en 100g de fruto. (Nutriente Data Laboratory, 2012)

/100g de fruto		
ELEMENTOS		
Agua	84,21	G
Energía	57	Kcal
Proteína	0,74	G
Lípidos totales	0,33	G
Carbohidratos	14,49	G
Fibra total	2,4	G
Azúcares totales	9,96	G
MINERALES		
Calcio	6	Mg
Hierro	0,28	Mg
Magnesio	6	Mg
Fósforo	12	Mg
Potasio	77	Mg
Sodio	1	Mg
Zinc	0,16	Mg
VITAMINAS		
Vit. C	9,7	Mg
Tiamina	0,037	Mg
Riboflavina	0,041	Mg
Niacina	0,418	Mg
Vit. B ₆	0,052	Mg
Folato, RAE	6	µg
Vit. B ₁₂	0,00	µg
Vit. A, RAE	3	µg
Vit. E (alfa-tocoferol)	0,57	Mg
Vit. D (D ₂ + D ₃)	0,0	µg
Vit. D	0	IU
Vit. K (filloquinona)	19,3	µg
LÍPIDOS		
Ácidos grasos saturados	0,028	G
Ácidos grasos monosaturados	0,047	G
Ácidos grasos polisaturados	0,146	G
Colesterol	0	Mg

2. AGRONOMÍA DEL CULTIVO

2.1. Introducción

Durante el período de otoño-invierno se realiza la plantación sobre el terreno ya laboreado. El marco de plantación es de 3 metros entre calles y de 0,75 a 1,2 metros entre planta, dependiendo de la variedad que vayamos a cultivar. La densidad de plantas será de unas 2500-3000 plantas por hectárea.

Se plantan sobre caballón de unos 30-40 cm y se usa una cobertura plástica durante los primeros años. Después se cubre con corteza de pino para mantener así la humedad del suelo y conseguir algún aporte de materia orgánica procedente de esta corteza.

El sistema de riego empleado dependerá de la zona, pero la normal es usar el riego por goteo, dado las escasas necesidades hídricas que presenta este cultivo. El agua de riego debe de ser buena calidad sin exceso de calcio, boro o cloro y con un nivel de salinidad adecuado.

En cuanto a las malas hierbas, para evitar la competencia hídrica y nutricional se deben eliminar de manera mecánica, ya que el sistema de explotación al que nos hemos acogido limita mucho el uso de herbicidas.

La vida productiva de una plantación de arándanos bien establecida y manejada puede ser de 50 años o más, pero normalmente no superan los 20 años. (Ciordia *et al.*, 2007)

2.2. Requerimientos climáticos y edáficos

Las características de ambos son claves para el éxito de la plantación. En el cuadro siguiente se muestra un resumen de dichos requerimientos.

Aspectos Generales

Nombre científico.....: *Vaccinium corymbosum*, *V. ashei* y otras esp. de este género.
 Duración ciclo vegetativo.....: 180 a 215 días.
 Rendimiento con alta tecnología.....: 50 a 90 qqm/ha.
 Variedades o cultivares principales: Flordablue, Burlington, Early blue, Angola, Bluehaven, Bluecrop, Elliot, Collins.

Aspectos Climáticos

Sensibilidad a heladas.....: Medianamente sensible.
 Etapa o parte más sensible a heladas: Floración y frutos.
 Temperatura crítica o de daño por heladas.....: -1 °C
 Temperatura base o mínima de crecimiento.....: 7 °C
 Rango de temperatura óptima de crecimiento.....: 16 a 25 °C
 Límite máximo de temperatura de crecimiento...: 33 °C
 Suma térmica entre yema hinchando y cosecha ..: 400 a 700 días-grados (ver anexo).
 Requerimientos de horas de frío (Temp. < 7 °C) : 850 a 1300 hrs.
 Requerimientos de fotoperíodo.....: Días largos y días cortos son esenciales en algún momento del ciclo de vida.

Aspectos del Suelo

- Profundidad :	Subsuelo suelto		Subsuelo compacto		
	Rango óptimo		más de 80 cm		
	Valor crítico		35 cm		
- Acidez (pH) :	Mínimo tolerado	Rango óptimo		Máximo tolerado	
	3,5	4,5 - 5,1		7,5	
- Salinidad :	Valor tolerado de Cond. Elec.		Valor crítico de Cond. Elec.		
	1,6 mmhos/cm		4,2 mmhos/cm		
- Textura :	Muy fina	Finas	Francas	Gruesas	Muy gruesas
	Limit. Severa	Limit. Leve	Sin Limit.	Sin Limit.	Limit. Leve
- Drenaje :	Moder. bueno	Imperfecto	Pobre	Muy pobre	
	Sin Niv. Freático	N. Fre. a 110 cm	N. Fre. a 50 cm	N. Fre. a 25 cm	
	Sin Limitación	Sin Limitación	Limit. Moderada	Excluido	
- Pedregosidad :	No pedregoso	Pedregoso	Muy Pedreg.	Extremad. Pedr.	
	< 15% Piedras	15-35% Piedras	35-60% Piedras	> 60% Piedras	
	Sin Limitación	Sin Limitación	Limit. Moderada	Excluido	
- Pendiente :	Suave	Inclinada	Muy inclinada	Fuert. inclinada	
	2-6%	6-10%	11-20%	21-30%	
	Sin Limitación	Limit. Leve	Limit. Moderada	Limit. Moderada	

Figura II.5. Resumen de las principales exigencias climáticas y edáficas del cultivo del arándano. (Fuente: CIRN, 1989)

En cualquier especie frutícola la cantidad de horas-frío es un factor determinante para decidir la especie y variedad que se pueden producir comercialmente en una zona determinada. Las horas-frío son el número de horas que pasa la planta por debajo de 7°C durante el periodo de reposo invernal. En el caso del arándano sus necesidades de horas-frío se sitúan entre 750 y 1200. (Gil-Albert, 1998)

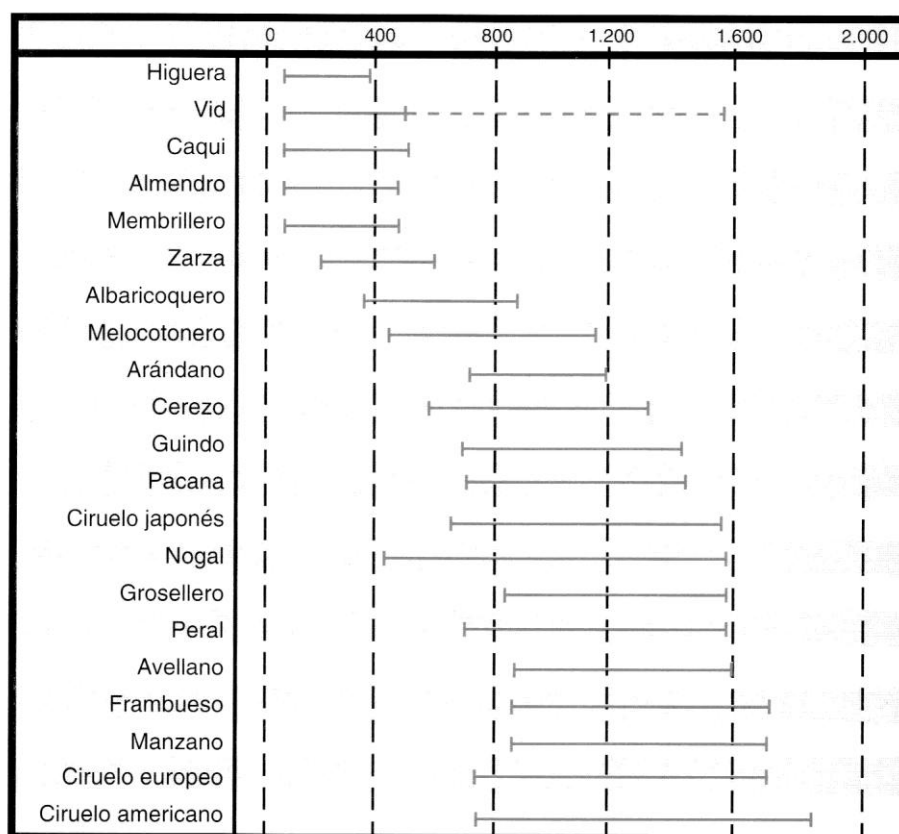


Figura II.6. Necesidades de horas-frío según especie. Fuente: Gil-Albert, 1998.

Además de las horas-frío que se acumulen en la zona hay que tener en cuenta las posibles heladas primaverales, las temperaturas mínimas en invierno, la duración del período de crecimiento y las temperaturas en dicho período.

Al ser los arándanos un cultivo arbustivo, una vez que son plantados es muy difícil realizar modificaciones para mejorar el suelo y la capacidad de drenaje, así como para variar el pH o el nivel de nutrientes. Es por ello que elegir bien la zona donde se va a llevar a cabo la plantación es muy importante y esto nos condicionará la productividad de la misma durante su vida útil.

Para el buen desarrollo de la planta se requieren suelos livianos, de textura porosa limosa-franco arenosa, con alta capacidad de drenaje, ya que es sensible al encharcamiento, también ha de poseer alto contenido en materia orgánica (>3%). (García Rubio, 2006)

El factor limitante para su cultivo es el pH, exigiendo valores ácidos, inferiores a 5,5 (intervalo óptimo entre 4 y 5,5). Valores de pH más bajos pueden ocasionar que el manganeso y el aluminio sean tóxicos, ya que a pH inferior a 6,0 se absorben con

facilidad; si por el contrario el suelo tiene valores de pH superiores a 5,5 puede ser que los elementos necesarios, como el hierro, no estén disponibles. (Demchak, 2013)

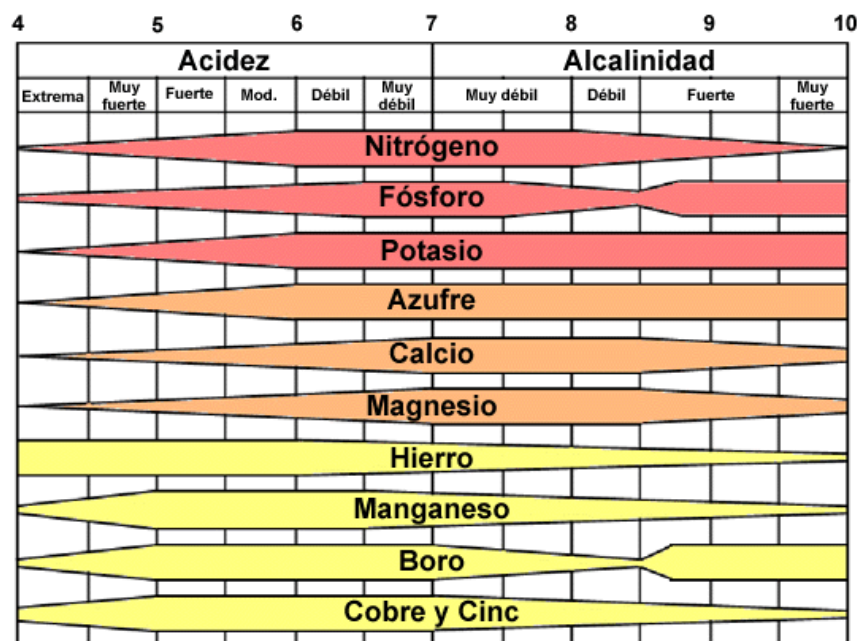


Figura II.7. Disponibilidad teórica de los nutrientes a distintos pHs. Diagrama de E. Truog. (Fuente: Ibáñez, 2007)

Además el arándano entra en el grupo de plantas calcífugas por lo que no se desarrollará bien en terrenos con elevados niveles de caliza. (Demchak, 2013)

Mientras que los problemas en la textura de suelo se pueden corregir añadiendo materia orgánica y los de pH realizando enmiendas en él, los problemas nutricionales serán continuos y conllevaran menores rendimientos. Por ello es importante realizar un análisis de suelo con el que conozcamos el estado nutricional del mismo.

2.3. Necesidades hídricas

Las reservas de agua en el suelo dependen tanto de la textura de este, como de la profundidad radicular del cultivo.

En el caso del arándano, al carecer la raíz de pelos absorbentes es muy propensa a deshidratarse, además el tamaño del fruto está condicionado por el nivel de humedad en el suelo, por ello se hace indispensable disponer de riego.

Los caudales que demanda este cultivo no son elevados, en Cantabria en la época de máxima producción aportan 12 l por planta y semana, y en ese ambiente el riego se hace imprescindible durante un corto período de tiempo.

Debido a los requerimientos de acidez del cultivo, se ha de analizar el pH del agua de riego. Este no debe ser superior a 5,5, si así fuera se debería acidificar el agua utilizando por ejemplo una solución de ácido nítrico. Además, el agua de riego no debe contener muchas sales, ya que el arándano no tolera bien ni la salinidad ni los excesos de calcio, boro o cloro. (García Rubio, 2006)

2.4. Necesidades nutricionales

Para conseguir un cultivo sano los elementos han de estar disponibles en el suelo en el momento adecuado. La demanda de nutrientes es mayor en primavera, ya que es el momento de crecimiento de los brotes, pero el suelo todavía puede estar frío y esto limitará la disponibilidad y la absorción de los nutrientes. En otoño sin embargo no se requieren grandes cantidades pero al estar el suelo caliente libera nutrientes con mayor facilidad pudiendo producir problemas de toxicidad, aunque estos son poco comunes. (Graeper, 2012)

Durante el período vegetativo es la edad de la planta, su crecimiento y su rendimiento productivo lo que determina las necesidades nutricionales.

En general, los arándanos tienen una menor demanda de nutrientes, si los comparamos con otros frutales, y es además muy sensible a altas concentraciones de sal en el suelo: son más frecuentes los problemas asociados a excesos de fertilizantes que a carencia de algún elemento. (SERIDA, 2005)

Los macronutrientes; Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), son la base del abonado de los arándanos, siendo también el calcio (Ca) un elemento importante por su papel en la calidad y en la conservación de la fruta.

Las recomendaciones de la cantidad total de nutrientes a aportar varían según las zonas productivas y los autores. En Asturias los aportes que realizan son los siguientes:

Tabla II.2. Programa de fertilización en Asturias. (García Rubio, 2006)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Plantación joven	15	6,6	15	-	-
Plena producción	90	45	90	20	30

En Ohio se realizó un estudio en el que identificaban los problemas nutricionales más significativos que habían encontrado en este cultivo. La Tabla II.3 indica el rango normal en el que se debe encontrar el nutriente en la planta y el porcentaje de muestras que se encontraron dentro de los valores considerados altos, normales y bajos. (Spectrum Analytic Inc., 1997)

Tabla II.3. Problemas nutricionales más comunes en arándanos. (Spectrum Analytic Inc., 1997)

<i>Survey of Blueberry Plant Samples Received by Spectrum Analytic (2002-2004)</i>											
Normal Range	Percent					Parts per Million					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
From	1.8	0.09	0.4	0.41	0.13	0.11	30	5	60	25	8
To	2.1	0.3	0.7	0.8	0.25	0.16	80	15	200	350	30
% Low	41%	26%	15%	9%	5%	3%	14%	85%	33%	2%	2%
% Normal	33%	73%	67%	87%	82%	50%	48%	15%	64%	93%	87%
% High	26%	0.70%	18%	4%	13%	47%	38%	0%	3%	5%	11%

Se observa que el elemento que da mayores problemas de deficiencia es el cobre (Cu) y en los macronutrientes; Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), también una gran cantidad de muestras presentan deficiencias. Esto se puede explicar si recordamos la Figura II.7 que nos mostraba la disponibilidad de nutrientes en función del pH del suelo, ya que al disminuir el pH del suelo la mayoría de los elementos están menos disponibles para las plantas.

Los niveles altos de azufre en casi la mitad de los ejemplares son debidos a la aplicación de este elemento al suelo para mantenerle pH.

Tabla II.4. Niveles foliares de macro y microelementos en arándano (Fuente: Hanson y Hancock, 1996)

Nutriente	Deficiencia	Óptimo	Exceso
Nitrógeno (N) %	< 1,70	1,70 – 2,10	> 2,30
Fósforo (P) %	< 0,08	0,08 – 0,40	> 0,60
Potasio (K) %	< 0,35	0,40 – 0,65	>0,90
Calcio (Ca) %	<0,13	0,30 – 0,80	>1
Magnesio(Mg)%	<0,10	0,15 – 0,30	nd
Azufre (S) %	nd	0,12 – 0,20	nd
Boro (B) ppm	<18	0,30 – 0,70	>200
Cobre (Cu) ppm	<5	5 - 20	nd
Hierro (Fe) ppm	<60	60 - 200	>400
Manganeso (Mn) ppm	<25	50 - 350	>450
Zinc (Zn) ppm	<8	8 - 30	>80

nd: información no disponible

2.5. Fertirrigación

Dadas las necesidades nutricionales y el sistema de riego que mejor se adapta a las condiciones de cultivo, se suele utilizar la fertirrigación como método para aportar los fertilizantes.

Esta técnica consiste en administrar, junto con el agua de riego, la dosis necesaria de nutrientes. Algunas ventajas de esta técnica son: (García Rubio, 2006)

- Permite adaptar mejor la cantidad y concentración de cada elemento nutritivo a las necesidades del cultivo, e incluso ajustar la composición de la “solución nutritiva” a la demanda concreta de nutrientes para cada etapa fenológica del cultivo.
- Mejora la distribución de los fertilizantes, especialmente aquellos con poca movilidad en el suelo como el fósforo o incluso potasio, lo que favorece su asimilación. Esto también mejora la capacidad y rapidez de respuesta ante posibles problemas que puedan presentarse, como carencias.

- La aplicación de los abonos se hace fraccionada y de forma más precisa, lo que evita la concentración excesiva de sales en el suelo, y las pérdidas por lixiviación.
- La aplicación de agua y nutrientes se hace solamente a un volumen determinado del suelo, donde se encuentran las raíces activas, aumentando la eficiencia y uso del agua y los abonos.
- Facilita la automatización, reduciendo la mano de obra necesaria.

Claro que este sistema también tiene inconvenientes pero la mayoría se deben al manejo incorrecto o al escaso conocimiento sobre la nutrición de las plantas y las incompatibilidades entre fertilizantes que pueden llegar a ocasionar obturaciones por precipitados.

A pesar de los inconvenientes descritos, la fertirrigación incrementa notablemente la eficacia en la aportación de nutrientes, en comparación con el sistema tradicional de aplicación directa de abonos sólidos al suelo, consiguiendo un mayor y más rápido desarrollo de las plantas, acortando el periodo improductivo, aumentando las producciones y con frutos de mayor calidad.

2.6. Polinización

Las flores de arándano son hermafroditas y autofértiles, siendo posible obtener producción cultivando una sola variedad. No obstante, la polinización cruzada proporciona frutos mayores y acorta el período de maduración. La buena polinización depende en gran medida de la actividad de los insectos, principalmente abejas. Cuando las poblaciones de abejas salvajes no son suficientes, se recomienda poner de 1 a 5 colmenas por hectárea. (Demchack, 2013)

2.7. Poda

Para realizar una poda correcta hay que conocer la fisiología de los arándanos. Cada año las ramas se desarrollan desde la base de la planta. Al siguiente año, cada rama produce ramas laterales y así sucesivamente. La planta fructifica sobre la

madera producida ese año. El diámetro de estas ramas va disminuyendo, esto afecta al fruto cuyo tamaño será menor. (Demchak, 2013)

La poda en esta especie es un factor fundamental para facilitar la renovación anual de ramas y obtener cosechas de calidad. (García Rubio, 2006)



Figura II.8. Planta de *Vaccinium* sp. sin podar. Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).

El momento adecuado de poda es muy importante. La mejor época es hacia el final del período de latencia, en el mes de marzo, aunque también depende de la variedad. La poda de otoño no es recomendable, ya que forzamos a la planta a producir nuevas ramas que morirán debido a las bajas temperaturas del invierno. (Demchak, 2013)

Durante los dos primeros años de plantación hay que eliminar todas las yemas florales para así forzar el crecimiento vegetativo de las plantas; Alargando así la vida útil de la plantación.

Hay algunas premisas básicas a la hora de elegir las ramas que hay que eliminar son: (Demchak, 2013)

- Evaluar el vigor general de la planta.
- Quitar toda la madera muerta.
- Mantener las tres mejores ramas del año y eliminar el resto.
- Localizar las ramas más antiguas y cortar una de cada seis.
- Eliminar las ramas bajas que nunca serán recolectadas y solo serán foco de enfermedades.

Tendremos que evaluar el crecimiento particular de la plantación, ya que habrá que conseguir una poda equilibrada, adecuada al comportamiento varietal y adaptada al sistema de cultivo.

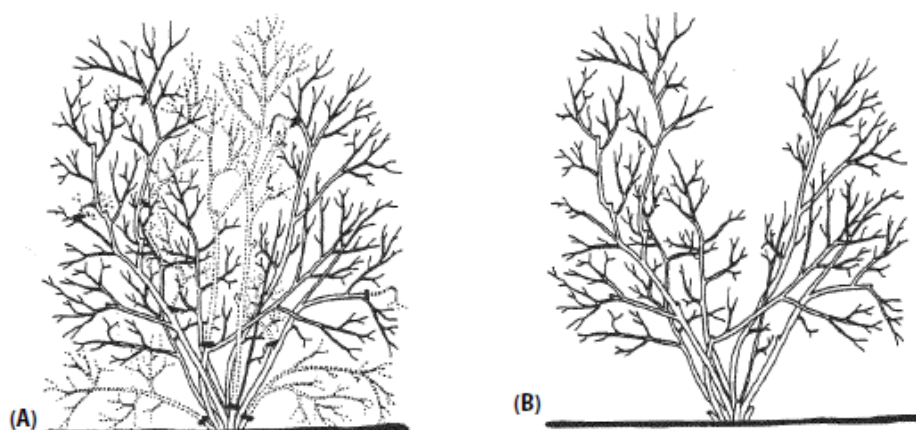


Figura II.9. Planta de arándano highbush (*Vaccinium corymbosum*) antes (A) y después (B) de la poda. (Demchak, 2013)

Los objetivos de la poda son básicamente: (García Rubio, 2006)

- Formar una mata con 8-10 ramas principales, saliendo directamente desde el suelo o el cuello de la planta,
- Promover el crecimiento de madera nueva,
- Controlar el tamaño de la planta, y
- Obtener una producción regular.



Figura II.10. Planta de *Vaccinium* sp. recién podada. Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).

Si no realizamos una poda regular las ramas empezarán a envejecer, la planta alcanzará una densidad excesiva, con crecimientos cada vez más débiles y la consiguiente falta de ramas de renovación. Esto conllevará al envejecimiento prematuro de la planta, una merma en la producción, y una mayor susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades. (García Rubio, 2006)

Por otro lado, una poda excesiva desarrollará ramas nuevas y vigorosas y a pesar de que las bayas sean grandes, la producción será escasa.

2.8. Recolección y postcosecha

La producción en arándano se inicia al 2º o 3º año de plantación con rendimientos entre 1 y 4 t/ha. La cosecha se incrementa de manera gradual hasta que alcanzan la plena producción al 6º-7º año, donde las producciones se estabilizan entorno a las 12-15 t/ha.

La época de recolección abarca, según las variedades que tengamos, desde mediados de junio las más tempranas, hasta finales de septiembre las más tardías.

El destino de la fruta marca, tanto el inicio de la recolección como la forma de realizarla. Para el mercado en fresco la recolección hay que hacerla de manera manual y ha de iniciarse a los 5 o 6 días de que la planta presente entre el 10 y el 15% de sus frutos maduros (totalmente azules). Es en estos 5-6 días en los que los frutos adquieren mayor cantidad de azúcares, aumentando su peso considerablemente. Se realizarán pasadas cada 7 días aproximadamente.

La recogida manual se realiza uno a uno, con cuidado de no dañarlos, y se pueden colocar directamente en el envase final o bien situar unas cajas en mitad de las calles y dos veces al día llevarlas a la cámara de refrigeración donde se seleccionarán y colocarán en los envases adecuados.



Figura II.11. Carros utilizados para la recolección del arándano. Finca de Campoberry, Güemes (Cantabria), 22-marzo-2013. (Foto propia).

La recolección se realiza por la mañana, como la mayoría de las frutas, de esta manera aprovechamos las temperaturas más frescas del día, así el salto térmico entre la temperatura de recolección y la temperatura de almacenaje será menor que si lo recogiéramos por la tarde.

Tras la recolección se guardan en cámaras frigoríficas a 0°C con una humedad relativa del 90-95% y no más de 14 días, aunque la venta suele ser en las 24-30 horas posteriores a su recolección.

2.9. Plagas y enfermedades

Introducción

En cualquier plantación, la problemática de las plagas y enfermedades está ligada sobre todo a la repetición de cultivos y la asociación que se produce entre estos y los patógenos. Dada la juventud de la mayoría de plantaciones, en España no existe una gran problemática al respecto y los cultivos necesitan pocos, o ningún tratamiento fitosanitario para producir fruta de calidad.

No ocurre lo mismo en Estados Unidos o Chile, en los que debido al desarrollo del cultivo en regiones donde el arándano silvestre ya tenía fuerte presencia, las plagas existentes en este último han migrado a las plantaciones comerciales (García Rubio, 2006).

El mayor éxito de los insectos y los patógenos ha sido su coevolución con su cultivo (huésped) durante años, de esta manera han incrementado los daños, eligiendo también el momento más oportuno para ello.

Por lo tanto, y pese a la poca importancia que tienen, de momento, plagas y enfermedades, para el cultivo de arándanos en España es necesario exponer los principales problemas a los que se enfrentan otros países con más tradición productora, como Estados Unidos y Chile, ya que en el futuro afectarán en nuestras condiciones.

PLAGAS

- **Cochinilla**

Las cochinillas (*Aspidiotus* sp., *Pulvinaria* sp., *Lepidosaphes ulmi* L., *Icerya purchasi*) tienen escasa movilidad sobre el cultivo, y solo los estadios juveniles poseen patas y así se trasladan hacia otras partes de la planta, donde se establecerán formando nuevas colonias. El período donde se encuentran en un estado más vulnerable es el juvenil, al no estar protegidos por un caparazón como el caso de los adultos, cuando aumenten las temperaturas deberemos tratar de localizar los estadios juveniles para hacerles frente.

- **Cheimatobia (*Cheimatobia brumata* L.)**

Es un lepidóptero cuya oruga se alimenta de las yemas, las flores y finalmente los frutos. Las orugas aparecen en el mes de abril y hacia el mes de octubre lo hacen las mariposas. De este insecto si que se conocen daños que haya ocasionado a plantaciones asturianas.

- **Pulgones o áfidos (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aphis fabae*, *Aphis spiraeicola*)**

Al ser insectos chupadores extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas de crecimiento. Esto ocasiona un debilitamiento de la planta que se traduce en una reducción de la producción final. Pero estos daños físicos no son los más importantes que causan estos insectos, sino que su principal problema es que actúan como vectores, ayudando a la transmisión de virus fitopatógenos.

- **Cacoecia (*Cacoecimorpha pronubana*)**

Otro lepidóptero originario del Mediterráneo y que constituye una plaga en varios cultivos del sur de Europa. Es una plaga de cuarentena en varios cultivos. Está bien adaptada al arándano americano, siendo muy frecuente en las plantaciones de Andalucía. En las plantaciones situadas más al norte no han ocasionado problemas de importancia, así que para este proyecto esta plaga no necesitará prevención alguna.

- **Gorgojo de suelo (*Brachyrhimus sulcatus*)**

Ataca a las raíces y el cuello de la planta, es más frecuente encontrarlo en plantas en fase de vivero. Los mayores daños son ocasionados por las larvas de éste que comen las raíces y también las hojas.

- **Roedores**

Uno de los problemas reales existentes en las plantaciones del norte de España son los topillos (*Microtus arvalis*, *Microtus lusitanicus*, *Microtus duodecimcostatus*). Los daños económicos producidos por estos son muy importantes. Pueden roer desde la corteza de las raíces hasta la base subterránea del tronco.



Figura II.12. Daños producidos por topillos en Güemes (Cantabria). (Foto Propia)

ENFERMEDADES

Producidas por hongos

Igual que ocurre con las plagas, en España no existen casos importantes de enfermedades en el arándano. Lo más significativo han sido algunos casos de antracnosis, botritis, monilia y phomosis, que han tenido lugar en explotaciones de Asturias.

- **Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)**

El hongo puede afectar a cualquier órgano de la planta, pero los daños más graves los provoca en el fruto. Las infecciones en fruto pueden no manifestarse hasta después de la cosecha, lo que reduce la calidad y produce el rechazo del consumidor. Se reconoce por un hundimiento sobre el fruto y la formación de esporas color salmón sobre él.

- **Botritis o Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Las condiciones óptimas para la aparición de este hongo son primaveras lluviosas y temperaturas alrededor de 20°C. Este hongo es el que mayores pérdidas

de flor ocasiona. Los síntomas que caracterizan a esta enfermedad son la aparición de un moho gris en las partes afectadas y las flores marchitas que permanecen en la planta mucho más tiempo que las no afectadas.

- **Monilia (*Monilia* sp.)**

Las partes afectadas por este hongo se marchitan y adquieren una tonalidad marrón que se asemeja a una quemadura, además son recubiertas por un polvo lleno de esporas. Las pérdidas en cosecha pueden reducir la producción un 70%.

- **Phomopsis (*Phomopsis vaccinii*)**

Esta enfermedad puede llegar a matar por completo plantas jóvenes. Además su incidencia incrementa año a año y reduce la producción de frutos.

Producidas por virus

Existen varios virus que producen enfermedades en los arándanos interfiriendo en el funcionamiento normal de las células de la planta. Estos virus vienen acompañando al material vegetal, además utilizan vectores como nemátodos o insectos. Para los casos de infección por virus no existe cura, y la solución está en la prevención (material vegetal certificado libre de virus) o en retrasar la infección al resto de las plantas eliminando las infectadas a tiempo.

Los síntomas que ocasionan los virus en las plantas pueden confundirse con otros problemas, como alguno de carencia de nutrientes, por ello es necesario confirmar la infección por virus tomando muestras y realizando análisis que lo confirmen. Los virus más importantes son:

- **Red Ringspot Virus (BRRV)**

Esta enfermedad aparece sobre tallos, los síntomas se aprecian en agosto o en septiembre en las hojas. Las hojas muestran en su haz manchas anulares rojizas pero verdes en su zona central.

La principal forma de control de este virus es el uso de material certificado libre de virus y arrancar los plantones infectados.

Los síntomas de este virus son similares a los producidos por el oídio, pero en este último caso las manchas se manifiestan por ambos lados de las hojas.

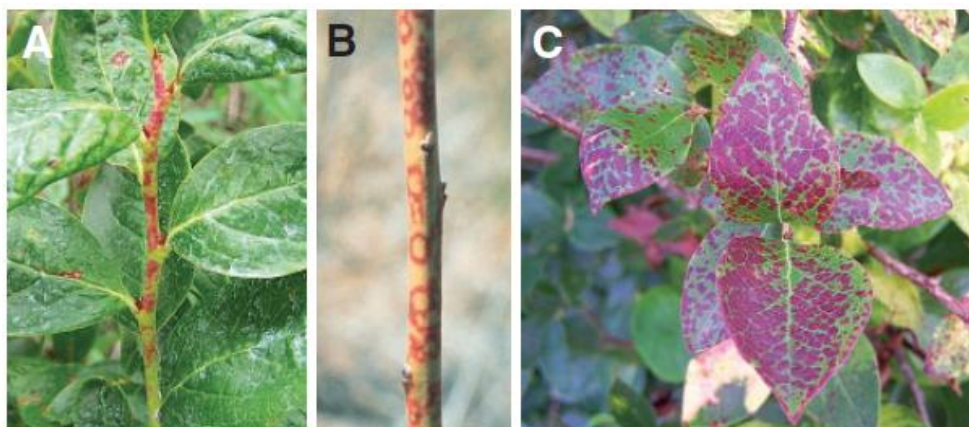


Figura II.13. Síntomas causados por BRRV: A) manchas rojizas en el tallo; B) lesiones rojas en forma de anillo en el tallo; C) puntos rojos violáceos en la superficie de las hojas. (Schilder, 2008)

- **Blueberry Shoestring Virus (BSSV)**

Los síntomas de este virus son diversos y afectan a tallo, hojas, flores y fruto. En los tallos del año aparecen unas vetas alargadas y rojizas (A), las hojas se muestran correosas y enrojecidas, las flores se tornan rosadas (B) y los frutos mantienen el color rojizo y no se vuelven azules (C).



Figura II.14. Síntomas causados por el BSSV: A) rayas rojizas en el tallo; B) flores teñidas de rojo; C) bayas rojizas que no maduran de forma normal. (Schilder, 2008)

3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO

3.1. En el mundo

El consumo de arándanos está creciendo considerablemente año tras año debido, principalmente, a sus características organolépticas y culinarias, su alto contenido en antioxidantes y sus otros muchos beneficios para la salud. Para tener una idea, en Estados Unidos el consumo de arándanos se sitúa sobre los 250 gramos por habitante y año. En países como Alemania e Inglaterra, el consumo está entorno a los 50 g/habitante y año, mientras que en España apenas si se alcanza un gramo por habitante y año. Todo este panorama ofrece unas perspectivas de producción y consumo importante de cara el futuro. (García Rubio, 2006)

La producción de arándanos ha sufrido un aumento constante desde que se tienen datos, observándose un “boom” a partir de 1999. (Ver Figura II.15)

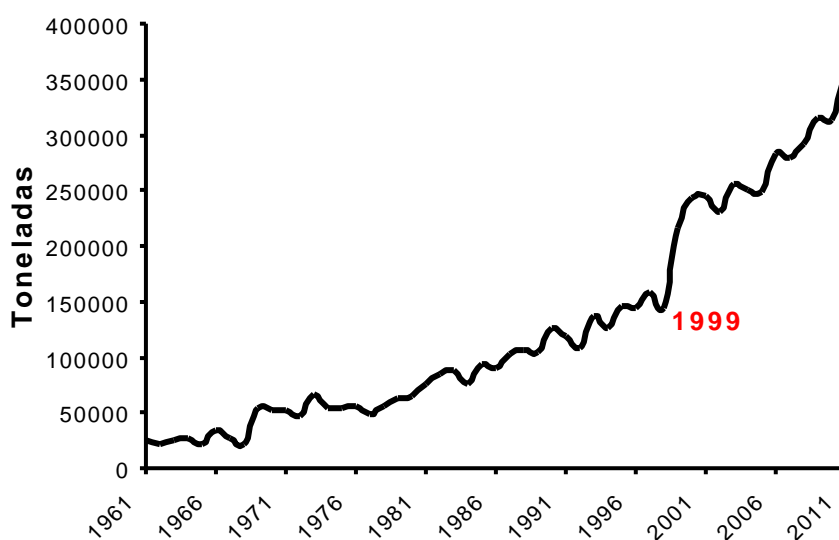


Figura II.15. Producción mundial de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)

La principal causa de este incremento en la producción se debe al auge que ha tenido su demanda. Es un fruto de gran sabor y muy apreciado además por sus propiedades nutricionales que benefician la salud humana; hoy día el concepto de “alimentación sana y saludable” está muy arraigado en los países desarrollados.

Como hemos podido ver en la Figura II.4: “El arándano se menciona como una de las frutas con mayores contenidos de antioxidantes y de tipo flavonoide, lo que ha estimulado su consumo a nivel mundial.” (Abdelnour, 2011)

Como se puede ver en la Figura II.16 la producción de arándanos está monopolizada por EE.UU y Canadá, abarcando casi el 90% de la producción mundial. Es cierto que en numerosos países la producción de arándanos ha aumentado de manera importante, aun así nadie ha alcanzado sus cifras.

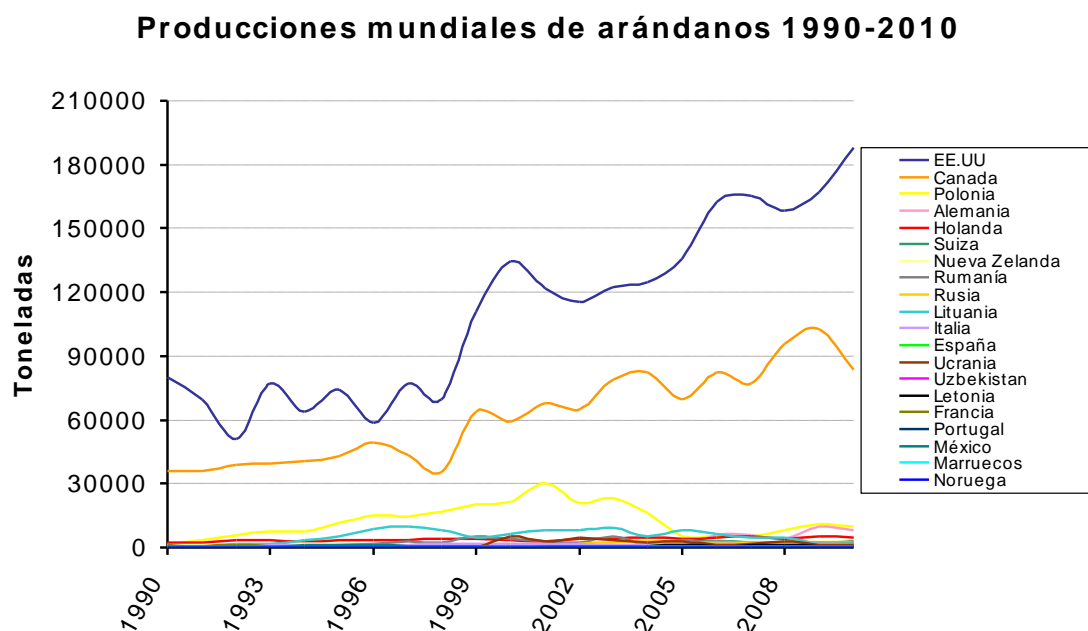


Figura II.16. Principales países productores de *Vaccinium* a nivel mundial. (Fuente: FAO, 2012)

Al ser un producto estacional, de difícil conservación y demandado durante todo el año es necesario que los países consumidores importen el producto en algún momento, ya que aunque sean grandes productores no pueden cultivarlo durante todo el año. Por ejemplo Chile y Argentina ofertan en fresco a los principales mercados del hemisferio norte (EE.UU., Canadá y Europa), cuando éstos se encuentran en su estación invernal y no pueden abastecerse con su producción local.

Por ello las importaciones mundiales de arándanos han aumentado. De esta manera los principales importadores son: Estados Unidos (43%), Reino Unido (18%), Canadá (12%) y Japón (6%), entre ellos se concentra más del 79% de las importaciones mundiales. (Cisneros, 2006)

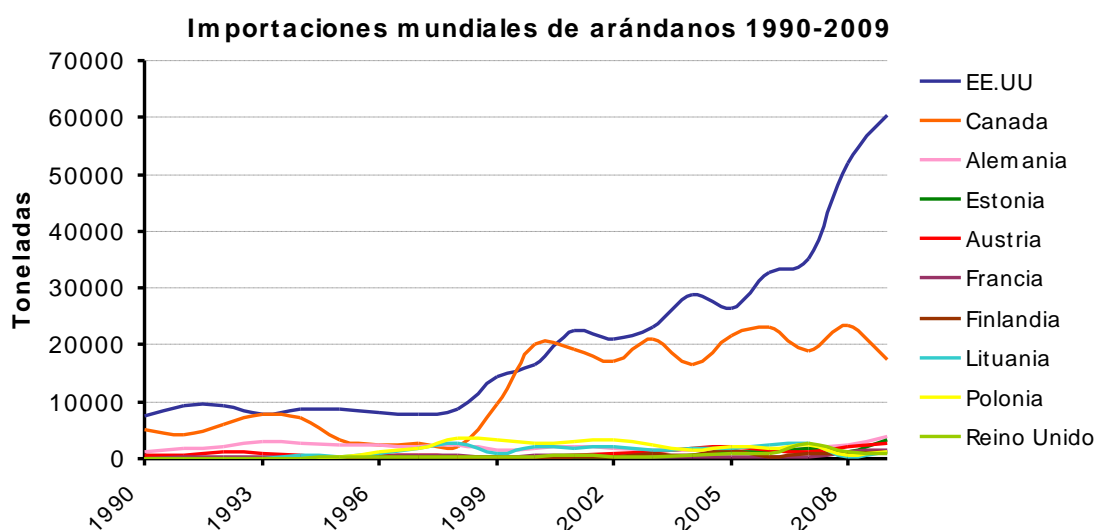


Figura II.17. Importaciones mundiales de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)

Al igual que las importaciones, las exportaciones de arándanos también se han incrementado debido al auge de su cultivo en algunos países como Argentina, España, Chile u Holanda, en los que se aumentaron las ventas un 1772%, 671%, 393% y 244%, respectivamente. En estos países el consumo de arándanos no es elevado por lo que se ven obligados a destinar la mayoría de su producción a la exportación. (Cisneros, 2006)

A pesar del “boom” que ha tenido este cultivo en estos países los principales exportadores a nivel mundial siguen siendo: Canadá (85 millones de dólares), Estados Unidos (73 millones de dólares), Chile (40,8 millones de dólares), Argentina (38 millones de dólares) y Holanda (17 millones de dólares).

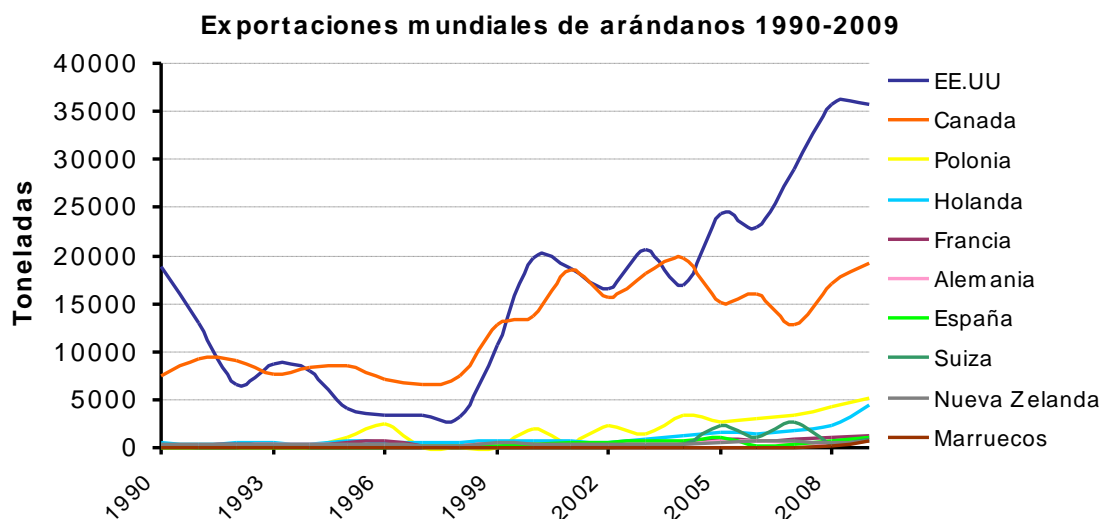


Figura II.18. Exportaciones mundiales arándanos. (Fuente: FAO, 2012)

3.2. En la Unión Europea y en España

A nivel mundial, como cabía esperar, España no tiene un papel relevante en cuanto al mercado del arándano se refiere. Sin embargo a nivel europeo pese a la escasa producción de esta fruta, España es uno de los países en los que el cultivo del arándano está teniendo mayores aumentos.

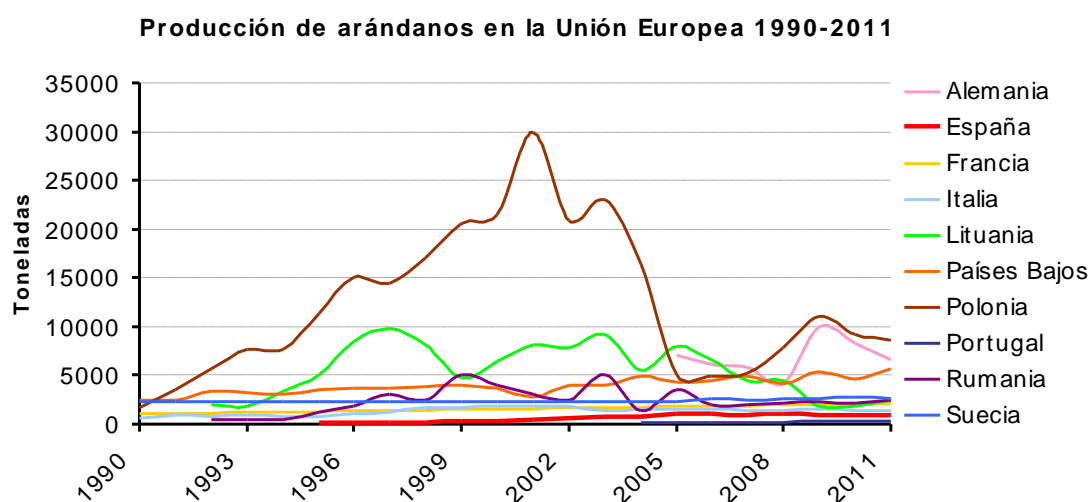


Figura II.19. Principales productores de arándanos dentro de la Unión Europea. (Fuente: FAO, 2012)

Esto se debe principalmente a la época de recolección que podemos alcanzar en España y no en otros países de la Unión Europea, como Polonia. Y es que el cultivo del arándano está muy ligado a la estacionalidad del mismo. La recolección de este en España se realiza desde principios de Junio hasta finales de Agosto, es en

este último período donde se alcanzan mayores precios de venta, ya que en el resto de países de la Unión Europea aún no ha comenzado la recolección.

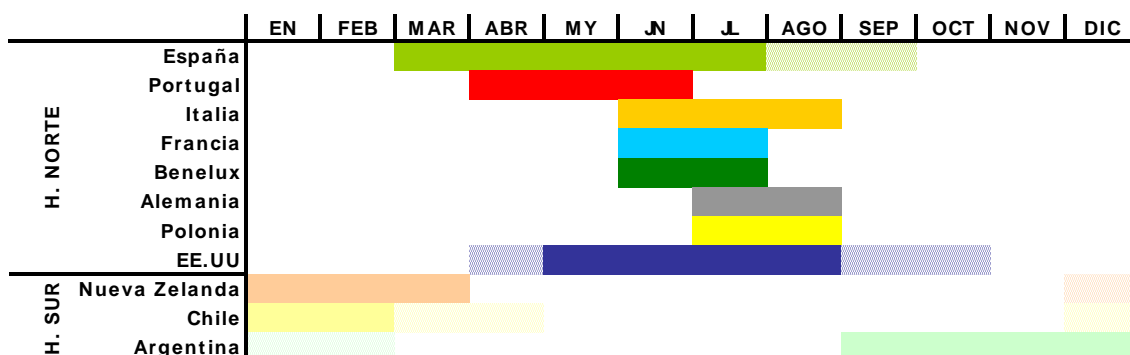


Figura II.20. Disponibilidad de arándanos a nivel mundial.

Ligado al aumento en la producción va el incremento en la exportación (Figura II.21), mucho mayor que el sufrido en la importación (Figura II.22), ya que en España el consumo de arándanos es inferior a la mayoría de los países de la Unión Europea, así la mayor parte de nuestra producción está destinada a la exportación.

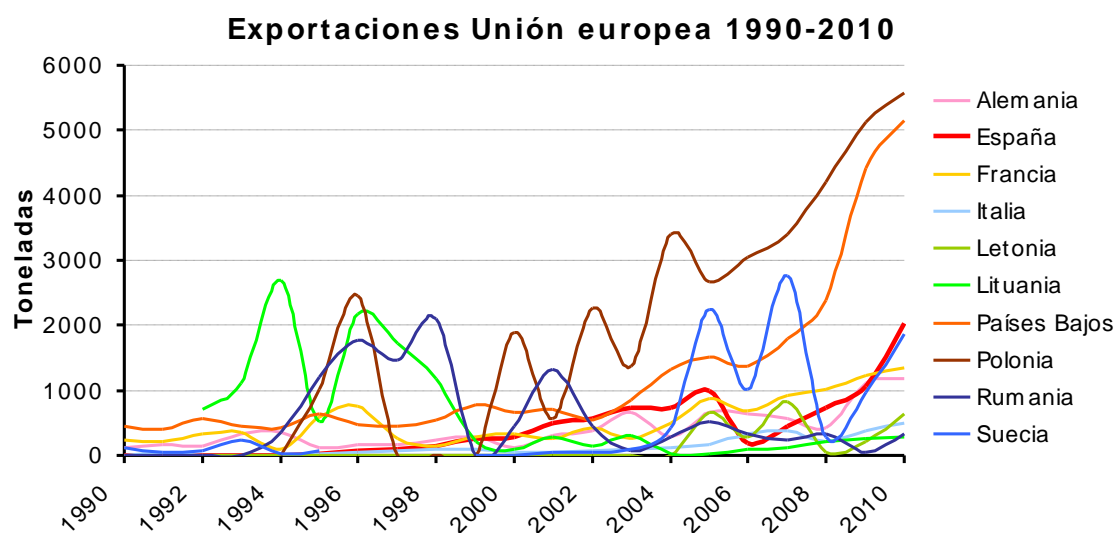


Figura II.21. Principales exportadores de arándanos.(Fuente: FAO, 2012)

Países importadores de la Unión Europea 1990-2010

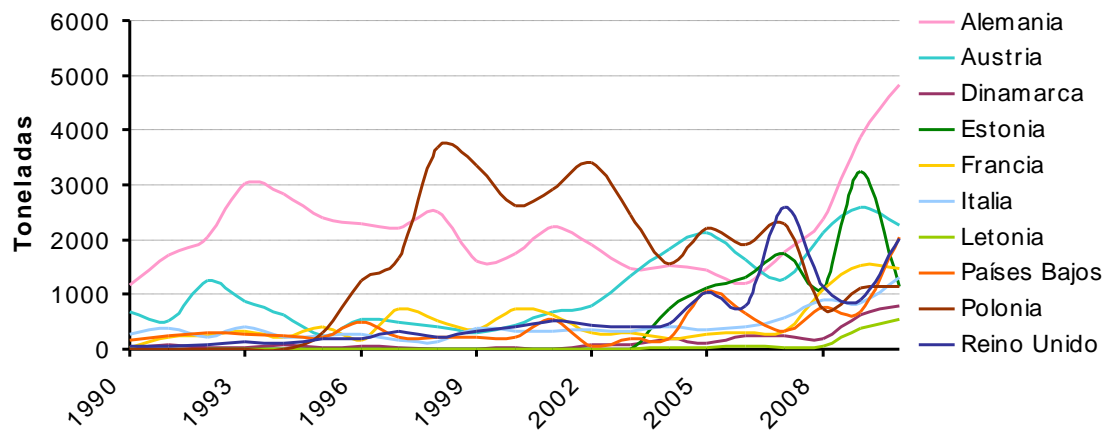


Figura II.22. Principales importadores de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)

Exportaciones de la Unión Europea (1990-2010)

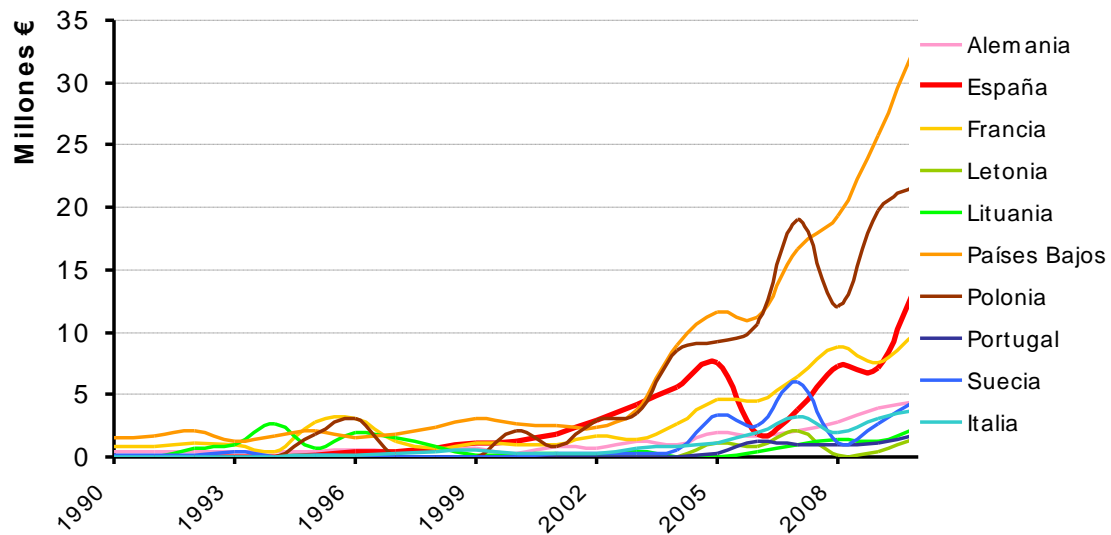


Figura II.23. Exportaciones europeas de arándanos en millones de €. (Fuente: FAO, 2012)

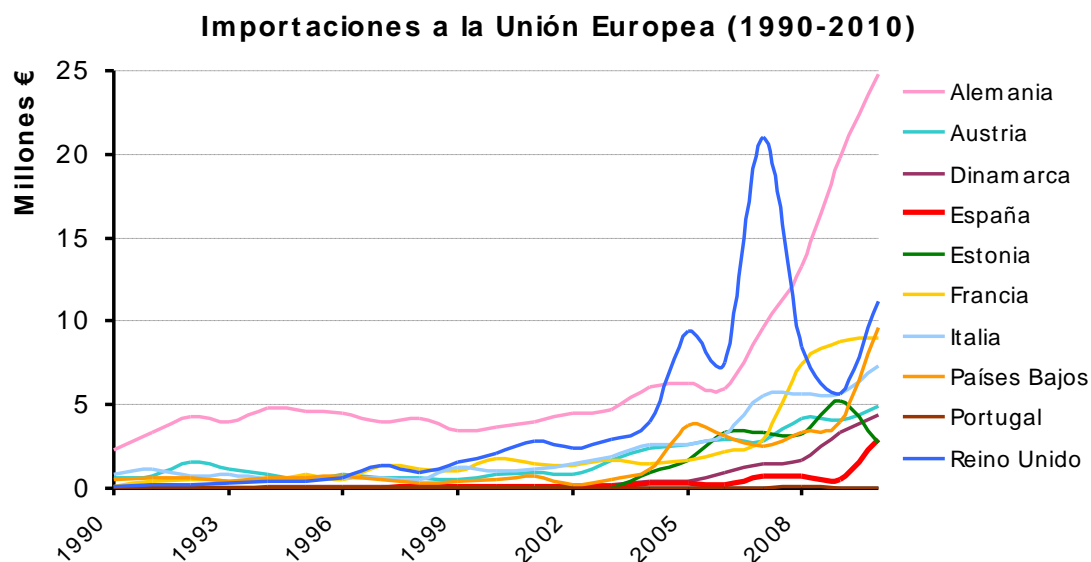


Figura II.24. Importaciones europeas de arándanos en millones de €. (Fuente: FAO, 2012)

Como se observa en la Figura II.24 en España las importaciones de arándanos aún son escasas, si la comparamos con el resto de países de la Unión Europea. Sin embargo existe una tendencia generalizada al aumento de las mismas debido, como indicábamos anteriormente, a los beneficios de esta fruta sobre la salud humana y el concepto de “alimentación sana y saludable”.

En España el cultivo de arándanos comenzó hace 20 años en Asturias. Actualmente la actividad se centra sobre todo en Huelva con las variedades Highbush de bajas necesidades de frío. También Asturias ha mantenido su importancia y a ella se le ha sumado Cantabria, cuyas plantaciones de arándanos son aún muy jóvenes pero prometedoras.

ANEJO III. ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Temperaturas medias mensuales de las máximas diarias para un año medio en el período 1990-2012 en Aragües del Puerto. (AEMET, 2013)	47
Figura III.2. Temperaturas medias mensuales de las mínimas diarias para un año medio en el período 1990-2012 en Aragües del Puerto. (AEMET, 2013)	47
Figura III.3. Temperaturas medias mensuales absolutas para un año medio en el período 1990-2012 en Aragües del Puerto. (AEMET, 2013)	48
Figura III.4. Esquema de los distintos períodos de heladas.....	49
Figura III.5. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208).....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Datos de la estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) ...	43
Tabla III.2. Temperaturas medias de las máximas diarias. Medias anuales y mensuales, periodo de 1990-2012. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)	45
Tabla III.3. Temperaturas medias de las mínimas diarias. Medias anuales y mensuales, período de 1990-2012 Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)	46
Tabla III.4. Cálculo de horas-frío	50
Tabla III.5. Precipitación mensual, valores medios mensuales y total precipitación acumulada anualmente en el período de 1990-2010. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)	51
Tabla III.4. Distribución anual de las precipitaciones. Período de 1990-2010. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013) .	52
Tabla III.5. Resumen de cálculo de los índices de mediterraneidad	56
Tabla III.6. Índice de calor mensual (I) en función de la temperatura. Se obtiene a partir de una temperatura determinada, entrando con el valor entero por el eje vertical y con el decimal por el horizontal. (Almorox, 1999)	57
Tabla III.9. Valor coeficiente “a”. Se entra con el valor del índice de calor anual I y se lee directamente el valor de “a”. (Almorox, 1999).....	58
Tabla III.10. Valor L del método de Thornthwaite. Coeficientes para corrección de la ETP debida a la duración del día. (Almorox, 1999)	59
Tabla III.11. Índice de termicidad de los pisos bioclimáticos de la Región Eurosiberiana. (Rivas-Martínez, 1983)	59
Tabla III.12. Grados de humedad de la Región Eurosiberiana.	60
Tabla III.7. Output del programa CROPWAT 8.0.	61

III. ESTUDIO CLIMÁTICO.....	43
1. INTRODUCCIÓN.....	43
2. ELEMENTOS DEL CLIMA	44
2.1. Temperatura.....	44
2.2. Heladas.....	48
2.3. Horas – frío	49
2.4. Pluviometría.....	50
2.5. Diagrama ombrotérmico	53
3. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA.....	55
4. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA.....	60

III. ESTUDIO CLIMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

Ante el establecimiento de un nuevo cultivo debemos conocer y estudiar los factores abióticos más relevantes que influyen sobre él. En este apartado analizaremos el clima de la zona en la que instauraremos el cultivo.

Los datos climáticos tanto de temperatura como de precipitación se toman de la estación de Aragües del Puerto (cod. 9208), que es la que por proximidad, orientación y altitud más se ajusta a las características de la parcela de estudio.

Se dispone de una serie de datos de suficiente amplitud; serie pluviométrica (20 años, de 1990 al 2010) y serie de datos de temperatura (22 años, de 1990 al 2012).

Tabla III.1. Datos de la estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208)

Denominación	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)	Tipo
	Latitud	Longitud		
Aragües del Puerto	42° 42' 25"	0° 40' 24"	1040	Termopluviométrica

Al tratarse de una estación termopluviométrica, carece de datos secundarios de: humedad relativa, viento y radiación solar, propios de las estaciones meteorológicas completas. Por ello, nos hemos visto obligados a utilizar procedimientos para calcular la evapotranspiración (ET) sin ellos.

Todo el análisis climático se ha realizado partiendo de datos mensuales solicitados a la AEMET de:

- Temperaturas máximas diarias
- Temperaturas mínimas diarias
- Precipitación total

Se trata por lo tanto de un estudio de elaboración propia.

2. ELEMENTOS DEL CLIMA

2.1. Temperatura

Es uno de los factores climáticos que más interesa conocer, pues puede llegar a ser decisivo a la hora de implantar un cultivo, o simplemente para conocer sus necesidades hídricas.

A partir de los datos proporcionados por AEMET se han realizado diferentes tablas que muestran un resumen de los mismos. Cuando ha faltado algún dato en la serie facilitada por la Agencia, se ha rellenado con el valor medio de los datos anteriores a ese mismo período.

ANEJO III. ESTUDIO CLIMÁTICO

Tabla III.2. Temperaturas medias de las máximas diarias. Medias anuales y mensuales, periodo de 1990-2012. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)

AÑO	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	J	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
1990	10,0	14,5	14,4	11,9	19,9	23,2	29,1	29,1	24,8	17,1	10,8	7,2	17,7
1991	8,0	8,2	13,1	12,6	16,3	23,7	28,7	31,2	24,0	15,0	10,8	10,4	16,8
1992	8,1	12,3	12,3	14,9	21,2	19,2	27,6	28,1	23,0	13,0	15,6	8,6	17,0
1993	12,1	9,6	12,2	13,1	17,9	24,0	27,0	28,2	19,8	12,7	11,8	9,4	16,5
1994	8,0	9,8	16,8	11,4	20,1	25,7	31,8	30,7	20,6	17,0	16,5	10,7	18,3
1995	8,3	12,3	12,4	17,2	20,7	24,0	29,2	27,5	19,5	20,9	14,5	8,5	17,9
1996	8,4	6,8	12,3	15,8	18,5	24,5	26,4	24,8	20,7	18,3	13,3	8,4	16,5
1997	7,8	14,0	18,2	19,1	19,2	20,7	24,4	26,8	24,5	20,7	11,4	9,4	18,0
1998	9,5	14,2	15,5	11,0	18,5	24,5	27,8	29,4	21,5	16,9	11,3	10,5	17,6
1999	9,9	9,8	11,8	13,3	20,5	24,4	28,3	26,9	22,2	17,0	10,1	9,2	17,0
2000	9,4	14,5	13,6	12,5	21,0	25,3	25,7	28,5	24,7	17,0	8,8	9,1	17,5
2001	7,4	10,5	13,4	14,1	19,8	26,7	26,9	28,9	22,5	19,9	10,7	8,3	17,4
2002	10,4	10,6	14,0	15,4	17,7	26,0	26,5	25,6	22,0	17,6	12,3	9,0	17,3
2003	6,9	7,2	15,3	16,0	20,5	29,5	29,4	31,3	22,7	14,3	13,0	8,8	17,9
2004	9,9	11,0	10,9	12,5	17,4	27,0	26,9	27,5	25,5	17,1	12,9	9,4	17,3
2005	11,0	5,4	12,4	14,3	21,5	28,1	29,2	27,2	23,6	18,5	10,6	8,1	17,5
2006	8,4	8,6	12,2	16,6	21,2	26,3	29,8	24,8	23,0	17,8	12,8	8,9	17,5
2007	10,2	9,6	10,6	16,0	18,4	21,6	25,8	25,4	22,3	17,8	11,7	9,1	16,5
2008	9,8	11,6	11,2	14,0	16,6	22,2	25,7	26,6	20,8	16,7	9,2	6,9	15,9
2009	6,0	9,7	14,0	14,2	21,4	24,4	28,1	28,9	22,3	19,5	12,2	8,9	17,5
2010	5,6	5,7	11,1	16,0	16,8	20,9	28,3	26,0	21,4	16,3	8,3	6,8	15,3
2011	7,7	11,1	12,8	19,0	16,9	24,4	27,7	27,8	22,5	17,2	13,8	10,4	17,6
2012	11,1	8,8	15,5	11,1	20,6	24,9	26,4	27,8	22,5	17,2	11,9	8,9	17,2
MEDIA MENSUAL	8,9	10,3	13,3	14,4	19,2	24,4	27,7	27,8	22,5	17,2	11,9	8,9	17,2
Datos obtenidos a partir de las medias													

ANEJO III. ESTUDIO CLIMÁTICO

Tabla III.3. Temperaturas medias de las mínimas diarias. Medias anuales y mensuales, período de 1990-2012 Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)

AÑO	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	J	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
1990	-0,7	4,1	2,7	1,8	7,5	10,6	13,2	13,4	11,6	7,2	1,9	-2,4	5,9
1991	-1,2	-1,9	3,7	1,8	5,4	9,5	13,7	16,4	12,2	4,7	1,8	-0,3	5,5
1992	-3,1	-0,8	0,9	3,6	8,7	6,8	13,9	13,9	10,0	4,5	5,0	0,5	5,3
1993	0,0	-2,0	1,3	3,1	7,0	10,2	11,3	12,7	8,9	4,6	1,2	1,1	5,0
1994	-0,7	0,4	3,8	2,0	8,1	10,8	15,5	15,5	9,2	7,3	5,2	0,2	6,4
1995	-0,8	1,8	0,5	3,5	7,5	10,2	14,5	12,0	7,9	10,0	4,2	2,0	6,1
1996	2,0	-2,6	1,5	3,1	7,2	11,6	12,8	11,6	7,5	6,1	3,2	1,2	5,4
1997	0,6	1,9	3,7	5,0	7,3	10,3	11,8	14,4	11,5	9,3	3,5	1,5	6,7
1998	1,2	2,1	3,1	2,2	7,5	10,9	12,5	13,3	10,8	5,4	0,9	-0,2	5,8
1999	0,4	-0,3	1,4	2,8	8,9	10,0	13,2	14,2	11,0	7,5	-0,2	0,1	5,8
2000	-2,9	2,1	1,8	3,8	8,5	11,7	12,8	13,6	11,2	6,1	2,2	3,0	6,2
2001	0,9	-0,3	4,8	3,5	7,0	10,6	12,7	14,6	7,7	9,7	-0,1	-2,9	5,7
2002	0,5	0,7	3,4	2,7	5,6	12,4	12,5	11,5	9,2	7,8	3,5	2,5	6,0
2003	-0,7	-1,9	3,5	5,3	7,3	15,5	14,2	17,1	10,7	6,1	4,1	0,4	6,8
2004	1,4	-0,2	-0,3	2,6	6,0	12,4	12,6	13,7	11,5	8,5	1,0	0,3	5,8
2005	-1,5	-3,8	0,8	4,7	8,6	12,8	13,4	12,0	10,3	8,2	1,9	-2,5	5,4
2006	-0,8	-2,5	2,3	4,2	7,7	10,8	14,3	9,2	10,3	7,5	3,0	-0,5	5,5
2007	-0,9	0,5	-0,3	3,7	6,1	7,6	9,3	9,6	7,1	4,3	-0,7	-2,1	3,7
2008	-0,1	-0,3	-0,7	1,5	5,7	7,6	9,8	10,1	6,4	4,8	-0,6	-1,0	3,6
2009	-3,3	-1,6	0,1	1,5	6,9	9,0	11,0	12,3	8,3	5,5	2,8	0,1	4,4
2010	-2,7	-2,9	-1,7	2,5	7,2	7,9	11,3	9,3	6,7	3,2	-0,7	-2,3	3,2
2011	-2,3	-0,6	0,9	4,5	7,2	10,4	12,7	12,9	9,5	6,6	5,8	1,8	5,8
2012	0,1	-2,3	3,4	2,5	8,6	12,4	12,3	12,9	9,5	6,6	2,2	0,0	5,7
MEDIA MENSUAL	-0,6	-0,5	1,8	3,1	7,3	10,5	12,7	12,9	9,5	6,6	2,2	0,0	5,5
Datos obtenidos a partir de las medias													

Las siguientes gráficas, obtenidas a partir de los datos de las tablas anteriores, nos ayudan a hacernos una idea más general de la evolución de las temperaturas a lo largo del año.

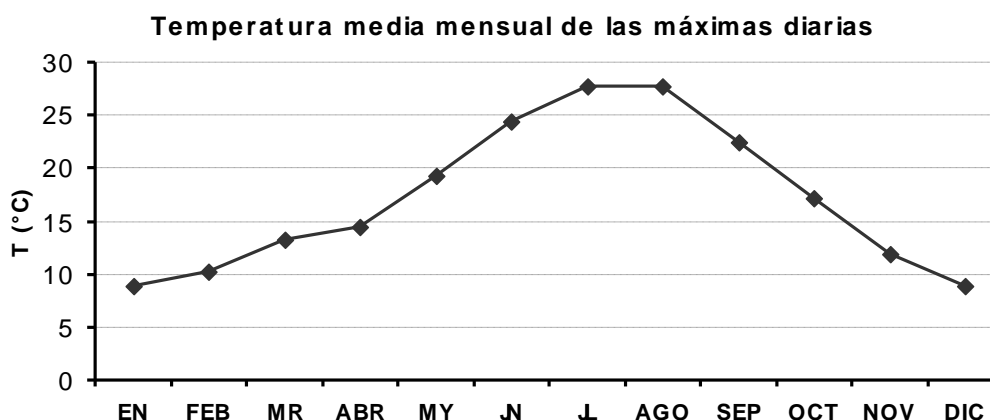


Figura III.1. Temperaturas medias mensuales de las máximas diarias para un año medio en el período 1990-2012 en Aragües del Puerto. (AEMET, 2013)

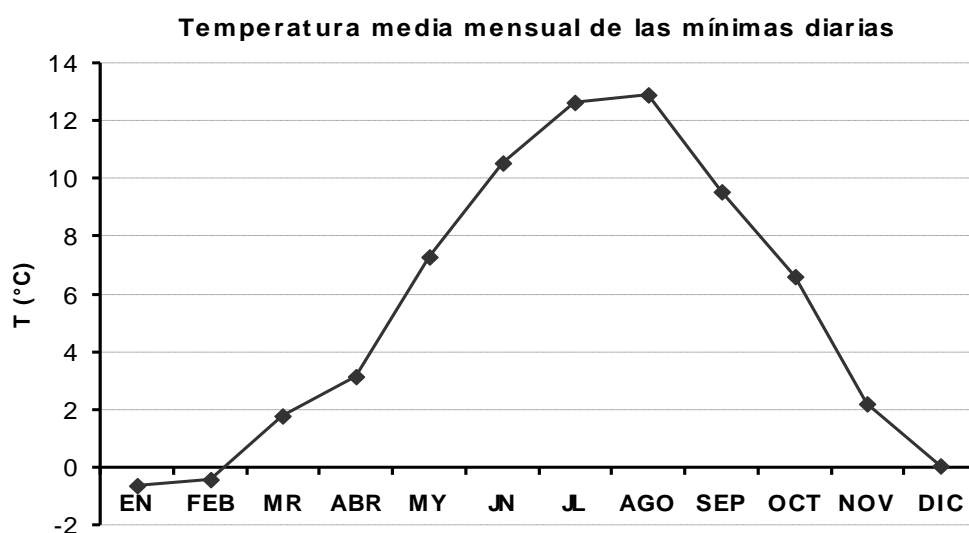


Figura III.2. Temperaturas medias mensuales de las mínimas diarias para un año medio en el período 1990-2012 en Aragües del Puerto. (AEMET, 2013)

Los datos que adquieren mayor importancia en el estudio climático los resumimos a continuación.

La temperatura media del mes más cálido es de 20,3°C, siendo éste agosto, mientras que para el mes más frío, enero, es de 4,1°C. Ambos valores se pueden ver representados en la siguiente figura.

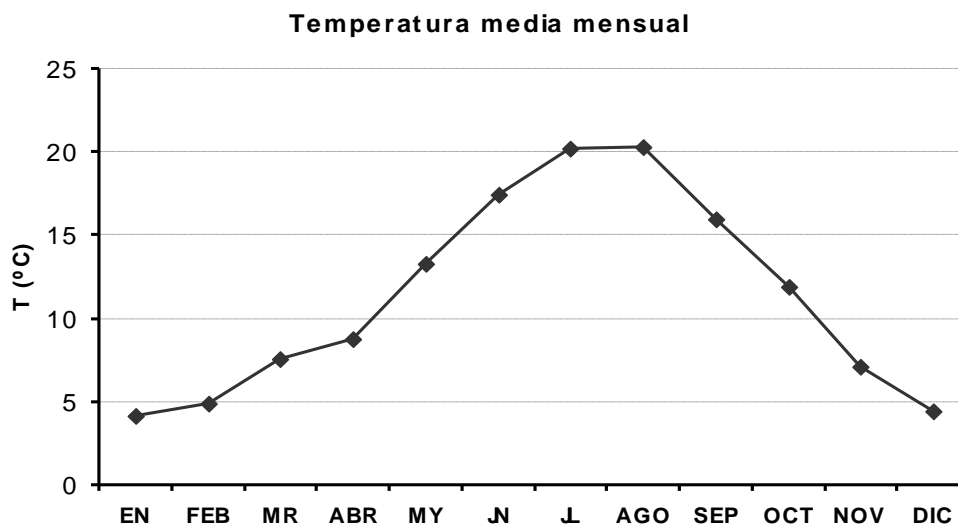


Figura III.3. Temperaturas medias mensuales absolutas para un año medio en el período 1990-2012 en Aragües del Puerto. (AEMET, 2013)

Para la serie de años estudiada, la temperatura media máxima del mes más cálido es de 27,8°C, alcanzada en agosto; la temperatura media mínima del mes más frío se da en enero, con un valor de -0,6°C.

2.2. Heladas

La resistencia al frío de cualquier especie frutal depende de la capacidad para soportar las bajas temperaturas. Este arbusto es más resistente a las bajas temperaturas que la mayoría de los frutales. Las temperaturas han de caer por debajo de los -2,2°C para producir daños económicos en la plantación.

Esto es una estimación media, ya que la resistencia al frío dependerá del estado fenológico en el que nos encontremos y de la variedad. Durante el invierno, en el período de latencia, las yemas de las variedades más resistentes pueden llegar a soportar temperaturas de -30°C. Sin embargo en cuanto el botón floral comienza a hincharse y las flores comienzan a salir esta resistencia al frío disminuye, produciéndose daños a temperaturas inferiores a -6°C; En este momento nos encontramos en plena brotación.

En el siguiente estadio, cuando la corola ya ha emergido, temperaturas por debajo de -4°C pueden acabar con las flores. Inmediatamente tras la caída de la corola y antes del llenado de los frutos nos encontramos en el estadio más sensible a los daños por frío, y es que unos minutos por debajo de $-2,2^{\circ}\text{C}$ producirán daños.

El período de heladas lo calcularemos por el método Emgerger, por el que, a partir de la temperatura media de las mínimas mensuales se divide el año en cuatro épocas según la probabilidad de producirse heladas:

Período con riesgo total de heladas: cuando la temperatura media de las mínimas mensuales es menor de 0°C .

Período con heladas frecuentes: cuando la temperatura media de las mínimas mensuales esté entre 0 y 3°C .

Período de heladas poco frecuentes: cuando la temperatura media de las mínimas mensuales esté entre 3 y 7°C .

Período libre de heladas: cuando la temperatura media de las mínimas mensuales supere los 7°C .

Estimando el régimen de heladas mediante este método realizamos el siguiente esquema, en el que se indican los distintos períodos de heladas.

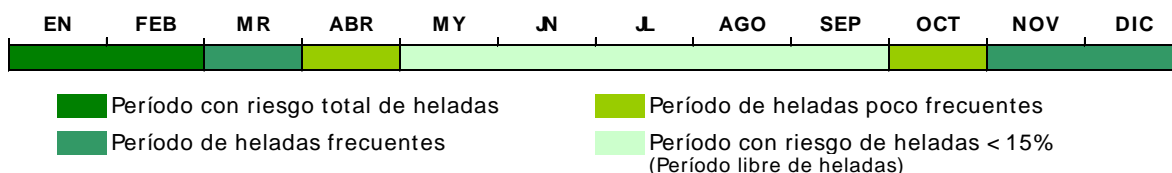


Figura III.4. Esquema de los distintos períodos de heladas.

2.3. Horas – frío

Los frutales de zonas templadas adquieren un período de latencia durante los meses de invierno que le dan una mayor resistencia al frío. Para la salida del reposo es necesaria una determinada cantidad de frío invernal, expresada como número de horas con temperatura inferior a 7°C . Estas necesidades son variables con la especie

y la variedad, e incluso con la zona. Además, no todas las temperaturas por debajo de 7°C producen el mismo efecto en el árbol.

Para el cálculo de horas-frío utilizamos la fórmula de Mota (1957) adaptada a los datos del Valle del Ebro gracias a la fórmula de Tabuenca (1964). (Gil-Albert, 1998)

$$y = 700,4 - 48,6x$$

En la que;

x= temperatura media mensual de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero

y= número mensual de horas bajo 7°C

	NOV	DIC	ENE	FEB
X (°C)	7,1	4,5	4,1	4,9
y	356,6	483,3	500,4	462,3

Tabla III.4. Cálculo de horas-frío

El número total de horas-frío es el resultado de la suma del número mensual de horas bajo 7°C, es decir; **1802,6 horas-frío**.

Recordemos que las necesidades de horas-frío del arándano están entre 750-1200 así que se cumplen holgadamente.

2.4. Pluviometría

Gracias a los datos proporcionados por la AEMET, hemos podido analizar la pluviometría de la zona desde 1990 hasta 2010.

La precipitación media anual es de 1402,2 mm; siendo octubre el mes más lluvioso con una media de 173,5 mm y julio el mes más seco con tan solo 74,0 mm de media.

ANEJO III. ESTUDIO CLIMÁTICO

Tabla III.5. Precipitación mensual, valores medios mensuales y total precipitación acumulada anualmente en el período de 1990-2010.
Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)

AÑO	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	JL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
1990	40,6	95,1	1,3	102,2	233,5	46,2	46,2	21,4	62,9	299,8	120,5	120,4	1190,1
1991	37,9	77,8	104,7	90,8	17,7	112,4	59,9	32,3	282,9	142,2	242,7	20,7	1222,0
1992	45,9	86,5	77,6	61,8	83,8	131,9	33,0	223,5	157,3	349,5	70,1	262,5	1583,4
1993	0,0	5,8	34,9	142,9	193,9	72,7	2,0	113,2	180,9	247,3	60,7	123,8	1178,1
1994	94,8	77,4	3,2	95,8	158,8	15,2	18,9	35,5	182,6	188,6	170,2	105,8	1146,8
1995	176,4	127,6	70,9	43,4	102,6	5,7	46,3	92,3	96,0	10,7	214,9	405,8	1392,6
1996	324,4	171,9	22,0	138,8	202,6	121,8	138,7	116,3	122,6	19,7	311,5	329,1	2019,4
1997	209,3	55,3	0,0	60,4	208,5	143,9	199,4	157,2	73,7	11,5	283,6	335,8	1738,6
1998	103,5	37,9	61,7	278,5	165,5	63,4	25,5	17,7	209,2	158,7	84,2	133,4	1339,2
1999	69,6	22,9	158,3	190,0	217,4	48,3	160,1	67,6	275,6	185,9	99,9	106,8	1602,4
2000	0,0	35,2	114,4	352,9	159,3	166,8	48,1	50,2	78,5	224,0	351,1	213,2	1793,7
2001	205,4	52,7	353,8	154,9	65,9	13,0	101,2	41,4	89,6	159,4	70,2	6,7	1314,2
2002	58,3	64,2	176,9	122,0	86,7	100,5	87,6	121,2	65,1	159,2	209,8	190,2	1441,7
2003	105,1	70,0	71,5	60,3	51,1	59,7	40,8	21,5	199,7	251,4	208,8	165,2	1305,1
2004	144,0	70,0	89,4	107,4	129,5	6,9	75,3	78,4	91,0	271,8	25,9	90,6	1180,2
2005	59,5	21,6	89,4	133,5	113,0	65,0	93,8	69,8	91,6	145,4	39,6	123,7	1045,9
2006	104,7	67,0	120,7	54,9	59,6	132,9	82,1	70,8	141,2	163,5	107,2	118,5	1223,0
2007	104,7	154,2	146,3	133,5	136,9	73,3	73,6	69,7	141,2	176,6	160,2	170,9	1541,0
2008	104,7	71,8	94,3	129,1	295,7	76,7	74,0	77,8	141,2	175,8	128,3	168,0	1537,3
2009	104,7	71,8	55,4	129,1	141,2	76,0	74,0	69,6	141,2	128,1	155,8	168,0	1314,8
2010	104,7	133,4	92,3	59,7	141,2	76,6	74,0	77,4	61,3	173,5	174,0	168,0	1336,0
MEDIAS MENSUALES	104,7	74,8	92,3	125,8	141,2	76,6	74,0	77,4	137,4	173,5	156,6	168,0	1402,2

Datos obtenidos a partir de las medias

Analizando la estacionalidad de las precipitaciones vemos que, salvo en verano, éstas están repartidas durante todo el año.

Tabla III.6. Distribución anual de las precipitaciones. Período de 1990-2010. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)

		Precipitación media (mm)	% precipitación estación
INVIERNO	DICIEMBRE	168,0	24,8
	ENERO	104,7	
	FEBRERO	74,8	
	Total	347,4	
PRIMAVERA	MARZO	92,3	25,6
	ABRIL	125,8	
	MAYO	141,2	
	Total	359,3	
VERANO	JUNIO	76,6	16,3
	JULIO	74,0	
	AGOSTO	77,4	
	Total	228,0	
OTOÑO	SEPTIEMBRE	137,4	33,3
	OCTUBRE	173,5	
	NOVIEMBRE	156,6	
	Total	467,5	

Las posibles consecuencias que podría tener este régimen de precipitaciones serían las siguientes:

- La escasa pluviometría estival hace necesario el riego para asegurar el correcto desarrollo de los frutos.
- Uno de los meses más lluviosos es abril, lo que podría condicionar la floración de las especies que se desean cultivar si esta se produce durante este mes.
- La recolección no se vería muy afectada por la lluvia, ya que durante este periodo las precipitaciones son escasas (junio-agosto).
- La poda en invierno sí que podría verse afectada.

2.5. Diagrama ombrotérmico

De los datos meteorológicos anteriores, podemos obtener una información sobre el régimen térmico y pluviométrico de la zona. Los principales parámetros que podemos determinar son los siguientes:

Régimen Térmico:

Temperatura media anual:	11,3°C
Mes más cálido:	Agosto (20,3°C)
Media de las máximas del mes más calido:	27,8°C (Agosto)
Mes más frío:	Enero (4,1°C)
Media de las mínimas del mes más frío:	-0,6°C (Enero)

Régimen Pluviométrico:

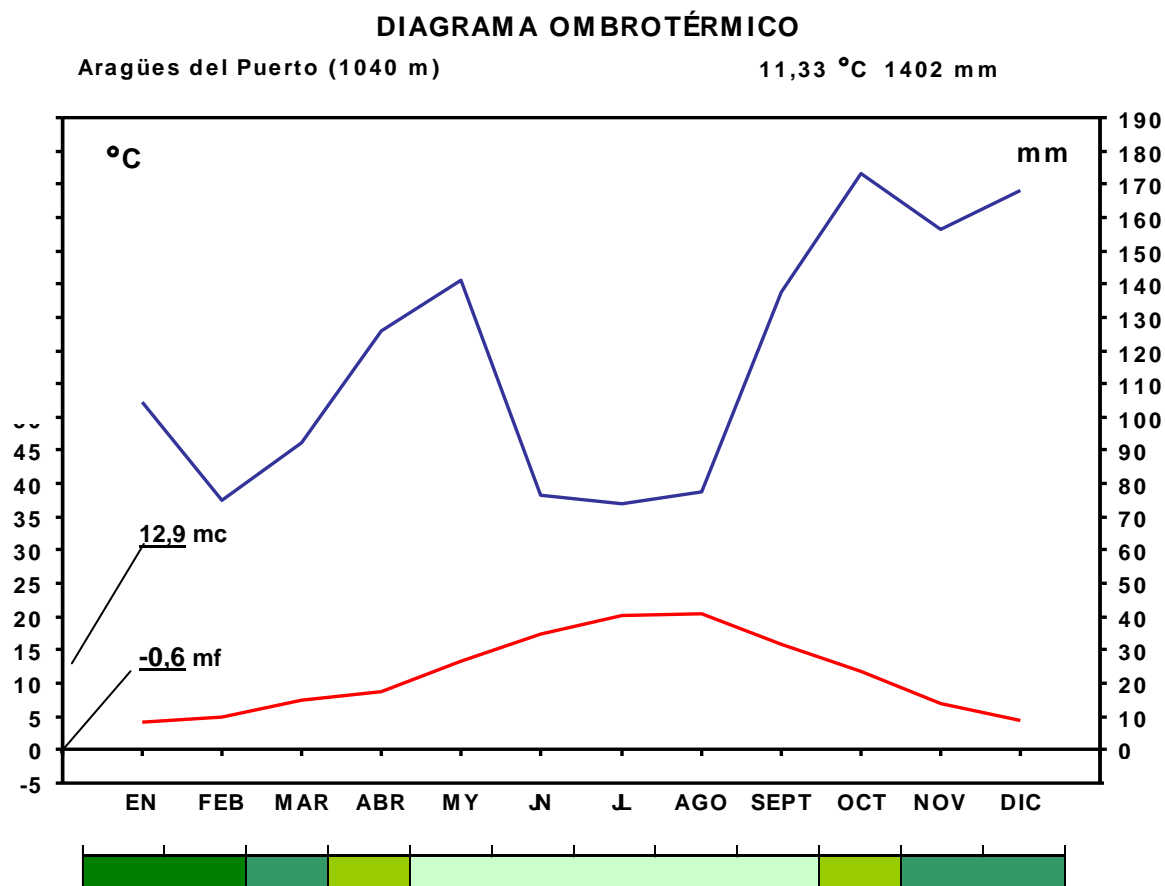
Precipitación media anual:	1402,2 mm
Mes más lluvioso:	Octubre (173,5mm)
Mes más seco:	Julio (74,0 mm)
Estación más lluviosa:	Otoño
Estación más seca:	Verano

A partir de estos datos se ha elaborado el climodiagrama ombrotérmico de Walter-Lieth.

Este diagrama proporciona información sobre la sequedad o humedad de un determinado intervalo de tiempo, representando la tendencia media del año obtenido a partir de varios años de observación.

El diagrama consta de una serie de ejes coordinados en abscisas: el tiempo, expresado en meses; y en ordenadas: las temperaturas medias mensuales en °C y las precipitaciones medias mensuales en mm. La escala de las precipitaciones es doble que la de las temperaturas (10 mm equivale a 5°C).

A continuación se refleja el climodiagrama correspondiente a los datos meteorológicos.



Serie de años de temperaturas.....de enero de 1990 a diciembre de 2012

Serie de años de precipitación.....de 1990 a 2010

mc.....media de las máximas del mes más cálido

mf.....media de las mínimas del mes más frío

Período con riesgo total de heladas

Período de heladas frecuentes

Período de heladas poco frecuentes

Período con riesgo de heladas < 15%
(Período libre de heladas)

Figura III.5. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208)

Las principales conclusiones que obtenemos del climodiagrama se resumen en:

En la zona donde nos encontramos no existe período de sequía (clima axérico según Gaussen), ya que en todo momento la curva de precipitaciones (representada por la línea azul) se sitúa por encima de la curva de temperaturas (representada por la línea roja).

Existe un intervalo de helada segura de dos meses, que se da cuando la temperatura media mínima está por debajo de 0°C, incluye los meses de enero y febrero.

Los meses en que la temperatura media de las mínimas es superior a 0°C pero inferior a 3°C son marzo, noviembre y diciembre, con lo que el periodo de helada probable es de tres meses.

3. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Existen diversas clasificaciones bioclimáticas a escala mundial como son las de Thornthwaite (1948), Papadakis (1960) o UNESCO-FAO (1973). En España se han desarrollado dos clasificaciones climáticas con base fitográfica: la clasificación bioclimática de Rivas Martínez (1981/1987) y la clasificación en subregiones fitoclimáticas de Allué-Andrade (1990). En función de los datos climáticos obtenidos, se procede a caracterizar el clima de la zona por la clasificación de Rivas Martínez utilizando los índices de mediterraneidad y el ámbito geográfico.

Índices de mediterraneidad:

Para expresar con valores bioclimáticos los límites de la región Mediterránea se idearon los índices de mediterraneidad. Estos índices son un coeficiente entre la evapotranspiración potencial (ETP, calculada con Thornthwaite) de los meses de verano y la precipitación media (P) del mismo periodo.

$$Im_1 = \frac{ETP_{JULIO}}{P_{JULIO}}$$

$$Im_2 = \frac{ETP_{JULIO} + ETP_{AGOSTO}}{P_{JULIO} + P_{AGOSTO}}$$

$$Im_3 = \frac{ETP_{JUNIO} + ETP_{JULIO} + ETP_{AGOSTO}}{P_{JUNIO} + P_{JULIO} + P_{AGOSTO}}$$

Así:

- Si $Im_1 > 4,0$; $Im_2 > 3,5$ y $Im_3 > 2,5$: Región Mediterránea.

- Si no se cumplen las tres condiciones anteriores: Región Eurosiberiana.

Calculo de la ETP según Thornthwaite:

Los cálculos de Thornthwaite, para la determinación de la evapotranspiración, están basados en la temperatura media, corregida en función de la duración del día. La fórmula que utilizamos es la que sigue:

$$ETP_{Tho} = e \cdot L$$

$$e = 16 \cdot (10 \cdot tm/I)^a$$

- L → factor de corrección de la duración del día
- e → evapotranspiración mensual sin ajustar, en mm/mes
- tm → temperatura media mensual, en °C
- I → índice de calor anual
- a → coeficiente "a" (Tabla III.9)

Tabla III.7. Resumen de cálculo de los índices de mediterraneidad.

	EN	FEB	MAR	ABR	MY	JN	J	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
tm (°C)	4,1	4,9	7,5	8,8	13,2	17,5	20,2	20,3	16,0	11,9	7,1	4,5	ΣI
I	0,74	0,97	1,85	2,35	4,35	6,66	8,28	8,34	5,82	3,72	1,7	0,85	45,63
e	14,05	17,44	29,23	35,48	58,01	81,66	97,18	97,77	73,25	51,16	27,35	15,73	a
L (42°)	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79	1,2126
ETP	11,52	14,48	30,11	39,74	73,10	103,71	124,39	116,34	76,18	48,60	22,43	12,43	
P	104,67	74,77	92,33	125,80	141,16	76,61	74,02	77,37	137,40	173,45	156,63	167,95	
Im ₁							1,68						
Im ₂								1,59					
Im ₃									1,51				

Para el cálculo del índice de calor (I), correspondiente a cada mes hemos utilizado la , obteniendo finalmente el índice de calor anual como el sumatorio de los índices mensuales. Con este dato y sustituyendo el resto en la ecuación obtenemos los valores de evaporación mensual (e) que ajustaremos con los valores indicados en la Tabla III.10.

Finalmente sustituimos los valores de ETP, obteniendo así los índices de mediterraneidad.

Tabla III.8. Índice de calor mensual (I) en función de la temperatura. Se obtiene a partir de una temperatura determinada, entrando con el valor entero por el eje vertical y con el decimal por el horizontal. (Almorox, 1999)

tm(°C)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1	0.09	0.1	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.2	0.21	0.23
2	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.42	0.44
3	0.46	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.61	0.63	0.66	0.69
4	0.71	0.74	0.77	0.8	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97
5	1	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28
6	1.32	1.35	1.38	1.42	1.45	1.49	1.52	1.56	1.59	1.63
7	1.66	1.7	1.74	1.77	1.81	1.85	1.88	1.92	1.96	2
8	2.04	2.08	2.11	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39
9	2.43	2.48	2.52	2.56	2.6	2.64	2.68	2.73	2.77	2.81
10	2.86	2.9	2.94	2.99	3.03	3.07	3.12	3.16	3.21	3.25
11	3.3	3.34	3.39	3.44	3.48	3.53	3.58	3.62	3.67	3.72
12	3.76	3.81	3.86	3.91	3.96	4	4.05	4.1	4.15	4.2
13	4.25	4.3	4.35	4.4	4.45	4.5	4.55	4.6	4.65	4.7
14	4.75	4.8	4.86	4.91	4.96	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22
15	5.28	5.33	5.38	5.44	5.49	5.55	5.6	5.65	5.71	5.76
16	5.82	5.87	5.93	5.98	6.04	6.1	6.15	6.21	6.26	6.32
17	6.38	6.43	6.49	6.55	6.61	6.66	6.72	6.78	6.84	6.9
18	6.95	7.01	7.07	7.13	7.19	7.25	7.31	7.37	7.43	7.49
19	7.55	7.61	7.67	7.73	7.79	7.85	7.91	7.97	8.03	8.1
20	8.16	8.22	8.28	8.34	8.41	8.47	8.53	8.59	8.66	8.72
21	8.78	8.85	8.91	8.97	9.04	9.1	9.16	9.23	9.29	9.36
22	9.42	9.49	9.55	9.62	9.68	9.75	9.81	9.88	9.95	10.01
23	10.08	10.15	10.21	10.28	10.35	10.41	10.48	10.55	10.61	10.68
24	10.75	10.82	10.89	10.95	11.02	11.09	11.16	11.23	11.3	11.37
25	11.44	11.5	11.57	11.64	11.71	11.78	11.85	11.92	11.99	12.06

Tabla III.9. Valor coeficiente “a”. Se entra con el valor del índice de calor anual I y se lee directamente el valor de “a”. (Almorox, 1999)

I	a	I	a	I	a	I	a
20	0.83	60	1.44	100	2.19	140	3.34
21	0.84	61	1.45	101	2.21	141	3.38
22	0.86	62	1.47	102	2.23	142	3.42
23	0.87	63	1.48	103	2.26	143	3.45
24	0.89	64	1.5	104	2.28	144	3.49
25	0.9	65	1.52	105	2.31	145	3.53
26	0.92	66	1.53	106	2.33	146	3.57
27	0.93	67	1.55	107	2.35	147	3.6
28	0.95	68	1.57	108	2.38	148	3.64
29	0.96	69	1.58	109	2.4	149	3.68
30	0.98	70	1.6	110	2.43	150	3.72
31	0.99	71	1.62	111	2.45	151	3.76
32	1.01	72	1.63	112	2.48	152	3.81
33	1.02	73	1.65	113	2.51	153	3.85
34	1.04	74	1.67	114	2.53	154	3.89
35	1.05	75	1.69	115	2.56	155	3.93
36	1.07	76	1.71	116	2.59	156	3.97
37	1.08	77	1.72	117	2.61	157	4.02
38	1.1	78	1.74	118	2.64	158	4.06
39	1.11	79	1.76	119	2.67	159	4.11
40	1.13	80	1.78	120	2.7	160	4.15
41	1.14	81	1.8	121	2.73	161	4.2
42	1.16	82	1.82	122	2.76	162	4.24
43	1.17	83	1.83	123	2.79	163	4.29
44	1.19	84	1.85	124	2.82	164	4.33
45	1.2	85	1.87	125	2.85	165	4.38
46	1.22	86	1.89	126	2.88	166	4.43
47	1.23	87	1.91	127	2.91	167	4.48
48	1.25	88	1.93	128	2.94	168	4.53
49	1.26	89	1.95	129	2.97	169	4.58
50	1.28	90	1.97	130	3	170	4.63
51	1.3	91	1.99	131	3.03	171	4.68
52	1.31	92	2.01	132	3.07	172	4.73
53	1.33	93	2.04	133	3.1	173	4.78
54	1.34	94	2.06	134	3.13	174	4.83
55	1.36	95	2.08	135	3.17	175	4.88
56	1.37	96	2.1	136	3.2	176	4.94
57	1.39	97	2.12	137	3.24	177	4.99
58	1.4	98	2.14	138	3.27	178	5.05
59	1.42	99	2.17	139	3.31	179	5.1

Tabla III.10. Valor L del método de Thornthwaite. Coeficientes para corrección de la ETP debida a la duración del día. (Almorox, 1999)

LAT. N.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
27	0,92	0,88	1,03	1,07	1,16	1,15	1,18	1,13	1,02	0,99	0,90	0,90
28	0,91	0,88	1,03	1,07	1,16	1,16	1,18	1,13	1,02	0,98	0,90	0,90
29	0,91	0,87	1,03	1,07	1,17	1,16	1,19	1,13	1,03	0,98	0,90	0,89
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,80	0,76

Piso Bioclimático:

El piso bioclimático se determina a partir del Índice de Termicidad (It):

$$It = (T + mMF + MMF) \cdot 10$$

$$It = (11,3 + (-0,6) + 8,9) \cdot 10 = 196$$

Siendo:

- T → Temperatura media anual, en °C
- mMF → Media de las mínimas del mes más frío, en °C
- MMF → Media de las máximas del mes más frío, en °C

Tabla III.11. Índice de termicidad de los pisos bioclimáticos de la Región Eurosiberiana. (Rivas-Martínez, 1983)

	It
ALPINO	<-40
SUBALPINO	-40 – 60
MONTANO	60-240
COLINO	>240

Grado de Humedad:

El grado de humedad, se define de acuerdo con la precipitación anual. La precipitación anual se sitúa en 1402,2 mm, por lo que según la es Hiperhúmedo.

Tabla III.12. Grados de humedad de la Región Eurosiberiana.

REGIÓN EUROSIBERIANA	
Ombroclima	P (mm)
Seco	<600
Subhúmedo	600 - 900
Húmedo	900 - 1400
Hiperhúmedo	>1400

Como conclusión final a este análisis del clima podemos decir que, la región bioclimática a la que pertenece la zona de nuestro estudio, es la **Región Eurosiberiana - Piso Montano – Hiperhúmedo**.

4. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

Las necesidades hídricas de un cultivo, se corresponden con su evapotranspiración (ET) en un determinado ambiente y bajo un manejo concreto del mismo. La ET puede medirse directamente, con lisímetros, e indirectamente, estimándose mediante diferentes modelos a partir de registros periódicos de distintas variables climáticas.

En el caso de utilizar estos registros climáticos se recurre al modelo de Penman-Monteith, que tiene en cuenta la demanda evaporativa impuesta por las condiciones climáticas, es decir, la evapotranspiración de referencia, ETo y parámetros específicos de los cultivos, lo que se denomina coeficiente de cultivo (Kc).

El cálculo de la evapotranspiración es fundamental en todos los cultivos, ya que nos permite estimar las necesidades hídricas de los mismos.

Para su cálculo hemos utilizado el programa CROPWAT 8.0 (FAO, 2006) para Windows con el que también diseñaremos el programa de riego.

Partiremos de los datos de precipitación y temperaturas medias mensuales, tanto máximas como mínimas, ya que la estación meteorológica de la que hemos obtenido los datos es termopluviométrica.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0) hemos utilizado el método aconsejado por la FAO de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998), aunque carecemos de algunos datos, como radiación o viento, estos los supone el programa.

Tabla III.13. Output del programa CROPWAT 8.0.

	Tmín °C	Tmáx °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ET ₀ mm/día
Enero	-0.6	8.9	76	173	4,9	7,1	0.85
Febrero	-0.5	10.3	74	173	6,0	10,2	1.24
Marzo	1.8	13.3	73	173	7,2	14,7	1.97
Abril	3.1	14.4	73	173	8,0	18,8	2.6
Mayo	7.3	19.5	73	173	9,5	22,9	3.64
Junio	10.5	24.4	71	173	11,4	26,2	4.72
Julio	12.7	27.7	70	173	12,3	27,0	5.28
Agosto	12.9	27.8	70	173	11,6	24,2	4.85
Septiembre	9.5	22.4	72	173	9,3	18,1	3.29
Octubre	6.6	17.2	75	173	7,0	12,0	1.95
Noviembre	2.2	11.9	76	173	5,6	8,1	1.12
Diciembre	0	8.9	77	173	4,7	6,3	0.77
Promedio	5.5	17.2	73	173	8,1	16,3	2.69

Datos estimados por CROPWAT 8.0

ANEJO IV. ESTUDIO EDÁFICO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Homogeneización de una de las muestras de suelo. 11-diciembre-2012.	66
Figura IV.1. Diagrama textural USDA.	68
Figura IV.2. Requerimientos de suelo. (Merlet, 1989).....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Granulometría de la muestra. Resultados sobre masa seca al aire. Criterio U.S.D.A.	67
Tabla IV.2. Granulometría de la muestra según U.S.D.A.	67
Tabla IV.3. Análisis de suelo horizonte 0-30 cm.....	68
Tabla IV.4. Análisis de suelo de 30-60 cm.....	69
Tabla IV.5. Análisis de suelo 60-90 cm.....	69
Tabla IV.6. Cantidad de azufre necesaria para bajar el pH hasta 4,5 en función de la textura del suelo. (Graeper, 2012)	71
Tabla IV.7. Dosis necesaria de azufre para disminuir el pH del suelo en función del pH inicial y la textura del mismo. (Demchak, 2013)	72

IV. ESTUDIO EDÁFICO	65
1. INTRODUCCIÓN	65
2. CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS	66
2.1.Textura	66
3. CARÁCTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD	68
3.1.Enmienda ácida	70

IV. ESTUDIO EDÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta, y por lo tanto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

El análisis de suelos no es una finalidad en sí misma, sino que los resultados que proporcionan han de ser correctamente interpretados desde el punto de vista agronómico. A todo esto hay que añadir que el estudio del suelo comienza en el campo y que las determinaciones analíticas se van a realizar sobre una reducida muestra representativa del terreno. Teniendo en esto cuenta, los resultados analíticos serán extrapolables al campo y podrán tener la aplicación que se pretende.

A continuación se presenta el estudio edafológico de la parcela a transformar en el presente proyecto.

Para la caracterización edáfica y el análisis de su suelo se hizo un muestreo siguiendo las especificaciones del Anejo Nº 2 de la Normativa Técnica Específica para la Producción Integrada de Fruta de Pepita (BOA, 2007).

El muestreo se llevo a cabo el 7 de diciembre de 2012. Con la ayuda de una sonda manual de 5 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, se tomaron muestras en 8 puntos de la parcela, siguiendo una trayectoria en zig-zag ya preestablecida. En cada punto, se extrajeron muestras a 3 profundidades diferentes; 0-30 cm, 30-60 cm y 60-90 cm. Se colocó cada muestra en bolsas separadas y bien identificadas.

La valoración de la pedregosidad de la parcela no se pudo llevar a cabo, ya que en el momento del muestreo ésta estaba tapada por más de 30 cm de nieve. Sin embargo, en otro momento, una simple visualización del terreno mostró que la pedregosidad era menor del 10%.



Figura IV.1. Homogeneización de una de las muestras de suelo. 11-diciembre-2012.

Posteriormente, en el laboratorio de edafología de la EPS, se mezclaron todas las muestras recogidas a la misma profundidad y tras remover homogéneamente se tomó 1 kg de cada profundidad, lo que dio lugar a tres muestras resultantes a partir de las cuales se realizaron los análisis.

Finalmente estas tres muestras fueron enviadas al Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón, donde se realizaron los correspondientes análisis.

2. CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS

La calidad de un suelo está más limitada por sus características físicas (textura, estructura, profundidad,...) que por sus características químicas, que son más fáciles de modificar (MARM, 2010). A continuación se presentan las características físicas del suelo de la parcela objeto del presente proyecto.

2.1. Textura

Esta se refiere a la distribución de tamaños de las partículas elementales que lo componen. Con arreglo al tamaño y con ayuda del triángulo de textura determinaremos exactamente el tipo de suelo.

La textura influye decisivamente en el comportamiento del suelo respecto a su capacidad de retención de agua y nutrientes, su permeabilidad y su capacidad para descomponer la materia orgánica.

La caracterización textural de la parcela estudiada se refleja en la Tabla IV.1..

Tabla IV.1. Granulometría de la muestra. Resultados sobre masa seca al aire. Criterio U.S.D.A.

	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Arena total (0,05-2 mm)	46,22%	40,51%	49,95%
Limo grueso (0,02-0,05 mm)	11,09%	12,17%	9,19%
Limo fino (0,002-0,02 mm)	23,85%	24,54%	19,23%
Arcilla (< 0,002 mm)	18,84%	22,78%	21,63%

Para determinar la clase textural sumamos los porcentajes de las dos clases de limo.

Tabla IV.2. Granulometría de la muestra según U.S.D.A.

	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Arena total (0,05-2 mm)	46,22%	40,51%	49,95%
Limo total (0,002-0,05 mm)	34,94%	36,71%	28,42%
Arcilla (< 0,002 mm)	18,84%	22,78%	21,63%

Con estos datos entramos en el diagrama textural del USDA y comprobamos que se trata de un suelo **franco**, clase textural perfectamente adecuada para el cultivo del arándano.

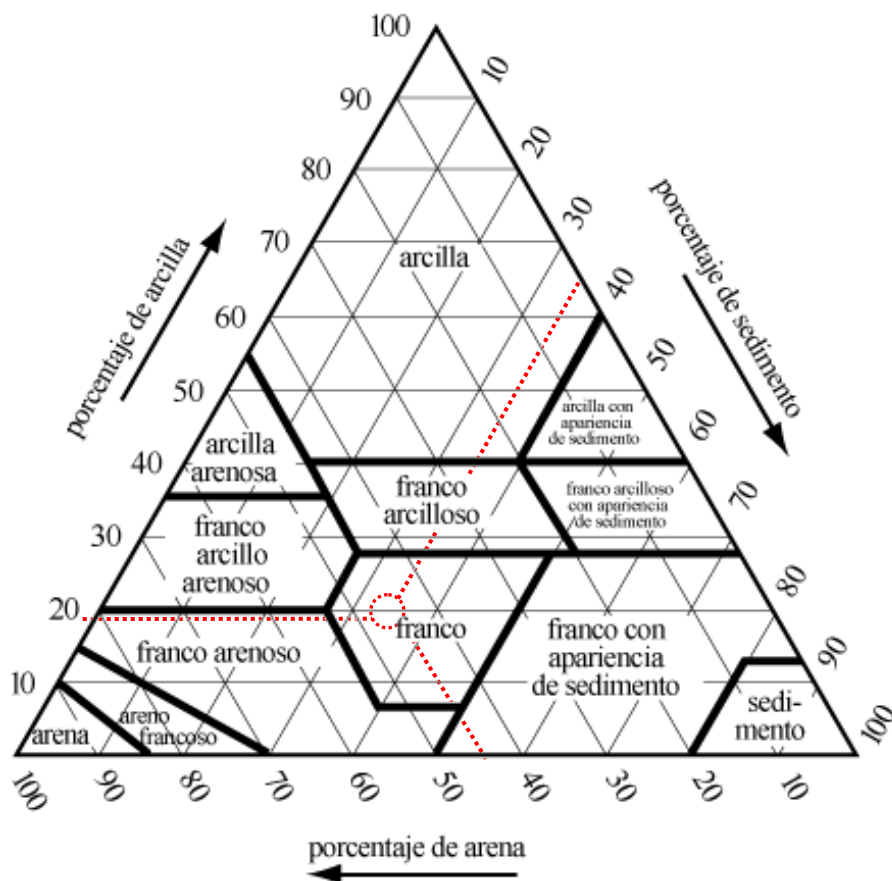


Figura IV.2. Diagrama textural USDA.

3. CARÁCTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD

Además de la clase textural, el Laboratorio Agroambiental también nos proporcionó datos sobre fertilidad del suelo, así como los cationes de cambio. Los valores obtenidos se incorporan en las Tabla IV.3., IV.4. y IV.5.

Tabla IV.3. Análisis de suelo horizonte 0-30 cm.

FERTILIDAD		0-30 cm
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	6,5 ± 0,2	
Salinidad (C.E. 1:5 a 25°C)	0,1 ± 0,01	dS/m
Materia Orgánica	2,92 ± 0,37	g/100g
Fósforo soluble (Olsen)	3 ± 0,6	mg/kg
Potasio (extracto acetato amónico)	54 ± 9	mg/kg
CATIONES DE CAMBIO		
Magnesio (extracto acetato amónico)	50 ± 10	mg/kg

Tabla IV.4. Análisis de suelo de 30-60 cm.

FERTILIDAD		30-60 cm
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	7,0 ± 0,2	
Salinidad (C.E. 1:5 a 25°C)	0,3 ± 0,04	dS/m
Materia Orgánica	1,60 ± 0,20	g/100g
Fósforo soluble (Olsen)	2 ± 0,4	mg/kg
Potasio (extracto acetato amónico)	50 ± 8	mg/kg
CATIONES DE CAMBIO		
Magnesio (extracto acetato amónico)	48 ± 10	mg/kg

Tabla IV.5. Análisis de suelo 60-90 cm.

FERTILIDAD		60-90 cm
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	6,8 ± 0,2	
Salinidad (C.E. 1:5 a 25°C)	< 0,1	dS/m
Materia Orgánica	0,94 ± 0,12	g/100g
Fósforo soluble (Olsen)	2 ± 0,4	mg/kg
Potasio (extracto acetato amónico)	< 40,00	mg/kg
CATIONES DE CAMBIO		
Magnesio (extracto acetato amónico)	< 40,00	mg/kg

Dadas las características morfológicas que presenta el arándano, como es su sistema radicular superficial y poco profundo, para la interpretación de resultados nos centraremos en los primeros 30 cm de suelo.

Aspectos del Suelo

- Profundidad :	Subsuelo suelto		Subsuelo compacto	
	Rango óptimo		Rango óptimo	
	Valor crítico		Valor crítico	
	más de 60 cm		más de 80 cm	
	25 cm		35 cm	

- Acidez (pH) :	Mínimo tolerado	Rango óptimo	Máximo tolerado
	3,5	4,5 - 5,1	7,5

- Salinidad :	Valor tolerado de Cond. Elec.	Valor crítico de Cond. Elec.
	1,6 mmhos/cm	4,2 mmhos/cm

- Textura :	Muy fina	Finas	Francas	Gruesas	Muy gruesas
	Limit. Severa	Limit. Leve	Sin Limit.	Sin Limit.	Limit. Leve

- Drenaje :	Moder. bueno	Imperfecto	Pobre	Muy pobre
	Sin Niv. Freático	N. Fre. a 110 cm	N. Fre. a 50 cm	N. Fre. a 25 cm
	Sin Limitación	Sin Limitación	Limit. Moderada	Excluido

- Pedregosidad :	No pedregoso	Pedregoso	Muy Pedreg.	Extremad. Pedr.
	< 15% Piedras	15-35% Piedras	35-60% Piedras	> 60% Piedras
	Sin Limitación	Sin Limitación	Limit. Moderada	Excluido

- Pendiente :	Suave	Inclinada	Muy inclinada	Fuert. inclinada
	2-6%	6-10%	11-20%	21-30%
	Sin Limitación	Limit. Leve	Limit. Moderada	Limit. Moderada

Figura IV.3. Requerimientos de suelo. (Merlet, 1989)

Comparando los requerimientos de suelo que aparecen en la Figura IV.3 con los datos obtenidos tras los análisis de las muestras observamos que la profundidad es adecuada, ya que supera los 80 cm.

En cuanto a la acidez nos encontramos dentro del valor máximo tolerado, siendo este 7,5, pero no en el rango óptimo para su crecimiento. Por ello es necesario realizar una enmienda en la parcela para conseguir disminuir el pH inicial de 6,5 hasta valores de 5. El proceso se explica en el apartado 3.1. del presente Anejo.

Comprobamos ahora la salinidad del suelo. El valor tolerado es de 1,6 mmhos/cm, o lo que es lo mismo, 1,6 dS/m, siendo la salinidad de nuestro suelo 0,1 dS/m. Podemos afirmar que nuestra plantación no sufrirá problemas de salinidad ocasionadas por el suelo.

3.1. Enmienda ácida

Mientras que el rango de pH óptimo para el crecimiento del arándano se sitúa entre 4,5 y 5,1 según (Demchak, 2013; García Rubio, 2006; Graeper, 2012; Hanson, 1996; Hart, 2006; Merlet, 1989; Spectrum Analytic Inc.; Vidal, 2007), el valor en nuestra parcela es de 6,5, por lo que es necesaria la reducción del pH del suelo, para lo cual utilizaremos azufre.

Nos decantamos por el azufre debido a su elevada capacidad acidificante y por ser un producto admitido para la producción ecológica, recordando así que cumpliremos con los requisitos para acogernos a dicho sistema de producción.

El cálculo de la enmienda lo hemos basado en distintos autores, ya que al ser un factor tan limitante para el cultivo del arándano existe mucha bibliografía sobre el tema. Entre ella destacamos los valores de corrección reflejados en la Tabla IV.6 extraídos de Graeper (2012) y los incorporados en la Tabla IV.7 procedentes del también reciente trabajo de Demchak (2013).

Current pH	Soil type		
	Sand	Loam	Clay
5.0	175	530	800
5.5	350	1050	1600
6.0	660	2020	3030
6.5	840	2550	3830

Tabla IV.6. Cantidad de azufre necesaria para bajar el pH hasta 4,5 en función de la textura del suelo. (Graeper, 2012)

El aporte se realizará con azufre granulado porque es más fácil trabajar con él y más barato que el azufre en polvo. Sin embargo mientras que el azufre en polvo tarda de 6 a 9 meses en disminuir el pH del suelo, al granulado le llevará un año. (Graeper, 2012)

Además de la formulación, la reacción del azufre con el suelo depende de los microorganismos del mismo, los cuales no se activan hasta que las temperaturas son cálidas.

Present pH of Soil	Target pH of Soil					
	4.5			5.0		
	Sand	Loam (lbs/acre)	Clay	Sand	Loam (lbs/acre)	Clay
4.5	0	0	0	—	—	—
5.0	175	520	610	0	0	0
5.5	350	1,050	1,130	175	520	610
6.0	520	1,520	1,610	350	1,050	1,130
6.5	650	2,000	2,090	520	1,520	1,610
7.0	830	2,530	2,610	650	2,000	2,090
7.5	1,000	3,010	3,090	830	2,530	2,610

*Iron sulfate may be used at four to six times the above rates (see text).

Tabla IV.7. Dosis necesaria de azufre para disminuir el pH del suelo en función del pH inicial y la textura del mismo. (Demchak, 2013)

Las dosis que aconsejan no difieren mucho unas de otras; en Asturias no dan datos en función del tipo de suelo, si sugieren no disminuir el pH más de un punto al año y realizar una aplicación de entre 1000 y 1500 Kg/ha, por lo menos 6 meses antes de establecer la plantación. (García Rubio, 2006)

Finalmente la dosis a aportar será de 1710 Kg de azufre por ha, repartido en dos dosis. Para el cálculo hemos tenido en cuenta que se trata de un suelo franco y dada la experiencia consultada de unos productores en Cantabria también hemos considerado bajar el pH solo hasta 5 y no hasta 4,5 como indican la mayoría de los estudios.

$$1520 \frac{\text{lb}}{\text{acre}} \cdot \frac{1 \text{ acre}}{0,4 \text{ ha}} \cdot \frac{0,45 \text{ Kg}}{1 \text{ lb}} = 1710 \text{ Kg azufre/ha}$$

ANEJO V. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1. Resultados del análisis de agua del río Osia. (DGA-Laboratorio Agroambiental, 2013).....	76
Tabla V.2. Criterios de calidad del agua de riego. (Ayers y Westcot, 1985).....	77
Tabla V.3. Parámetros de aguas prohibidos en la Norma Técnica Específica de Producción Integrada de Fruta de Hueso del Gobierno de Aragón (BOA, 2007)	78
Tabla V.4. Parámetros de aguas recomendados en la Norma Técnica Específica de Producción Integrada de Fruta de Hueso del Gobierno de Aragón (BOA, 2007)	78
Tabla V.5. Clasificación de la FAO según salinidad. (Ayers y Westcot, 1987).....	79
Tabla V.6. Clasificación de la calidad del agua para riego según la FAO (Ayers y Westcot, 1985). C.E: Conductividad eléctrica (en dS/m).....	80
Tabla V.7. Clasificación del agua de riego según el criterio de carbonato sódico residual. (Terron, 1995)	83
Tabla V.8. Clasificación de las aguas según el contenido en nitrógeno. (Ayers y Westcot, 1976)	83
Tabla V.9. Tipos de agua según su dureza. (Ros, 2001)	84

V. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	75
1. INTRODUCCIÓN	75
2. SALINIDAD	78
3. SODICIDAD	79
4. TOXICIDAD	81
5. OTROS PARÁMETROS	81
5.1. pH.....	81
5.2. Contenido total de sales	81
5.3. Presión osmótica.....	82
5.4. Relación de calcio	82
5.5. Relación de sodio	82
5.6. Carbonato sódico residual	83
5.7. Exceso de nitrógeno	83
5.8. Dureza	84
6. CONCLUSIONES.....	84

V. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

1. INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento principal para la nutrición de las plantas. Como en ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de éstas depende la calidad de la misma para su uso, es imprescindible un análisis de calidad del agua.

La calidad de agua de riego se define en función de tres criterios principales: salinidad, sodicidad y toxicidad de iones específicos (Ayers y Wescot, 1985). Además existen otros factores como excesos de nitrógeno, pH y contenido en magnesio.

Para la determinación de la calidad del agua de riego se tomó una muestra de 400 ml, procedente del río Osia, del que deriva la acequia de abastecimiento a la parcela objeto del proyecto.

La muestra fue tomada el día 11 de mayo de 2013 y, al igual que las muestras de suelo, ésta fue analizada por el Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón. En la Tabla V.1 se muestran los resultados de dicho análisis.

Tabla V.1. Resultados del análisis de agua del río Osia. (DGA-Laboratorio Agroambiental, 2013)

	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SALINIDAD			
Conductividad eléctrica a 25°C	Conductimetría	dS/m	0,38 ± 0,01
ANIONES			
Bicarbonatos	Volumetría	meq/L	4,90 ± 0,12
Cloruros	Volumetría	meq/L	0,03
Sulfatos	Turbidimetría	meq/L	0,39
CATIONES			
Calcio	ICP-OES	meq/L	4,58
Magnesio	ICP-OES	meq/L	0,71
Sodio	ICP-OES	meq/L	0,07
Potasio	ICP-OES	meq/L	0,01
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS			
Reacción pH	Potenciometría		8,03
ÍNDICES			
pH calculado	Cálculo		7,11
Relación de adsorción de sodio (S.A.R.)	Cálculo		0,04
S.A.R. ajustado	Cálculo		0,10
Dureza total	Cálculo	°F	26,45
Índice Langlier	Cálculo		0,92
NUTRIENTES			
Nitratos (NO ₃ -N)	Espect. UV-VIS	mg/L	0,15
Fosfatos (PO ₄ -P)	Reacción color	mg/L	Inapreciable
Potasio (K)	ICP-OES	mg/L	0,27

Tras los resultados obtenidos debemos comprobar que el agua analizada cumple con los criterios de calidad para agua de riego de Ayers y Wescot, 1985, que a continuación exponemos.

Tabla V.2. Criterios de calidad del agua de riego. (Ayers y Westcot, 1985)

PARÁMETRO DE CALIDAD DEL AGUA	INTERVALO DE CALIDAD		
	BUENA	TOXICIDAD EN AUMENTO	MALA
Salinidad CE(mmho/cm) del agua	<0,75	0,75-3	>3
Permeabilidad CE (mmho/cm) del agua SAR ajust. del agua	>0,5 <6	0,5-0,2 6-9	<0,2 >9
Toxicidad de iones específicos Por absorción radical Sodio (SAR ajustado) Cloro (meq/L) (mg/L) Boro (mg/L) Por absorción foliar (aspersores) Sodio (meq/L) (mg/L) Cloro (meq/L) (mg/L)	 <3 <4 <142 <0,5 <3 <69 <3 <106	 3-9 4-10 142-355 0,5-2 >3 >69 >3 >106	 >9 >10 >355 >2 - - - -
Otras toxicidades NO ₃ ⁻ ó NH ₄ ⁺ (mg/L) CO ₃ H ⁻ (meq/L) (mg/L) pH	 <5 <1,5 <90	 5-30 1,5-8,5 90-520	 >30 >8,5 >520
	Intervalo normal= 6,5-8,4		

Por otra parte y también con el objeto de ayudarnos a interpretar los resultados, incorporamos en la Tabla V.3 y Tabla V.4, los valores de calidad de agua de riego prohibidos y recomendados en la Normativa de Producción Integrada.

Tabla V.3. Parámetros de aguas prohibidos en la Norma Técnica Específica de Producción Integrada de Fruta de Hueso del Gobierno de Aragón (BOA, 2007)

Parámetro	Prohibido	Observación
Salinidad total (dS/m)	> 3	Salvo que se justifique por ser la única disponible, exigiéndose un control exhausto del riego (fracción de lavado acorde con la salinidad).
Cloruros (meq/l)	> 3	Para riego por aspersión.
	> 10	Para riegos que no mojen la parte aérea de la planta.
Sodio /meq/l)	> 3	Para riegos por aspersión
	> 9	Para riegos que no mojen la parte aérea de la planta.

Tabla V.4. Parámetros de aguas recomendados en la Norma Técnica Específica de Producción Integrada de Fruta de Hueso del Gobierno de Aragón (BOA, 2007)

Parámetro	Recomendado
Salinidad total (dS/m)	$\leq 1,5$
Cloruros (meq/l)	≤ 3
Sodio (meq/l)	≤ 3
Bicarbonatos (meq/l)	≤ 2 en riego por aspersión (valores superiores 8,5 meq/l en riego por aspersión puede incrementar la aparición de clorosis férrica entre otros problemas).
Nutrientes (especialmente nitrógeno y potasio)	Tener en cuenta en la fertilización.

Podemos ver en la Tabla V.3 que en ningún caso superamos dichos límites.

2. SALINIDAD

El riego es un importante factor de salinización del suelo cuando no es manejado correctamente. Este criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua ocasione altas concentraciones de sales en el suelo, con el correspondiente efecto osmótico y disminución de rendimiento de los cultivos.

Un alto contenido en sales disueltas en el suelo disminuye el potencial osmótico y exige a las raíces un esfuerzo adicional para absorber agua, lo que ocasiona una reducción en el rendimiento de los cultivos.

Para clasificar esta agua de riego según la salinidad utilizaremos la clasificación de la FAO de Ayers y Westcot de (1987), que queda así:

Tabla V.5. Clasificación de la FAO según salinidad. (Ayers y Westcot, 1987)

Índice de salinidad	CE (mmhos/cm)	Riesgo de salinidad
1	< 0,7	Sin problemas
2	0,7 – 3,0	Problemas crecientes
3	> 3,0	Problemas serios

A pesar de que esta clasificación simplifica en exceso la cuestión de la salinidad, ya que engloba dentro del mismo grupo a aguas entre 0,7 y 3,0 mmhos/cm, tomaremos estos límites porque seguiremos la clasificación de la FAO para todo el análisis del agua de riego.

Gracias a esta tabla vemos que nuestra agua de riego no presenta problemas de salinidad, ya que tenemos valores de $0,38 \pm 0,01$ mmhos/cm, muy por debajo del límite de 0,7 indicado, o de los valores < 1,5 recomendados en la normativa de Producción Integrada. De acuerdo con los valores de Ayers y Westcot (1985) tampoco podemos decir que esta salinidad tan baja condicione la permeabilidad del agua, puesto que supera el límite de 0,2 mmhos/cm.

3. SODICIDAD

El criterio de sodicidad, también llamado criterio de permeabilidad o criterio de infiltración, analiza el riesgo de que se induzca en el suelo un elevado PSI (Porcentaje de saturación de Sodio Intercambiable), con deterioro de su estructura por dispersión e hinchamiento. La posibilidad de que el agua ocasione estos problemas se evalúa por el método del índice RAS (Relación de Adsorción de Sodio), cuya expresión es:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Cationes expresados en meq/L.

Sustituyendo en esta fórmula los valores de la Tabla V.1, obtendremos el siguiente resultado:

$$RAS = \frac{0,07}{\sqrt{\frac{4,58 + 0,71}{2}}} = 0,04$$

En nuestro caso, este índice toma un valor de 0,04. Sin embargo, esta clasificación tan ampliamente utilizada, contiene errores conceptuales que las nuevas clasificaciones corrigen.

El RAS ajustado tiene en cuenta la variación de la concentración de Ca en el agua del suelo debido a la disolución o precipitación de minerales carbonatados. Para el cálculo del RAS ajustado según el procedimiento de la FAO es necesario conocer la relación $\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}$ y la conductividad eléctrica del agua de riego. (Ayers y Westcot, 1985)

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de la calidad del agua para riego según la FAO.

Tabla V.6. Clasificación de la calidad del agua para riego según la FAO (Ayers y Westcot, 1985). C.E: Conductividad eléctrica (en dS/m)

	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
	Ninguno	Ligero o moderado	Severo
Problema potencial: SALINIDAD			
C.E	< 0,7	0,7 - 3,0	< 3,0
Problema potencial: SODICIDAD			
RAS entre 0 y 3 y C.E=	>0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
RAS entre 3 y 6 y C.E=	>1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
RAS entre 6 y 12 y C.E=	>1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
RAS entre 12 y 20 y C.E=	>2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
RAS entre 20 y 40 y C.E=	>5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Atendiendo a los valores obtenidos y a la tabla que observamos, podemos afirmar que no tendremos problemas de salinidad con el agua de riego, mientras que si que tendremos problemas de sodicidad, que intentaremos solucionar añadiendo una solución ácida junto con el agua de riego.

4. TOXICIDAD

A diferencia de la salinidad y sodicidad, que son problemas externos de la planta y que dificultan la absorción de agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas.

Los iones tóxicos más frecuentes en las aguas de riego son el cloro, sodio y boro, pero no todas las plantas son igual de sensibles; los frutales y leñosas perennes son más sensibles que las anuales.

Los valores de nuestra agua de riego se encuentran muy por debajo del límite inferior que indica algún tipo de problema, por lo que no existe riesgo de toxicidad.

5. OTROS PARÁMETROS

5.1. pH

El intervalo óptimo de pH se sitúa entre 6,5 y 8,4, estando el valor del agua del río Osia en 8,03, es decir, dentro de estos límites. Por lo tanto se considera esta agua apta para el riego.

5.2. Contenido total de sales

El contenido en sales del agua es peligroso cuando pasa de 1g/L. Este contenido se obtiene midiendo la conductividad eléctrica, que indica la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua, de forma que cuanto mayor sea el contenido en sales solubles ionizadas, mayor será el valor de esta.

La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasará a través de ésta, según la siguiente expresión:

$$S.T. = 0,64 \cdot C.E.$$

Donde,

S.T es la concentración de sales totales, en mg/L

CE es la conductividad eléctrica del agua a 25°C, en $\mu\text{mhos/cm}$

Sustituyendo el valor de 0,38 dS/m en la fórmula tenemos:

$$S.T. = 0,64 \cdot 380 = 243,2 \text{ mg / L}$$

Según este índice se considera agua apta para el riego.

5.3. Presión osmótica

Las sales presentes en el agua dan lugar a una presión osmótica de la solución tanto mayor cuanto más elevada sea su concentración. Es decir, el agua de riego será más efectiva cuando menor sea su presión osmótica y, por lo tanto, su salinidad.

La relación entre la conductividad eléctrica y la presión osmótica viene dada por la siguiente expresión:

$$P_o = 0,36 \cdot C.E.$$

Donde,

P_o es la presión osmótica, en atm

CE es la conductividad eléctrica a 25°C, medida en mmhos/cm.

$$P_o = 0,36 \cdot 0,38 = 0,14 \text{ atm}$$

5.4. Relación de calcio

La relación de calcio muestra la proporción del contenido de calcio respecto a los restantes cationes. La concentración de los cationes se expresa en meq/L y se calcula de la siguiente manera.

$$R.C. = \frac{Ca^{2+}}{(Ca^{2+} + Na^{2+} + Mg^{2+})}$$

$$R.C. = \frac{4,58}{(4,58 + 0,07 + 0,71)} = 0,85 \text{ meq / L}$$

5.5. Relación de sodio

Esta relación es similar a la anterior, y muestra el contenido de sodio que hay en un agua respecto a los restantes cationes. Se expresa en meq/L, y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$R.S. = \frac{Na^{+}}{Ca^{2+} + Na^{+} + Mg^{2+}}$$

$$R.S. = \frac{0,07}{4,58 + 0,07 + 0,71} = 0,01 \text{ meq/L}$$

5.6. Carbonato sódico residual

Otro índice que habla de la acción degradante del agua es el denominado carbonato sódico residual (CSR), que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C.S.R. = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

Donde los iones se expresan en meq/l

$$C.S.R. = 4,90 - (4,58 + 0,71) = -0,39$$

Tabla V.7. Clasificación del agua de riego según el criterio de carbonato sódico residual. (Terron, 1995)

Tipo de agua	Valor C.S.R
Recomendable	< 1,25
Poco recomendable	1,25 – 2,5
No recomendable	> 2,5

De esta manera, el agua es recomendable para el riego.

5.7. Exceso de nitrógeno

El nitrógeno contenido en el agua de riego es beneficioso como fertilizante, pero, en exceso, tiene efectos perjudiciales tanto sobre los cultivos, como sobre el sistema de riego, ya que incluso contenidos en nitrógeno inferiores a 5 mg/L pueden producir obturaciones en los emisores de riego localizado.

Ayers y Westcot clasifican las aguas de la siguiente manera:

Tabla V.8. Clasificación de las aguas según el contenido en nitrógeno. (Ayers y Westcot, 1976)

Restricción de uso	N (mg/L)
Sin restricciones	< 5
Ligera a moderada	5 – 30
Severa	> 30

El contenido en nitratos del agua de riego analizada es de 0,15 mg/L, este valor es muy inferior a los 5 mg/L que se indican, por lo que consideramos que no ocasionará problemas de obturaciones en los goteros.

5.8. Dureza

El grado de dureza se refiere al contenido en calcio que hay en éstas. Su cálculo se expresa en grados franceses (°F) según la siguiente expresión:

$$^{\circ}F = \frac{(Ca^{2+} \times 2,5) + (Mg^{2+} \times 4,12)}{10}$$

Donde los cationes se expresan en mg/L

$$^{\circ}F = \frac{(\times 2,5) + (\times 4,12)}{10} = 1,44^{\circ}F$$

Tabla V.9. Tipos de agua según su dureza. (Ros, 2001)

TIPO DE AGUA	GRADOS HIGROMÉTRICOS FRANCESES (°F)
Muy dulce	Menos de 7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	Más de 54

El valor obtenido es de 26,45°F, por lo tanto, el agua se puede clasificar como medianamente dura.

6. CONCLUSIONES

Con lo expuesto en este anejo llegamos a la conclusión que esta agua no ocasionará ningún problema sobre el desarrollo del cultivo ni sobre el suelo de la parcela, ya que reúne todos los requisitos mínimos de calidad.

Por lo tanto, se puede decir, que el agua del río Osia es óptima para el riego, sin ningún tipo de limitación.

ANEJO VI. PROCESO PRODUCTIVO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1. Representación de la evolución de la cantidad de agua almacenada en el suelo a lo largo de todo el ciclo del cultivo. (CROPWAT 8.0, 2013)	107
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1. Cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio exportadas por los arbustos de la plantación. (Fuente: Spectrum Analytic Inc., 1997))	93
Tabla VI.2. Grupos de suelos a efectos de la fertilización con fósforo y potasio.....	93
Tabla VI.3. Niveles de fósforo (P) en el suelo, método Olsen (ppm).	93
Tabla VI.4. Niveles de potasio (K) en el suelo, método acetato amónico (ppm).	93
Tabla VI.5. Cantidades máximas anuales que se permiten aportar de fósforo y potasio.	94
Tabla VI.6. Estimación de las extracciones de nitrógeno en la fase de formación del árbol (kg de N/ha)	94
Tabla VI.7. Extracciones netas de nitrógeno por árboles adultos en fase de producción (kg/t de fruto).....	94
Tabla VI.8. Nitrógeno orgánico mineralizado en distintos tipos de suelo según su nivel de materia orgánica.	95
Tabla VI.9. Cantidad de nitrógeno aportado con el agua de riego (kg/ha) según consumos y contenido en nitratos.....	95
Tabla VI.10. Aportación de los distintos elementos que tenemos que realizar a lo largo del año.	96
Tabla VI.11. Calendario de riego de la plantación de arándanos.	99

VI.	PROCESO PRODUCTIVO	88
1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	88
2.	REPLANTEO	89
3.	PLANTACIÓN	89
3.1.	Fases de la plantación	89
3.2.	Disposición de la plantación.....	90
3.3.	Apertura de hoyos.....	90
3.4.	Plantación.....	91
3.5.	Producción	91
4.	FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS	91
4.1.	Enmienda ácida	91
4.2.	Fertilización de fondo	92
4.3.	Fertilización anual	92
5.	PODA.....	96
6.	RIEGOS	98
6.1.	Programación del riego	99
7.	LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES	108
8.	LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS	108
9.	RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN	109

VI. PROCESO PRODUCTIVO

1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Las operaciones de preparación del terreno tienen como finalidad dejar el suelo en las condiciones idóneas para el desarrollo de las plantas que en él se van a desarrollar. Todas ellas se deberán realizar cuando el terreno este en “tempero”, es decir, con la cantidad de humedad idónea.

La preparación del terreno la haremos en la superficie destinada al cultivo del arándano, utilizando medios mecánicos. Puede haber dos modalidades: desfonde y subsolado.

- Desfonde. Esta labor se realiza con vertederas de grandes dimensiones. La profundidad de la labor puede estar comprendida entre 50 y 80 cm. Tiene la ventaja sobre el subsolado de que altera en parte la posición de las capas, enriqueciendo los niveles más profundos con parte de la tierra vegetal de la superficie.

- Subsolado. Esta labor se realiza con un subsolador. Se quebranta las capas del suelo sin modificar su posición. Se recomienda que la labor tenga una profundidad de 60 a 80 cm. Es conveniente hacer la labor de subsolado con el terreno seco, para que la tierra quede bien quebrantada.

Para levantar la pradera existente se realizará un pase de vertedera a unos 30-40 cm de profundidad, con esta labor voltearemos el suelo enterrando así los restos vegetales, y el abonado de fondo y la enmienda ácida calculada para disminuir el pH del suelo, descrita en el punto 5 del presente Anejo.

Para el abonado de fondo utilizaremos una abonadora agrícola centrífuga.

Tras esto se hará un pase de grada para dejar el suelo sin obstáculos y distribuir homogéneamente los aportes. Finalmente pasaremos el rulo para dejar la superficie lista para el replanteo.

2. REPLANTEO

Una vez finalizada la fase de preparación del terreno comenzaremos con el replanteo. Este proceso consiste en pasar el croquis de la plantación al terreno, marcando los puntos donde irán los árboles. La señalización del trazado de las tuberías, se realizará antes del marqueo.

En primer lugar se realizará el trazado de una alineación principal o base sobre la que se apoya todo el replanteo. En cuanto a la disposición de los arbustos en la parcela, se debe elegir siempre aquella que facilite mejor la maduración de los frutos, haciendo coincidir las líneas de parcela con el eje Norte-Sur, consiguiendo así una mayor incidencia de la luz solar sobre el fruto.

Una vez que hemos replanteado la alineación principal, habrá que realizar las alineaciones verticales a 90°, para posteriormente señalar sobre ella los puntos donde irán los árboles. Esto se hará con la cinta métrica, que se extenderá sobre la cuerda, y se irán clavando cañas en los puntos correspondientes, según nuestro marco de plantación, que es un marco rectangular de 1 m x 3 m, siendo 3 m la distancia entre las calles y 1 m la distancia entre arbustos dentro de cada fila.

3. PLANTACIÓN

3.1. Fases de la plantación

Los arbustos del género *Vaccinium* poseen gran longevidad, pueden superar ampliamente los 50 años de edad, si bien no es aconsejable apurar tanto la plantación, puesto que a partir de un punto determinado, el arbusto empieza a envejecer y puede hacerse muy difícil el conseguir unos rendimientos óptimos para el mantenimiento de la explotación. En el caso de plantaciones intensivas como la nuestra, esta situación suele darse entorno a los 25 años. Esperamos por lo tanto una vida útil del proyecto de 20 años

Se pueden definir las siguientes fases en la vida de la plantación proyectada:

Fase 0: fase de plantación, agrupa las labores preparatorias del terreno, el replanteo y la ejecución de la plantación.

Fase 1: período improductivo, comprende los dos años siguientes a la ejecución de la plantación en los que la producción es mínima.

Fase 2: período de crecimiento creciente de la producción, comprende el período en que cada año aumenta de forma progresiva la producción desde el tercer año hasta el séptimo año.

Fase 3: fase de plena producción, comprende desde el octavo año hasta el vigésimo año.

Fase 4: período de producción decreciente, comienza el año veinte, arrancándose ese año la plantación.

3.2. Disposición de la plantación

En terrenos llanos o con suaves pendientes de menos del 6%, la distribución de los arándanos según el marco elegido, facilita la recolección y permite combatir la erosión. Sin embargo nuestra parcela tiene una parte aterrizada en la que deberemos seguir las curva de nivel para la plantación de los arándanos.

Colocaremos los cepellones sobre un caballón de 30 cm de alto, esto ayudará a disminuir los ataques de roedores y crearemos una zona en la que, gracias a la malla anti-hierba, las condiciones para el desarrollo de las plantas serán óptimas. El caballón irá recubierto de una malla anti-hierba y bajo ella se distribuirá manualmente corteza y serrín, aumentando así el contenido en materia orgánica del terreno y ayudando también a evitar la proliferación de malar hierbas.

3.3. Apertura de hoyos

La apertura de hoyos se puede hacer con barrena ahoyadora de 60 cm de diámetro y a una profundidad aproximada de 1 metro. Previamente al ahoyado recordamos que ya se habrán realizado las labores de desfonde o de subsolado cruzado.

Para el ahoyado se utiliza un tractor de ruedas, que en condiciones normales de trabajo se consiguen de 50 a 60 hoyos a la hora.

En los últimos años se vienen empleando palas excavadoras, con más frecuencia que las barrenas. La razón es que las barrenas dejan el terreno algo compactado en las paredes del hoyo, lo que puede suponer alguna resistencia para el desarrollo de las raíces a través de estas paredes.

3.4. Plantación

La plantación se realizará con plantones en cepellón provenientes de vivero. Se tendrá la precaución de contactar con suficiente antelación con un vivero que produzca y comercialice el material vegetal necesario para la plantación, ya que en España existe poca tradición de estos frutales. El vivero nos proporcionará plantas de arándano de dos años.

El momento de plantación será en abril, pudiendo modificarlo en función de la climatología del año.

Debido al pequeño tamaño de la parcela, inicialmente, al no disponer de maquinaria suficiente los trabajos de plantación se realizarán manualmente, salvo la realización de los caballones para los que se usa un tractor pequeño de 16 CV.

3.5. Producción

La producción obtenida en la plantación dependerá de la adaptación del cultivo al medio, ya que se trata de una experiencia novedosa en la zona. Pero todas las variedades seleccionadas proporcionan, en los ensayos de producciones realizados, medias superiores a 12t/ha, a partir de su 6º año de implantación, en los primeros años las producciones se encuentran entre 1 y 4 t/ha.

4. FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS

4.1. Enmienda ácida

Se aplicarán 1710 kg/ha de azufre al 98% para corregir el pH inicial del suelo que era de 6,5. Lo distribuiremos sobre una capa arable de unos 15 cm. Dividiremos estos 1710 kg en dos etapas, ya que aconsejan no aportar más de 1000 kg/ha y año,

para no someter al suelo a cambios bruscos de pH. Por lo que aportaremos 855 kg/ha en un primer momento, como mínimos 6 meses antes de la implantación de los arbustos.

4.2. Fertilización de fondo

Partiendo de los análisis de suelo diseñaremos el abonado de fondo, para así adecuar el nivel de nutrientes disponibles a las necesidades del cultivo.

Según el análisis de suelo, este contiene un 2,9% de materia orgánica, a pesar de tener un contenido alto en materia orgánica, debido a las necesidades de los arándanos se opta por añadir 12 toneladas de estiércol de vacuno. Además de este estiércol, al levantar la pradera existente se entierra para aportar aún más materia orgánica.

4.3. Fertilización anual

En el caso de los frutales arbustivos, es necesario aportar anualmente N, P, K y Mg. La cantidad a incorporar de los distintos elementos se determina según el desarrollo de la vegetación observado, ya que éste depende de las reservas del suelo, del vigor de las variedades y de la producción.

La recomendación de fertilización para los arándanos en plena producción es de 90 unidades de N por ha, 45 de P_2O_5 y 90 unidades de K_2O , además de 25 de MgO. Sin embargo, en años iniciales las necesidades son 15 UF de N, 6,6 de P_2O_5 y 15 UF de K_2O .

Para el cálculo exacto de las aportaciones que tenemos que realizar hemos seguido las indicaciones del BOA número 63, artículo 1626, Norma técnica Específica para la producción integrada de fruta de hueso. En ella se detallan las prácticas obligatorias, recomendadas y prohibidas en materia de fertilización y enmiendas. Haciendo caso de dicha Norma resumimos lo siguiente.

Necesidades de fósforo y potasio

En el período de árboles en producción, el abonado con dichos elementos, deberá ser definido sobre la base de las cantidades exportadas por los árboles de la plantación y el tipo de suelo.

Tabla VI.1. Cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio exportadas por los arbustos de la plantación. (Fuente: Spectrum Analytic Inc., 1997))

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
pounds/12000lb		
51,36	8,28	41,73
Kg/t de fruta		
3,54	0,57	2,86

Tabla VI.2. Grupos de suelos a efectos de la fertilización con fósforo y potasio.

Grupo I	Grupo II	Grupo III
Textura : gruesa	Textura: media	Textura: fina
Arenoso	Franco	Franco-arcilloso
Arenoso-franco	Franco-arcillo-arenoso	Franco-arcillo-limoso
Franco-arenoso	Limoso	Arcillo-limoso
	Arcillo-arenoso	Arcilloso

En primer lugar comprobamos que niveles de elementos tenemos en nuestro suelo utilizando las tablas que mostramos continuación. Nos fijamos en los análisis de suelo, que aparecen en el Anejo IV. Estudio edáfico, y comprobamos que las cantidades son de 3 mg/kg de fósforo, utilizando el método Olsen y de 54 mg/kg de potasio, con el método del acetato amónico. Por lo tanto si vamos a las tablas y teniendo una textura media, estamos en niveles bajos de ambos elementos.

Tabla VI.3. Niveles de fósforo (P) en el suelo, método Olsen (ppm).

		Niveles de fósforo (P) en el suelo (ppm)			
Textura	Grupo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Gruesa y media	I y II	<18	<19	37 a 72	>72
Fina	III	<20	<21	21 a 40	>41

Tabla VI.4. Niveles de potasio (K) en el suelo, método acetato amónico (ppm).

		Niveles de potasio (K) en el suelo (ppm)			
Textura	Grupo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Gruesa	I	<80	<81	161 a 320	>320
Media	II	<120	<121	241 a 480	>481
Fina	III	<160	<161	321 a 640	>641

Con todo esto, las Normas Técnicas nos dicen las cantidades máximas anuales de elementos que podemos añadir, de esta manera:

Tabla VI.5. Cantidades máximas anuales que se permiten aportar de fósforo y potasio.

Nivel de fósforo y potasio en el suelo	Aporte de fósforo y potasio en el abonado
Bajo	Las exportaciones totales de los árboles x 1,5
Medio	Solo las exportaciones totales de los árboles
Alto	El 50% de las exportaciones totales de los árboles
Muy alto	Ninguna aportación

Las aportaciones máximas serán de 0,85 kg P_2O_5 /t de fruta y de 4,29 kg K_2O /t de fruta. En ambos casos no superamos los límites que indica la Norma que son, para suelo con niveles de fósforo y potasio inferiores a los considerados como medios en las Tabla VI.3 y Tabla VI.4: Fósforo (P_2O_5): 250kg/ha y potasio (K_2O): 350Kg/ha.

Necesidades de nitrógeno

La cantidad de fertilizante nitrogenado que se debe aportar al suelo se obtendrá de la realización de un balance entre las cantidades exportadas por el cultivo más la hierba de cobertura del suelo y las aportadas por el suelo y el agua de riego.

Como no tenemos datos de las extracciones de nitrógeno del arándano en fase de formación, cogeremos las estimaciones que hace la Norma sobre otras especies.

Tabla VI.6. Estimación de las extracciones de nitrógeno en la fase de formación del árbol (kg de N/ha)

Especie	Año 1	Año 2	Año 3 y sucesivos hasta plena producción
Melocotonero	20	35	50 más 1,3 kg de N/t de frutos
Ciruelo	20	35	50 más 0,9 kg de N/t de frutos
Albaricoquero	20	35	50 más 1,2 kg de N/t de frutos
Cerezo	20	35	50 más 1,3 kg de N/t de frutos

Sin embargo, de la fase de producción sí que tenemos el valor de las extracciones de nitrógeno, aparecen en la Tabla VI.1, tomando un valor de 3,54 kg de N/t de fruto.

Tabla VI.7. Extracciones netas de nitrógeno por árboles adultos en fase de producción (kg/t de fruto)

Cultivo	Coef. Extrac. Total (kg.N/t de fruto)	% Residuo	% Extrac. neta	Coef. Extrac. Neta (kg de N/t de fruto)
Melocotonero	4,8	27,5	72,5	3,48
Ciruelo	4,8	27,5	72,5	3,48
Albaricoquero	5,15	27,5	72,5	3,73
Cerezo	8	25,5	74,5	5,96

Hasta este momento tenemos las extracciones de nitrógeno que hacen los arbustos, ahora pasamos a ver las aportaciones de nitrógeno que tienen lugar por parte del suelo y del agua de riego. En las dos tablas que aparecen a continuación se muestran los valores que debemos tomar, según tipo de suelo y de agua. Estas tablas han sido sacadas de la Norma en la que nos estamos basando para hacer el balance de fertilización.

Tabla VI.8. Nitrógeno orgánico mineralizado en distintos tipos de suelo según su nivel de materia orgánica.

M. orgánica suelo (%)	Nitrógeno mineralizado (kg/ha y año)		
	Suelo arenoso	Suelo franco	Suelo arcilloso
0,5	10-15	7-12	5-10
1,0	20-30	15-25	10-20
1,5	30-40	22-37	15-30
2,0	40-60	30-50	20-40
2,5		37-62	25-50
3,0			30-60

Tabla VI.9. Cantidad de nitrógeno aportado con el agua de riego (kg/ha) según consumos y contenido en nitratos.

Consumos agua (m ³ /ha y año)	Cantidad de nitrógeno (N) aportado por el agua de riego (kg/ha)							
	Contenido en nitrato en el agua (mg/l)							
	5	10	15	20	25	30	40	50
2000	2,3	4,5	6,8	9,0	11,3	13,5	18,0	27,0
2500	2,8	5,6	8,4	11,3	14,1	16,9	22,5	33,
3000	3,4	6,8	10,1	13,5	16,9	20,3	27,0	40,5
3500	3,9	7,9	11,8	15,8	19,7	23,6	31,5	47,3
4000	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	36,0	54,0
4500	5,1	10,1	15,2	20,3	25,3	30,4	40,5	60,8
5000	5,6	11,3	16,9	22,5	28,1	33,8	45,0	67,5
5500	6,2	12,4	18,6	24,8	30,9	37,1	49,5	74,3
6000	6,8	13,5	20,3	27,0	33,8	40,5	54,0	81,0
6500	7,3	14,6	21,9	29,3	36,6	43,9	58,5	87,8
70000	7,9	15,8	23,6	31,5	39,4	47,3	63,0	94,5

En el caso del nitrógeno orgánico mineralizado, teniendo en cuenta que el contenido en materia orgánica de nuestra parcela es de 2,92%, como indican los análisis del Anejo IV. Estudio edáfico, y que tenemos un suelo franco, tomaremos 62 kg/ha y año de nitrógeno mineralizado.

Resumen y actuación

Como resumen de todos los cálculos descritos arriba tenemos que:

Anualmente necesitamos aportar al suelo unos 62kg de N/ha, además de los 3,45kg de N/t de fruta proveniente de las extracciones. También son necesarios 1,42 kg de P_2O_5 /t de fruta y 7,15 kg de K_2O /t de fruta.

	N (kg)	P_2O_5 (kg)	K_2O (kg)
1º-2º año produc. (1t/ha)	65,54	1,42	7,15
3º-5º año produc. (4t/ha)	262,16	5,68	28,6
A partir del 6º año (12t/ha)	786,48	17,04	85,8

Tabla VI.10. Aportación de los distintos elementos que tenemos que realizar a lo largo del año.

Para realizar estos aportes, siendo que estamos en agricultura ecológica dispondremos entre las filas de arándanos un cultivo, que será una mezcla de trébol y vezas, que utilizaremos como abono verde. Además estas leguminosas fijarán nitrógeno al suelo y las necesidades de este serán menores. Aún así, la cantidad de nutrientes que aportarán estos cultivos no es el suficiente para satisfacer nuestros requerimientos por lo que habrá que fertirrigar la parcela.

La forma de incorporar las plantas para abono verde dependerá de nuestro objetivo, en este caso la usaremos además como protección del suelo y control de maleza.

5. PODA

Los objetivos básicos de la poda del arándano son: favorecer el desarrollo de madera nueva vigorosa, controlar el tamaño del arbusto y mantener una producción regular. Las plantas sin podar quedan muy densas con ramas débiles envejecidas,

desarrollan poca madera para la producción de años próximos y son más susceptibles a plagas y enfermedades.

Sin embargo, si la poda es excesiva se desarrollan ramas nuevas vigorosas y aunque las bayas son grandes la producción es escasa. Por lo tanto, la poda debe ser equilibrada y estar basada en el comportamiento varietal y en las condiciones de cultivo. Al tratarse de una especie de lento desarrollo, deben eliminarse todas las flores durante los dos primeros años de cultivo y así favorecer el crecimiento de las plantas.

La época más conveniente para realizar la poda es el período de reposo invernal. Las ramas de un año son fundamentales dado que el arándano produce sobre madera del año anterior. Sobre madera de dos y tres años se desarrollan nuevas ramificaciones con buen vigor, pero la madera de cuatro o más años emite ramas débiles poco productivas.

El objetivo de la poda de formación es conseguir una mata de unos 2 m de altura con seis a ocho ramas principales. Para ello, después de plantar se rebaja la parte aérea a 10 cm sobre el suelo y durante los dos primeros años de cultivo se eliminan al ras las ramas débiles y rastreras, dejando únicamente las nuevas y fuertes. A su vez éstas se despuntan por debajo de la yema de flor más baja, para evitar la fructificación, favoreciendo el desarrollo vegetativo y la emisión de brotes laterales.

En los tres o cuatro años siguientes, ya comenzada la producción, se continúan cortando en la proximidad de la base las ramas débiles y así inducir la salida de nuevas ramas principales, hasta conseguir el número conveniente de seis a ocho. Se eliminarán las dañadas por parásitos o causas mecánicas.

La poda de fructificación persigue el objetivo de forzar anualmente la salida de brotes para la renovación. Esta se hace necesaria en las ramas principales, a partir del quinto o sexto año, ya que habrá comenzado a envejecer emitiendo brotes escasos y débiles. Para ello, cada año se suprimen por la base al menos dos ramas por planta, eligiendo las más débiles. De esta manera, en un período de cuatro años se renueva la planta completa.

En todo momento se deben eliminar las ramas que cierran el dentro de la mata impidiendo su insolación y aireación.

El resto de las operaciones necesarias se pueden resumir en lo siguiente:

Evitar que las plantas se crucen con las que limitan dando cortes de retorno, desviando las ramas principales sobre los laterales.

Eliminar la parte de los brotes fructíferos en las variedades con tendencia a la superproducción y a la formación de frutos pequeños, es decir, realizar un aclareo.

Suprimir las ramas que se desarrollan tarde, ya que llegan al invierno mal lignificadas, son sensibles a las heladas y poco productivas.

Desviar sobre laterales las ramas que sobrepasen los 2 m de altura, para facilitar la recolección.

6. RIEGOS

Como en la mayoría de las plantaciones frutales, el primer riego conviene darlo después de la plantación, para que el árbol no se estrese por falta de agua. Además este cultivo es sensible a la sequía estival, ya que sus raíces carecen de pelos absorbentes siendo muy propensas a deshidratarse.

Como este cultivo no está muy instaurado en nuestro país no tenemos datos de plantaciones de arándanos en secano, no creemos que existan, ya que es un cultivo que, a pesar de tener pocas necesidades hídricas estas están concentradas en un período corto. Además la climatología que se da en la zona de cultivo, como es Asturias, es muy húmeda.

Es evidente que la climatología y la naturaleza del suelo marcan el número de riegos necesarios, daremos unos 2 riegos por día con un caudal por planta de 12l/día. Al ser unas necesidades pequeñas podríamos dar el riego de una sola vez, pero en este caso es preferible dar más riegos con poco caudal, ya que como hemos indicado antes el arándano es un arbusto que puede sufrir de asfixia por encharcamiento.

6.1. Programación del riego

El primer riego importante en el cultivo del arándano se da el mismo día de la plantación, para que la planta tenga que soportar el mínimo estrés al trasplantarla. De esta manera se encontrará el suelo en perfectas condiciones de humedad para comenzar su adaptación.

Durante el mes de abril no creemos necesario realizar ningún riego más, salvo que dicho mes veamos que es más seco de lo habitual, por lo que pueda ocasionar un déficit hídrico en la planta.

En el mes de mayo entendemos que las raíces de los arándanos ya estarán ancladas al suelo y que el sabremos si el trasplante se ha realizado con éxito. Además durante este mes, al igual que ocurría con abril no se cree necesario realizar ningún riego, salvo en condiciones de sequía.

Sin embargo, ya a finales de mayo o principio de junio, dependiendo de la evolución que haya tenido el cultivo, comenzará a aumentar la demanda de agua de los arbustos, ya que entramos en la época de engrosamiento y maduración del fruto (entre junio y septiembre). Es en este momento en el que comenzaremos con el riego diario, unas dos horas al día. Con este riego nos aseguramos que cumplimos con las necesidades de agua del arándano y a su vez evitaremos, al ser un riego corto pero continuado, riesgos de asfixia radicular y riesgos de encharcamiento.

Si durante los meses de julio y agosto, que es cuando comienza la formación de yemas de flor para el año siguiente, se da un período de escasez de agua en el suelo, puede ocasionar una disminución del número de yemas para el año que viene, poniendo en riesgo la cosecha del año siguiente. Por lo tanto es muy importante cumplir, durante estos meses, con las necesidades del cultivo.

La siguiente tabla es el calendario de riego que dispondríamos en nuestra plantación si quisiéramos regar los arándanos a agotamiento crítico, es decir cuando la cantidad de agua disponible en el suelo llegara a CC (Capacidad de campo). Pero dado que el riego que dispondremos será de riego por goteo y que este cultivo es sensible a la deshidratación, optaremos por realizar 2 riegos al día durante los meses

de floración, que son los de máximas necesidades, es decir desde finales de junio hasta mediados de agosto.

Tabla VI.11. Calendario de riego de la plantación de arándanos.

Fecha	ET (mm/día)	Kc	ETc (mm/día)	DAS (mm)	Prof. (m)	NAP (mm)		Nb (mm)
11-Apr	2.6	0.3	0.78	1	0.6	59.67		
12-Apr	2.6	0.3	0.78	2	0.6	59.67		
13-Apr	2.6	0.3	0.78	2	0.6	59.67		
14-Apr	2.6	0.3	0.78	3	0.6	59.67		
15-Apr	2.6	0.3	0.78	4	0.6	59.67		
16-Apr	2.6	0.3	0.78	5	0.6	59.67		
17-Apr	2.6	0.3	0.78	5	0.6	59.67		
18-Apr	2.6	0.3	0.78	6	0.6	59.67		
19-Apr	2.6	0.3	0.78	7	0.6	59.67		
20-Apr	2.6	0.3	0.78	8	0.6	59.67		
21-Apr	2.6	0.3	0.78	9	0.6	59.67		
22-Apr	2.6	0.3	0.78	9	0.6	59.67		
23-Apr	2.6	0.3	0.78	10	0.6	59.67		
24-Apr	2.6	0.3	0.78	11	0.6	59.67		
25-Apr	2.6	0.3	0.78	12	0.6	59.67		
26-Apr	2.6	0.3	0.78	12	0.6	59.67		
27-Apr	2.6	0.3	0.78	13	0.6	59.67		
28-Apr	2.6	0.3	0.78	14	0.6	59.67		
29-Apr	2.6	0.3	0.78	15	0.6	59.67		
30-Apr	2.6	0.3	0.78	16	0.6	59.67		
01-May	3.64	0.3	1.092	17	0.6	59.67		
02-May	3.64	0.3	1.092	18	0.6	59.67		
03-May	3.64	0.3	1.092	19	0.6	59.67		
04-May	3.64	0.3	1.092	20	0.6	59.67		
05-May	3.64	0.3	1.092	21	0.6	59.67		
06-May	3.64	0.3	1.092	22	0.6	59.67		
07-May	3.64	0.3	1.092	23	0.6	59.67		
08-May	3.64	0.3	1.092	24	0.6	59.67		
09-May	3.64	0.3	1.092	19	0.6	59.67		
10-May	3.64	0.3	1.092	20	0.6	59.67		
11-May	3.64	0.3	1.092	21	0.6	59.67		
12-May	3.64	0.3	1.092	22	0.6	59.67		
13-May	3.64	0.3	1.092	30	0.6	59.67		

14-May	3.64	0.3	1.092	31	0.6	59.67		
15-May	3.64	0.3	1.092	32	0.6	59.67		
16-May	3.64	0.3	1.092	33	0.6	59.67		
17-May	3.64	0.3	1.092	34	0.6	59.67		
18-May	3.64	0.3	1.092	35	0.6	59.67		
19-May	3.64	0.3	1.092	36	0.6	59.67		
20-May	3.64	0.3	1.092	37	0.6	59.67		
21-May	3.64	0.33	1.2012	39	0.6	59.67		
22-May	3.64	0.33	1.2012	40	0.6	59.67		
23-May	3.64	0.33	1.2012	41	0.6	59.67		
24-May	3.64	0.33	1.2012	42	0.6	59.67		
25-May	3.64	0.33	1.2012	43	0.6	59.67		
26-May	3.64	0.33	1.2012	45	0.6	59.67		
27-May	3.64	0.33	1.2012	46	0.6	59.67		
28-May	3.64	0.33	1.2012	47	0.6	59.67		
29-May	3.64	0.33	1.2012	48	0.6	59.67		
30-May	3.64	0.33	1.2012	49	0.6	59.67		
31-May	3.64	0.33	1.2012	51	0.6	59.67		
01-Jun	4.72	0.5	2.36	53	0.6	59.67		
02-Jun	4.72	0.5	2.36	55	0.6	59.67		
03-Jun	4.72	0.5	2.36	58	0.6	59.67		
04-Jun	4.72	0.5	2.36	60	0.6	59.67	R	70.2
05-Jun	4.72	0.5	2.36	2	0.6	59.67		
06-Jun	4.72	0.5	2.36	5	0.6	59.67		
07-Jun	4.72	0.5	2.36	7	0.6	59.67		
08-Jun	4.72	0.5	2.36	9	0.6	59.67		
09-Jun	4.72	0.5	2.36	12	0.6	59.67		
10-Jun	4.72	0.5	2.36	14	0.6	59.67		
11-Jun	4.72	0.67	3.1624	17	0.6	59.67		
12-Jun	4.72	0.67	3.1624	20	0.6	59.67		
13-Jun	4.72	0.67	3.1624	24	0.6	59.67		
14-Jun	4.72	0.67	3.1624	27	0.6	59.67		
15-Jun	4.72	0.67	3.1624	30	0.6	59.67		
16-Jun	4.72	0.67	3.1624	33	0.6	59.67		
17-Jun	4.72	0.67	3.1624	36	0.6	59.67		
18-Jun	4.72	0.67	3.1624	39	0.6	59.67		
19-Jun	4.72	0.67	3.1624	43	0.6	59.67		
20-Jun	4.72	0.67	3.1624	46	0.6	59.67		

21-Jun	4.72	0.84	3.9648	50	0.6	59.67		
22-Jun	4.72	0.84	3.9648	54	0.6	59.67		
23-Jun	4.72	0.84	3.9648	58	0.6	59.67		
24-Jun	4.72	0.84	3.9648	62	0.6	59.67	R	70.2
25-Jun	4.72	0.84	3.9648	4	0.6	59.67		
26-Jun	4.72	0.84	3.9648	8	0.6	59.67		
27-Jun	4.72	0.84	3.9648	12	0.6	59.67		
28-Jun	4.72	0.84	3.9648	16	0.6	59.67		
29-Jun	4.72	0.84	3.9648	20	0.6	59.67		
30-Jun	4.72	0.84	3.9648	24	0.6	59.67		
01-Jul	5.28	1.01	5.3328	29	0.6	59.67		
02-Jul	5.28	1.01	5.3328	34	0.6	59.67		
03-Jul	5.28	1.01	5.3328	40	0.6	59.67		
04-Jul	5.28	1.01	5.3328	45	0.6	59.67		
05-Jul	5.28	1.01	5.3328	50	0.6	59.67		
06-Jul	5.28	1.01	5.3328	56	0.6	59.67		
07-Jul	5.28	1.01	5.3328	61	0.6	59.67	R	70.2
08-Jul	5.28	1.01	5.3328	5	0.6	59.67		
09-Jul	5.28	1.01	5.3328	11	0.6	59.67		
10-Jul	5.28	1.01	5.3328	16	0.6	59.67		
11-Jul	5.28	1.07	5.6496	22	0.6	59.67		
12-Jul	5.28	1.07	5.6496	27	0.6	59.67		
13-Jul	5.28	1.07	5.6496	33	0.6	59.67		
14-Jul	5.28	1.07	5.6496	39	0.6	59.67		
15-Jul	5.28	1.07	5.6496	44	0.6	59.67		
16-Jul	5.28	1.07	5.6496	50	0.6	59.67		
17-Jul	5.28	1.07	5.6496	56	0.6	59.67		
18-Jul	5.28	1.07	5.6496	61	0.6	59.67	R	70.2
19-Jul	5.28	1.07	5.6496	6	0.6	59.67		
20-Jul	5.28	1.07	5.6496	11	0.6	59.67		
21-Jul	5.28	1.07	5.6496	17	0.6	59.67		
22-Jul	5.28	1.07	5.6496	23	0.6	59.67		
23-Jul	5.28	1.07	5.6496	28	0.6	59.67		
24-Jul	5.28	1.07	5.6496	34	0.6	59.67		
25-Jul	5.28	1.07	5.6496	40	0.6	59.67		
26-Jul	5.28	1.07	5.6496	45	0.6	59.67		
27-Jul	5.28	1.07	5.6496	51	0.6	59.67		
28-Jul	5.28	1.07	5.6496	56	0.6	59.67		

29-Jul	5.28	1.07	5.6496	62	0.6	59.67	R	70.2
30-Jul	5.28	1.07	5.6496	6	0.6	59.67		
31-Jul	5.28	1.07	5.6496	11	0.6	59.67		
01-Aug	4.85	1.07	5.1895	16	0.6	59.67		
02-Aug	4.85	1.07	5.1895	22	0.6	59.67		
03-Aug	4.85	1.07	5.1895	27	0.6	59.67		
04-Aug	4.85	1.07	5.1895	32	0.6	59.67		
05-Aug	4.85	1.07	5.1895	37	0.6	59.67		
06-Aug	4.85	1.07	5.1895	42	0.6	59.67		
07-Aug	4.85	1.07	5.1895	48	0.6	59.67		
08-Aug	4.85	1.07	5.1895	53	0.6	59.67		
09-Aug	4.85	1.07	5.1895	58	0.6	59.67		
10-Aug	4.85	1.07	5.1895	63	0.6	59.67	R	70.2
11-Aug	4.85	1.03	4.9955	5	0.6	59.67		
12-Aug	4.85	1.03	4.9955	10	0.6	59.67		
13-Aug	4.85	1.03	4.9955	15	0.6	59.67		
14-Aug	4.85	1.03	4.9955	20	0.6	59.67		
15-Aug	4.85	1.03	4.9955	25	0.6	59.67		
16-Aug	4.85	1.03	4.9955	30	0.6	59.67		
17-Aug	4.85	1.03	4.9955	35	0.6	59.67		
18-Aug	4.85	1.03	4.9955	40	0.6	59.67		
19-Aug	4.85	1.03	4.9955	45	0.6	59.67		
20-Aug	4.85	1.03	4.9955	50	0.6	59.67		
21-Aug	4.85	0.98	4.753	55	0.6	59.67		
22-Aug	4.85	0.98	4.753	59	0.6	59.67		
23-Aug	4.85	0.98	4.753	64	0.6	59.67	R	70.2
24-Aug	4.85	0.98	4.753	5	0.6	59.67		
25-Aug	4.85	0.98	4.753	10	0.6	59.67		
26-Aug	4.85	0.98	4.753	14	0.6	59.67		
27-Aug	4.85	0.98	4.753	19	0.6	59.67		
28-Aug	4.85	0.98	4.753	24	0.6	59.67		
29-Aug	4.85	0.98	4.753	29	0.6	59.67		
30-Aug	4.85	0.98	4.753	33	0.6	59.67		
31-Aug	4.85	0.98	4.753	38	0.6	59.67		
01-Sep	3.29	0.93	3.0597	41	0.6	59.67		
02-Sep	3.29	0.93	3.0597	44	0.6	59.67		
03-Sep	3.29	0.93	3.0597	47	0.6	59.67		
04-Sep	3.29	0.93	3.0597	50	0.6	59.67		

05-Sep	3.29	0.93	3.0597	53	0.6	59.67		
06-Sep	3.29	0.93	3.0597	56	0.6	59.67		
07-Sep	3.29	0.93	3.0597	59	0.6	59.67		
08-Sep	3.29	0.93	3.0597	63	0.6	59.67	R	70.2
09-Sep	3.29	0.93	3.0597	3	0.6	59.67		
10-Sep	3.29	0.93	3.0597	6	0.6	59.67		
11-Sep	3.29	0.88	2.8952	9	0.6	59.67		
12-Sep	3.29	0.88	2.8952	12	0.6	59.67		
13-Sep	3.29	0.88	2.8952	15	0.6	59.67		
14-Sep	3.29	0.88	2.8952	18	0.6	59.67		
15-Sep	3.29	0.88	2.8952	21	0.6	59.67		
16-Sep	3.29	0.88	2.8952	23	0.6	59.67		
17-Sep	3.29	0.88	2.8952	26	0.6	59.67		
18-Sep	3.29	0.88	2.8952	29	0.6	59.67		
19-Sep	3.29	0.88	2.8952	32	0.6	59.67		
20-Sep	3.29	0.88	2.8952	35	0.6	59.67		
21-Sep	3.29	0.84	2.7636	38	0.6	59.67		
22-Sep	3.29	0.84	2.7636	41	0.6	59.67		
23-Sep	3.29	0.84	2.7636	43	0.6	59.67		
24-Sep	3.29	0.84	2.7636	46	0.6	59.67		
25-Sep	3.29	0.84	2.7636	49	0.6	59.67		
26-Sep	3.29	0.84	2.7636	52	0.6	59.67		
27-Sep	3.29	0.84	2.7636	54	0.6	59.67		
28-Sep	3.29	0.84	2.7636	57	0.6	59.67		
29-Sep	3.29	0.84	2.7636	60	0.6	59.67	R	70.2
30-Sep	3.29	0.84	2.7636	3	0.6	59.67		
01-Oct	1.95	0.79	1.5405	4	0.6	59.67		
02-Oct	1.95	0.79	1.5405	6	0.6	59.67		
03-Oct	1.95	0.79	1.5405	7	0.6	59.67		
04-Oct	1.95	0.79	1.5405	9	0.6	59.67		
05-Oct	1.95	0.79	1.5405	10	0.6	59.67		
06-Oct	1.95	0.79	1.5405	12	0.6	59.67		
07-Oct	1.95	0.79	1.5405	14	0.6	59.67		
08-Oct	1.95	0.79	1.5405	15	0.6	59.67		
09-Oct	1.95	0.79	1.5405	17	0.6	59.67		
10-Oct	1.95	0.79	1.5405	18	0.6	59.67		
11-Oct	1.95	0.74	1.443	20	0.6	59.67		
12-Oct	1.95	0.74	1.443	21	0.6	59.67		

13-Oct	1.95	0.74	1.443	22	0.6	59.67		
14-Oct	1.95	0.74	1.443	24	0.6	59.67		
15-Oct	1.95	0.74	1.443	25	0.6	59.67		
16-Oct	1.95	0.74	1.443	27	0.6	59.67		
17-Oct	1.95	0.74	1.443	28	0.6	59.67		
18-Oct	1.95	0.74	1.443	30	0.6	59.67		
19-Oct	1.95	0.74	1.443	31	0.6	59.67		
20-Oct	1.95	0.74	1.443	33	0.6	59.67		
21-Oct	1.95	0.69	1.3455	34	0.6	59.67		
22-Oct	1.95	0.69	1.3455	35	0.6	59.67		
23-Oct	1.95	0.69	1.3455	37	0.6	59.67		
24-Oct	1.95	0.69	1.3455	38	0.6	59.67		
25-Oct	1.95	0.69	1.3455	39	0.6	59.67		
26-Oct	1.95	0.69	1.3455	41	0.6	59.67		
27-Oct	1.95	0.69	1.3455	42	0.6	59.67		
28-Oct	1.95	0.69	1.3455	43	0.6	59.67		
29-Oct	1.95	0.69	1.3455	45	0.6	59.67		
30-Oct	1.95	0.69	1.3455	46	0.6	59.67		
31-Oct	1.95	0.69	1.3455	47	0.6	59.67		
01-Nov	1.12	0.64	0.7168	48	0.6	59.67		
02-Nov	1.12	0.64	0.7168	49	0.6	59.67		
03-Nov	1.12	0.64	0.7168	50	0.6	59.67		
04-Nov	1.12	0.64	0.7168	50	0.6	59.67		
05-Nov	1.12	0.64	0.7168	51	0.6	59.67		
06-Nov	1.12	0.64	0.7168	52	0.6	59.67		
07-Nov	1.12	0.64	0.7168	52	0.6	59.67		
08-Nov	1.12	0.64	0.7168	53	0.6	59.67		
09-Nov	1.12	0.64	0.7168	54	0.6	59.67		
10-Nov	1.12	0.64	0.7168	55	0.6	59.67		
11-Nov	1.12	0.59	0.6608	55	0.6	59.67		
12-Nov	1.12	0.59	0.6608	56	0.6	59.67		
13-Nov	1.12	0.59	0.6608	57	0.6	59.67		
14-Nov	1.12	0.59	0.6608	57	0.6	59.67		
15-Nov	1.12	0.59	0.6608	58	0.6	59.67		
16-Nov	1.12	0.59	0.6608	59	0.6	59.67		
17-Nov	1.12	0.59	0.6608	59	0.6	59.67		
18-Nov	1.12	0.59	0.6608	60	0.6	59.67	R	70.2
19-Nov	1.12	0.59	0.6608	1	0.6	59.67		

20-Nov	1.12	0.59	0.6608	1	0.6	59.67		
21-Nov	1.12	0.54	0.6048	2	0.6	59.67		
22-Nov	1.12	0.54	0.6048	3	0.6	59.67		
23-Nov	1.12	0.54	0.6048	3	0.6	59.67		
24-Nov	1.12	0.54	0.6048	4	0.6	59.67		
25-Nov	1.12	0.54	0.6048	4	0.6	59.67		
26-Nov	1.12	0.54	0.6048	5	0.6	59.67		
27-Nov	1.12	0.54	0.6048	6	0.6	59.67		
28-Nov	1.12	0.54	0.6048	6	0.6	59.67		
29-Nov	1.12	0.54	0.6048	7	0.6	59.67		
30-Nov	1.12	0.54	0.6048	7	0.6	59.67		

En el siguiente gráfico podemos observar, según nos muestra el programa de CROPWAT 8.0 las variaciones de agua que tendría el suelo a lo largo del ciclo del cultivo. Es un gráfico interesante, ya que se pueden apreciar, tanto los momentos de riego como la evolución del frente de humedad del suelo.

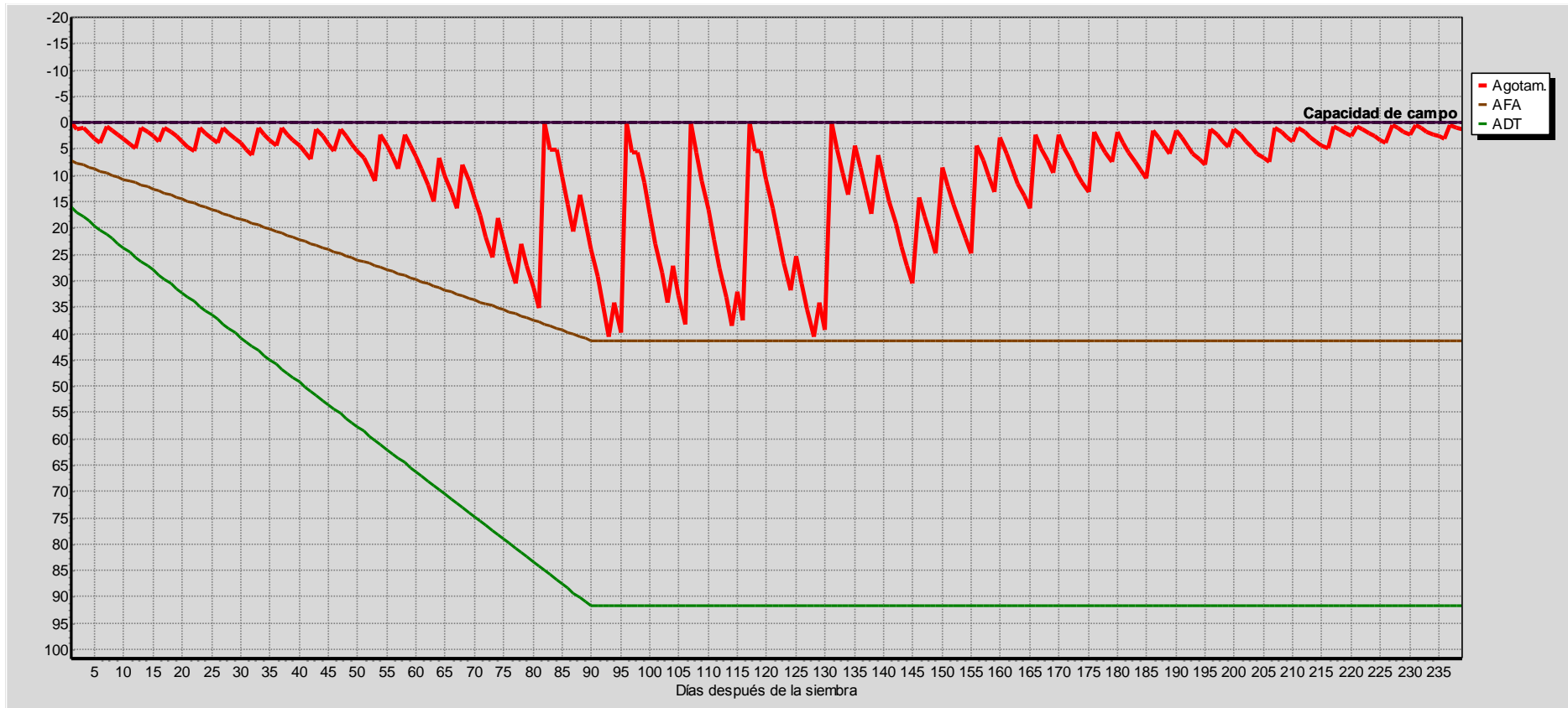


Figura VI.1. Representación de la evolución de la cantidad de agua almacenada en el suelo a lo largo de todo el ciclo del cultivo. (CROPWAT 8.0, 2013)

7. LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES

Al igual que ocurre en cualquier cultivo de nueva implantación en una zona determinada, durante los primeros años de cultivo no se dan problemas de plagas ni de enfermedades, esto ocurre porque el cultivo es reciente, tanto para el suelo como para todos los organismos y fauna que en él habitan. No ha existido coevolución con el cultivo por lo que los insectos que puedan ocasionar daños en él serán mínimos.

Además de la antigüedad o no del cultivo también influye la cantidad de superficie cultivada que exista. Al ser escasa, los organismos que puedan causar daños importantes en los arándanos o que ataquen específicamente a esta especie, como ocurre en EE.UU al ser un cultivo tan extendido, no tendrán un hábitat muy extenso por lo que tampoco podrán causar grandes daños al no poder aumentar mucho en número.

Por esta razón y fijándonos en la situación de Asturias, donde llevan con este cultivo más de 20 años y no han tenido grandes problemas de plagas, no nos vemos en la necesidad de establecer ningún plan de acción contra plagas ni enfermedades. Si es cierto que realizaremos controles visuales del estado sanitario de los arbustos.

Si fuera necesario combatir con algún tipo de plaga, lo más probable es que fueran cochinillas, orugas o pulgones y la lucha biológica contra estos organismos está cada vez más extendida. Como método de control contra los ataques de cochinilla usaremos emulsiones de aceite vegetal.

8. LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS

Frente a la lucha contra las malas hierbas, nuestro método consistirá en cubrir el suelo de la línea de plantación con materiales orgánicos, esto simplemente como mecanismo para aumentar la materia orgánica del suelo, y además disponer material sintético en forma de malla anti-hierba. De esta manera evitaremos el crecimiento de malas hierbas y mantendremos la humedad en la zona del sistema radical.

El acolchado de origen orgánico aportará materia orgánica al suelo y a su vez mejorará la estructura del mismo, pero su duración es corta (4-5 años), además las hierbas se instalarían sobre él. Por ello además de disponer una capa de cortezas de

pino, paja y serrín en la línea de plantación también colocaremos encima de esta una malla anti-hierba; su duración es de 10-15 años y cumple mejor la principal función del acolchado que es evitar el crecimiento de la hierba en la línea de plantación.

Al ser una plantación pequeña, la sustitución del acolchado orgánico se realizará manualmente, rellenando cada agujero de la malla donde estén los arbustos con cantidad suficiente de corteza, paja y serrín.

El suelo entre calles lo mantendremos con hierba, pero realizaremos pases con la desbrozadora si fuera necesario.

9. RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN

En esta plantación dada su situación geográfica y sus clima, está previsto que la recolección comience a mediados de junio y que pueda alargarse hasta finales de agosto e incluso principios de septiembre, momento en el que la oferta de arándanos a nivel europeo es muy escasa.

La maduración del arándano es gradual, por lo que la recolección de los frutos se realizará en varias pasadas, entre 3 y 8. La recogida se inicia cuando en la planta existen alrededor de un 10-15% de los frutos maduros, es decir, estén totalmente azules. Sin embargo, se aconseja esperara unos 5 ó 6 días tras ese momento para hacer la primera recolección, ya que en ese período los frutos ganan muchos azúcares y aumentan de peso. Una vez iniciada la recolección, los siguientes pases se efectuarán cada 7 días.

Al ser la recolección gradual, y sobretodo en los primeros años, donde la producción no alcanza números elevados, será el propio arrendatario de la finca el que se encargue de la recolección. En algún momento puntual puede contratar a otra persona si el trabajo es costoso.

La recolección se realiza por la mañana, como la mayoría de las frutas, de esta manera aprovechamos las temperaturas más frescas del día, así el salto térmico entre la temperatura de recolección y la temperatura de almacenaje será menor que si lo recogiéramos por la tarde.

Los frutos se recogen manualmente y con cuidado, sin presionar mucho ya que la idea es que las bayas estén maduras, y se colocan directamente en los envases finales, de entre 100 y 500 gramos. La selección ha de hacerse en el propio árbol, por ello el recolector tendrá que tener claro con que variedad está trabajando y cuáles son los síntomas de madurez en los frutos, ya que existen determinadas variedades que no se vuelven muy azuladas. Además del estado de madurez habrá que controlar el tamaño de los mismos y también que no estén húmedos, ya que esto puede ocasionar el crecimiento de algún problema relacionado con hongos.

Tras la recolección se guardan en cámaras frigoríficas a 0°C con una humedad relativa del 90-95% y no más de 14 días, aunque la venta suele ser en las 24-30 horas posteriores a su recolección.

ANEJO VII. DISEÑO
AGRONÓMICO DEL RIEGO
POR GOTEO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Datos generales de suelo. (CROPWAT 8.0, 2013)	116
Figura VII.2. Curvas de infiltración, según textura de suelo. (Pizarro, 2004).....	117
Figura VII.3. Datos generales sobre el cultivo: etapas del cultivo, Kc, profundidad radicular. (CROPWAT 8.0, 2013).....	118
Figura VII.4. Caudales medios mensuales serie de 1992 a 2007. (CHEbro, 2013) ...	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1. Resumen de datos CROPWAT.	115
Tabla VII.1. Datos de precipitación efectiva por CROPWAT.	116
Tabla VII.3. Resumen del cálculo de las necesidades reales del cultivo. (CROPWAT 8.0, 2013).....	122

VII. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO	114
1. INTRODUCCIÓN.....	114
2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO	115
3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES	118
3.1. Cálculo de la ETc corregida.....	118
3.2. Necesidades reales (N_r).....	121
4. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO	123
5. DIMENSIONADO DEL RIEGO LOZALIZADO	124
5.1. Dosis de riego.....	124
5.2. Número de emisores y separación	125
5.3. Porcentaje de suelo mojado	125
5.4. Área regada por un emisor	125
6. RESUMEN FINAL	126

VII. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre la cantidad de agua realmente consumida por las plantas y la demanda atmosférica constituye un factor primordial en el desarrollo de las plantas. El conocimiento de estos fenómenos de interacción entre el agua, el suelo y las plantas es, muy útil en la gestión racional de los recursos hídricos y en la optimización de su uso.

En este anejo del proyecto calcularemos las necesidades hídricas para el sistema de riego a diseñar, en este caso, riego por goteo; y para todo el período vegetativo del arándano.

Para conocer la cantidad de agua que hay que aportar, es necesario estimar las necesidades de la planta para que lleve a cabo su desarrollo, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento. Los datos han sido calculados en el anejo del estudio climático. En este anejo se calcula el caudal necesario para la parcela a transformar.

Elegiremos también una serie de elementos de instalación tales como número de emisores y disposición de los mismos. Además nos proporcionará datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como la determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego, el número de emisores por planta y el caudal de cada emisor.

Para estimar todos estos parámetros hemos utilizado el programa CROPWAT 8.0 para Windows, recomendado por la FAO.

2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

Tomaremos el agua del río Osia, el cual presenta una calidad ya analizada y que es óptima para el riego, como observamos en el anejo de la calidad del agua de riego.

El cálculo de la evapotranspiración es fundamental en todos los cultivos, ya que nos permite estimar sus necesidades hídricas. Para su cálculo hemos utilizado el programa CROPWAT 8.0 para Windows, con el que también diseñaremos la programación de riegos.

En nuestro caso, partiremos únicamente de los datos de temperatura y precipitación, ya que la estación de Aragües del Puerto (cod. 9208), de donde hemos obtenido los datos, es termopluviométrica y no completa. Por ello utilizaremos el método aconsejado por la FAO de Penman-Monteith con datos de temperatura, el resto de datos, viento, humedad, radiación, insolación, los estimará el programa.

Tabla VII.1. Resumen de datos CROPWAT.

	Tmín °C	Tmáx °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJm ² /día	ET _o mm/día
Enero	-0,6	8,9	76	173	4,9	7,1	0,85
Febrero	-0,5	10,3	74	173	6,0	10,2	1,24
Marzo	1,8	13,3	73	173	7,2	14,7	1,97
Abril	3,1	14,4	73	173	8,0	18,8	2,60
Mayo	7,3	19,5	73	173	9,5	22,9	3,64
Junio	10,5	24,4	71	173	11,4	26,2	4,72
Julio	12,7	27,7	70	173	12,3	27,0	5,28
Agosto	12,9	27,8	70	173	11,6	24,2	4,85
Septiembre	9,5	22,4	72	173	9,3	18,1	3,29
Octubre	6,6	17,2	75	173	7,0	12,0	1,95
Noviembre	2,2	11,9	76	173	5,6	8,1	1,12
Diciembre	0,0	8,9	77	173	4,7	6,3	0,77
Promedio	5,5	17,2	73	173	8,1	16,3	2,69

Datos estimados por CROPWAT 8.0

Tabla VII.2. Datos de precipitación efectiva por CROPWAT.

	Precipitación mm	Prec. Efectiva mm
Enero	104,7	59,8
Febrero	74,8	35,8
Marzo	92,3	49,8
Abril	125,8	76,6
Mayo	141,2	89,0
Junio	76,6	37,3
Julio	74,0	35,2
Agosto	77,4	37,9
Septiembre	137,4	85,9
Octubre	173,5	114,8
Noviembre	156,6	101,3
Diciembre	168,0	110,4
Acumulado	1402,3	833,8

Datos calculados por CROPWAT

Para el cálculo de la precipitación efectiva el programa tiene distintas fórmulas, para este proyecto tomaremos la fórmula de la FAO, a la que el programa denomina precipitación confiable. Adquiriendo la siguiente expresión:

$$\text{Si } P \leq 70\text{mm} \Rightarrow \text{PE} = 0,6 \cdot P - 10$$

$$\text{Si } P > 70\text{mm} \Rightarrow \text{PE} = 0,8 \cdot P - 24$$

Además de los datos climáticos, para los cálculos del CROPWAT 8.0 también es necesario rellenar una serie de ventanas con datos de suelo y del tipo del cultivo. A continuación disponemos la entrada con los datos solicitados por el programa.

Datos generales de suelo

Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	153.0	mm/metro
Tasa maxima de infiltración de la precipitación	40	mm/día
Profundidad radicular máxima	60	centímetros
Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)	50	%
Humedad de suelo inicialmente disponible	76.5	mm/metro

Figura VII.1. Datos generales de suelo. (CROPWAT 8.0, 2013)

Para rellenar los datos de suelo nos hemos basado en trabajos anteriores de Rawls, en los que estimaban la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP) según la textura. (Rawls, 1992)

Como datos de CC tomamos $0,270 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ y el PMP es $0,117 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, el cambio de unidades es el siguiente:

$$\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3} \cdot \frac{\frac{m^3}{10^6 \text{ cm}^3}}{\frac{m^3}{10^6 \text{ cm}^3}} \cdot \frac{1}{m^2} \cdot \frac{10^3 \text{ mm}}{m} = \frac{10^{-3} \text{ mm}}{10^{-6} m} = 10^3 \text{ mm}/m$$

La tasa máxima de infiltración será de 40 mm/día, según la Figura VII.2.

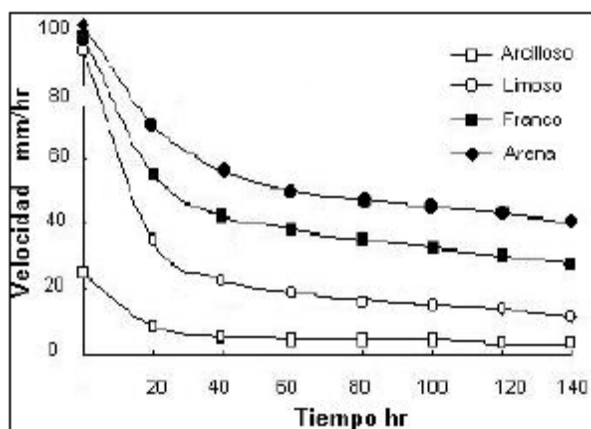


Figura VII.2. Curvas de infiltración, según textura de suelo. (Pizarro, 2004)

El programa nos pide además datos del cultivo para poder calcular las máximas necesidades y los momentos de riego. Cómo el arándano no es un cultivo muy extendido, no existen datos concretos de su coeficiente de cultivo, por ello hemos tomado los valores del cultivo de moras en forma arbustiva. Estos valores de Kc, así como la duración de las etapas de crecimiento, han sido estimados en unas condiciones determinadas en las que el cultivo no este estresado y este bien manejado en climas sub-húmedo ($HR \approx 45\%$, $u_2 \approx 2 \text{ ms}^{-1}$). (Allen, 2006)

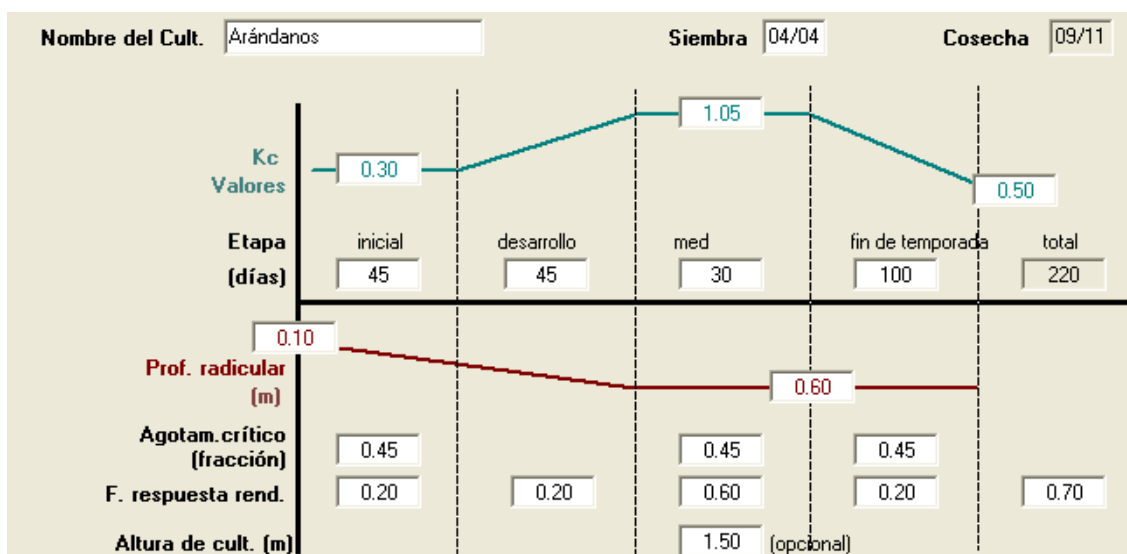


Figura VII.3. Datos generales sobre el cultivo: etapas del cultivo, Kc, profundidad radicular. (CROPWAT 8.0, 2013)

Los valores de profundidad radicular los hemos definido según los estudios realizados por el Centro de Información de Recursos Naturales de Chile (1989), sin embargo como valores de agotamiento crítico y de respuesta al rendimiento hemos tomado los genéricos para la mayoría de cultivos en este programa.

3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES

Para la estimación de las necesidades netas se parte de la ET_c que a su vez se estima corrigiendo la ET_o estimada en el Anejo III con los coeficiente de cultivo K_c .

Para el cálculo de las necesidades reales del cultivo del arándano es necesario aplicar una serie de factores correctores a la ET_c , obteniéndose así un valor de ET_c corregido, y este sistema lo requiere para no sobredimensionar la red de riego.

3.1. Cálculo de la ET_c corregida

Corrección por efecto de localización

Este método corrige la ET_c , basándose en la “fracción de área sombreada por el cultivo”, a la que se denomina A y que se define como “la fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total”. A efectos prácticos se hace coincidir con la proyección sobre el terreno de la cubierta vegetal de la planta.

Este método supone que a efectos de evapotranspiración el área sombreada se comporta casi igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada elimina agua con una intensidad mucho menor.

La corrección por localización consiste pues, en, multiplicar la ET_c por un coeficiente de localización K_1 , cuyo valor depende de A. Al no disponer de información específica para el caso del arándano, el coeficiente reductor podría determinarse de la siguiente forma:

Se toma la parcela tipo con un marco de plantación aproximado de 1 x 3 m., dando un área ocupada de 3 m² por planta, y con un diámetro de área sombreada de 1 m., obteniéndose un área sombreada de:

$$A_s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1^2}{4} = 0,78\text{m}^2$$

La fracción de suelo sombreado es:

$$A = \frac{A_s}{\text{marco de plantación}} = \frac{0,78}{3} = 0,26$$

Una vez conocida la A, se pasa al cálculo del coeficiente de localización K_1 por medio de los métodos de diferentes autores:

- Aljibury et al.: $K_1 = 1.34 \times A$ (1)
- Decroix: $K_1 = 0.1 + A$ (2)
- Hoare et al.: $K_1 = A + 0.5 (1 - A)$ (3)
- Keller: $K_1 = A + 0.15 (1 - A)$ (4)

Sustituyendo el valor de A, en cada una de las expresiones siguientes, se obtienen los siguientes valores de K_1 :

	Valor K_1
Aljibury et al	0,35
Decroix	0,35
Hoare et al	0,63
Keller	0,37

El valor de K_1 que se toma, es la media aritmética de los 4 valores obtenidos anteriormente, así pues: **$K_1 = 0,43$**

Corrección por condiciones locales

a) Corrección por variación climática

Cuando la ET_0 utilizada en el cálculo equivale al valor medio del periodo estudiado, debe mayorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años el valor calculado sería insuficiente. En los riegos localizados de alta frecuencia, el volumen de suelo mojado es reducido y por tanto los coeficientes son siempre elevados.

Se adopta el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1.15 y 1.20. Se adopta pues un valor de **$K_v = 1,20$**

b) Corrección por advección

La puesta en riego de una zona introduce un cambio en el microclima aumentando la humedad relativa y disminuyendo las temperaturas medias. El aire caliente y seco de los secanos cercanos tiene un efecto sobre los cultivos en regadío aumentando enormemente la ET a barlovento y disminuyéndola a sotavento, donde el aire llega cargado de humedad y menos caliente. Estos efectos se conocen por el nombre de “*efecto de ropa tendida*” y “*efecto oasis*”. La corrección por advección depende del tamaño de la zona de riego, se ha considerado una superficie de aproximadamente 1 hectárea, así pues el coeficiente toma un valor de **$K_a = 0,88$**

Por lo tanto, aplicando todos los factores de corrección a la ET_c se obtiene:

$$ET_c \text{ corregida} = ET_c \cdot K_1 \cdot K_v \cdot K_a$$

Particularizando, con los valores de los coeficientes obtenidos, queda la siguiente expresión:

$$ET_c \text{ corregida} = ET_c \cdot 0,45$$

El programa se pone en el peor de los casos e iguala la $ETc_{\text{corregida}}$ a las N_n (necesidades netas), es decir, no se ha tenido en cuenta la precipitación efectiva para el cálculo de las necesidades netas.

3.2. Necesidades reales (N_r)

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (N_n), la eficiencia de aplicación del sistema (Ea), y las necesidades de lavado de sales (F_L). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La eficiencia de aplicación del riego para el riego localizado en climas húmedos, como es nuestro caso, es del 85% para el riego localizado.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como $(1 - F_L)$, y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego, y no causar de esta manera un gasto innecesario en la instalación.

De esta forma, las necesidades reales pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{N_n}{Ea \cdot (1 - F_L)}$$

Donde:

N_r = Necesidades reales.

N_n = Necesidades netas.

Ea = Eficiencia de aplicación, en riego por goteo se adopta 0,85.

F_L = Fracción de lavado de sales.

La fracción de lavado se calcula de la siguiente forma:

El análisis de suelos nos indica que no existe problema de salinidad, aun así es necesario calcular la fracción de lavado debido a la concentración de sales del agua, para evitar el depósito de las mismas. La fracción de lavado se calcula mediante la siguiente expresión:

Para riegos localizados de alta frecuencia:

$$F_L = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_e}$$

Siendo:

F_L = necesidad de lavado en tanto por uno.

CE_w = Conductividad eléctrica del agua de riego, en este caso 0,38 mmhos/cm. Comentada en el Anejo V.

CE_e = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (máximo que tolera un cultivo determinado sin que se produzca reducción del rendimiento de cosecha, en mmhos/cm), en el caso del arándano es de 4,2 mmhos/cm. Comentada en el Anejo IV.

Así pues, aplicando la fórmula anterior, se obtiene el valor de necesidades de lavado que es muy pequeño.

Una vez que se han calculado las necesidades de lavado se pasan a calcular las necesidades reales para el cultivo durante su periodo vegetativo.

MES	ETc (mm/mes)	ETc corregida	Nn (mm/mes)	Nr (mm/mes)
Abril	16,6	7,47	7,47	8,89
Mayo	35,4	15,93	15,93	18,97
Junio	94,2	42,39	42,39	50,47
Julio	170,4	76,68	76,68	91,30
Agosto	152,5	68,63	68,63	81,71
Septiembre	88,4	39,78	39,78	47,36
Octubre	46,1	20,75	20,75	24,70
Noviembre	21,1	9,50	9,50	11,31
Diciembre	2,7	1,22	1,22	1,45
TOTAL				336,16

Tabla VII.3. Resumen del cálculo de las necesidades reales del cultivo. (CROPWAT 8.0, 2013)

Para disponer de tal cantidad de agua para riego, se solicitará a la oficina de planificación de la Conferencia Hidrográfica del Ebro una autorización para una dotación anual de 4000 m³/ha. Ya que hemos aplicado un factor de eficiencia del riego por goteo del 85%.

4. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros por segundo y hectárea.

En particular, al caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades que en nuestro caso es julio se le va a llamar caudal característico, y se calcula de la siguiente manera:

$$q_c = \frac{N_n}{E_a} \cdot \frac{1}{8,64 \cdot N}$$

Donde:

q_c = Caudal característico en l/s y ha.

N_n = Necesidades netas del cultivo más exigente en el mes crítico, en mm/mes.

E_a = Eficiencia de aplicación del sistema de riego, en tanto por uno.

N = Número de días del mes crítico.

Aplicando la expresión anterior se obtiene el siguiente valor:

$$q_c = \frac{91,30}{0,85} \cdot \frac{1}{8,64 \cdot 31} = 0,40 \frac{l}{s} y ha$$

Una vez calculado el caudal de abastecimiento necesario, comprobamos que el caudal natural del río a lo largo del año es suficiente para abastecernos.

El río Osia abastece al municipio de Aragües del Puerto y es el afluente más importante del río Aragón Subordán. Los caudales medios de la serie de datos obtenidos de la CHEbro son:

	m ³ /s
Caudal mínimo anual	0,55
Caudal medio anual	1,29
Caudal máximo anual	1,99
Caudal mínimo mensual	0,07
Caudal máximo mensual	5,15

A continuación presentamos un gráfico de los caudales medios del río Osa para un período comprendido entre 1992 y 2007. (CHEbro, 2013)

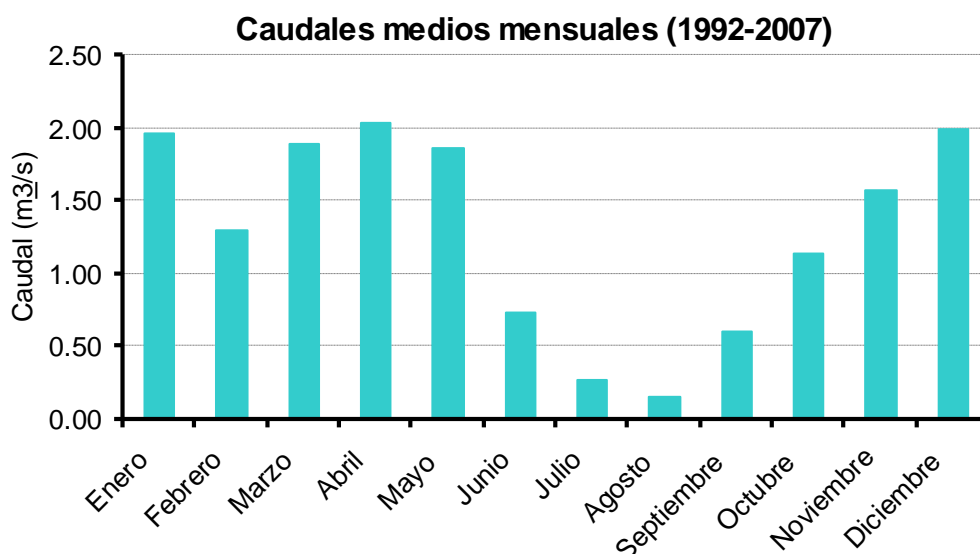


Figura VII.4. Caudales medios mensuales serie de 1992 a 2007. (CHEbro, 2013)

Como podemos comprobar en la Figura VII.4 en el mes de julio el caudal que presenta el río Osa es de $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$, sin embargo nuestras necesidades durante este período no alcanzan dicha cifra, ya que, como hemos visto, el caudal característico en el mes crítico (julio) asciende a $0,4 \text{ l/s}$, es decir $4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

5. DIMENSIONADO DEL RIEGO LOZALIZADO

5.1. Dosis de riego

En el apartado 3 de este anejo se calcularon las necesidades reales de riego, que resultaron ser de $91,30 \text{ mm/mes}$, en el mes de julio.

Las necesidades diarias son pues lo que resulta del cociente entre las necesidades reales de todo el mes y el número de días de ese mismo mes, así pues:

$$N_{r \text{ diarias}} = 91,30 / 31 = 2,95 \text{ mm/día}$$

5.2. Número de emisores y separación

Como las necesidades son escasas, las sobredimensionaremos a 4 l/m² y día. Nos decidimos a regar 2 horas al día e instalaremos emisores con caudal de 3,5l/h.

El marco de plantación será de 1x3 m, por lo tanto cada planta ocupa 3m². Así tenemos unas necesidades por planta de 12l/día. Si estas necesidades las repartimos en las dos horas que hemos decidido regar y con los emisores aportando un caudal de 3,5l/h, necesitaremos colocar 1,7 emisores por arbusto.

Redondeamos esta cantidad a 2 emisores por árbol y los separaremos a una distancia de 0,5 m.

5.3. Porcentaje de suelo mojado

Una de las características del riego localizado es que solo aplican el agua a una parte del suelo. En la práctica del diseño, el concepto de porcentaje de suelo mojado se constituye por el “porcentaje de superficie mojada”, que aunque es menos significativo es más fácil de manejar y medir.

El parámetro “porcentaje de superficie mojada (P)” es la relación entre el área mojada por los emisores y el área total. Keller recomienda los siguientes valores mínimos para el caso de árboles:

Clima húmedo → $P_{\text{mínimo}} = 20\%$

Clima árido → $P_{\text{mínimo}} = 33\%$

Por lo tanto, en nuestro caso, con una clima húmedo, se opta por un valor de $P = 25\%$.

5.4. Área regada por un emisor

Se define superficie regada por un emisor a la proyección horizontal del volumen de suelo mojado. Suponiendo circular esta superficie se define el diámetro mojado (D_m).

En el caso del riego por goteo, esta superficie puede calcularse mediante el uso de tablas, fórmulas o pruebas de campo, optando en el siguiente caso por la formula que se muestra a continuación:

$$D_m = 1,2 + 0,1 \cdot q$$
$$D_m = 1,2 + 0,1 \cdot 3,5 = 1,55 \text{ metros}$$

El caudal del emisor es de 3,5 l/h.

El área mojada será: $A_e = (\pi \cdot (D_m/2)^2) = 1,89 \text{ m}^2$

6. RESUMEN FINAL

Finalmente dada la cantidad de datos recopilados y calculados en este anejo y a la importancia que van a tener algunos de ellos a partir de ahora, mostramos un breve resumen de los valores que han adquirido algunos de los datos más importantes.

- Necesidades totales de riego: $N_t = 336,16 \text{ mm}$
- Coeficiente de uniformidad: $CU = 0,85$
- Necesidades diarias por árbol: 12l/día en el mes de máximas necesidades
- Caudal ficticio continuo: 0,4 l/s y ha
- Intervalo entre riegos: 0,5 días en el mes de máximas necesidades
- Número de emisores por árbol: 2 emisores
- Caudal nominal de los emisores: 3,5 l/h
- Separación de los emisores: 0,5 metros
- Duración del riego: 1h.

**ANEJO VIII. DISEÑO
HIDRÁULICO DEL RIEGO POR
GOTEO**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII.1. Curva característica de la bomba elegida. (Catálogo bombas ZEDA, 2013)	138
---	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII.1. Celeridades para tuberías de plástico.....	140
--	-----

VIII. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEO.....	130
1. INTRODUCCIÓN.....	130
2. TUBERÍAS LATERALES	131
2.1. Pérdida de carga en el ramal	131
2.2. Reparto de presiones	131
2.3. Cálculo de la tubería lateral	131
3. TUBERÍA SECUNDARIA	132
3.1. Cálculo de la tubería secundaria	132
4. TUBERÍA PRIMARIA.....	134
4.1. Cálculo de la tubería primaria	134
5. BOMBA DE RIEGO	135
5.1. Cálculo del caudal de bombeo.....	135
5.2. Dimensionado de la instalación de bombeo.....	136
6. POTENCIA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO	136
7. ELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO	137
8. GOLPE DE ARIETE.....	139
8.1. Introducción	139
8.2. Cálculo del golpe de ariete.....	139

VIII. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEO

1. INTRODUCCIÓN

La parcela que vamos a disponer en riego localizado abarca 1 ha. Esta parcela la regaremos con una toma común de $20\text{m}^3/\text{h}$ situada a la salida del cabezal de riego.

El máximo caudal con el que se puede regar la parcela es de 20000 l/h , de esta forma aseguramos el riego en toda la parcela.

Para calcular la presión necesaria a la entrada de la parcela se debe calcular en primer lugar la presión necesaria a la entrada de uno de los ramales que componen la parcela.

La longitud de los laterales va variando dependiendo del contorno de la parcela, pero la distancia más común es 90 metros y de allí va en disminución. En estos van un total de 180 emisores por ramal y separados 50 cm entre ellos.

Los datos necesarios para el cálculo hidráulico de las pérdidas de carga en los laterales son:

- La presión mínima de trabajo de estos goteros autocompensantes es de 3 mca.
- La presión máxima de trabajo de estos goteros autocompensantes es de 40 mca.
- La presión nominal de funcionamiento se toma como referencia en 25 mca.
- La separación entre laterales (S_o) es de 1 m. La separación entre emisores (S_e) es de 0,5 m.
- El diámetro nominal es de 20 mm y diámetro interior 17,6 mm.
- El caudal del emisor es de $3,5\text{ l/h}$

2. TUBERÍAS LATERALES

2.1. Pérdida de carga en el ramal

El lateral que se toma como base es el más desfavorable, debido a su mayor número de emisores, por lo tanto mayor necesidad de agua, y más alejado de su tubería terciaria suministradora.

Este lateral tiene una longitud de 51,93 metros de longitud, tiene insertados 100 emisores y el caudal que ha de transportar es de 350 l/h.

2.2. Reparto de presiones

En esta parcela existe un desnivel de 10 metros, según marcan las curvas de nivel, desde el punto donde instalaremos la bomba al punto donde se encuentra el emisor con mayor demanda de potencia. Esta situación hace que no podamos distribuir la pérdida de carga. De esta manera proponemos un diámetro de tubería que creemos adecuado y comprobamos el resultado de la pérdida de carga.

Al obtener la pérdida de carga final deberemos colocar una bomba que satisfaga esas pérdidas de carga.

2.3. Cálculo de la tubería lateral

- $L_l=51,93$ m
- N° de salidas= 100 (emisores separados 0,5m)
- $q_a= 3,5$ l/h interlínea
- $q_{lateral}= 350$ l/h

- **Pérdidas de carga localizadas (hs)**

Las pérdidas de carga localizadas en las tuberías laterales de la subunidad son producidas por la conexión de los emisores en los laterales, ya que en este caso, como los emisores que vamos a utilizar son interlínea. Para calcular estas pérdidas de

carga localizadas adoptaremos el criterio de Watters y Keller (1978), que propusieron una longitud equivalente constante de 0,23 metros por emisor.

$$L_e = 0,23 \cdot 100 = 23 \text{ metros}$$

Por tanto, los cálculos de pérdidas de carga se hacen como si la longitud del lateral fuese de $51,9+23=74,9\text{m}$, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

- **Pérdidas de carga continuas (h_c)**

Para el cálculo de las pérdidas de carga continuas en la tubería lateral seguiremos la recomendación de Watters y Keller (1978), para tuberías de plástico (PVC y PE), emplearemos la expresión de Blasius:

$$h = \frac{\alpha}{D^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} \cdot F_g = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L$$

Donde: α = coeficiente en función de la temperatura
 D = diámetro interior de la tubería, en mm
 L = longitud total de la tubería, en m
 Q = caudal en el origen de la tubería, en l/h
 F_g = coeficiente de reducción generalizado

Esta ecuación es válida para tubos lisos y $3 \cdot 10^3 < Re < 10^5$. Muy indicada para tuberías de PE en riego localizado.

$$h = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L = 0,473 \cdot \frac{350^{1,75}}{17,6^{4,75}} \cdot 74,9 = 1,22 \text{ mca}$$

3. TUBERÍA SECUNDARIA

3.1. Cálculo de la tubería secundaria

- $q_i = 350 \text{ l/h}$
- $S_i = 3 \text{ m}$

La subunidad incluye 8 laterales a un lado y al otro lado del regulador de presión (RP) habrá otros 5 laterales. Tomaremos el tramo de secundaria en el que tengo los 8 ramales por ser el caso más desfavorable.

$$q_l = 8 \cdot 350 = 2800 \text{ l/h}$$

- **Pérdidas de carga localizadas (hs)**

De manera similar a como sucede con la conexión de los emisores, existen estudios centrados en determinar la longitud equivalente de las pérdidas de carga que representa el punto de conexión de la tubería lateral con la terciaria, secundaria en nuestro caso.

Podemos usar un coeficiente mayorante K sobre las pérdidas de carga continuas. Como referencia se puede establecer para laterales espaciados 5 metros un coeficiente de mayoración del 20% (K=1,20). A menor separación entre laterales se ha de incrementar ese valor.

T. Montalvo, adaptando los resultados obtenidos por Howell y Barinas (1978) determina la longitud equivalente de la conexión lateral-terciaria en función del número de laterales (N) y del caudal en cabeza (q en l/h), mediante la expresión:

$$L_e = 0,10 \cdot Q_l^{0,30} \cdot N^{0,26}$$

Siguiendo esta expresión tendremos:

$$L_e = 0,10 \cdot 350^{0,30} \cdot 8^{0,26} = 1,0 \text{ metros}$$

- **Pérdidas de carga continuas (hc)**

Puesto que utilizamos tubería de plástico, utilizamos la expresión de Blasius:

$$h = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L$$

Optamos por una tubería de PVC, DN 40mm y timbraje 6 atm, con lo que tendremos un diámetro interior de 36,4 mm. Con estos datos comprobamos cuales serán nuestras pérdidas de carga.

$$h = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L = 0,473 \cdot \frac{2800^{1,75}}{36,4^{4,75}} \cdot 44,8 = 0,88 \text{ mca}$$

4. TUBERÍA PRIMARIA

4.1. Cálculo de la tubería primaria

Para calcular el caudal que ha de transportar la tubería primaria sabemos que de la misma tubería parten 40 laterales, 20 de ellos con unos 170 emisores cada uno y los otros 20 con 72 emisores. Esto ocurre porque la tubería primaria no va por el centro de la parcela. Además de estos laterales tenemos también los que salen de las tuberías secundarias, que son 180 emisores en total.

Finalmente tenemos en nuestra parcela 5020 emisores, cada uno con un caudal de 3,5 l/h. el caudal que ha de transportar la primaria ha de ser de 17570 l/h.

Con estos datos y sabiendo que la longitud de la tubería es de 1206,74 metros, aplicamos Blasius para conocer la pérdida de carga.

Como primera prueba para ver el diámetro de tubería que nos hará falta colocamos un PVC con DN60 y de timbraje 6. Esto nos da las siguientes pérdidas de carga.

$$h = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L = 0,473 \cdot \frac{17570^{1,75}}{59,2^{4,75}} \cdot 1206,74 = 58,38 \text{ mca}$$

Dado que la bomba que vamos a colocar ha de satisfacer estas pérdidas, si dejáramos esta tubería tendríamos que poner una bomba demasiado grande, por lo que decidimos subir el diámetro de tubería hasta DN90.

$$h = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L = 0,473 \cdot \frac{17570^{1,75}}{84,6^{4,75}} \cdot 1206,74 = 10,71 \text{ mca}$$

5. BOMBA DE RIEGO

Se realizara el bombeo desde el río Osia directamente a la plantación. El bombeo de agua solo se producirá dos horas al día, ya que el volumen que tenemos que bombear no es muy grande. Como hemos visto en el Anejo VI los caudales mínimos del río Osia superan a las necesidades del cultivo por lo que podemos disponer el bombeo directamente a la plantación.

	m ³ /s
Caudal mínimo anual	0,55
Caudal medio anual	1,29
Caudal máximo anual	1,99
Caudal mínimo mensual	0,07
Caudal máximo mensual	5,15

El riego se realizará en los meses más calurosos del año, teniendo en cuenta siempre la climatología del año, en función a este aspecto variaremos el calendario de riego, por lo general se regará los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto.

5.1. Cálculo del caudal de bombeo

En primer lugar se han determinado cuales son las necesidades hídricas de los arándanos, para en función de estas necesidades usar un tipo bomba u otra.

En la parcela hay 3333 plantas, la media de necesidades hídricas por planta son de 12l/día, por lo que en total necesitare 40.000 l/día, suponiendo que quiera regar toda la parcela a la vez.

Decidimos bombear en 2 horas 40.000l/día, por lo que son 20.000l/h, por lo tanto bombeo un caudal de 5,55l/s, es un caudal pequeño es por ello que la bomba será de pequeñas dimensiones.

5.2. Dimensionado de la instalación de bombeo

Para calcular los elementos que constituyen la instalación de bombeo se hace necesario conocer:

- Caudal a impulsar: 5,55 l/s ($20\text{m}^3/\text{h}$). durante 2 horas
- Densidad del agua: 1000 Kg/m^3
- Longitud tubería: 1206,74 metros
- Diámetro de la tubería de impulsión (D_i): 90 mm.
- Temperatura de cálculo: $15\text{ }^\circ\text{C}$
- Velocidad media del agua en la tubería: 1,5 m/s

El primer paso para dimensionar la instalación es determinar la altura manométrica de elevación (H_{me})

- **Calculo de pérdidas de carga totales**

La altura manométrica de elevación (H_{me}), que resulta de:

$$H_{me} = 10 + 1,22 + 0,88 + 10,71 + 10 = 32,81\text{mca}$$

El primer término hace referencia a la cota geométrica que tenemos que salvar, ya que la bomba está situada a 1205 msnm y el emisor más alejado a 1215msnm. Los siguiente tres términos representan las pérdidas de carga de los laterales, la secundaria y la primaria respectivamente y el último término indica la presión a la que queremos que trabaje el emisor más alejado.

Se adopta como altura manométrica de elevación de diseño el valor de 35 m.c.a debido a las pérdidas que ocasionan los elementos de regulación y filtraje.

6. POTENCIA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO

Lo primero a realizar es calcular la potencia útil de los grupos electrobomba que viene dada por la siguiente expresión:

$$N_u = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_{me}}{75}$$

Dónde:

- N_u : Potencia del grupo de bombeo, en C.V.
- ρ : Densidad del agua, en Kg/m^3 .
- Q : Caudal a elevar por las bombas, en m^3/s .
- H_{me} : Altura manométrica de elevación, en m.

De esta forma:

$$N_u = \frac{1000 \cdot 5,55 \cdot 10^{-3} \cdot 35}{75} = 2,59CV$$

Para que las bombas puedan aportar la potencia útil al flujo es necesario que reciba una potencia algo superior en su eje de accionamiento de tal manera que se puedan compensar los rendimientos. Así surge la potencia en el eje de la bomba, que es la que deja disponible el motor para ser aprovechada por la bomba a la hora de transmitir la potencia útil y vencer rozamientos y pérdidas de carga. De esta manera:

$$N_{eje} = \frac{N_u}{\eta_B} = \frac{2,59}{0,75} = 3,45CV$$

Para que el motor de accionamiento deje disponible una potencia en el eje igual a la calculada anteriormente, es necesario que absorba una potencia eléctrica superior de manera que se compensen los rozamientos mecánicos y las pérdidas eléctricas en ese motor. Esos rozamientos y pérdidas se evalúan a través del rendimiento del motor (N_m) y se calcula como:

$$N_{motor} = \frac{N_{eje}}{\eta_m} = \frac{3,45}{0,75} = 4,60CV$$

7. ELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

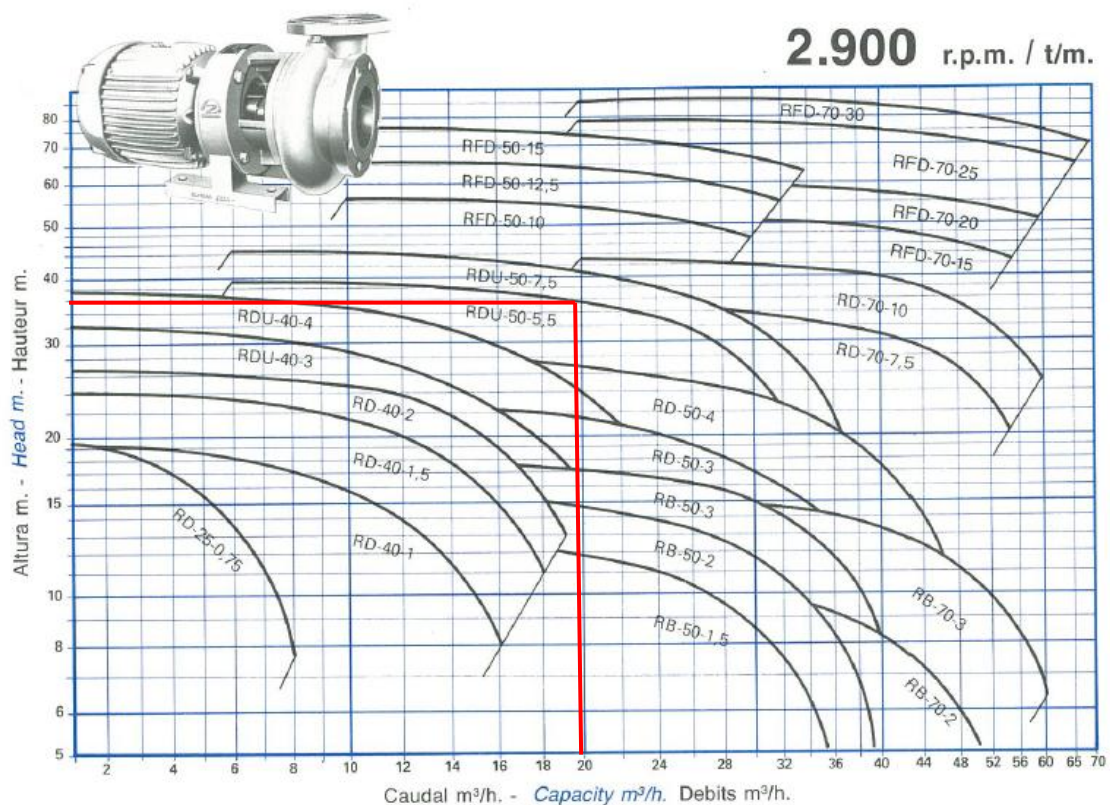
Para cubrir las necesidades de la instalación tanto en caudal como en altura manométrica, se necesita un equipo de bombeo que proporcione un caudal total de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ y una altura de 35 m.c.a, así como un motor que desarrolle aproximadamente 4,60 CV.

Con estos datos viendo los diferentes catálogos comerciales se opta por la instalación de la siguiente electrobomba con las siguientes características:

- Régimen de revoluciones: 2900 rpm.
- Diámetro del rodete: 205 mm.
- Rendimiento: 80%
- Modelo: RDU-50-5.5

La curva característica de la bomba se muestra a continuación

Figura VIII.1. Curva característica de la bomba elegida. (Catálogo bombas ZEDA, 2013)



Se establece como punto de funcionamiento de la bomba el que resulta de la intersección de las dos rectas.

El caudal que necesitamos para regar toda la parcela es de 20.000/hora.

En el caso del cálculo del golpe de ariete, en la bomba correspondientes a las impulsiones de las diferentes zonas de riego, éste se puede minimizar procediendo a programar el riego de manera que primero se paren las bombas y después se cierran las válvulas de cada zona y de esta manera todos los emisores de agua actúan como chimeneas de equilibrio, evitando toda sobrepresión en las conducciones.

8. GOLPE DE ARIETE

8.1. Introducción

El fenómeno golpe de ariete consiste en la alternancia de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones como en bastecimientos por gravedad.

El valor de la sobrepresión ha de tenerse en cuenta al dimensionar las tuberías, pero el peligro de rotura debido a la depresión no es importante y menos si los diámetros son pequeños, como es nuestro caso.

Si el golpe de ariete se produce en una impulsión, como podría ser nuestra situación, la parada brusca del motor ocasiona una depresión aguas arriba de la bomba, que se traslada hacia el final para transformarse en compresión que retrocede a la bomba.

8.2. Cálculo del golpe de ariete

Para calcular el golpe de ariete lo primero que debemos saber es la velocidad de circulación del fluido y la altura manométrica del grupo de bombeo. a continuación calculamos el tiempo de parada con la ecuación de Mendiluce:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Donde:

- T es el tiempo de parada, en s.
- C es el coeficiente según la pendiente de la conducción.
- K es un valor que depende de la longitud de la conducción.

- L es la longitud real de la conducción, en m.
- v es la velocidad del agua en la conducción, en m/s.
- g es la constante de la gravedad, $9,81\text{m/s}^2$
- H_m es la altura manométrica de trabajo de la bomba, en mca.

Los coeficientes C y K dependen ambos de la conducción. Para pendientes menores del 20%, como es nuestro caso, C adquiere un valor de 1. Para K , al ser la longitud de nuestra tubería menos de 1500m y mayor de 500m, se le asignara un valor de 1,5.

Teniendo estos datos, sustituimos en la fórmula de Mendiluce:

$$T = 1 + \frac{1,5 \cdot 1206,74 \cdot 1,6}{9,81 \cdot 35} = 9,44 \text{ s}$$

Ahora miraremos en las tablas cual es el valor de la celeridad para así saber si el cierre de la válvula es lento o rápido, ya que de ello depende que utilicemos una u otra fórmula al calcular la sobrepresión producida.

$L > \frac{2 \cdot L}{a}$	Cierre lento
$L < \frac{2 \cdot L}{a}$	Cierre rápido

Tabla VIII.1. Celeridades para tuberías de plástico.

Tubería	Presión nominal (kg/cm^2)			
	4	6	10	16
PE baja densidad	118	147	196	-
PE alta densidad	-	234	305	-
PVC	240	295	380	475

Comprobamos:

$$\frac{2 \cdot L}{a} = \frac{2 \cdot 1206,74}{295} = 8,18 < L$$

Por lo tanto vemos que el cierre es lento.

Al ser el cierre lento, para calcular la sobrepresión producida por el golpe de ariete debemos utilizar la fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

Siendo:

- ΔH : sobrepresión debido al golpe de ariete (mca)
- L: longitud de la tubería (m)
- v: velocidad de régimen del agua (m/s)
- T: tiempo de parada o de cierre, según el caso (s)
- g: aceleración de la gravedad, 9,81 m/s²

Sustituimos:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot 1206,74 \cdot 1,6}{9,81 \cdot 9,44} = 41,70mca$$

ANEJO IX. ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IX. 1. Costes de instalación de una hectárea de arándanos, estimada.....	145
Tabla IX. 2. Costes variables estimados para una hectárea de arándanos.....	146
Tabla IX. 3. Ingresos brutos, costes totales y beneficio neto esperado.....	146

IX. ESTUDIO ECONÓMICO	144
1. COMERCIALIZACIÓN	144
2. COSTES DE PRODUCCIÓN	144

IX. ESTUDIO ECONÓMICO

1. COMERCIALIZACIÓN

La forma de comercializar los arándanos depende del destino final de los frutos, bien sea para consumo en fresco o para la industria transformadora.

Si el destino de la fruta es la venta en fresco, como es nuestro caso, la comercialización se realiza en los mismos envases en los que se recoge, pudiendo ser unidades de 125, 150, 200, 250, 500 g. Estas a su vez se colocan en embalajes, normalmente de cartón, con un peso neto de 1 a 3 kg. La comercialización en fresco también se podría dar en los mercados locales, pero dada la localización de la finca y la situación del municipio, creemos que no es una buena forma de venta, ya que la venta de arándano fresco no está generalizada en España y los canales de venta de esta fruta se encuentran en las cadenas de supermercados, restauración y fruterías especializadas.

Para la venta del tipo de producto que nosotros vamos a producir nos pusimos en contacto con Campoberry, una empresa cántabra, especialista en la producción de arándanos para consumo en fresco. Su producto lo venden directamente a otro gran canal de demanda, como son los cruceros extranjeros, tanto del mediterráneo como del cantábrico. Este por lo tanto será nuestro principal canal de venta. Esperamos, eso sí, ser capaces, como hicieron en Cantabria de poder instaurar un mercado de consumo del arándano en fresco aunque sea a nivel muy local.

2. COSTES DE PRODUCCIÓN

La producción comercial de arándanos puede proporcionar unos beneficios económicos elevados, superiores incluso a cualquier otro cultivo frutal susceptible de cultivar en nuestra región, según los precios de mercado alcanzados.

Tabla IX. 1: Costes de instalación de una hectárea de arándano estimados.

Actividad			Unidades	€/Unidad	Importe
1	Laboreo (en horas de maquinaria alquilada)	Subsolado	3	24	72
		Abonado	2	24	48
		Arado	10	24	240
		Fresado	7	24	168
		Laboreo en caballón (incluyendo colocación de Malla AH)	20	24	480
		Total 1 (Gastos de laboreo)			
2	Mano de obra (en horas de trabajo)	Replanteo	8	10	80
		Plantación	64	10	640
		Colocación de Malla AH	48	10	480
		Total 2 (Gastos de mano de obra)			
3	Materias primas (en sus ud.)	Plantas	3000	3,8	11400
		Abonado de fondo	5	12	60
		Malla anti-hierba (xm2)	2850	0,90	2565
		Total 3 (Gastos de materias primas)			
4	Cierre perimetral (en sus ud.)	Malla ovejera (m)	400	2,4	960
		Poste	140	8	1120
		Instalación (x h)	48	10	480
		Maquinaria instalación (x h)	4	24	96
		Total 4 (Gastos de cierre)			
5	Riego (en sus ud.)	Manguera de goteo (m)	2776	0,36	999
		Ud control (ud)	1	250	250
		Electroválvulas, filtrado (ud)	-	1100	1100
		Unidad de fertirrigación	1	300	300
		Otros	-	200	200
		Mano de obra (x h)	80	10	800
		Total 5 (Gastos de riego)			
Total de gastos de instalación					22538

Tabla IX. 2: Costes variables estimados para una hectárea de arándanos.

Años	Costes variables (€)						Total
	Fertirri- gación	Fitosa- nitarios	Mano de obra Cultivo	Mano de obra Recolección	Transport. y embalaje	Varios	
1º	60	100	840	0	0	0	1000
2º	60	100	1120	2400	1740	720	6140
3º	100	120	1400	4880	3480	1440	11420
4º	180	120	1800	7500	5280	2160	17040
5º	180	140	2100	10160	7040	2880	22500
6º	220	140	2400	13000	8900	3780	28440
7º	220	160	2880	16320	10680	4536	34796
8º	250	160	2880	16800	10800	4644	35534
9º	250	200	3060	17160	10800	4752	36222
10º	280	200	3060	17520	10920	4860	36840

Tabla IX.3: Ingresos brutos, costes totales y beneficio neto esperado.

Años	Ingresos brutos (€)	Costes totales (€)	Beneficio neto (€)
1º	0	4.174	-4.174
2º	8.000	9.314	-1.314
3º	16.000	14.644	1.356
4º	24.000	20.264	3.736
5º	32.000	25.774	6.226
6º	42.000	31.719	10.281
7º	50.400	38.135	12.265
8º	51.600	38.873	12.727
9º	52.800	39.621	13.179
10º	54.000	40.239	13.761

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. ABDELNOUR ESQUIVEL, A. and V. JIMÉNEZ BONILLA. 2011. *Identificación y Valor Nutricional De Algunas Especies Nativas De Arándano (Vaccinium spp.)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
2. ALLEN, R., et al. 2006. *Evapotranspiración Del Cultivo*. Anon.Roma: FAO. ISSN 92-5-304219-2.
3. ALMOROX, J. Evapotranspiración Potencial Según Thornthwaite. *Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETr*.
4. ANDREU, J., et al. 2006. Estiércoles y Fertilización Nitrogenada. En: Gobierno de Aragón. Centro de transferencia agroalimentaria, ed. Fertilización nitrogenada: guía de actualización. Gobierno de Aragón. Centro de transferencia agroalimentaria.
5. AYERS, R. S. and D. W. WESTCOT. 1985. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and drainage paper 29. Roma: .
6. BOA. 2007. Norma Técnica Específica Para La Producción Integrada De Fruta De Pepita. 63.
7. CASANOVA GASTÓN, J. and R. J. REINÉ VIÑALES. 2001. *Prácticas De Arboricultural Frutal*. Anon. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
8. CISNEROS, E. and M. BIRCHER. 2006. *Plan De Promoción Sectorial. Arándanos*. Anon.Argentina: Fundación Export.Ar.
9. CONTRERAS CIFUENTES, M. R. 2010. Efecto De La Aplicación De CPPU Sobre La Calidad De Fruta En Arándano Alto (*Vaccinium Corymbosum* L.) Cultivar Elliot. .
10. DEMCHAK, K. 2013. Blueberries. En: A. Kirsten, ed. The Mid-Atlantic berry guide. Pennsylvania: PennState. College of agricultural science.
11. Diario oficial de la Unión Europea. 2008. 889.
12. Diario Oficial de la Unnión Europea. 2008. Disposiciones De Aplicación Del Reglamento (CE) nº 834/2007 Del Consejo Sobre Producción y Etiquetado De Los Productos Ecológicos. 889.
13. FAO. 2012. *Faostat*. <http://faostat.fao.org/?lang=es#> Anon.
14. FORBES, P., E. MANGAS RAMIS, and N. PAGANO. 2009. Producción De Arándanos. *Diseño y evaluación de proyectos agroindustriales*.
15. GARCÍA ROLLÁN, M., ed. 1985. *Claves De La Flora De España. Volumen I*. Anon.Madrid: Mundi-Prensa.
16. GARCÍA RUBIO, J. C. and García González de Lena, G. 2006. *Orientaciones Para El Cultivo Del Arándano. El Cultivo Del Arándano En Asturias*. Servicio regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Asturias: Ministerio deMedio Ambiente y Medio Rural y Marino.
17. GIL-ALBERT VELARDE, F. 1998. *Tratado De Arboricultura Frutal. Vol II. La Ecología Del Árbol Frutal*. 4ª edn. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN 84-491-0336-3.
18. GRAEPEER THOMAS, E. and T. BUCIEN. 2012. *Production Guide for Organic Blueberries*. J. Carroll, M. Pritts and C. Heidenreich. New York: NYS IPM.
19. HANSON, E. and J. HANCOCK. Marzo, 1996. *Managing the Nutrition of Highbush Blueberries*. Michigan State University Extension edn. Anon.

20. HART, J., *et al.* Noviembre 2006. *Nutrient Management for Blueberries in Oregon*. Anon. Corvallis, Oregon: Oregon State University Extension Service.
21. MATARRANZ GÓMEZ, J. I. Octubre 2008. Inventario Dasométrico-Botánico De La Vegetación Leñosa En El Término Municipal De La Acebeda (Madrid). *Universidad Politécnica de Madrid*.
22. MERLET, H. and M. D'ETIGNY. 1989. Frutales Menores y De Hoja Persistente. *Requerimientos de clima y suelo*. 84.
23. Nutrient Data Laboratory. Septiembre 2012. *Nutrient Data for Blueberries, Raw*. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2184> Anon. Beltsville, Maryland: USDA.
24. PIZARRO, R., *et al.* 2004. *Módulo 3: Curvas De Infiltración*. Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.
25. PRITTS, M. and J. HANCOCK. 1992. *Highbush Blueberry Production Guide*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Nueva York: .
26. RAWLS, W. J., D. L. BRAKENSIEK, and K. E. SAXTON. 1992. Estimation of Soil Water Properties. *Transactions of the ASAE*. 25(5), pp 1316.
27. RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1983. Pisos Bioclimáticos De España. *Lazaroa*. 5 pp 33.
28. ROJANO, B., I. C. ZAPATA, and C. FARID. 2012. Estabilidad De Antocianinas y Valores De Capacidad De Absorbancia De Radicales Oxígeno (ORAC) De Extractos Acuosa De Corozo (*Bactris Guineensis*). *Revista Cubana de Plantas medicinales*. 17(3), pp 244.
29. SCHILDER, A. and T. MILES. Diciembre 2004. *Virus and Viruslike Diseases of Blueberries*. Michigan Agricultural Experiment Station. Michigan: Michigan University.
30. SERIDA. 2005. Boletín Informativo. 1.
31. Spectrum Analytic Inc. *Fertilizing Blueberries*. Anon. Ohio: Spectrum Analytic.
32. VIDAL, I. 2007. *Fertirriego En Berries*. Anon. Chile: Fac. de Agronomía de la Universidad de Concepción.

Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

MEMORIA

Autora

Laura Garrido Villanueva

Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza
2014

AGRADECIMIENTOS

Sin duda el presente trabajo fin de carrera lleva implícita la necesidad de manifestar mi más sincero y cordial agradecimiento a todas las personas que han hecho posible su desarrollo, en concreto: A Pedro Pinedo por haberme ofrecido la oportunidad de realizar un proyecto de estas características y poder formar así parte de lo que seguro será un gran futuro.

Al Dr. Ramón Juan Reiné Viñales por su dirección, instrucción y ofrecimiento, pero sobre todo por su ayuda y diálogo en los últimos momentos.

A D. Jesús Guillén Torres por todo su tiempo, sus rápidas y eficaces soluciones y sobre todo por los ánimos dados y al Dr. Antonio Javier Garcés Tebar por su ayuda impagable y sus consejos.

También a todo el personal del Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón, en especial a D. Jesús Ángel Betrán Aso, por su ayuda en los análisis tanto de suelo como de agua.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	3
DEFINIDO.	
1.1. OBJETO	3
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. SITUACIÓN ACTUAL	4
2. FISIOLÓGIA Y BOTÁNICA.....	4
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	4
2.2. FENOLOGÍA.....	4
2.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	5
3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO	7
3.1. EN EL MUNDO.....	7
3.2. EN LA U.E Y EN ESPAÑA.....	7
4. ESTUDIO CLIMÁTICO	8
4.1. ELEMENTOS DEL CLIMA.....	8
4.1.1. Temperaturas.....	8
4.1.2. Régimen de heladas.....	9
4.1.3. Horas-frío.....	9
4.1.4. Pluviometría	9
4.1.5. Diagrama ombrotérmico.....	11
4.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA	12
4.3. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	12
5. ANÁLISIS DEL SUELO.....	13
5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	13
5.1.1. Textura.....	13
5.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD	13
6. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO	14
6.1. SALINIDAD.....	14
6.2. SODICIDAD	15
6.3. TOXICIDAD	15
6.4. OTROS PARÁMETROS	15
6.4.1. pH	15
6.4.2. Contenido en sales.....	16
6.4.3. Carbonato sódico residual	16

6.4.4.	Exceso de nitrógeno	16
6.4.5.	Dureza	16
7.	PROCESO PRODUCTIVO	17
7.1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN.....	17
7.2.	FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS	18
7.2.1.	Enmienda ácida	18
7.2.2.	Fertilización de fondo	18
7.2.3.	Fertilización anual	18
7.3.	PODA.....	19
7.4.	RIEGOS	19
7.5.	LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES	19
7.6.	LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS	20
7.7.	RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN	20
8.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO	21
8.1.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES	21
8.2.	CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO	21
9.	DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEIO	21
9.1.	CÁLCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO	22
9.2.	CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS	22

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

1.1. OBJETO

Se elabora este proyecto “Diseño de una explotación de agricultura ecológica de arándanos en el T.M. de Aragües del Puerto (Huesca)”, por encargo del arrendatario de la finca, ante el deseo de comenzar una nueva actividad empresarial relacionada con la explotación de suelo agrícola.

La parcela en la que se ubicará tiene una superficie de 0,94 hectáreas. Desde hace más de 5 años la parcela está sin explotar y sobre ella no se realiza ningún tipo de labor.

El proyecto se centrará en el manejo del cultivo, la instalación de un sistema de riego por goteo y el dispositivo para la fertirrigación.

1.2. ANTECEDENTES

La parcela objeto de este proyecto se encuentra en el término municipal de Aragües del Puerto, dentro del Parque Natural de los Valles Occidentales. Aragües del Puerto es un pequeño municipio de la provincia de Huesca que pertenece a la comarca de La Jacetania. Se encuentra a una altitud de 970 msnm.



Figura 1. Situación del T.M de Aragües del Puerto dentro de la comarca de la Jacetania. (Fuente: Imágenes Google, 2013)

1.3. SITUACIÓN ACTUAL

La parcela forma parte de la Red Natura 2000, además está dentro de una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y es un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC).

La parcela se encuentra en la ribera del río Osia. Este río abastece al municipio de Aragües del Puerto y es el afluente más importante del río Aragón Subordán.

2. FISIOLOGÍA Y BOTÁNICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El arándano (*Vaccinium* spp.), es un frutal menor nativo de Norteamérica, pertenece a la familia Ericaceae, subfamilia Vaccinioideae, subgénero Cynacoccus y es considerado dentro del grupo de los berries. (Pritts, 1992)

Se trata de arbustos erectos o rastreros, con altura variable según la especie, de hojas alternas, caducas o perennes, y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en muchos casos.

En la actualidad existen cuatro especies de arándanos que se cultiven; Highbush (*Vaccinium corymbosum*), lowbush (*Vaccinium myrtilloides* y *Vaccinium angustifolium*) y rabbiteye (*Vaccinium ashei*). Lo que diferencia estos tres grupos son sus hábitos de crecimiento.

2.2. FENOLOGÍA

Comenzaremos el ciclo a partir del reposo invernal, momento por el que pasa cualquier especie frutal en el clima en el que nos encontramos. Al terminar este período se inicia la movilización de nutrientes por parte del arbusto hasta las zonas de brotación.

Al aparecer las hojas, la planta acelera su velocidad de absorción de agua y nutrientes, estamos en la etapa de máximas necesidades. A continuación se inicia la

floración, en la que los nutrientes están destinados a los órganos reproductivos, en este período es cuando mayor sensibilidad al frío existe.

2.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

El fruto tiene una pulpa jugosa, más o menos acidulada y aromática, según cultivares. Al arándano se le reconocen importantes propiedades nutraceuticas. Reduce los niveles de unas sustancias perjudiciales y ligadas al Alzheimer. Otra de las características de estos frutos es su abundancia en pigmentos naturales, antocianos y carotenoides, de acción antioxidante.

Tabla 1. Composición química de los arándanos. Concentraciones de los elementos en 100g de fruto. (Nutriente Data Laboratory, 2012)

/100g de fruto		
ELEMENTOS		
Agua	84,21	G
Energía	57	Kcal
Proteína	0,74	G
Lípidos totales	0,33	G
Carbohidratos	14,49	G
Fibra total	2,4	G
Azúcares totales	9,96	G
MINERALES		
Calcio	6	Mg
Hierro	0,28	Mg
Magnesio	6	Mg
Fósforo	12	Mg
Potasio	77	Mg
Sodio	1	Mg
Zinc	0,16	Mg
VITAMINAS		
Vit. C	9,7	Mg
Tiamina	0,037	Mg
Riboflavina	0,041	Mg
Niacina	0,418	Mg
Vit. B ₆	0,052	Mg
Folato, RAE	6	µg
Vit. B ₁₂	0,00	µg
Vit. A, RAE	3	µg
Vit. E (alfa-tocoferol)	0,57	Mg
Vit. D (D ₂ + D ₃)	0,0	µg
Vit. D	0	IU
Vit. K (filloquinona)	19,3	µg
LÍPIDOS		
Ácidos grasos saturados	0,028	G
Ácidos grasos monosaturados	0,047	G
Ácidos grasos polisaturados	0,146	G
Colesterol	0	Mg

3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO

3.1. EN EL MUNDO

El consumo de arándanos está creciendo considerablemente año tras año debido, principalmente, a sus características organolépticas y culinarias, su alto contenido en antioxidantes y sus otros muchos beneficios para la salud.

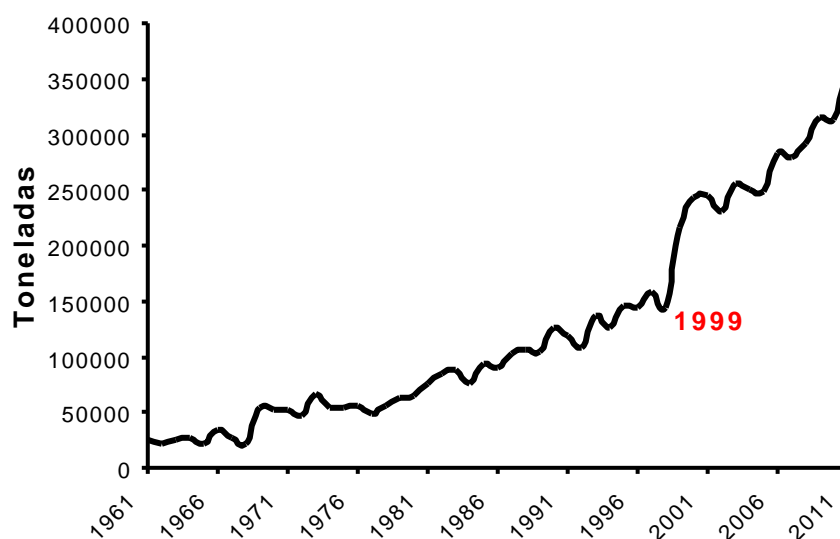


Figura 2. Producción mundial de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)

3.2. EN LA U.E Y EN ESPAÑA

A nivel mundial, como cabía esperar, España no tiene un papel relevante en cuanto al mercado del arándano se refiere. Sin embargo a nivel europeo pese a la escasa producción de esta fruta, España es uno de los países en los que el cultivo del arándano está teniendo mayores aumentos.

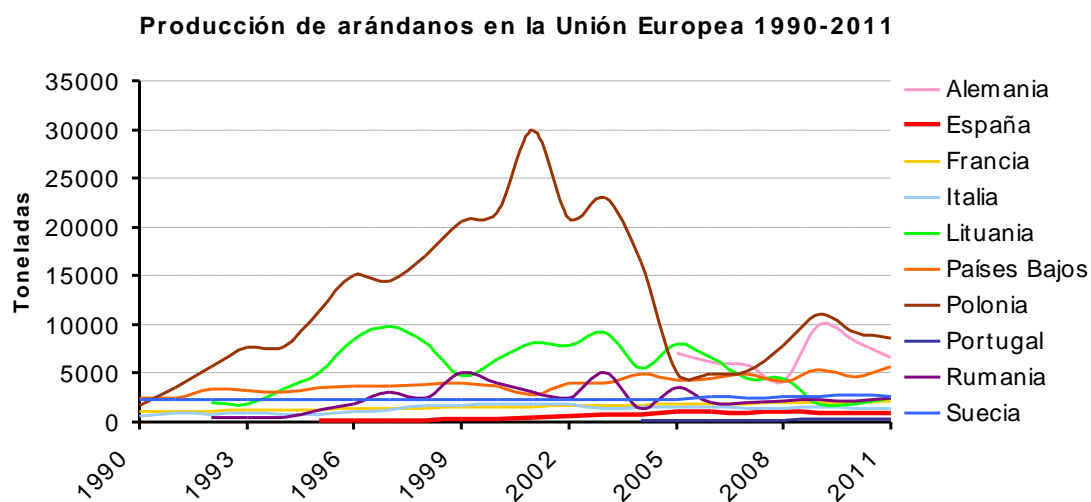


Figura 3. Principales productores de arándanos dentro de la Unión Europea.
(Fuente: FAO, 2012)

En España el cultivo de arándanos comenzó hace 20 años en Asturias. Actualmente la actividad se centra sobre todo en Huelva con las variedades Highbush de bajas necesidades de frío. También Asturias ha mantenido su importancia y a ella se le ha sumado Cantabria, cuyas plantaciones de arándanos son aún muy jóvenes pero prometedoras.

4. ESTUDIO CLIMÁTICO

La serie de datos de pluviometría tomados corresponde a un periodo de años, de 1990 al 2010, mientras que la serie de datos de temperatura abarca un período de 22 años, de 1990 al 2012.

4.1. ELEMENTOS DEL CLIMA

Son los elementos que van a influir en el riego y en el tipo de cultivo a cultivar en la zona, estos elementos son: la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y el viento.

4.1.1. Temperaturas

La temperatura media del mes más cálido es de 20,3°C, siendo éste agosto, mientras que para el mes más frío, enero, es de 4,1°C.

Para la serie de años estudiada, la temperatura media máxima del mes más cálido es de 27,8°C, alcanzada en agosto; la temperatura media mínima del mes más frío se da en enero, con un valor de -0,6°C.

4.1.2. Régimen de heladas

A partir de la temperatura media de las mínimas mensuales se divide el año en cuatro épocas según la probabilidad de producirse heladas:

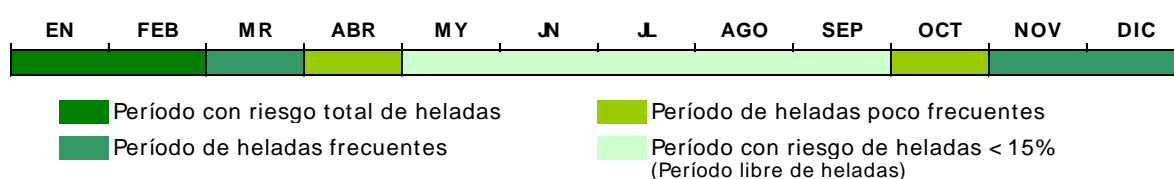


Figura 4. Esquema de los distintos períodos de heladas.

4.1.3. Horas-frío

El número total de horas-frío es el resultado de la suma del número mensual de horas bajo 7°C, es decir; **1802,6 horas-frío**.

Recordemos que las necesidades de horas-frío del arándano están entre 750-1200 así que se cumplen holgadamente.

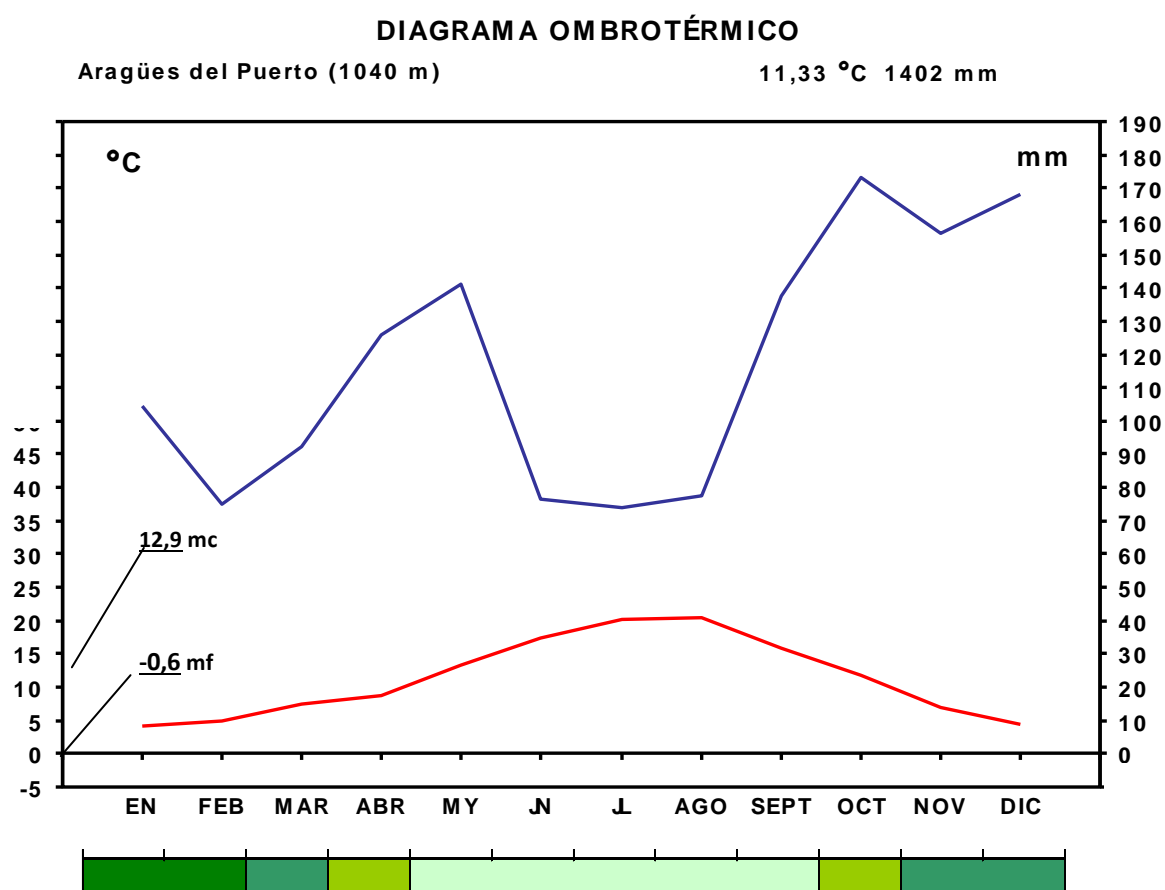
4.1.4. Pluviometría

La precipitación media anual es de 1402,2 mm; siendo octubre el mes más lluvioso con una media de 173,5 mm y julio el mes más seco con tan solo 74,0 mm de media.

Tabla 2. Distribución anual de las precipitaciones. Período de 1990-2010. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)

		Precipitación media (mm)	% precipitación estación
INVIERNO	DICIEMBRE	168,0	24,8
	ENERO	104,7	
	FEBRERO	74,8	
	Total	347,4	
PRIMAVERA	MARZO	92,3	25,6
	ABRIL	125,8	
	MAYO	141,2	
	Total	359,3	
VERANO	JUNIO	76,6	16,3
	JULIO	74,0	
	AGOSTO	77,4	
	Total	228,0	
OTOÑO	SEPTIEMBRE	137,4	33,3
	OCTUBRE	173,5	
	NOVIEMBRE	156,6	
	Total	467,5	

4.1.5. Diagrama ombrotérmico



Serie de años de temperaturas.....de enero de 1990 a diciembre de 2012

Serie de años de precipitación.....de 1990 a 2010

mc.....media de las máximas del mes más cálido

mf.....media de las mínimas del mes más frío

■ Período con riesgo total de heladas

■ Período de heladas frecuentes

■ Período de heladas poco frecuentes

■ Período con riesgo de heladas < 15%
(Período libre de heladas)

Figura 5. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208)

4.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

En función de los datos climáticos obtenidos, se procede a caracterizar el clima de la zona por la clasificación de Rivas Martínez utilizando los índices de mediterraneidad y el ámbito geográfico.

La región bioclimática a la que pertenece la zona de nuestro estudio, es la Región Eurosiberiana - Piso Montano – Hiperhúmedo.

4.3. CÁLCULO DE LA EVAPOTRASNPIRACIÓN

El cálculo de la evapotranspiración es fundamental en todos los cultivos, ya que nos permite estimar las necesidades hídricas de los mismos.

Para su cálculo hemos utilizado el programa CROPWAT 8.0 (FAO, 2006) para Windows con el que también diseñaremos el programa de riego.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0) hemos utilizado el método aconsejado por la FAO de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998), aunque carecemos de algunos datos, como radiación o viento, estos los supone el programa.

Tabla 3. Output del programa CROPWAT 8.0

	Tmín °C	Tmáx °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ET ₀ mm/día
Enero	-0.6	8.9	76	173	4,9	7,1	0.85
Febrero	-0.5	10.3	74	173	6,0	10,2	1.24
Marzo	1.8	13.3	73	173	7,2	14,7	1.97
Abril	3.1	14.4	73	173	8,0	18,8	2.6
Mayo	7.3	19.5	73	173	9,5	22,9	3.64
Junio	10.5	24.4	71	173	11,4	26,2	4.72
Julio	12.7	27.7	70	173	12,3	27,0	5.28
Agosto	12.9	27.8	70	173	11,6	24,2	4.85
Septiembre	9.5	22.4	72	173	9,3	18,1	3.29
Octubre	6.6	17.2	75	173	7,0	12,0	1.95
Noviembre	2.2	11.9	76	173	5,6	8,1	1.12
Diciembre	0	8.9	77	173	4,7	6,3	0.77
Promedio	5.5	17.2	73	173	8,1	16,3	2.69

Datos estimados por CROPWAT 8.0

Como podemos observar, el mes de máxima evapotranspiración es el mes de julio con una ET_0 de 5,28 mm/día.

5. ANÁLISIS DEL SUELO

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta, y por lo tanto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

Para la caracterización edáfica y el análisis de su suelo se hizo un muestreo siguiendo las especificaciones del Anejo N° 2 de la Normativa Técnica Específica para la Producción Integrada de Fruta de Pepita (BOA, 2007).

5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

5.1.1. Textura

Esta se refiere a la distribución de tamaños de las partículas elementales que lo componen. Con arreglo al tamaño y con ayuda del triángulo de textura determinaremos exactamente el tipo de suelo.

Con los datos aportados por el Laboratorio Agroambiental entramos en el diagrama textural del USDA y comprobamos que se trata de un suelo **franco**, clase textural perfectamente adecuada para el cultivo del arándano y en general para cualquier cultivo.

5.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD

Dadas las características morfológicas que presenta el arándano, como es su sistema radicular superficial y poco profundo, para la interpretación de resultados nos centraremos en los primeros 30 cm de suelo.

Tabla 4. Análisis de suelo 0-30 cm.

FERTILIDAD		0-30 cm
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	6,5 ± 0,2	
Salinidad (C.E. 1:5 a 25°C)	0,1 ± 0,01	dS/m
Materia Orgánica	2,92 ± 0,37	g/100g
Fósforo soluble (Olsen)	3 ± 0,6	mg/kg
Potasio (extracto acetato amónico)	54 ± 9	mg/kg
CATIONES DE CAMBIO		
Magnesio (extracto acetato amónico)	50 ± 10	mg/kg

Al comparar estos valores con los requerimientos del arándanos vemos que todos están dentro del rango óptimo de crecimiento del mismo, sin embargo el valor del pH del suelo puede ocasionarnos problemas durante el desarrollo del cultivo por lo que es necesario realizar una enmienda ácida en el suelo.

Para solucionar este problema y bajar el pH del suelo hasta 5 aportaremos 1710 kg de azufre por ha, repartido eso sí en dos dosis.

6. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

Para la determinación de la calidad del agua de riego se tomó una muestra de 400 ml, procedente del río Osia, del que deriva la acequia de abastecimiento a la parcela objeto del proyecto.

La muestra fue tomada el día 11 de mayo de 2013 y, al igual que las muestras de suelo, ésta fue analizada por el Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón.

6.1. SALINIDAD

Un alto contenido en sales disueltas en el suelo disminuye el potencial osmótico y exige a las raíces un esfuerzo adicional para absorber agua, lo que ocasiona una reducción en el rendimiento de los cultivos.

El agua de riego analizada no presenta problemas de salinidad, ya que tenemos valores de $0,38 \pm 0,01$ mmhos/cm, muy por debajo del límite de 0,7 indicado por la FAO. De acuerdo con los valores de Ayers y Westcot (1985) tampoco podemos

decir que esta salinidad tan baja condicione la permeabilidad del agua, puesto que supera el límite de 0,2 mmhos/cm.

6.2. SODICIDAD

El criterio de sodicidad, también llamado criterio de permeabilidad o criterio de infiltración, analiza el riesgo de que se induzca en el suelo un elevado PSI (Porcentaje de saturación de Sodio Intercambiable), con deterioro de su estructura por dispersión e hinchamiento. La posibilidad de que el agua ocasione estos problemas se evalúa por el método del índice RAS (Relación de Adsorción de Sodio).

El valor calculado de RAS ajustado que posee nuestra muestra de agua de riego es de 0,10. Atendiendo a este valor y a los criterios de Ayers y Westcot de 1985, afirmamos que no tendremos problemas de sodicidad.

6.3. TOXICIDAD

A diferencia de la salinidad y sodicidad, que son problemas externos de la planta y que dificultan la absorción de agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas.

Los valores de nuestra agua de riego se encuentran muy por debajo del límite inferior que indica algún tipo de problema, por lo que no existe riesgo de toxicidad.

6.4. OTROS PARÁMETROS

6.4.1. pH

El intervalo óptimo de pH se sitúa entre 6,5 y 8,4, estando el valor del agua del río Osia en 8,03, es decir, dentro de estos límites. Por lo tanto se considera esta agua apta para el riego.

6.4.2. Contenido en sales

El contenido en sales del agua es peligroso cuando pasa de 1g/L. Este contenido se obtiene midiendo la conductividad eléctrica, que indica la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua, de forma que cuanto mayor sea el contenido en sales solubles ionizadas, mayor será el valor de esta.

La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasará a través de ésta. Obteniendo un valor de 243,2mg/L. es decir, según esto el agua se considera apta para el riego.

6.4.3. Carbonato sódico residual

El contenido del agua de riego en carbonato sódico residual es de 0,39 meq/L, por lo que el agua es recomendable para el riego al ser este valor inferior a 1,25meq/L.

6.4.4. Exceso de nitrógeno

El nitrógeno contenido en el agua de riego es beneficioso como fertilizante, pero, en exceso, tiene efectos perjudiciales tanto sobre los cultivos, como sobre el sistema de riego, ya que incluso contenidos en nitrógeno inferiores a 5 mg/L pueden producir obturaciones en los emisores de riego localizado.

El contenido en nitratos del agua de riego analizada es de 0,15 mg/L, este valor es muy inferior a los 5 mg/L que se indican, por lo que consideramos que no ocasionará problemas de obturaciones en los goteros.

6.4.5. Dureza

El grado de dureza se refiere al contenido en calcio que hay en éstas. Su cálculo se expresa en grados franceses (°F). El valor obtenido es de 26,45°F, por lo tanto, el agua se puede clasificar como medianamente dura, según los tipos de agua definidos por Ros, 2001.

7. PROCESO PRODUCTIVO

7.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN

Las operaciones de preparación del terreno tienen como finalidad dejar el suelo en las condiciones idóneas para el desarrollo de las plantas que en él se van a desarrollar. Todas ellas se deberán realizar cuando el terreno este en “tempero”, es decir, con la cantidad de humedad idónea.

Para levantar la pradera existente se realizará un pase de vertedera a unos 30-40 cm de profundidad, con esta labor voltearemos el suelo enterrando así los restos vegetales, y el abonado de fondo y la enmienda ácida calculada para disminuir el pH del suelo.

Para el abonado de fondo utilizaremos una abonadora agrícola centrífuga.

Tras esto se hará un pase de grada para dejar el suelo sin obstáculos y distribuir homogéneamente los aportes. Finalmente pasaremos el rulo para dejar la superficie lista para el replanteo.

Realizaremos caballones de unos 30 cm de altura para disminuir ataques de roedores. Colocaremos los cepellones sobre el caballón y crearemos una zona en la que, gracias a la malla anti-hierba, las condiciones para el desarrollo de las plantas serán óptimas. El caballón irá recubierto de una malla anti-hierba y bajo ella se distribuirá manualmente corteza y serrín, aumentando así el contenido en materia orgánica del terreno y ayudando también a evitar la proliferación de malar hierbas.

Los cepellones provienen de vivero y son plantas de 2 años. El marco de plantación de los mismos será de 1x3m.

7.2. FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS

7.2.1. Enmienda ácida

Aplicaremos 1710kg de azufre por ha, distribuidos en dos aplicaciones. Se distribuirá en una capa arable de unos 15cm.

7.2.2. Fertilización de fondo

Según el análisis de suelo, este contiene un 2,9% de materia orgánica, a pesar de tener un contenido alto en materia orgánica, debido a las necesidades de los arándanos se opta por añadir 12 toneladas de estiércol de vacuno. Además de este estiércol, al levantar la pradera existente se entierra para aportar aún más materia orgánica.

Además de materia orgánica, este estiércol aportará cierta cantidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.

7.2.3. Fertilización anual

La recomendación de fertilización para los arándanos en plena producción es de 90 unidades de N por ha, 45 de P_2O_5 y 90 unidades de K_2O , además de 25 de MgO. Sin embargo, en años iniciales las necesidades son 15 UF de N, 6,6 de P_2O_5 y 15 UF de K_2O .

Aun teniendo estos datos he calculado las necesidades del cultivo de manera más precisa, obteniendo lo siguiente; Los aportes necesarios de nitrógeno ascienden a 65,54 kg, los de fósforo (en forma de P_2O_5) 1,42 kg y potasio (en forma de K_2O) a 7,15 kg, todo ello referido a kg por t de fruta.

7.3. PODA

Durante el primer año tras la plantación no realizaremos ningún tipo de poda para que el cultivo agarre bien y crezca con fuerza, de esta manera nuestra plantación de arándanos tendrá una mayor vida productiva.

Realizaremos distintos tipos de poda, tanto de formación como de fructificación, sobretodo en esta última nos centraremos en eliminar las ramas que cierran dentro de la mata, ya que impide su insolación y aireación. En la poda de formación, nuestro objetivo será conseguir una planta de unos 2 m de alto con entre 6 y 8 ramas principales.

7.4. RIEGOS

El primer riego lo daremos después de la plantación, para que los arbustos no se estresen por falta de agua. Es evidente que la climatología y la naturaleza del suelo marcan el número de riegos necesarios, daremos unos 2 riegos por día con un caudal por planta de 12l/día. Al ser unas necesidades pequeñas podríamos dar el riego de una sola vez, pero en este caso es preferible dar más riegos con poco caudal, ya que como hemos indicado antes el arándano es un arbusto que puede sufrir de asfixia por encharcamiento.

7.5. LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES

Al igual que ocurre en cualquier cultivo de nueva implantación en una zona determinada, durante los primeros años de cultivo no se dan problemas de plagas ni de enfermedades, esto ocurre porque el cultivo es reciente, tanto para el suelo como para todos los organismos y fauna que en él habitan. No ha existido coevolución con el cultivo por lo que los insectos que puedan ocasionar daños en él serán mínimos.

Por esta razón y fijándonos en la situación de Asturias, donde llevan con este cultivo más de 20 años y no han tenido grandes problemas de plagas, no nos vemos en la necesidad de establecer ningún plan de acción contra plagas ni enfermedades. Si es cierto que realizaremos controles visuales del estado sanitario de los arbustos.

Si fuera necesario combatir con algún tipo de plaga, lo más probable es que fueran cochinillas, orugas o pulgones y la lucha biológica contra estos organismos está cada vez más extendida. Como método de control contra los ataques de cochinilla usaremos emulsiones de aceite vegetal.

7.6. LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS

Frente a la lucha contra las malas hierbas, nuestro método consistirá en cubrir el suelo de la línea de plantación con materiales orgánicos, esto simplemente como mecanismo para aumentar la materia orgánica del suelo, y además disponer material sintético en forma de malla anti-hierba. De esta manera evitaremos el crecimiento de malas hierbas y mantendremos la humedad en la zona del sistema radical.

7.7. RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN

En esta plantación dada su situación geográfica y sus clima, está previsto que la recolección comience a mediados de junio y que pueda alargarse hasta finales de agosto e incluso principios de septiembre, momento en el que la oferta de arándanos a nivel europeo es muy escasa.

Al ser la recolección gradual, y sobretodo en los primeros años, donde la producción no alcanza números elevados, será el propio arrendatario de la finca el que se encargue de la recolección. En algún momento puntual puede contratar a otra persona si el trabajo es costoso.

Los frutos se recogen manualmente y con cuidado, sin presionar mucho ya que la idea es que las bayas estén maduras, y se colocan directamente en los envases finales, de entre 100 y 500 gramos. La selección ha de hacerse en el propio árbol, por ello el recolector tendrá que tener claro con que variedad está trabajando y cuáles son los síntomas de madurez en los frutos, ya que existen determinadas variedades que no se vuelven muy azuladas. Además del estado de madurez habrá que controlar el tamaño de los mismos y también que no estén húmedos, ya que esto puede ocasionar el crecimiento de algún problema relacionado con hongos.

8. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO

8.1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES

He determinado cuales son las necesidades hídricas del cultivo. Teniendo en cuenta además que se trata de un riego por goteo, en el que la eficiencia de aplicación es de alrededor del 85%, además he considerado la corrección por efecto de localización y por condiciones locales.

Finalmente el mes con mayores necesidades hídricas y que por lo tanto será el limitante para el cálculo del riego es julio, con unas necesidades reales de 91,30mm/mes.

8.2. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros por segundo y hectárea.

Aplicando la expresión necesaria obtenemos un valor de 0,4L/s y ha.

9. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEO

Como las necesidades hídricas del arándano son escasas nos permitimos sobredimensionarlas a 4L/m² y día. A su vez decidimos a regar 2 horas al día e instalaremos emisores con caudal de 3,5l/h.

El marco de plantación será de 1x3 m, por lo tanto cada planta ocupa 3m². Así tenemos unas necesidades por planta de 12l/día. Si estas necesidades las repartimos en las dos horas que hemos decidido regar y con los emisores aportando un caudal de 3,5l/h, necesitaremos colocar 1,7 emisores por arbusto.

Redondeamos esta cantidad a 2 emisores por árbol y los separaremos a una distancia de 0,5 m.

9.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO

En primer lugar se han determinado cuales son las necesidades hídricas de los arándanos, para en función de estas necesidades usar un tipo bomba u otra.

En la parcela hay 3333 plantas, la media de necesidades hídricas por planta son de 12l/día, por lo que en total necesitareé 40.000 l/día, suponiendo que quiera regar toda la parcela a la vez.

Decidimos bombear en 2 horas 40.000l/día, por lo que son 20.000l/h, por lo tanto bombeo un caudal de 5,55l/s, es un caudal pequeño es por ello que la bomba será de pequeñas dimensiones.

La potencia de la bomba es de 5,5 CV para que sea capaz de bombear un caudal de 20m³/h.

9.2. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS

A continuación he calculado los diámetros de las tuberías de y las mangueras.

He seleccionado un gotero de PE Ø 20mm, ya que cumple con las pérdidas de carga

En el cálculo de la primaria y las secundarias, los diámetros son los siguientes:

Tubería primaria: Ø 90 PVC

Tuberías secundarias: Ø 40 PVC

BIBLIOGRAFÍA

1. ABDELNOUR ESQUIVEL, A. and V. JIMÉNEZ BONILLA. 2011. *Identificación y Valor Nutricional De Algunas Especies Nativas De Arándano (Vaccinium spp.)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
2. ALLEN, R., et al. 2006. *Evapotranspiración Del Cultivo*. Anon.Roma: FAO. ISSN 92-5-304219-2.
3. ALMOROX, J. Evapotranspiración Potencial Según Thornthwaite. *Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETr*.
4. ANDREU, J., et al. 2006. Estiércoles y Fertilización Nitrogenada. En: Gobierno de Aragón. Centro de transferencia agroalimentaria, ed. Fertilización nitrogenada: guía de actualización. Gobierno de Aragón. Centro de transferencia agroalimentaria.
5. AYERS, R. S. and D. W. WESTCOT. 1985. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and drainage paper 29. Roma: .
6. BOA. 2007. Norma Técnica Específica Para La Producción Integrada De Fruta De Pepita. 63.
7. CASANOVA GASTÓN, J. and R. J. REINÉ VIÑALES. 2001. *Prácticas De Arboricultural Frutal*. Anon. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
8. CISNEROS, E. and M. BIRCHER. 2006. *Plan De Promoción Sectorial. Arándanos*. Anon.Argentina: Fundación Export.Ar.
9. CONTRERAS CIFUENTES, M. R. 2010. Efecto De La Aplicación De CPPU Sobre La Calidad De Fruta En Arándano Alto (*Vaccinium Corymbosum* L.) Cultivar Elliot. .
10. DEMCHAK, K. 2013. Blueberries. En: A. Kirsten, ed. The Mid-Atlantic berry guide. Pennsylvania: PennState. College of agricultural science.
11. Diario oficial de la Unión Europea. 2008. 889.
12. Diario Oficial de la Unnión Europea. 2008. Disposiciones De Aplicación Del Reglamento (CE) nº 834/2007 Del Consejo Sobre Producción y Etiquetado De Los Productos Ecológicos. 889.
13. FAO. 2012. *Faostat*. <http://faostat.fao.org/?lang=es#> Anon.
14. FORBES, P., E. MANGAS RAMIS, and N. PAGANO. 2009. Producción De Arándanos. *Diseño y evaluación de proyectos agroindustriales*.
15. GARCÍA ROLLÁN, M., ed. 1985. *Claves De La Flora De España. Volumen I*. Anon.Madrid: Mundi-Prensa.
16. GARCÍA RUBIO, J. C. and García González de Lena, G. 2006. *Orientaciones Para El Cultivo Del Arándano. El Cultivo Del Arándano En Asturias*. Servicio regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Asturias: Ministerio deMedio Ambiente y Medio Rural y Marino.
17. GIL-ALBERT VELARDE, F. 1998. *Tratado De Arboricultura Frutal. Vol II. La Ecología Del Árbol Frutal*. 4ª edn. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN 84-491-0336-3.
18. GRAEPEL THOMAS, E. and T. BUCIEN. 2012. *Production Guide for Organic Blueberries*. J. Carroll, M. Pritts and C. Heidenreich. New York: NYS IPM.
19. HANSON, E. and J. HANCOCK. Marzo, 1996. *Managing the Nutrition of Highbush Blueberries*. Michigan State University Extension edn. Anon.

20. HART, J., *et al.* Noviembre 2006. *Nutrient Management for Blueberries in Oregon*. Anon. Corvallis, Oregon: Oregon State University Extension Service.
21. MATARRANZ GÓMEZ, J. I. Octubre 2008. Inventario Dasométrico-Botánico De La Vegetación Leñosa En El Término Municipal De La Acebeda (Madrid). *Universidad Politécnica de Madrid*.
22. MERLET, H. and M. D'ETIGNY. 1989. Frutales Menores y De Hoja Persistente. *Requerimientos de clima y suelo*. 84.
23. Nutrient Data Laboratory. Septiembre 2012. *Nutrient Data for Blueberries, Raw*. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2184> Anon. Beltsville, Maryland: USDA.
24. PIZARRO, R., *et al.* 2004. *Módulo 3: Curvas De Infiltración*. Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.
25. PRITTS, M. and J. HANCOCK. 1992. *Highbush Blueberry Production Guide*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Nueva York: .
26. RAWLS, W. J., D. L. BRAKENSIEK, and K. E. SAXTON. 1992. Estimation of Soil Water Properties. *Transactions of the ASAE*. 25(5), pp 1316.
27. RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1983. Pisos Bioclimáticos De España. *Lazaroa*. 5 pp 33.
28. ROJANO, B., I. C. ZAPATA, and C. FARID. 2012. Estabilidad De Antocianinas y Valores De Capacidad De Absorbancia De Radicales Oxígeno (ORAC) De Extractos Acuosa De Corozo (*Bactris Guineensis*). *Revista Cubana de Plantas medicinales*. 17(3), pp 244.
29. SCHILDER, A. and T. MILES. Diciembre 2004. *Virus and Viruslike Diseases of Blueberries*. Michigan Agricultural Experiment Station. Michigan: Michigan University.
30. SERIDA. 2005. Boletín Informativo. 1.
31. Spectrum Analytic Inc. *Fertilizing Blueberries*. Anon. Ohio: Spectrum Analytic.
32. VIDAL, I. 2007. *Fertirriego En Berries*. Anon. Chile: Fac. de Agronomía de la Universidad de Concepción.

Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

PLANOS

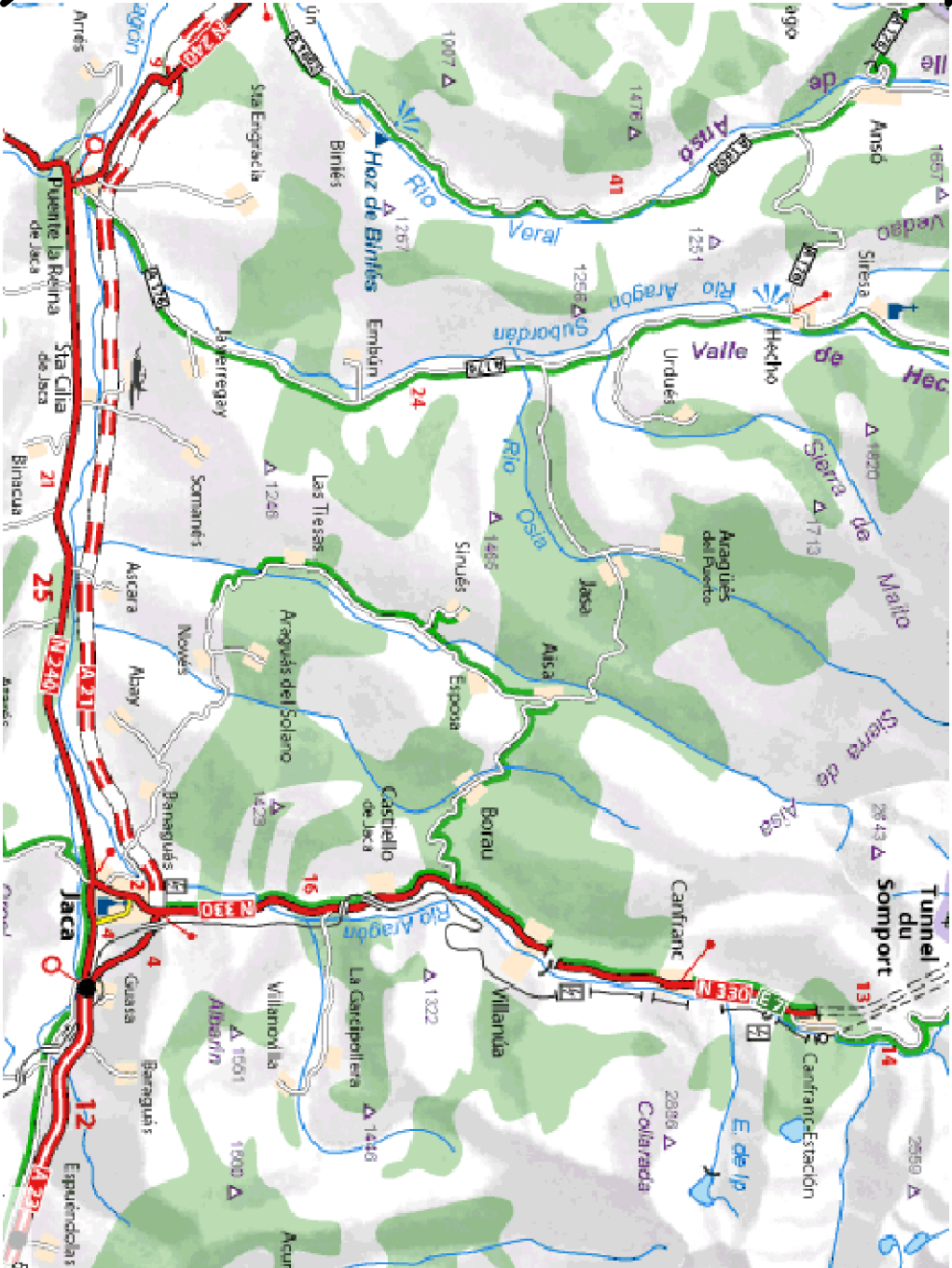
Autora


Laura Garrido Villanueva

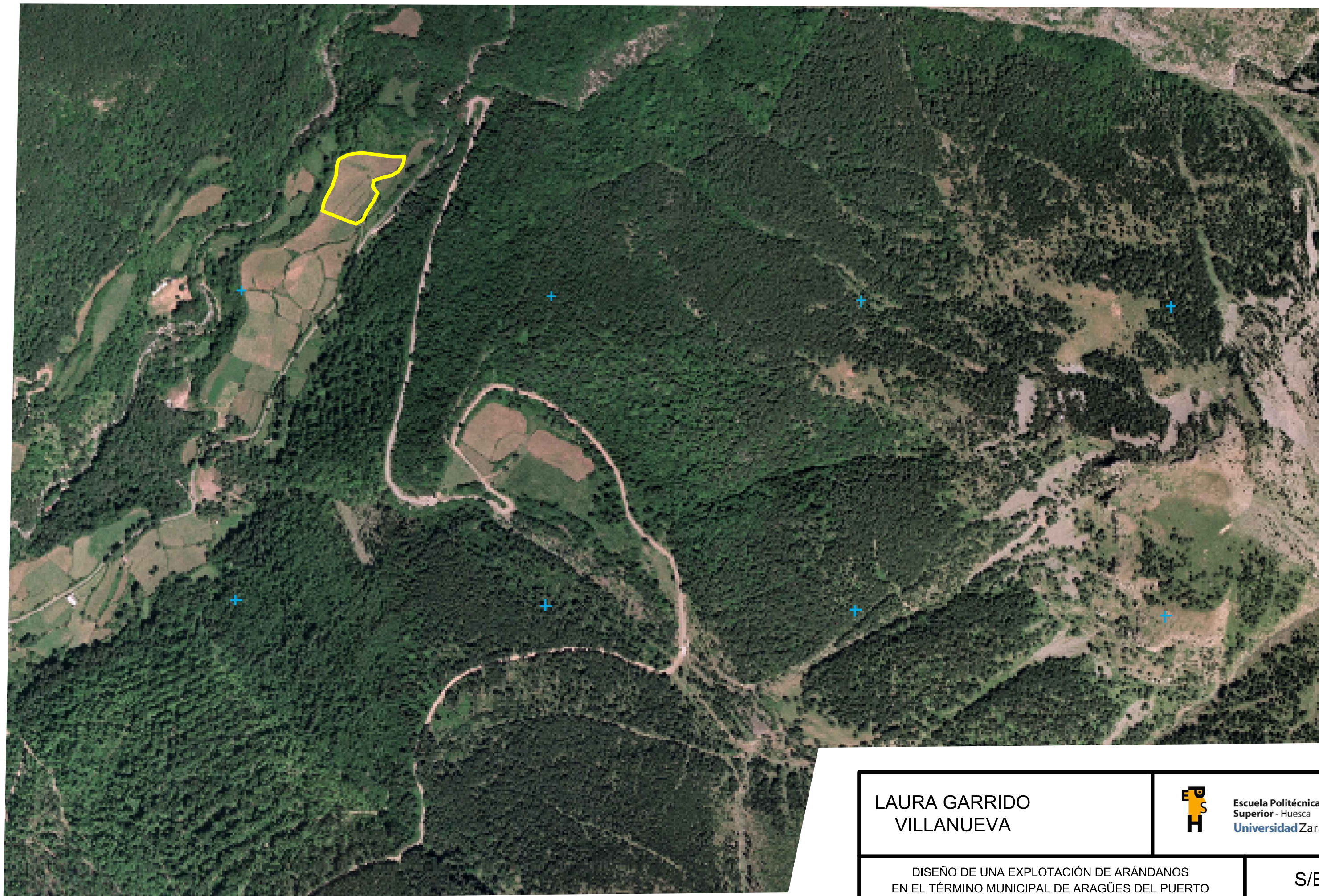
Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza
2014



LAURA GARRIDO VILLANUEVA		 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza
DISEÑO DE UNA EXPLOTACIÓN DE ARÁNDANOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARAGÜES DEL PUERTO		
PLANO DE SITUACIÓN	S/E	PLANO Nº 1



LAURA GARRIDO
VILLANUEVA



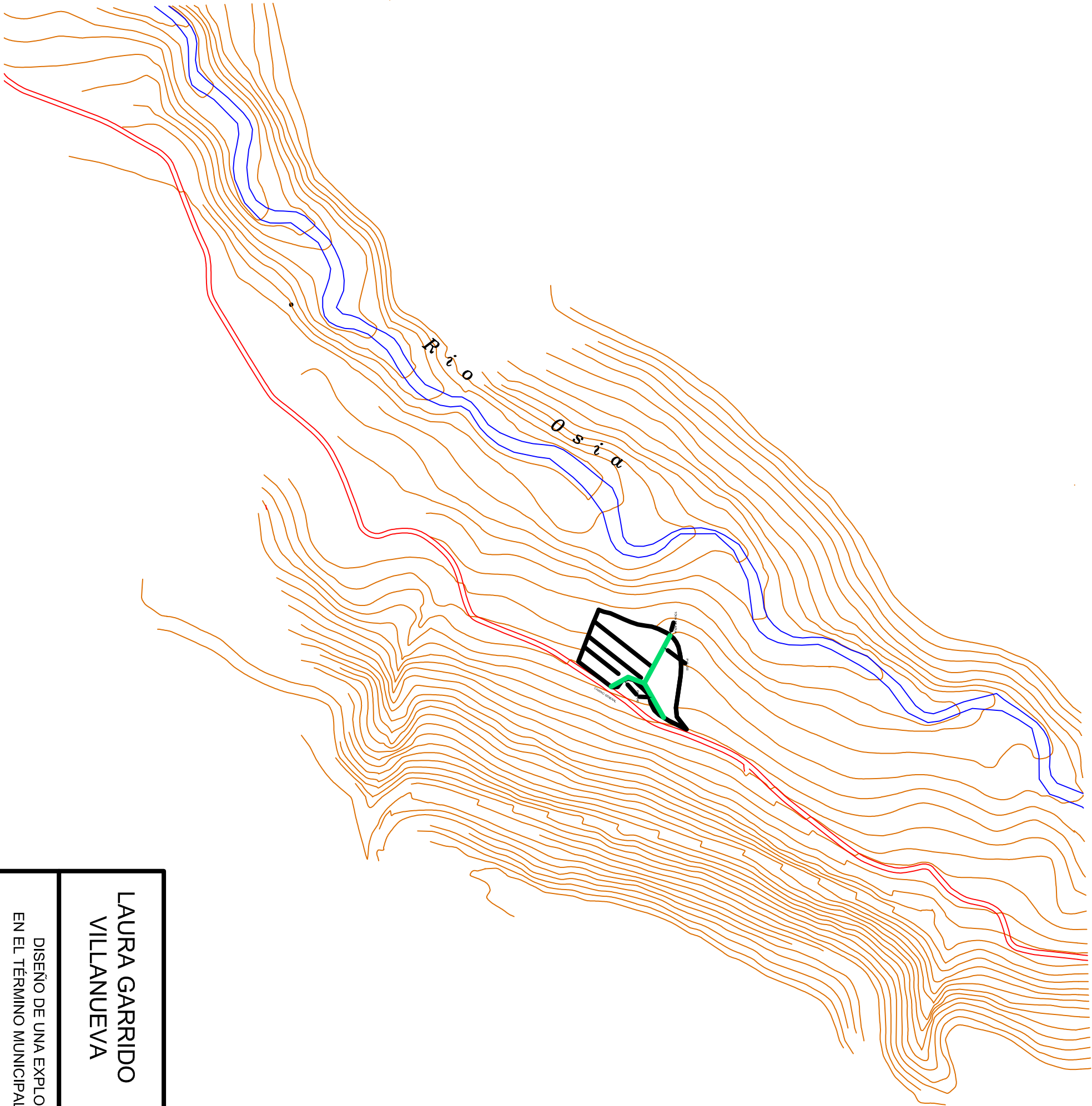
Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

DISEÑO DE UNA EXPLOTACIÓN DE ARÁNDANOS
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARAGÜES DEL PUERTO

ORTOFOTO DE LA PARCELA

S/E

PLANO Nº 2



LAURA GARRIDO
VILLANUEVA

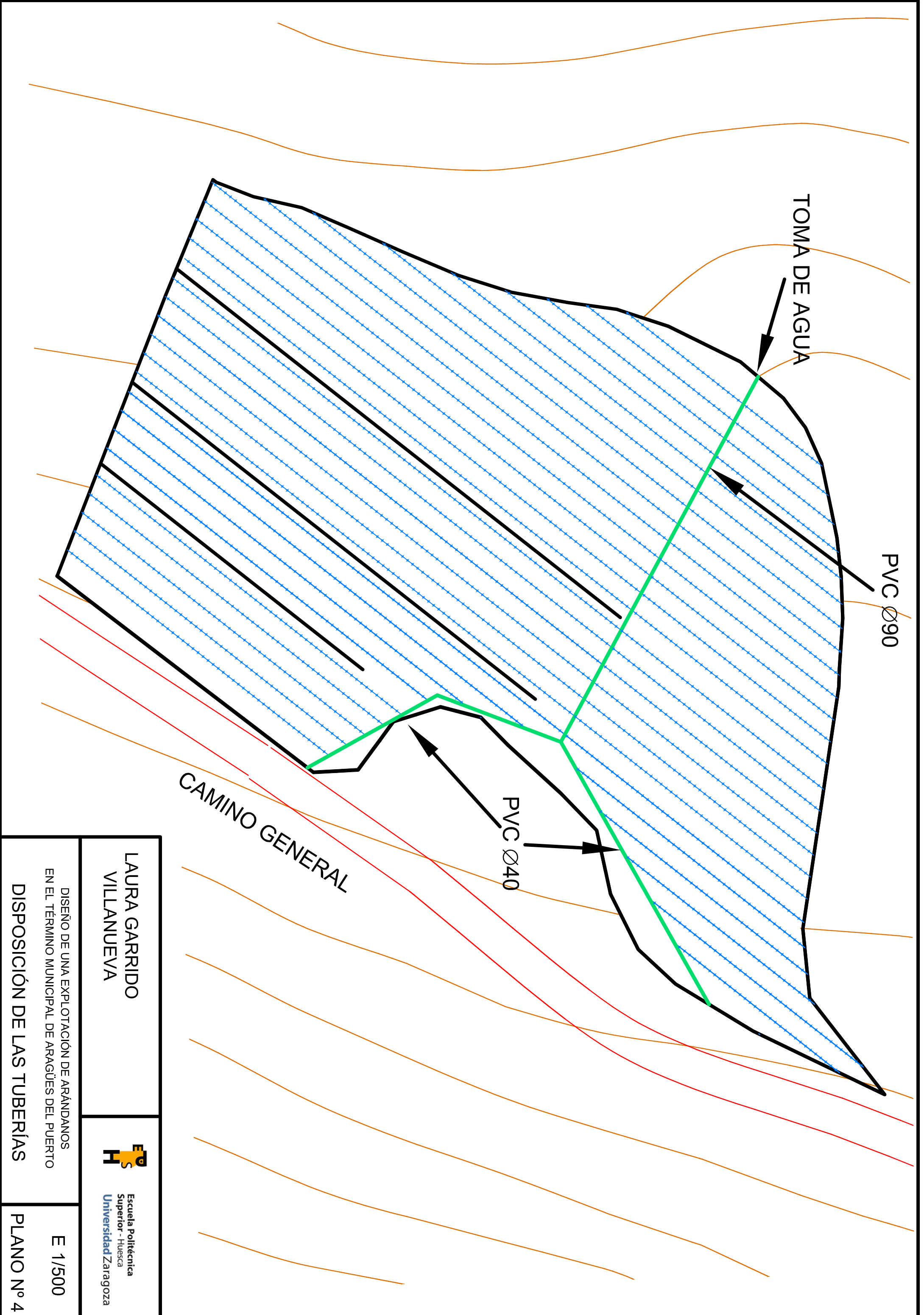



DISEÑO DE UNA EXPLOTACIÓN DE ARÁNDANOS
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARAGÜES DEL PUERTO

LOCALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

E 1/5000

PLANO Nº 3



LAURA GARRIDO VILLANUEVA		 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza
DISEÑO DE UNA EXPLOTACIÓN DE ARÁNDANOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARAGÜES DEL PUERTO		
DISPOSICIÓN DE LAS TUBERÍAS	E 1/500	PLANO Nº 4

Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

PLIEGO DE CONDICIONES

Autora

Laura Garrido Villanueva

Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza
2014

CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES	4
ARTÍCULO 1. Obras objeto del presente proyecto.	4
ARTÍCULO 2. Obras accesorias no especificadas en el Pliego.	4
ARTÍCULO 3. Documentos que definen las obras.....	5
ARTÍCULO 4. Compatibilidad y relación entre los documentos.	5
ARTÍCULO 5. Director de la obra.	5
ARTÍCULO 6. Disposiciones a tener en cuenta.	6
CAPITULO II. CONDICIONES DE LAS PLANTAS.....	7
EPIGRAFE I. CONDICIONES GENERALES.....	7
ARTÍCULO 7. Suministro de plantas a la obra	7
ARTÍCULO 8. Especificidad del material vegetal.....	7
ARTÍCULO 9. Condiciones de los materiales.	7
ARTÍCULO 10. Control de calidad.....	9
ARTÍCULO 11. Sanidad vegetal.....	10
ARTÍCULO 12. Condiciones de los materiales	10
ARTÍCULO 13. Sintomatología.	10
ARTÍCULO 14. Material vegetal autóctono.....	11
ARTÍCULO 15. Dimensionado del material vegetal	12
ARTÍCULO 16. Proceso de producción	12
ARTÍCULO 17. Condiciones de recepción	13
ARTÍCULO 18. Planta en raíz desnuda.....	13
ARTÍCULO 19. Planta en cepellón	13
ARTÍCULO 20. Planta en contenedor	13
ARTÍCULO 21. Documentación adjunta al suministro	14
ARTÍCULO 22. Control de calidad.....	14
ARTÍCULO 23. Medición y abono	15
ARTÍCULO 24. Ejecución de las plantaciones.....	16
EPIGRAFE II. CONDICIONES GENERALES Y DEL PROCESO DE EJECUCIÓN	16
ARTÍCULO 25. Planta en raíz desnuda.....	16
ARTÍCULO 26. Planta con cepellón.	17
ARTÍCULO 27. Planta en contenedor.....	17
ARTÍCULO 28. Período de plantaciones	17
ARTÍCULO 29. Precauciones de las plantaciones.....	18
ARTÍCULO 30. Condiciones de las instalaciones	20
ARTÍCULO 31. Criterios de aceptación y rechazo	20

ARTÍCULO 32. Control de calidad de la plantación	20
ARTÍCULO 33. Salida del vivero hacia el área de plantación	21
ARTÍCULO 34. Reposición de marras.....	22
CAPITULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA.....	23
EPIGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA	23
ARTÍCULO 35. Remisión de solicitud de ofertas.	23
ARTÍCULO 36. Residencia del contratista.....	23
ARTÍCULO 37. Reclamaciones contra las ordenes de direccion	24
ARTÍCULO 38. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.....	24
ARTÍCULO 39. Copia de los documentos	24
EPIGRAFE II.- TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES	24
ARTÍCULO 40. Libro de ordenes	24
ARTÍCULO 41. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecucion.....	25
ARTÍCULO 42. Condiciones generales de ejecucion de los trabajos.....	25
ARTÍCULO 43. Trabajos defectuosos	26
ARTÍCULO 44. Obras y vicios ocultos.....	26
ARTÍCULO 45. Materiales no utilizables o defectuosos.....	26
ARTÍCULO 46. Medios auxiliares.....	27
EPIGRAFE III: RECEPCION Y LIQUIDACION.....	28
ARTÍCULO 47. Recepciones provisionales	28
ARTÍCULO 48. Plazo de garantía	28
ARTÍCULO 49. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente	29
ARTÍCULO 50. Recepción definitiva	29
ARTÍCULO 51. Liquidación final.....	30
ARTÍCULO 52. Liquidación en caso de rescisión	30
EPIGRAFE IV.- FACULTADES DE LA DIRECCION DE OBRAS	30
ARTÍCULO 53. Facultades de la dirección de obras.....	30
CAPITULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE ECONOMICA	31
EPIGRAFE I.- BASE FUNDAMENTAL	31
ARTÍCULO 54. Base fundamental.....	31
EPIGRAFE II.- GARANTIAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....	31
ARTÍCULO 55. Garantías.....	31
ARTÍCULO 56. Fianzas.....	31
ARTÍCULO 57. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	31
ARTÍCULO 58. Devolución de la fianza.....	32

EPIGRAFE III.- PRECIOS Y REVISIONES	32
ARTÍCULO 59. Precios contradictorios.	32
ARTÍCULO 60. Reclamaciones de aumento de precios	33
ARTÍCULO 61. Revisión de precios	33
ARTÍCULO 62. Elementos comprendidos en el presupuesto.	35
EPIGRAFE IV.- VALORACION Y ABONO DE LOS TRABAJOS	35
ARTÍCULO 63. Valoración de la obra.....	35
ARTÍCULO 64. Mediciones parciales y finales.	35
ARTÍCULO 65. Equivocaciones en el presupuesto	36
ARTÍCULO 66. Valoración de las obras incompletas.....	36
ARTÍCULO 67. Carácter provisional de las liquidaciones parciales	36
ARTÍCULO 68. Pagos.....	37
ARTÍCULO 69. Suspensión por retraso de pagos.	37
ARTÍCULO 70. Indemnización por retraso de los trabajos.....	37
ARTÍCULO 71. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.	37
EPIGRAFE V.- VARIOS	38
ARTÍCULO 72. Mejora de obras	38
ARTÍCULO 73. Seguro de los trabajos.....	38
CAPITULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.	40
ARTÍCULO 74. Jurisdicción	40
ARTÍCULO 75. Accidentes de trabajo y daños a terceros.	40
ARTÍCULO 76. Pagos de arbitrios.....	41
ARTÍCULO 77. Causas de rescisión del contrato.	41

CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1. Obras objeto del presente proyecto.

Se considerarán 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 terminado el embalse e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán a medida que 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 encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de 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 entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede, redacte el oportuno proyecto.

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 Agrónomo o Ingeniero Técnico Agrícola o Ingeniero Industrial, 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 o Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar al obra.

ARTÍCULO 6. Disposiciones a tener en cuenta.

- Ley de Contratos del Estado aprobada por Decreto 923/1.965 de 8 de abril.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3.354/1.967 de 28 de diciembre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Normas Básicas (N.B.E.) y Tecnológicas de la Edificación (N.T.E.)
- Instrucción E.H.E para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa, hormigón armado o pretensado..
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas. complementarias.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de octubre de 1.966.

CAPITULO II. CONDICIONES DE LAS PLANTAS.

EPIGRAFE I. CONDICIONES GENERALES

ARTÍCULO 7. Suministro de plantas a la obra

El suministro de plantas a la obra está sujeto a prescripciones que se refieren a las siguientes operaciones y conceptos y se definen en los apartados que siguen:

- Especificidad del material vegetal
- Sanidad vegetal
- Material vegetal autóctono
- Dimensionado del material vegetal

ARTÍCULO 8. Especificidad del material vegetal

Se entiende por “especificidad del material vegetal” la identidad existente en género, especie y variedad entre las plantas definidas en proyecto y las introducidas en la Obra.

ARTÍCULO 9. Condiciones de los materiales.

Toda especie y/o variedad vegetal deberá corresponderse con la definida en proyecto. Ante cualquier indefinición o duda referente a la especie será de aplicación el criterio establecido en la obra “Flora Ibérica” (Castroviejo, S. et al. 1986-1997. Flora Iberica. Tomos I, II, III, IV, V y VIII. CSIC.) o en “Flora Europaea” (Tutin, T.G. et al. 1964-1980. Flora Europaea. 5 vol. Cambridge University Press), o en su defecto, el dictamen de un centro oficial designado por el Ingeniero Director de la Obra.

Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda presentarán cortes limpios y recientes, sin desgarrones ni heridas.

Su porte será normal y bien ramificado, y las plantas de hoja perenne presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis.

Las plantas suministradas poseerán un sistema radical en el que se hayan desarrollado las radículas suficientes para establecer prontamente un equilibrio con la parte aérea.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural, en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Se deben corresponder el porte y desarrollo con la edad de las plantas. La edad de las plantas será la mínima necesaria para obtener el porte exigido, no admitiéndose aquellos ejemplares que, aún cumpliendo la condición de porte, sobrepasen en años la edad necesaria para alcanzarlo.

La planta estará bien conformada y su desarrollo estará en consonancia con la altura. Los fustes serán derechos y no presentarán torceduras ni abultamientos anormales o antiestéticos.

En todas las plantas habrá equilibrio entre la parte aérea y su sistema radical. Este último estará perfectamente constituido y desarrollado en razón a la edad del ejemplar, presentando de manera ostensible las características de haber sido repicado en vivero.

En cuanto a las dimensiones y características particulares, se ajustarán a las descripciones del anejo de integración ambiental, debiéndose dar como mínimo: para árboles, el perímetro y/o altura; para los arbustos, la altura, y para plantas herbáceas, la modalidad y tamaño.

El crecimiento será proporcionado a la edad, no admitiéndose plantas reviejas o criadas en condiciones precarias cuando así lo acuse su porte. Las dimensiones que se entienden:

Altura: la distancia desde el cuello de la planta a su parte más distante del mismo, salvo en los casos en que se especifique lo contrario.

Perímetro: perímetro medido a un metro de la base del tronco.

Ante cualquier indefinición se estará a lo dispuesto por el Ingeniero Director.

ARTÍCULO 10. Control de calidad.

Recepción: Todo material vegetal introducido en obra deberá estar etiquetado con indicación de género, especie, autor y variedad si procediera. El material de las etiquetas deberá ser biodegradable.

Para las especies indicadas en la Orden 21 de enero de 1986 por la que se regula la comercialización de los materiales forestales de reproducción, deberá acompañarse de documento que acredite la procedencia de su material de reproducción haciendo referencia explícita a los números de lote y etiquetas oficiales. En caso contrario no se recepcionará dicho material, indicando este hecho en el libro de incidencias de Obra.

Identidad del material vegetal: Cuando el Ingeniero Director lo estime oportuno se procederá a un muestreo para la identificación de las especies y variedades suministradas. En caso de duda el Ingeniero Director designará el centro oficial de referencia.

Criterios de aceptación y rechazo. Serán rechazadas las plantas:

- Que en cualquiera de sus órganos o en su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Que hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Que hayan tenido crecimientos desproporcionados, por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Que lleven en el cepellón plántulas de malas hierbas.
- Que durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- Que no vengan protegidas por el oportuno embalaje.

Independientemente del momento en el que se detectara y verificara la falta de identidad entre una especie introducida en obra respecto a la definida en proyecto, ésta será objeto de rechazo.

En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto de incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura, a evidenciar en el período de garantía de las obras.

ARTÍCULO 11. Sanidad vegetal

Se entiende por "Sanidad Vegetal" la ausencia de daños y alteraciones en la planta producidos por parásitos vegetales y animales, enfermedades y afecciones no parasitarias.

ARTÍCULO 12. Condiciones de los materiales

Documentación exigible. Todas las especies objeto de plantación serán originarias o procedentes de empresas o viveros inscritos en el Registro Oficial de Productores de Plantas de Vivero. Además, para los géneros listados a continuación, se exigirá su inscripción en el Registro de Comerciantes, Productores e Importadores y en su circulación por el territorio serán portadores de Pasaporte Fitosanitario.

ARTÍCULO 13. Sintomatología.

En las diferentes partes de las plantas no podrán observarse los siguientes síntomas:

Raíces: nódulos, tumores, pudrimientos, necrosis, esclerosis.

Tallos: chancros, pudrimientos, malformaciones, tumores, necrosis, galerías, alteraciones de pigmentación.

Hojas: manchas, decoloraciones, malformaciones, agallas, marchitez, galerías, picaduras de insectos.

Ante cualquier síntoma que haga sospechar la existencia de patología o presencia de organismos nocivos, el Ingeniero Director adoptará las medidas oportunas para su diagnóstico.

La planta debe presentar una relación proporcionada entre el tamaño de su parte aérea, el diámetro de cuellos de la raíz, el tamaño y densidad de las raíces, y la edad de la planta.

La forma de la planta se debe ajustar a la normal de cada especie. De igual manera el color del follaje, así como la estructura del ramaje y su lignificación deben ser normales.

La forma y aspecto del sistema radicular será normal y no presentará raíces excesivamente espirilizadas o amputadas, para lo cual se empleará el envase adecuado.

Nemátodos

Las raíces y las tierras y sustratos unidos a la planta deberán estar exentos de nemátodos fitoparásitos.

Nemátodos

A la recepción de la planta se podrá tomar muestra (tamaño de muestra definido por Ingeniero Director) de raíces y/o sustratos para su remisión al Centro Oficial de Sustratos para su remisión al Centro Oficial de Análisis y se procederá a verificar la ausencia de nemátodos fitoparasitarios conforme a la metodología descrita en el "Manual de Laboratorio. Diagnóstico de Hongos, Bacterias y Nemátodos Fitopatógenos" del "Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación".

Especies objeto de revegetación

En cada una de las especies objeto de revegetación se procederá al control sanitario de parásitos, patógenos y enfermedades.

La Dirección Ambiental de Obra podrá ordenar controles complementarios atendiendo a los Avisos fitosanitarios emitidos por Organismos Oficiales en condiciones climáticas singulares.

ARTÍCULO 14. Material vegetal autóctono

DEFINICIÓN

A efectos del presente proyecto se entiende por "material vegetal autóctono" a aquellas especies o variedades que se hallen en la zona bien por tratarse de plantas pertenecientes a los ecosistemas locales, bien por tratarse de especies cultivadas habitualmente en dicho punto.

CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Procedencia

Las especies vegetales autóctonas procederán de viveros cuyas condiciones climáticas, fisiográficas, edáficas, etc hagan prever una adaptación correcta a la localización en que se realizará la plantación definitiva.

Especies objeto de revegetación "autéctona"

Las especies objeto de revegetación autóctona son las definidas en el epígrafe Definición.

Especies no identificadas como autóctonas

Se admitirá la plantación de especies no identificadas como autóctonas únicamente bajo autorización explícita y debidamente documentada del Ingeniero Director, atendiendo a criterios de ubicación.

CONTROL DE CALIDAD

Serán objeto de seguimiento e inspección todas aquellas actividades destinadas a conseguir propágulos con categoría de autóctonas.

Cualquiera de las actividades seguidamente indicadas será notificada a la Dirección de Obra con la suficiente antelación para posibilitar su correcta inspección:

- Recolección
- Almacenamiento
- Proceso de germinación
- Formación de plántula
- Formación de lotes

Criterios de aceptación y rechazo

Será objeto de aplicación lo expuesto en los apartados Dimensionado del Material Vegetal y Sanidad Vegetal.

ARTÍCULO 15. Dimensionado del material vegetal

Se entiende por "dimensionado del material vegetal" la información que incluye tanto el proceso de producción de la planta como el dimensionado de los parámetros que definen sus condiciones de suministro a obra.

ARTÍCULO 16. Proceso de producción

Para todo tipo de planta (a raíz desnuda, en cepellón o en contenedor), las condiciones climáticas, régimen térmico e higrométrico del vivero de procedencia deberán ser similares o en su caso más rigurosas que las de la zona objeto de la plantación.

ARTÍCULO 17. Condiciones de recepción

La planta en contenedor sólo se podrá admitir cuando así lo especifique el Proyecto y en cualquier caso pasará el último año de producción en contenedor sujeto a lo especificado en el párrafo anterior.

ARTÍCULO 18. Planta en raíz desnuda.

Se verificará, en el momento de su suministro, la existencia de una abundante masa de raíces secundarias que aseguren su supervivencia.

No se observará, a criterio de la Dirección Ambiental de Obra, ningún tipo de actividad vegetativa.

Se comprobará que el perímetro medido a un metro del cuello de raíz y las alturas máximas/mínimas se encuentran dentro de los intervalos definidos en el Proyecto.

El tiempo desde su arranque en vivero hasta su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas y sus raíces vendrán debidamente protegidas contra el estrés hídrico (sacos humectados, etc.).

ARTÍCULO 19. Planta en cepellón

Se verificará, en el momento de su suministro, la inexistencia de raíces secundarias que traspasan el cepellón. Se comprobará que el perímetro, medido a un metro del cuello de raíz, las alturas máximas/mínimas y el dimensionado del cepellón se encuentran dentro de los intervalos definidos en el Proyecto. En ningún caso se admitirá planta en bolsa.

El tiempo desde su arranque en vivero a su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas. No se admitirán riegos antes del arranque, como mínimo en un periodo de dos meses, sin orden expresa de la Dirección Ambiental de Obra.

ARTÍCULO 20. Planta en contenedor

Se verificará, en el momento de su suministro, la existencia de raíces secundarias en las caras internas del contenedor.

No se admitirán plantas con raíces espiralizadas. Se comprobará que el perímetro medido a un metro del cuello de raíz, las alturas máximas/mínimas, el dimensionado de los contenedores y el estado de ramificación se encuentran dentro de los intervalos definidos en el Proyecto.

El tiempo desde su arranque en vivero hasta su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas.

ARTÍCULO 21. Documentación adjunta al suministro

Las plantas se suministrarán etiquetadas por lotes, entendiéndose éstos como los conjuntos de plantas definidos en origen por la Dirección Ambiental de Obra a partir de la similitud en los siguientes parámetros: especie, variedad, edad, proceso de producción y zona de cultivo en vivero.

En cada lote se definirán, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Especie
- Variedad
- Tamaño
- Edad
- Procedencia del propágulo
- Número de repicados
- Fecha del último repicado
- Número de plantas
- Nombre del vivero y nombre de registro en el organismo de control

ARTÍCULO 22. Control de calidad

Control de calidad a la recepción

A la recepción se verificará el dimensionado de la planta (tamaño de muestra definido por la Dirección Ambiental de Obra). Todo esto quedará reflejado en la correspondiente ficha de Seguimiento y Recepción del Material Vegetal.

Criterio de aceptación y rechazo

Se aceptará el lote de plantas si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el epígrafe Condiciones de los materiales. En caso de que algunas muestras

incumplan las condiciones definidas en el presente Artículo, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo del lote, sin que en ningún caso las plantas ni las operaciones necesarias para su correcta y total restitución sean objeto de abono.

ARTÍCULO 23. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidades de planta según queden definidas en el proyecto. El precio de la planta incluye el suministro, transporte y descarga a pie de obra, así como cuantas operaciones se deriven de su conservación en obra hasta su definitiva plantación. No serán objeto de abono ninguna de las operaciones, materiales o actividades realizadas en Vivero de Obra sobre las plantas, cualquiera que sea su procedencia.

El rechazo de una planta debido a su falta de identidad con la definida en proyecto comportará la pérdida de los derechos de abono de ésta así como de cuantos materiales y operaciones hayan sido consumidos y ejecutados hasta el momento de su rechazo y sean necesarios para su retirada de obra.

FICHA DE SEGUIMIENTO Y RECEPCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

FICHA DEL VIVERO	
NOMBRE:	
DIRECCIÓN:	PROVINCIA:
POBLACIÓN:	COMARCA:
INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO OFICIAL:	

FICHA DEL MATERIAL VEGETAL		
DEFINICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL		
GÉNERO:	ESPECIE:	CULTIVAR:
Nº DEL LOTE:	TAMAÑO DEL LOTE:	
PROCEDENCIA DEL PROPÁGULO:		
TAMAÑO:	EDAD:	
NÚMERO DE REPICADOS	FECHA ÚLTIMO REPICADO:	
FIRMA		

De acuerdo con el dimensionado del material vegetal en la recepción en tallo

La Dirección Ambiental de Obra

ARTÍCULO 24. Ejecución de las plantaciones

Se entiende por Unidad de Obra "de ejecución de plantaciones", el conjunto de operaciones necesarias para el correcto establecimiento y el enraizamiento en el lugar definido en el proyecto de las especies objeto de revegetación procedentes de vivero.

No se podrá iniciar la plantación, sin la previa aprobación por la Dirección Ambiental de Obra, del replanteo y de la concreta ubicación de cada especie.

EPIGRAFE II. CONDICIONES GENERALES Y DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

ARTÍCULO 25. Planta en raíz desnuda.

El dimensionado del hoyo de plantación se definirá en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra de acuerdo con la especie y las dimensiones de la misma.

En la ejecución de la plantación se mantendrá la posición original de la raíz y se prestará especial atención a la raíz principal. En todo momento, la profundidad de enterrado de cuello será análoga a la de su situación en vivero.

Cualquier enmienda orgánica o mineral se encontrará definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra.

ARTÍCULO 26. Planta con cepellón.

Si no viniese especificado en el Proyecto, el dimensionado del hoyo de plantación será como mínimo 10 cm superior a las superficies externas del cepellón.

Al realizar la plantación se mantendrá la posición originaria de la planta en vivero. Una vez situada en el correspondiente agujero, se procederá a la rotura y retirada de todos los componentes que forman el cepellón (escayola, tela metálica, sacos, etc.).

Cualquier enmienda orgánica o mineral se encontrará definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra.

ARTÍCULO 27. Planta en contenedor.

Si no viniese especificado en el Proyecto, para los contenedores cuyo diámetro sea inferior a 20 cm, el hoyo de plantación deberá poseer un diámetro de como mínimo el doble del diámetro nominal del contenedor y una profundidad que supere la del contenedor en, como mínimo, 10 cm.

Para los contenedores cuyo diámetro sea superior a 20 cm, el dimensionado del hoyo de plantación será, como mínimo, 10 cm superior a las superficies externas de la mota.

Al realizar la plantación se mantendrá la posición originaria de la planta de vivero.

Cualquier enmienda orgánica o mineral habrá de estar definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra.

ARTÍCULO 28. Período de plantaciones

El período de plantación para cada especie y/o presentación de planta quedará definido en el Proyecto. El Director de Obra, atendiendo a las condiciones climáticas de la zona, podrá modificar este intervalo.

Este período debe coincidir con el reposo vegetativo, pero evitando los días de heladas fuertes.

Si en la plantación a raíz desnuda de especies de hoja caduca se requiere su plantación cuando su foliación ha comenzado, la operación se realizará tomando las siguientes precauciones:

- Poda fuerte de la parte aérea, de modo que se facilite la tarea del sistema radical, procurando siempre mantener la forma del árbol.
- Supresión de las hojas ya abiertas cuidando de no suprimir las yemas que pudieran existir en el punto de inserción.
- Aporte de nueva tierra para el hoyo, y utilización de estimulantes del enraizamiento.
- Protección del tronco contra la desecación.
- Riegos frecuentes en el hoyo, y sobre tronco y ramas.

ARTÍCULO 29. Precauciones de las plantaciones.

Cuando lleguen las plantas se cuidará de que no se sequen las raíces y se tomarán las máximas precauciones para evitar magulladuras, roturas u otros daños físicos a las raíces, tallos o ramas de las plantas. Las plantas dañadas serán retiradas y repuestas.

Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas, hay que proceder a depositarlas. El depósito sólo afecta a las plantas que se reciban a raíz desnuda o en cepellón cubierto con envoltura porosa (paja, maceta de barro, yeso, etc). No es necesario en cambio cuando se reciban en cepellón cubierto de material impermeable (maceta de plástico, lata, etc).

La operación de depósito consistirá en colocar las plantas en una zanja u hoyo, y en cubrir las raíces con una capa de tierra de diez centímetros al menos, distribuida de modo que no se queden intersticios en su interior, para protegerlas de la desecación o de las heladas hasta el momento de su plantación definitiva.

Excepcionalmente, y sólo cuando no sea posible tomar precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material como hojas, tela, papel, etc, que las aisle de alguna manera del contacto con el aire.

No se apilarán en ningún caso unas plantas sobre otras, o tan apretadamente que puedan resultar dañadas por la compresión o el calor.

No deben realizarse plantaciones en época de heladas. Si las plantas se reciben en obra en una de esas épocas deberán depositarse hasta que cesen las heladas.

Si las plantas han sufrido durante el transporte temperaturas inferiores a 0 °C no deben plantarse (ni siquiera desembalsarse), y se colocarán así embaladas en un lugar bajo cubierta, donde puedan deshelarse lentamente.

Si presentan síntomas de desecación, se introducirán en un recipiente con agua o con una mezcla de tierra y agua, durante unos días, hasta que los síntomas desaparezcan, o bien se depositarán en una zanja, cubriendo con tierra húmeda la totalidad de la planta (no sólo las raíces).

Siempre se tendrá en cuenta el efecto de drenaje producido por la capa del suelo que rellena la parte más inferior del hoyo de plantación. Si se considera que el efecto de drenaje producido por esta capa no es suficiente, por estar formada por elementos muy finos, se colocará una capa filtrante de grava en el fondo de los hoyos.

Antes de “presentar” la planta, se echará en el hoyo la cantidad precisa de tierra para que el cuello de la raíz quede luego a nivel del suelo o ligeramente más bajo.

Sobre este particular, que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse después, se seguirán las indicaciones de la Dirección Ambiental de Obra, y se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra, que puede establecerse como término medio, alrededor del quince por cien.

En la orientación de las plantas se seguirán las normas que a continuación se indican:

- Los ejemplares de gran tamaño se colocarán con la misma que tuvieron en origen.
- En las plantaciones aisladas, la parte menos frondosa se orientará hacia el sudeste para favorecer el crecimiento del ramaje al recibir el máximo de luminosidad.
- Las plantaciones continuas (pantallas, cerramientos) se harán de modo que la cara menos vestida sea la más próxima al exterior.

ARTÍCULO 30. Condiciones de las instalaciones

Toda planta -ya sea en raíz desnuda, cepellón o contenedor- de la que, en el momento de su recepción, no se prevea su plantación en un plazo máximo de 12 horas deberá ser depositada en la zona del Vivero de obra destinada a su mantenimiento. Se asegurará que se suministre suficiente agua para el adecuado mantenimiento de las plantaciones.

Los lotes de distinta procedencia no se mezclarán y, a efectos de su plantación en el vivero, serán de aplicación las condiciones establecidas en el Artículo Ejecución de plantaciones.

El área de mantenimiento dispondrá de una zona destinada al endurecimiento de la planta. Quedará a criterio de la Dirección de Obra ordenar el trasplante de lotes, bien procedan del área interior del Vivero de obra, bien si a su recepción en obra se estimarán unas condiciones de vegetación no aptas para su plantación definitiva.

ARTÍCULO 31. Criterios de aceptación y rechazo

La planta de paso por Vivero de obra se aceptará o rechazará a su recepción en obra. Serán de obligado cumplimiento todas las condiciones de control de calidad recogidas en los Apartados Dimensionado del Material Vegetal y Sanidad Vegetal.

La Dirección de Obra, en función del grado de cumplimiento de dichas condiciones, decidirá la aceptación o el rechazo del lote en origen.

En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto de incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura.

ARTÍCULO 32. Control de calidad de la plantación

Con posterioridad a la plantación se podrá proceder a un muestreo de la ejecución definiéndose para cada Unidad de muestra como mínimo la calificación de los siguientes parámetros:

- Verticalidad
- Dimensionado
- Situación del cuello
- Grado de destrucción de la mota
- Integridad del sistema radicular

La valoración de los mencionados parámetros por parte de la Dirección Ambiental de Obra decidirá el rechazo o la aceptación de la Unidad de muestra.

Criterios de aceptación y rechazo

Se aceptará el lote de plantación si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el presente Artículo.

En caso de que alguna muestra incumpla las condiciones establecidas en el presente Artículo en un porcentaje superior al 5% de las plantas, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo de esta Unidad de Obra o, en su defecto, ordenar las enmiendas oportunas, sin que en ningún caso éstas o la nueva ejecución sean objeto de abono.

En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto del incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura.

ARTÍCULO 33. Salida del vivero hacia el área de plantación

La preparación de la planta para su transporte al lugar de plantación, se efectuará de acuerdo con las exigencias de la especie, edad de la planta y sistema de transporte elegido.

Las especies transplantadas a raíz desnuda se protegerán en su zona radicular mediante material orgánico adecuado.

Las plantas en maceta se dispondrán de manera que ésta quede fija y aquellas suficientemente separadas unas de otras, para que no se molesten entre sí.

El transporte se organizará de manera que sea lo más rápido posible, tomando las medidas oportunas contra los agentes atmosféricos, y en todo caso la planta estará convenientemente protegida.

El número de plantas transportadas desde el Vivero de obra al lugar de la plantación, debe ser el que diariamente pueda plantarse. Cuando no sea así, se depositarán las plantas sobrantes en zanjas, cubriendo el sistema radicular convenientemente y protegiendo toda la planta. Si el terreno no tuviera tempero, se efectuará un riego de la zanja manteniendo ésta con la suficiente humedad.

ARTÍCULO 34. Reposición de marras

Se define como reposición de marras la resiembra y sustitución de plantas que el Contratista deberá efectuar durante la ejecución de las obras y durante el período de garantía, hasta su recepción definitiva, cuando las especies correspondientes no hayan tenido el desarrollo previsto, a juicio de la Dirección Ambiental de Obra, o hayan sido dañadas por accidentes.

Se tolerará, en el control anterior a transcurrir el período de garantía, una mortandad máxima del 5% del volumen total de la plantación. Si se observara un porcentaje superior, se sustituirá la planta muerta, por encima de ese límite, sin cargo alguno al propietario.

CAPITULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA

EPIGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

ARTÍCULO 35. Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones específicas en el 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 su 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 36. 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 sus 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 y 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 reformado del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

ARTÍCULO 37. Reclamaciones contra las ordenes de direccion

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo 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 38. Despido por insubordinación, incapacidad y 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 la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuanto el Ingeniero Director lo reclame.

ARTÍCULO 39. 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 estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

EPIGRAFE II.- TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES

ARTÍCULO 40. Libro de ordenes

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Ordenes, 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 figuran en el Pliego de Condiciones.

ARTÍCULO 41. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecucion

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 de este Pliego.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Ingeniero Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro de los meses establecidos por el Ingeniero Director.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

ARTÍCULO 42. Condiciones generales de ejecucion 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" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Para ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el 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 se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

ARTÍCULO 43. 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 en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

ARTÍCULO 44. 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 45. Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos 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 ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 46. Medios auxiliares.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto 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 de la 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.

EPIGRAFE III: RECEPCION Y LIQUIDACION

ARTÍCULO 47. 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 recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escurpuloso 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 48. Plazo de garantía

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

ARTÍCULO 49. 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 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 las obras, 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 y repasar 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 con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

ARTÍCULO 50. 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 Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego.

Si en 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 51. 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 aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 52. 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.

EPIGRAFE IV.- FACULTADES DE LA DIRECCION DE OBRAS

ARTÍCULO 53. 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, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los embalses 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.

CAPITULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE ECONOMICA

EPIGRAFE I.- BASE FUNDAMENTAL

ARTÍCULO 54. Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones de Indole 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 de lo expuesto en el proyecto y obra aneja contratada.

EPIGRAFE II.- GARANTIAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

ARTÍCULO 55. 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 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 56. Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 15% del presupuesto de las obras adjudicadas.

ARTÍCULO 57. 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 los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

ARTÍCULO 58. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

EPIGRAFE III.- PRECIOS Y REVISIONES

ARTÍCULO 59. 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, deba utilizarse.

Si ambos 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 así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los 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 preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a concluirla a satisfacción de éste.

ARTÍCULO 60. Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Indole 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 61. 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 la de los materiales y

transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del 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, transporte, 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, transporte, etc., adquiridos por el Contratista merced a la nueva información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme a los nuevos precios de los materiales, transporte, 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 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 62. 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 o Municipio.

Por esta razón no se abonará 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 y en disposición de recibirse.

EPIGRAFE IV.- VALORACION Y ABONO DE LOS TRABAJOS

ARTÍCULO 63. 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 64. Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada 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 65. 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 66. Valoración de las obras incompletas.

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

ARTÍCULO 67. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

ARTÍCULO 68. 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 69. Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso podrá 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 70. Indemnización por retraso de los trabajos.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

ARTÍCULO 71. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- 1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- 2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- 3.- 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 tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- 4.- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- 5.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPIGRAFE V.- VARIOS

ARTÍCULO 72. Mejora de obras

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

ARTÍCULO 73. 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 objetos 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 ésta 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 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 se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que

suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados 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 la obra que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de embalse 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.

CAPITULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.

ARTÍCULO 74. 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 presidido 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 del 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 la consideración de documento de 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, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando 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.

ARTÍCULO 75. 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 concepto, 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 trabajadores, 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 construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán 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 ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

ARTÍCULO 76. 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 77. Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1.- La muerte o incapacidad del Contratista.

2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos se ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquello derecho a indemnización alguna.

3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a).- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en o menos , del 40%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b).- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40%, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación , en este caso , la devolución de la fianza será automática.

5.- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9.- El abandono de la obra sin causa justificada.

10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

En la ciudad de Huesca, a veintiuno de septiembre de dos mil cinco.

El Ingeniero Agrónomo

Fdo. Pascual Fernando Monaj Armengol



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

PRESUPUESTO

Autora

Laura Garrido Villanueva

Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza

2014

CUADRO DE MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS		
D02AA501	M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	1.000,00
E01	M3 EXCAV.MECÁN. ZANJAS M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia dura, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.	36,00
D02VA201	M3 CARGA TIERRAS A MÁQUINA M3. Carga de tierras procedentes de la excavación, sobre camión volquete de 10 Tm., mediante pala cargadora de 1,3 m3., i/p.p. de costes indirectos.	29,00
D02TK001	M2 COMPACTADO TIERRA SIN APORTE M3. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., i/p.p. de costes indirectos.	1.000,00
D02AA600	M2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	1.000,00
E09	h CABALLONES	20,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
CAPÍTULO 12 PLANTACION		
D39AE150	h APERTURA HOYOS M3. Apertura de hoyo para plantación de árbol por medios mecánicos, incluido relleno.	66,00
E02	Ud PLANTA ARANDANO (VACCINUM SP.) 1,5-2 AÑOS. Ud. Suministro y plantación y primer riego de Olea Europaea (olivo) de 1,0 a 1,5 años de edad, con cepellón. Incluido el enterrado y demas medios necesarios.	3.400,00
PFCN001	h REPLANTEO Replanteo sobre el terreno de la colocación de las plantas. Incluye los medios necesarios para su marcaje.	66,00
E03	m COLOCACIÓN MALLA AH	2.500,00
E10	ABONADO DE FONDO	1,00
E13	ENMIENDA ÁCIDA	2,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
CAPÍTULO 14 RIEGO		
E05	m MANGUERA DE GOTEO	2.500,00
E06	UNIDAD DE FERTIRRIGACIÓN	1,00
PFCTDS90	m. TUBERIA PVC 90 mm. MI. Tubería de PVC sanitaria serie C, de 90 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, i/ p.p. de piezas especiales según NTE-ISS-49, UNE 53114, ISO-DIS-3633.	1.207,00
PFCTUB40	m TUBERÍA PVC 40 mm. MI. Tubería de PVC de 40 mm. serie C de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada.	91,00

UNITARIOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
D02AA501	M2	DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	
		TOTAL PARTIDA.....	0,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
E01	M3	EXCAV.MECÁN. ZANJAS M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia dura, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.	
		TOTAL PARTIDA.....	14,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
D02VA201	M3	CARGA TIERRAS A MÁQUINA M3. Carga de tierras procedentes de la excavación, sobre camión volquete de 10 Tm., mediante pala cargadora de 1,3 m3., i/p.p. de costes indirectos.	
		TOTAL PARTIDA.....	1,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS			
D02TK001	M2	COMPACTADO TIERRA SIN APORTE M3. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., i/p.p. de costes indirectos.	
		TOTAL PARTIDA.....	0,43
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS			
D02AA600	M2	RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	
		TOTAL PARTIDA.....	1,17
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS			
E09	h	CABALLONES	
		TOTAL PARTIDA.....	27,34
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO 12 PLANTACION			
D39AE150	h	APERTURA HOYOS M3. Apertura de hoyo para plantación de árbol por medios mecánicos, incluido relleno.	
TOTAL PARTIDA.....			2,17
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS			
E02	Ud	PLANTA ARANDANO (VACCINUM SP.) 1,5-2 AÑOS. Ud. Suministro y plantación y primer riego de Olea Europaea (olivo) de 1,0 a 1,5 años de edad, con cepellón. Incluido el enterrado y demas medios necesarios.	
TOTAL PARTIDA.....			4,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
PFCN001	h	REPLANTEO Replanteo sobre el terreno de la colocación de las plantas. Incluye los medios necesarios para su marcaje.	
TOTAL PARTIDA.....			0,62
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS			
E03	m	COLOCACIÓN MALLA AH	
TOTAL PARTIDA.....			1,93
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS			
E10		ABONADO DE FONDO	
TOTAL PARTIDA.....			113,86
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
E13		ENMIENDA ÁCIDA	
TOTAL PARTIDA.....			2.253,68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO 14 RIEGO			
E05	m	MANGUERA DE GOTEO	
TOTAL PARTIDA.....			0,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
E06		UNIDAD DE FERTIRRIGACIÓN	
Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....			300,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS EUROS			
PFCTDS90	m.	TUBERIA PVC 90 mm. MI. Tubería de PVC sanitaria serie C, de 90 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre sole- ra de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, i/ p.p. de piezas especiales según NTE-ISS-49, UNE 53114, ISO-DIS-3633.	
TOTAL PARTIDA.....			9,83
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS			
PFCTUB40	m	TUBERÍA PVC 40 mm. MI. Tubería de PVC de 40 mm. serie C de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada.	
TOTAL PARTIDA.....			3,31
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
D02AA501	M2	DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA			
		M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.			
A03CA005	0,010 Hr	CARGADORA S/NEUMATICOS C=1.30 M3	45,00	0,45	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	0,50	0,02	
TOTAL PARTIDA.....					0,47
E01	M3	EXCAV.MECÁN. ZANJAS			
		M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia dura, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.			
U01AA011	0,550 Hr	Peón ordinario	10,58	5,82	
A03CF010	0,180 Hr	RETROPALA S/NEUMA. ARTIC 102 CV	45,72	8,23	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	14,10	0,42	
TOTAL PARTIDA.....					14,47
D02VA201	M3	CARGA TIERRAS A MÁQUINA			
		M3. Carga de tierras procedentes de la excavación, sobre camión volquete de 10 Tm., mediante pala cargadora de 1,3 m3., i/p.p. de costes indirectos.			
A03CA005	0,020 Hr	CARGADORA S/NEUMATICOS C=1.30 M3	45,00	0,90	
A03FB010	0,010 Hr	CAMION BASCULANTE 10 Tn	32,81	0,33	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	1,20	0,04	
TOTAL PARTIDA.....					1,27
D02TK001	M2	COMPACTADO TIERRA SIN APORTE			
		M3. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., i/p.p. de costes indirectos.			
U01AA011	0,010 Hr	Peón ordinario	10,58	0,11	
A03CK015	0,008 Hr	APISONADORA VIBRANTE 6 Tn	35,20	0,28	
U04PY001	0,050 M3	Agua	0,55	0,03	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	0,40	0,01	
TOTAL PARTIDA.....					0,43
D02AA600	M2	RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA			
		M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.			
A03CD005	0,020 Hr	BULLDOZER DE 150 CV	57,03	1,14	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	1,10	0,03	
TOTAL PARTIDA.....					1,17
E09	h	CABALLONES			
E091	1,000	Mula mecánica 5CV	24,00	24,00	
U01AA011	0,240 Hr	Peón ordinario	10,58	2,54	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	26,50	0,80	
TOTAL PARTIDA.....					27,34

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 12 PLANTACION						
D39AE150	h		APERTURA HOYOS			
			M3. Apertura de hoyo para plantación de árbol por medios mecánicos, incluido relleno.			
U01FR011	0,095	Hr	Peón especializado jardinero	10,22	0,97	
E12	0,095	Hr	Barrena ahoyadora	12,00	1,14	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	2,10	0,06	
TOTAL PARTIDA.....						2,17
E02	Ud		PLANTA ARANDANO (VACCINUM SP.) 1,5-2 AÑOS.			
			Ud. Suministro y plantación y primer riego de Olea Europaea (olivo) de 1,0 a 1,5 años de edad, con cepellón. Incluido el enterrado y demas medios necesarios.			
U01FR013	0,100	Hr	Peón ordinario jardinero	9,66	0,97	
U04PY001	0,100	M3	Agua	0,55	0,06	
U40GA036	1,000	Ud	Vaccinum sp. 1,5-2 años. cep.	3,80	3,80	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	4,80	0,14	
TOTAL PARTIDA.....						4,97
PFCN001	h		REPLANTEO			
			Replanteo sobre el terreno de la colocación de las plantas. Incluye los medios necesarios para su marcaje.			
U01FR009	0,050	Hr	Jardinero	11,95	0,60	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	0,60	0,02	
TOTAL PARTIDA.....						0,62
E03	m		COLOCACIÓN MALLA AH			
U01FR013	0,100	Hr	Peón ordinario jardinero	9,66	0,97	
E04	1,000	m	Malla anti-hierba	0,90	0,90	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	1,90	0,06	
TOTAL PARTIDA.....						1,93
E10			ABONADO DE FONDO			
E101	2,000	h	Abondora	24,00	48,00	
U01AA011	0,240	Hr	Peón ordinario	10,58	2,54	
E102	5,000	kg	Abonos	12,00	60,00	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	110,50	3,32	
TOTAL PARTIDA.....						113,86
E13			ENMIENDA ÁCIDA			
E131	855,000	kg	Azufre	2,50	2.137,50	
U01AA011	0,240	Hr	Peón ordinario	10,58	2,54	
E101	2,000	h	Abondora	24,00	48,00	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	2.188,00	65,64	
TOTAL PARTIDA.....						2.253,68

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 14 RIEGO					
E05	m	MANGUERA DE GOTEO			
U01AA011	0,010 Hr	Peón ordinario	10,58	0,11	
E051	1,000 m	Manguera de goteo	0,36	0,36	
TOTAL PARTIDA.....					0,47
E06		UNIDAD DE FERTIRRIGACIÓN			
			Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....					300,00
PFCTDS90	m.	TUBERIA PVC 90 mm.			
MI. Tubería de PVC sanitaria serie C, de 90 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre sole- ra de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, i/ p.p. de piezas especiales según NTE-ISS-49, UNE 53114, ISO-DIS-3633.					
PFCMOTUS	1,000 MI	M.obra tubo PVC s/sol.D=32/90	6,42	6,42	
PFCTDS90T	1,000 m.	Tubería PVC DN90	3,00	3,00	
U05AG040	0,012 Kg	Pegamento PVC	9,97	0,12	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	9,50	0,29	
TOTAL PARTIDA.....					9,83
PFCTUB40	m	TUBERÍA PVC 40 mm.			
MI. Tubería de PVC de 40 mm. serie C de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada.					
U01FY110	0,050 Hr	Ayudante fontanero	13,00	0,65	
PFCTB40T	1,000 MI	Tub. PVC DN40	1,78	1,78	
PFCTB40C	0,200 Ud	Codo-87 m-h PVC evac. 40 mm.	1,32	0,26	
PFCTB40E	0,200 Ud	Empalme simple PVC evac. 40 mm	1,80	0,36	
U25XP001	0,010 Kg	Pegamento para PVC	15,78	0,16	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	3,20	0,10	
TOTAL PARTIDA.....					3,31

PRESUPUESTO GENERAL

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
D02AA501	M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	1.000,00	0,47	470,00
E01	M3 EXCAV.MECÁN. ZANJAS M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia dura, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.	36,00	14,47	520,92
D02VA201	M3 CARGA TIERRAS A MÁQUINA M3. Carga de tierras procedentes de la excavación, sobre camión volquete de 10 Tm., mediante pala cargadora de 1,3 m3., i/p.p. de costes indirectos.	29,00	1,27	36,83
D02TK001	M2 COMPACTADO TIERRA SIN APORTE M3. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., i/p.p. de costes indirectos.	1.000,00	0,43	430,00
D02AA600	M2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	1.000,00	1,17	1.170,00
E09	h CABALLONES	20,00	27,34	546,80
TOTAL CAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....				3.174,55

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 12 PLANTACION				
D39AE150	h APERTURA HOYOS M3. Apertura de hoyo para plantación de árbol por medios mecánicos, incluido relleno.	66,00	2,17	143,22
E02	Ud PLANTA ARANDANO (VACCINUM SP.) 1,5-2 AÑOS. Ud. Suministro y plantación y primer riego de Olea Europaea (olivo) de 1,0 a 1,5 años de edad, con cepellón. Incluido el enterrado y demas medios necesarios.	3.400,00	4,97	16.898,00
PFCN001	h REPLANTEO Replanteo sobre el terreno de la colocación de las plantas. Incluye los medios necesarios para su marcaje.	66,00	0,62	40,92
E03	m COLOCACIÓN MALLA AH	2.500,00	1,93	4.825,00
E10	ABONADO DE FONDO	1,00	113,86	113,86
E13	ENMIENDA ÁCIDA	2,00	2.253,68	4.507,36
TOTAL CAPÍTULO 12 PLANTACION.....				26.528,36

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 14 RIEGO				
E05	m MANGUERA DE GOTEO	2.500,00	0,47	1.175,00
E06	UNIDAD DE FERTIRRIGACIÓN	1,00	300,00	300,00
PFCTDS90	m. TUBERIA PVC 90 mm. MI. Tubería de PVC sanitaria serie C, de 90 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, i/ p.p. de piezas especiales según NTE-ISS-49, UNE 53114, ISO-DIS-3633.	1.207,00	9,83	11.864,81
PFCTUB40	m TUBERÍA PVC 40 mm. MI. Tubería de PVC de 40 mm. serie C de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS-3633 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada.	91,00	3,31	301,21
TOTAL CAPÍTULO 14 RIEGO.....				13.641,02
TOTAL.....				43.343,93

RESUMEN GENERAL

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	3.174,55	7,32
12	PLANTACION.....	26.528,36	61,20
14	RIEGO.....	13.641,02	31,47
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		43.343,93	
	13,00% Gastos generales.....	5.634,71	
	6,00% Beneficio industrial.....	2.600,64	
SUMA DE G.G. y B.I.		8.235,35	
	21,00% I.V.A.	10.831,65	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		62.410,93	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		62.410,93	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTI-MOS

, a 23 DE DICIEMBRE DE 2013.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autora

Laura Garrido Villanueva

Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza

2014

MEMORIA

MEMORIA

1. OBJETO DEL ESTUDIO	2
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	2
2.1. ZANJAS	2
2.1.1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN.....	2
2.2. RELACIÓN DE RIESGOS Y SU EVALUACIÓN.	3
2.3. NORMA DE SEGURIDAD.....	4
2.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN.....	8
2.5. RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	8
3. INSTALACIONES	9
3.1. INTRODUCCIÓN.....	9
3.2. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN.	10
3.3. RELACIÓN DE RIESGOS Y SU EVALUACIÓN.	11
3.4. NORMA DE SEGURIDAD.....	12
3.5. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA y SEÑALIZACIÓN.....	15
3.6. RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	16
4. FONTANERIA.....	17
4.1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN.	17
4.2. RELACIÓN DE RIESGOS Y SU EVALUACIÓN.	18
4.3. NORMA DE SEGURIDAD.....	20
4.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN.....	24
4.5. RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	25
5. MEDIOS AUXILIARES.	26
5.1. ESCALERAS DE MANO.	26
5.2. GRUPO COMPRESOR Y MARTILLO NEUMÁTICO	26
5.3. CAMIONES Y DÚMPERS	28
5.4. RETROEXCAVADORA	29
5.5. SIERRA CIRCULAR.....	29
5.6. GRÚAS Y APARATOS ELEVADORES.....	30
5.7. SOLDADURA ELÉCTRICA.....	31
5.8. AMOLADORAS ANGULARES.....	31
5.9. CARRETILLA ELEVADORA	32
5.10. TRANSPALET MANUAL: CARRETILLA MANUAL	33
5.11. BOMBEO DE MORTERO.....	35
5.12. TRONZADORA.....	36
5.13. PISTOLA FIJA-CLAVOS	36
5.14. TALADRADORA PORTÁTIL	36
5.15. ROZADORA ELÉCTRICA	37
5.16. MÁQUINA PORTÁTIL DE ATERRAJAR.....	38

1. OBJETO DEL ESTUDIO

Este estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de Seguridad y salud.

Los principales riesgos que se darán para las distintas actividades y la forma de prevenirlos se detallan a continuación:

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1. ZANJAS

2.1.1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN.

Definición:

Excavación larga y angosta que se realiza por debajo del nivel de la rasante y a cielo abierto.

Descripción:

La excavación será factible realizarla tanto manualmente como por medios mecánicos.

El nivel freático estará a una cota inferior a la cota más baja de la excavación, pudiéndose considerar el caso de que éste haya sido rebajado artificialmente.

En este tipo de excavación se incluye el relleno parcial o total de la misma.

En la realización de la excavación el técnico competente deberá definir el tipo de entibación a emplear según las características del terreno.

Para realizar la excavación será imprescindible considerar el equipo humano necesario:

- conductores de maquinaria para realizar la excavación.
- operarios para la excavación manual.
- operarios para los trabajos de entibación.
- conductores de camiones o dumpers para el transporte de tierras.

Los recursos técnicos para realizar las excavaciones de zanjas y pozos consistirán, básicamente, en maquinaria de movimiento de tierras, es decir:

- excavadoras.
- camiones o dumpers.

El trabajo a desarrollar por esta maquinaria se iniciará una vez replanteadas las zanjas o pozos:

- Excavando en profundidad hasta cota y en el caso de zanjas avanzando en longitud a la vez.
- Evacuando las tierras obtenidas en la excavación.
- Entibando el terreno a medida que se vaya avanzando.

El proceso de entibación se realiza desde la parte superior de la excavación (rasante) hasta la parte inferior.

El desentibado se realiza en el sentido inverso.

2.2. RELACIÓN DE RIESGOS Y SU EVALUACIÓN.

En la confección del Plan de Seguridad y Condiciones de Salud, esta evaluación podrá modificarse en función de la tecnología que aporte la empresa constructora o empresas que intervengan en el proceso constructivo, según dispone el Artículo 7 del R. D. 1627/1997, de 24 de Octubre.

El objetivo principal de esta evaluación es el de establecer un escalonamiento de prioridades para anular o en su caso controlar y reducir dichos riesgos, teniendo en cuenta las medidas preventivas que se desarrollan a continuación.

<i>Riesgos</i>	Probabilidad	Gravedad	Evaluación del riesgo
1.-Caídas de personas a distinto nivel.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
2.-Caídas de personas al mismo nivel.	BAJA	LEVE	ÍNFIMO
3.-Caída de objetos por desplome.	ALTA	MUY GRAVE	CRÍTICO
4.-Caída de objetos por manipulación.	MEDIA	LEVE	BAJO
5.-Caída de objetos.	ALTA	GRAVE	ELEVADO
6.-Pisadas sobre objetos.	MEDIA	LEVE	BAJO
7.-Golpes contra objetos inmóviles.	MEDIA	LEVE	BAJO
8.-Golpes con elementos móviles de máquinas.	BAJA	GRAVE	BAJO
9.-Golpes con objetos o herramientas.	MEDIA	LEVE	BAJO
12.-Atrapamientos por vuelco de máquinas.	BAJA	MUY GRAVE	MEDIO
16.-Contactos eléctricos.	MEDIA	MUY GRAVE	ELEVADO
20.-Explosiones.	BAJA	MUY GRAVE	MEDIO
21.-Incendios.	BAJA	GRAVE	BAJO
23.-Atropellos, golpes y choques contra vehículos.	ALTA	MUY GRAVE	CRÍTICO
28.-Enfermedades causadas por agentes físicos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO

OBSERVACIONES:

(3) Riesgo específico debido a deslizamiento de tierras no coherentes y sin contención.

(8) Riesgo debido al movimiento de elementos móviles de maquinaria de movimiento de tierras.

(16, 20 Y 21) Riesgo específico debido a servicios afectados

(28) Riesgo debido a vibraciones del dúmper y del martillo rompedor y riesgo debido al nivel de ruido.

2.3. NORMA DE SEGURIDAD

PUESTA A PUNTO DE LA OBRA PARA REALIZARESTA ACTIVIDAD

Dados los trabajos que se desarrollan en esta actividad debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Higiene y Bienestar definitivas para la ejecución del resto de la obra, y en su defecto se construirán según las especificaciones anteriores.

PROCESO

Zanjas

- El personal encargado de la realización de zanjas debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizadas con la mayor seguridad posible.
- Cualquier entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras hayan operarios trabajando a una profundidad igualo superior a 1,30 m. bajo la rasante.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que hayan operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios en función de las herramientas que empleen.
- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo tensando los codales cuando se hayan aflojado. Asimismo se comprobarán que estén expeditos los cauces de agua superficiales.
- . Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas de lluvia o heladas.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación. Los codales, o elementos de la misma, no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- En general las entibaciones, o parte de éstas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior del corte.
- La profundidad máxima permitida sin entibar desde la parte superior de la zanja, supuesto que el terreno sea suficientemente estable, no será superior a 1,30 m. No obstante debe protegerse la zanja con un cabecero.
- La altura máxima sin entibar, en fondo de zanja (a partir de 1,40 m.) no superará los 0,70m. aún cuando el terreno sea de buena calidad. En caso contrario, se debe bajar la tabla hasta ser clavada en el fondo de la zanja, utilizando a su vez pequeñas correas auxiliares con sus correspondientes codales para crear los necesarios espacios libres provisionales donde poder ir realizando los trabajos de tendido de

canalizaciones, hormigonado, etc., o las operaciones precisas a que dio lugar la excavación de dicha zanja.

- Aún cuando los paramentos de una excavación sean aparentemente estables, se entibarán siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.
- Es necesario entibar a tiempo, y el material previsto para ello debe estar a pie de obra en cantidad suficiente, con la debida antelación, habiendo sido revisado y con la garantía de que se encuentra en buen estado.
- Toda excavación que supere los 1,60 de profundidad deberá estar provista, a intervalos regulares, de las escaleras necesarias para facilitar el acceso de los operarios o su evacuación rápida en caso de peligro. Estas escaleras deben tener un desembarco fácil, rebasando el nivel del suelo en 1 m., como mínimo.

El acopio de materiales y de las tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30m, se dispondrán a distancia no menor de 2 m. del borde del corte.

Cuando las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán así como las paredes de las excavaciones correspondientes.

Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte se dispondrán vallas móviles que se iluminarán, durante la noche, cada diez metros con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP. 44 según UNE 20.324.

En general las vallas acotarán no menos de un metro el paso de peatones y dos metros el de vehículos.

En cortes de profundidad mayores de 1,30 m. las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo, 20 cm. el nivel superficial del terreno.

Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir par eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

En la realización de la excavación, se deberá considerar la posibilidad de la presencia de algún servicio afectado (líneas eléctrica subterráneas, conducciones de gas, conducciones de agua, telefonía, alcantarillado).

Si en el solar hay constancia de la presencia de alguna línea de electricidad subterránea, que cruza o esté instalada a escasa distancia de la traza de la zanja a excavar, se realizarán catas para averiguar su correcta ubicación, y se realizarán los trámites oportunos con la empresa suministradora de la electricidad para que corte el suministro eléctrico de esas líneas antes del comienzo de los trabajos, para evitar el riesgo de contacto eléctrico

Si debido a necesidades de programación de la obra cuando iniciamos los trabajos de excavación no se ha cortado el suministro eléctrico de dicha línea, con riesgo evidente de contacto directo durante la apertura de la zanja, se debe prohibir la realización de la misma mediante medio mecánicos, sólo se permitirá la excavación manualmente tomando las precauciones necesarias.

En caso de inundación debido al nivel freático o lluvia se realizará, inmediatamente, el achique correspondiente para evitar el reblandecimiento de las bases de los taludes.

En el caso de tener que trabajar en el mismo borde de la zanja los operarios deberán usar el cinturón de seguridad convenientemente amarrado.

El operario usará en todo momento casco, guantes, mono de trabajo, botas de seguridad de cuero en terreno seco o botas de goma en presencia de lodos.

En caso de usar el martillo neumático, además, usará muñequeras, protectores auditivos y mandil.

Debe procurarse la mínima presencia de trabajadores alrededor de las máquinas.

Debe prohibirse la presencia de trabajadores en el radio de giro de la retroexcavadora, prohibición que debe señalizarse en la parte exterior de la cabina del conductor.

Debe dejarse el tajo al terminar los trabajos limpio y ordenado.

Para los futuros trabajos se mantendrá el acceso a la cota de cimentación mediante la escalera, referenciada anteriormente, incorporada a un andamio.

Se señalizará la obra con las señales de advertencia, prohibición y obligación en su acceso y, complementariamente, en los tajos que se precise.

2.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN.

Las protecciones colectivas referenciadas en las normas de seguridad estarán constituidas por:

- Vallas tubulares de pies derechos de limitación y protección, de 90 cm. de alto; o palenques de pies inclinados unidos en la parte superior por un tablón de madera.

Señalización de seguridad vial, según el código de circulación, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

- Señal de peligro indefinido.
- Señal de peligro de obras.

Señalización de seguridad en el Trabajo, según el R.D. 485/1997, de 14 de abril, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

- Señal de advertencia de caída a distinto nivel.
- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.
- Señal de protección obligatoria de la cabeza.
- Señal de protección obligatoria del oído.
- Señal de protección obligatoria de los pies.
- Señal de protección obligatoria de las manos.
- Señal de protección obligatoria del cuerpo.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora. (Art. 7 R.D. 1627/1997)

2.5. RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Los Equipos de Protección Individual serán, según los trabajos a desarrollar los siguientes:

Trabajos de excavación y transporte mecánicos (conductores):

- Casco.
- Botas de seguridad.

- Mono de trabajo.
- Cinturón antivibratorio (especialmente en dumpers de pequeña cilindrada).

Trabajos en zanjas y pozos (operarios) :

- Cascos.
- Botas de seguridad de cuero en lugares secos.
- Botas de seguridad de goma en lugares húmedos.
- Guantes de lona y cuero (tipo americano).
- Mono de trabajo.
- Protección auditiva (auriculares o tapones).
- Muñequeras.
- Chaleco de malla ligero y reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora (Art. 7 RD. 1627/1997).

Los Equipos de Protección individual deberán cumplir en todo momento los requisitos establecidos por el RD. 773/1997, del 30 de mayo; RD. 1407/1192, del 20 de noviembre, y las correspondientes Normas UNE.

3. INSTALACIONES

3.1. INTRODUCCIÓN.

Definición:

Colocación y montaje de un conjunto de aparatos, conducciones, accesorios, etc., destinados a proporcionar un servicio.

Tipos de instalaciones:

Electricidad y audiovisuales: Consiste, con las correspondientes ayudas de albañilería, en la apertura de rozas, alojamiento en su interior de las conducciones de reparto y el posterior cierre de las rozas, en caso de instalaciones empotradas. Además se incluye la instalación de cajas de distribución, los mecanismos de

mando, los elementos de seguridad, etc. que son necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de iluminación, el accionamiento de maquinaria, etc. instalados en un edificio.

Instalación de conductos fluidos (suministro, evacuación y contra incendios):

- . Fontanería.
- . Saneamiento.
- . Calefacción.
- . Gas

Instalación de aire acondicionado:

Antenas y pararrayos: se incluye desde la colocación del palo de las antenas receptoras y de las líneas de reparto, hasta la llegada del suministro a los distintos puntos de conexión de los aparatos interiores.

Ascensores y montacargas: partiendo del hueco previsto ya en las fases de estructura y cerramientos, se procederá por un lado a la colocación de las puertas exteriores de acceso a la cabina y por otro lado a la instalación de guías, maquinaria, contrapesos y cabina exterior del hueco.

Observaciones generales:

Se deberá considerar una previsión de elementos auxiliares como andamios de borriquetas, escaleras de mano y de tijera, herramientas manuales, etc.

En los trabajos interiores debe garantizarse la iluminación en las zonas de paso y de trabajo mediante puntos de luz cuya potencia de una intensidad lumínica media de 100 lux.

Debe considerarse, antes del inicio de esta actividad, que ya hay instaladas las vallas perimetrales de limitación del solar para evitar la entrada de personal ajeno a la obra, las instalaciones de higiene y bienestar, así como, también, las acometidas provisionales de obra (agua y electricidad).

3.2. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN.**Definición:**

Instalación eléctrica: Conjunto de mecanismos y utillajes destinados a la distribución y consumo de energía eléctrica a 220/380 voltios, des del final de la

acometida de la compañía suministradora hasta cada punto de utilización del edificio.

Descripción:

Las instalación por cable para la transmisión de los impulsos eléctricos de frecuencia industrial (instalación eléctrica de 220/380 voltios) y de alta frecuencia (instalación de audiovisuales de muy baja tensión) se realizarán a través de cables entubados, y en cada punto de distribución habrá su correspondiente caja de conexionado.

Se deben individualizar las canalizaciones según las distintas funciones a desempeñar: electricidad, telefonía, etc.

Los tubos o canalizaciones portacables pueden ir empotrados o vistos, así como sus caja de distribución que deberán tener acceso para realizar el las operaciones de conexionado y reparación.

En la realización de estas actividades, antes de su inicio, debe garantizarse e suministro de los materiales necesarios para llevar a cabo la instalación. Para ello se deberá considerar un previo acopio de material en un espacio predeterminado cerrado (cables, tubos, etc.).

Para realizar la instalación eléctrica y de audiovisuales será imprescindible considerar el equipo humano siguiente:

- . Electricistas.

- . Ayudas de albañilería.

También será necesario tener en cuenta los medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la realización de la instalación:

- . Útiles: escalera de tijera, escalera de mano, protecciones colectivas y personales, etc.

- . Herramientas manuales: comprobador de tensión (voltímetro), pistola fija-clavos, taladradora portátil, máquina para hacer regatas, etc.

- . Instalación eléctrica provisional.

- . Instalaciones de higiene y bienestar.

3.3. RELACIÓN DE RIESGOS Y SU EVALUACIÓN.

En la confección del Plan de Seguridad y Condiciones de Salud, esta evaluación podrá modificarse en función de la tecnología que aporte la empresa

constructora o empresas que intervengan en el proceso constructivo, según dispone el Artículo 7 del R. D. 1627/1997, de 24 de Octubre.

El objetivo principal de esta evaluación es el de establecer un escalonamiento de prioridades para anular o en su caso controlar y reducir dichos riesgos, teniendo en cuenta las medidas preventivas que se desarrollan a continuación.

<u>Riesgos</u>	Probabilidad	Gravedad	Evaluación del riesgo
1.-Caídas de personas a distinto nivel.	ALTA	MUY GRAVE	CRÍTICO
4.-Caída de objetos por manipulación.	BAJA	LEVE	ÍNFIMO
5.-Caída de objetos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
9.-Golpes con objetos o herramientas.	MEDIA	LEVE	BAJO
10.-Proyección de fragmentos o partículas.	ALTA	LEVE	BAJO
13.-Sobreesfuerzos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
15.-Contactos térmicos.	BAJA	GRAVE	BAJO
16.-Contactos eléctricos.	ALTA	MUY GRAVE	ELEVADO
26.-O. R.: manipulación de materiales abrasivos.	ALTA	LEVE	MEDIO
28.-Enfermedades causadas por agentes físicos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO

OBSERVACIONES:

(10 y 27) Riesgo específico del operario que manipula la máquina de hacer rozas.

3.4. NORMA DE SEGURIDAD

PUESTA A PUNTO DE LA OBRA PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD

. Dados los trabajos que se desarrollan en la actividad debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Higiene y Bienestar definitivas para la ejecución del resto de la obra

PROCESO

Red interior eléctrica

. El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizarlos con la mayor seguridad posible.

- . Para evitar el riesgo de caída al mismo nivel se deberá mantener el tajo limpio y ordenado.
- . Para evitar el riesgo de caída a distinto nivel se respetarán las barandilla de seguridad ya instaladas en las actividades anteriores (balconeras, comisas, etc.).
- . En la manipulación de materiales deberán considerarse posiciones ergonómicas para evitar golpes heridas y erosiones.
- . Los operarios que realicen el transporte del material deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.
- . Se vigilará en todo momento la buena calidad de los aislamientos así como la correcta disposición de interruptores diferenciales y magnetotérmicos en el cuadro de zona.
- . En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza del tajo, para evitar el riesgo de tropiezos.
- . La iluminación mínima en las zonas de trabajo debe ser de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento de dos metros.
- . La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla; alimentados a 24 Voltios.
- . Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- . Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo tijera, dotados con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos de caída a distinto nivel debido a trabajos realizados sobre superficies inseguras.
- . La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación en zonas con riesgo de caída al vacío (escaleras, balconeras, etc.) se protegerá el hueco mediante una red de seguridad.
- . Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladoras, estarán protegidas por doble aislamiento (categoría II).
- . Las herramientas de los instaladores cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y substituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.
- . Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

- . Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- . Antes de hacer entrar en carga la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros eléctricos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- . Los operarios que realicen la instalación de la red interior deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano) o guantes aislantes si se precisara, mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.

Red exterior eléctrica

El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizados con la mayor seguridad posible.

La instalación de los cables de alimentación desde la acometida hasta los puntos se realizarán entubados y enterrados en zanjas.

En la realización de las zanjas se tendrá en cuenta la normativa de excavación de zanjas y pozos

Las conexiones se realizarán siempre sin tensión en las líneas.

- . Durante el izado de los postes o báculos, en zonas de tránsito, se acotará una zona con un radio igual a la altura de dichos elementos más cinco metros.
- . Se delimitará la zona de trabajo con vallas indicadoras de la presencia de trabajadores con las señales previstas por el código de circulación, y por la noche éstas se señalizarán con luces rojas.
- . Durante el izado de estos báculos o postes se vigilará en todo momento que se respeten las distancias de seguridad respecto a otras líneas de Alta Tensión aéreas que haya en el lugar, es decir: para tensiones no superiores a 66 Kv a una distancia de seguridad de 3 metros, y superior a 66 Kv a una distancia de seguridad de 5 metros.
- . Los operarios que realicen la instalación de la red exterior deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.

3.5. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN.

. Las protecciones colectivas referenciadas en las normas de seguridad estarán constituidas por:

- Redes de seguridad, horizontales o verticales según el caso, serán de poliamida con un diámetro mínimo de la cuerda de 4 mm. y una luz de malla máxima de 100x100 mm. La red irá provista de cuerda perimetral de poliamida de 12 mm. de diámetro como mínimo, convenientemente anclada. El anclaje óptimo de las redes son los elementos estructurales ya que así la red pueda quedar convenientemente tensa de tal manera que pueda soportar en el centro un esfuerzo de hasta 150 Kp.

- Barandillas de seguridad formadas por montantes, pasamano, barra intermedia y rodapié. La altura de la barandilla debe de ser de 90 cm., y el pasamano debe tener como mínimo 2,5 cm de espesor y 10 cm de altura. Los montantes (guardacuerpos) deberán estar situados a 2,5 metros entre ellos como máximo.

- Barandillas modulares formadas por un armazón perimetral de tubo hueco de 30x30x1 mm. y refuerzo central con tubo hueco y en la parte central de dicho módulo se colocará un tramado de protección formado por mallazo electrosoldado de 150x150 mm. y grosor de hierro de 6 mm. Dicha barandilla modular estará sustentada por un guardacuerpo en forma de montante.

- Extintor de polvo químico seco.

. Señalización de seguridad en el Trabajo, según el R.D. 485/1997, de 14 de abril, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

- Señal de advertencia de riesgo de tropezar.
- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.
- Señal prohibido pasar a los peatones.
- Señal de protección obligatoria de la cabeza.
- Señal de protección obligatoria de los pies.
- Señal de protección obligatoria de las manos.
- Señal de protección obligatoria del cuerpo.
- Señal de protección obligatoria de la vista.
- Señal de protección obligatoria de la cara.
- Señal de uso obligatorio del cinturón de seguridad.

. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora. (Art. 7 R.D. 1627/1997).

3.6. RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Los Equipos de Protección Individual serán, según los trabajos a desarrollar los siguientes:

. Trabajos de transporte:

Cascos de seguridad.

Guantes de cuero y lona (tipo americano).

Botas de seguridad.

Mono de trabajo.

. Para los trabajos de instalación (baja tensión y audiovisuales):

Cascos de seguridad.

Guantes de cuero y lona (tipo americano).

Guantes aislantes, en caso de que se precise.

Mono de trabajo.

Botas de cuero de seguridad.

Cinturón de seguridad, si 10precisarán.

. Para los trabajos de instalación (alta tensión):

Cascos de seguridad.

Guantes aislantes.

Mono de trabajo.

Botas aislantes.

Protección de ojos y cara.

Banqueta aislante y/o alfombrilla aislante.

Pértiga aislante.

. Para los trabajos de albañilería (ayudas) :

Cascos de seguridad.

Guantes de cuero y lona (tipo americano).

Mono de trabajo.

Botas de cuero de seguridad.

Gafas antiimpactos (al realizar rozas).

Protección de los oídos (al realizar rozas).

Mascarilla con filtro mecánico antipolvo (al realizar rozas).

. Para los trabajos de soldadura eléctrica:

Cascos de seguridad.

Pantalla con cristal inactínico.

Guantes de cuero.

Mandil de cuero.

Mono de trabajo.

Botas de cuero con polainas.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora (Art. 7 RD. 1627/1997).

Los Equipos de Protección individual deberán cumplir en todo momento los requisitos establecidos por el RD. 773/1997, del 30 de mayo; RD. 1407/1192, del 20 de noviembre, y las correspondientes Normas UNE.

4. FONTANERIA.

4.1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN.

Definición:

- Instalación de fontanería y aparatos sanitarios: conjunto de instalaciones para agua potable (bombas, válvulas, contadores, etc.), conducciones (montantes) etc.
- Instalación de saneamiento: sistemas de evacuación y tratamiento de aguas sucias.
- Instalación de calefacción: conjunto formado por calefactor, radiadores y conducciones que hacen circular el agua caliente, no superior a 90°C, por un circuito cerrado, para aumentar la temperatura ambiental a través de la radiación térmica de los radiadores.

Descripción:

Consideraremos dos tipos de instalaciones de fluidos:

- las conectadas a una red de suministro o evacuación público: agua, saneamiento y gas.
- las que son totalmente independientes: calefacción.
- En la realización de estas actividades, antes de su inicio, debe garantizarse el suministro de los materiales necesarios para llevar a cabo la instalación. Para ello se deberá considerar un previo acopio de material en un espacio predeterminado cerrado (cables, tubos, etc.).
- Para realizar la instalación de conductos de fluidos será imprescindible considerar el equipo humano siguiente:
 - fontaneros.
 - albañiles.
 - operario que realiza las rozas.

También será necesario tener en cuenta los medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la realización de la instalación:

- Útiles: andamio modular tubular, andamio colgado, andamio de borriquetas, escalera de tijera, escalera de mano, pasarelas, protecciones colectivas y personales, etc.
- Herramientas manuales: comprobador de tensión (voltímetro), pistola fija-clavos, taladradora portátil, máquina para hacer regatas (rozadora eléctrica), máquina de atornillar, amoladora angular, etc.
 - . Instalación eléctrica provisional.
 - . Instalación provisional de agua.
 - . Instalaciones de higiene y bienestar.

4.2. RELACIÓN DE RIESGOS Y SU EVALUACIÓN.

En la confección del Plan de Seguridad y Condiciones de Salud, esta evaluación podrá modificarse en función de la tecnología que aporte la empresa constructora o empresas que intervengan en el proceso constructivo, según dispone el Artículo 7 del R. D. 1627/1997, de 24 de Octubre.

El objetivo principal de esta evaluación es el de establecer un escalonamiento de prioridades para anular o en su caso controlar y reducir dichos riesgos, teniendo en cuenta las medidas preventivas que se desarrollan a continuación.

<i>Riesgos</i>	Probabilidad	Gravedad	Evaluación del riesgo
1.-Caídas de personas a distinto nivel.	ALTA	MUY GRAVE	CRÍTICO
3.-Caída de objetos por desplome.	ALTA	MUY GRAVE	CRÍTICO
4.-Caída de objetos por manipulación.	BAJA	LEVE	ÍNFIMO
5.-Caída de objetos.	ALTA	GRAVE	ELEVADO
7.-Golpes contra objetos inmóviles.	MEDIA	LEVE	BAJO
8.-Golpes con elementos móviles de máquinas.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
9.-Golpes con objetos o herramientas.	MEDIA	LEVE	BAJO
10.-Proyección de fragmentos o partículas.	MEDIA	LEVE	BAJO
13.-Sobreesfuerzos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
15.-Contactos térmicos.	BAJA	GRAVE	BAJO
16.-Contactos eléctricos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
19.-Exposición a radiaciones.	MEDIA	GRAVE	MEDIO
20.-Explosiones.	BAJA	MUY GRAVE	MEDIO
21.-Incendios.	BAJA	GRAVE	BAJO
28.-Enfermedades causadas por agentes físicos.	MEDIA	GRAVE	MEDIO

OBSERVACIONES:

(3) Riesgo debido al desplome de andamios de fachada y/o deslizamiento de tierras en zanjas.

(8) Riesgo específico en el uso de la lijadora y sierra circular manual para madera.

(10) Riesgo específico del operario que manipula la máquina de hacer rozas y la pistola fija-clavos.

(19) Riesgo debido a las radiaciones infrarrojas generadas en el empleo del soplete.

(28) Riesgo debido a las radiaciones infrarrojas generadas en el empleo del soplete y a la manipulación de la máquina de hacer rozas.

4.3. NORMA DE SEGURIDAD

PUESTA A PUNTO DE LA OBRA PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD

. Dados los trabajos que se desarrollan en la actividad debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Higiene y Bienestar definitivas para la ejecución del resto de la obra

PROCESO

Red interior

- El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizados con la mayor seguridad posible.
- Para evitar el riesgo de caída al mismo nivel se deberá mantener el tajo limpio y ordenado.
- Los operarios que realicen el transporte del material deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.
- Se vigilará en todo momento la buena calidad de los aislamientos así como la correcta disposición de interruptores diferenciales y magnetotérmicos en el cuadro de zona.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza del tajo, para evitar el riesgo de tropiezos.
- La iluminación mínima en las zonas de trabajo debe ser de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento de dos metros.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla; alimentados a 24 Voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar deberán estar dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos de caída a distinto nivel debido a trabajos realizados sobre superficies inseguras.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas por doble aislamiento (categoría II).

- Las herramientas de los instaladores cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y substituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y evacuación de aguas residuales.

El almacén para los aparatos sanitarios, radiadores, etc. se ubicará en la obra, en local cerrado.

- Durante el transporte se prohíbe utilizar los flejes de los paquetes como asideros.
- Los bloques y aparatos sanitarios flejados sobre bateas, se descargarán flejados con la ayuda del gancho de la grúa. La carga será guiada por un hombre mediante un cabo guía que penderá de ella, para evitar los riesgos de golpes y atrapamientos.
- Los bloques de aparatos sanitarios una vez recibidos en la planta se transportarán directamente al sitio de ubicación, para evitar accidentes en las vías de paso interno.
- El taller almacén se ubicará en lugar señalado en la obra y estará dotado de puerta, ventilación por corriente de aire e iluminación artificial en caso necesario.
- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma, que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados.
- Los bancos de trabajo se mantendrán en buenas condiciones de uso, evitando se levanten astillas durante la labor.
- Se repondrán las protecciones de los huecos de los forjados una vez realizado el aplomado, para la instalación de los montantes, evitando así el riesgo de caída. El operario al realizar la operación de aplomado utilizará el cinturón de seguridad anticaída.
- Se rodeará con barandilla de seguridad los huecos de forjado para el paso de tubos que no puedan cubrirse después de concluido el aplomado. para evitar el riesgo de caída.
- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avancen, apilando el escombros para su vertido, por los conductos de evacuación, para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados. Siempre que se deba soldar con plomo se establecerá una corriente de aire de ventilación, para evitar el riesgo de evitar respirar productos tóxicos.

- El local destinado a almacenar las bombonas o botellas de gases licuados se ubicarán en un lugar preestablecido en la obra; que deberá tener ventilación constante por corriente de aire, puerta con cerradura de seguridad e iluminación artificial.
- La iluminación eléctrica del lugar donde se almacenen las botellas o bombonas de gases licuados se efectuará mediante mecanismos estancos antideflagrantes de seguridad.
- Sobre la puerta del almacén de gases licuados se establecerá una señal normalizada de "peligro explosión" y otra de "prohibido fumar".
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura en evitación de incendios.
- Las botellas o bombonas de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros portabotellas.
- Se evitará soldar con las botellas o bombonas de gases licuados expuestos al sol.

Se vigilará en todo momento el buen estado de los manómetros y se vigilará que en las mangueras haya las válvulas antiretroceso.

- Las instalaciones de fontanería en balcones, tribunas, terrazas serán ejecutadas una vez se hayan levantado los petos o barandillas definitivas.
- Los operarios que realicen la instalación de la red interior deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de cuero de seguridad y cinturón de seguridad si precisaran.
- Los operarios que realicen rozas deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), gafas antiimpactos, protectores auditivos, mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.
- Los operarios que realicen trabajos con el soplete deberán usar casco de seguridad, guantes y manguitos de cuero, mirilla con cristal ahumado, mono de trabajo, mandil de cuero, botas de cuero de seguridad, polainas de cuero y mascarilla antihumos tóxicos si se precisara.

- Los operarios que realicen trabajos con soldadura eléctrica deberán usar casco de seguridad, guantes y manguitos de cuero, pantalla con cristal inactínico, mono de trabajo, mandil de cuero, botas de cuero de seguridad, polainas de cuero y mascarilla antihumos tóxicos si se precisara.
- Los operarios que realicen trabajos de albañilería deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano) o de neopreno según los casos, mono de trabajo, botas de cuero de seguridad, y cinturón de seguridad si se precisara.

Red exterior

- . El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizados con la mayor seguridad posible.
- . La instalación de los conductos de alimentación desde la red general hasta el edificio se realizarán enterrados en zanjás.
- . En la realización de las zanjás y arquetas se tendrá en cuenta la normativa de excavación de zanjás y pozos.
- . Los operarios que realicen la instalación de la red exterior deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.

ELEMENTOS AUXILIARES

En este apartado consideraremos los nuevos elementos auxiliares que se utilizarán para realizar los trabajos de esta actividad:

Oxicorte

Escaleras de mano

Grúa móvil

Pasarelas

Soldadura eléctrica

Amoladora angular

Andamio con elementos prefabricados sistema modular

Andamio colgado

Andamio de borriquetas

Pistola fija-clavos

Taladradora portátil**Rozadora eléctrica**

. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora. (Art. 7 RD. 1627/1997).

4.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN.

Las protecciones colectivas referenciadas en las normas de seguridad estarán constituidas por:

- Barandillas de seguridad formadas por montantes, pasamano, barra intermedia y rodapié. La altura de la barandilla debe de ser de 90 cm., y el pasamano debe tener como mínimo 2,5 cm de espesor y 10 cm de altura. Los montantes (guardacuerpos) deberán estar situados a 2,5 metros entre ellos como máximo.
- Extintor de polvo químico seco.

Señalización de seguridad en el Trabajo, según el RD. 485/1997, de 14 de abril, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

Señal de advertencia de riesgo de tropezar.

Señal de advertencia de riesgo de caída a distinto nivel.

Señal de advertencia de riesgo material inflamable.

Señal prohibido pasar a los peatones.

Señal prohibido fumar.

Señal de protección obligatoria de la cabeza.

Señal de protección obligatoria de los pies.

Señal de protección obligatoria de las manos.

Señal de protección obligatoria del cuerpo.

Señal de protección obligatoria de la vista.

Señal de protección obligatoria de la cara.

Señal de uso obligatorio del cinturón de seguridad.

. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora. (Art. 7 RD. 1627/1997).

4.5. RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Los Equipos de Protección Individual serán, según los trabajos a desarrollar los siguientes:

. Trabajos de transporte y fontanería:

Cascos de seguridad.

Guantes de cuero y lona (tipo americano).

Botas de seguridad.

Mono de trabajo.

Cinturón de seguridad, si se precisara

. Para los trabajos con soplete:

Cascos.

Gafas de cristal ahumado para la protección de radiaciones infrarrojas.

Guantes de cuero.

Mandil de cuero.

Manguitos de cuero.

Mono de trabajo.

Botas de cuero con polainas.

. Para los trabajos de albañilería (ayudas):

Cascos de seguridad.

Guantes de cuero y lona (tipo americano) o de neopreno.

Mono de trabajo.

Botas de cuero de seguridad.

Gafas antiimpactos (al realizar rozas).

Protección de los oídos (al realizar rozas).

Mascarilla con filtro antipolvo (al realizar rozas).

Cinturón de seguridad, si se precisara

. Para los trabajos de soldadura eléctrica:

Cascos de seguridad.

Pantalla con cristal inactivo.

Guantes de cuero.

Mandil de cuero.

Mono de trabajo.

Botas de cuero con polainas.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora (Art. 7 RD. 1627/1997).

- Los Equipos de Protección individual deberán cumplir en todo momento los requisitos establecidos por el RD. 773/1997, del 30 de mayo; RD. 1407/1192, del 20 de noviembre, y las correspondientes Normas UNE.

5. MEDIOS AUXILIARES.

5.1. ESCALERAS DE MANO.

. En las escaleras de madera el larguero ha de ser de una sola pieza y los peldaños deben ir ensamblados.

- En caso de pintarse la escaleras de madera se debe hacer mediante barniz transparente.

- No deben superar alturas superiores a 5 metros.

- Para alturas entre 5 y 7 metros se deberán utilizar largueros reforzados en su centro.

- Para alturas superiores a 7 metros se deben utilizar escaleras especiales.

- Deben disponer de dispositivos antideslizantes en su base o ganchos de sujeción en cabeza.

- La escalera deberá sobrepasar, en cualquier caso, en 1 metro el punto de desembarco.

- El ascenso o descenso por la escalera se debe realizar de frente a ésta.

5.2. GRUPO COMPRESOR Y MARTILLO NEUMÁTICO

. El grupo compresor se instalará en obra en la zona asignada por la jefatura de obra.

- El arrastre directo para la ubicación del compresor, por los operarios, se realizará a una distancia nunca inferior a los dos metros de cortes y taludes, en prevención de riesgos de desprendimientos.

- El transporte en suspensión con una grúa se realizará eslingado por cuatro puntos de tal manera que garantice su estabilidad. Y el transporte dentro de una caja de camión se realizará completamente inmovilizado, calzándolo y atándolo para evitar movimientos.

. El grupo compresor deberá estar insonorizado, así como también el martillo neumático. En caso que no sea posible el operario deberá utilizar equipo de protección individual (auriculares o tapones).

. Las carcasas protectoras del compresor estarán siempre instaladas y en posición de cerradas en prevención de posibles atrapamientos o para evitar la emisión de ruido. En caso de la exposición del compresor a altas temperaturas ambientales debe colocarse bajo un ombráculo.

. Se instalarán señales de seguridad que indiquen: el riesgo de ruido, uso de protectores auditivos, uso de los resguardos de seguridad de la máquina en todo momento, uso de mascarillas y gafas.

. Los compresores a utilizar en la obra se ubicarán a una distancia mínima no inferior a 15 metros de los martillos (o vibradores).

. Las mangueras a utilizar en la obra deben estar en perfectas condiciones, así como los mecanismos de conexión tendrán su correspondiente estanqueidad.

. Está rigurosamente prohibido usar la manguera de presión para limpieza de la ropa de trabajo.

. Antes de accionar el martillo neumático se debe asegurar de que esté amarrado el puntero.

. Se debe substituir el puntero en caso de que se observe deterioro o desgaste de éste.

. No abandonen nunca el martillo mientras esté conectado al circuito de presión.

. No debe dejarse, en ningún caso, el martillo neumático hincado en el suelo.

. El operario que manipule el martillo neumático deberá usar casco de seguridad, mandil, mono de trabajo, botas de seguridad, guantes de cuero y si procede gafas antipacto, mascarilla antipolvo y protectores auditivos.

5.3. CAMIONES Y DÚMPERS

- Debe vigilarse que los camiones hallan pasado la ITV reglamentaria.
- Los conductores de camiones y dúmpers deben tener el correspondiente permiso de conducción para el vehículo que conducen.
- Cuando esté terminada la operación de carga de tierras en el camión o dúmper, y antes de iniciarse el transporte, se deberán cubrir estas con una lona.
- Al bascular en vertederos y en proximidad es de zanjas o si debe pararse en rampas de acceso, se deben utilizar topes o cuñas que impidan el recorrido marcha atrás, además de estar aplicado el freno de estacionamiento.
- En todo momento se debe respetar la señalización de la obra, el código de circulación y las órdenes de señalistas autorizados. Siempre debe darse preferencia de paso a las unidades cargadas.
- Se debe elegir el dúmper o camión adecuado para la carga a transportar.
- Se debe prestar atención especial al tipo, utilización y mantenimiento de los neumáticos.
- Se deben respetar, en todo momento, las indicaciones del conductor de la máquina de carga.
- Antes de levantar la caja basculante, debe asegurarse de la ausencia de obstáculos aéreos y de que la plataforma esté plana y sensiblemente horizontal.
- Todas estas máquinas deberán estar dotadas de bocina y luz de marcha atrás, efectuando las maniobras sin brusquedad y anunciándolas previamente.
- En todos los trabajos el conductor deberá estar cualificado y deberá usar casco de seguridad cuando salga de la cabina.
- Durante los trabajos de carga y descarga no deberán permanecer personas próximas a la maquinaria, evitando la permanencia de operarios sobre el basculante.

Durante las operaciones de carga y descarga de la caja basculante:

- El conductor debe quedarse en la cabina, siempre que esta disponga de visera protectora.
- Hay que asegurarse que la caja basculante sube derecha durante la descarga y la carga está equilibrada cuando se carga.
- Se deben respetar las instrucciones del guía en la descarga.
- Siempre que la maquinaria se encuentre en la cresta de un talud se respetará la distancia de seguridad.

- Si el volquete es articulado, se debe mantener en línea.
- Si la caja basculante está provista de puertas traseras, se debe respetar las consignas propias a cada tipo de apertura, cierre y bloqueo de las puertas.

Después de la descarga de la caja basculante:

- No se debe poner en marcha la máquina hasta después de asegurarse que la caja basculante está completamente bajada.

5.4. RETROEXCAVADORA

- Debe procurarse la mínima presencia de trabajadores alrededor de las máquinas.
- Debe prohibirse la presencia de trabajadores en el radio de giro de las máquinas, prohibición que debe señalizarse en la parte exterior de la cabina del conductor.
- En marcha atrás el conductor deberá accionar el claxon y las luces blancas.
- Antes del inicio de los trabajos de excavación mediante retroexcavadora deberán revisarse los frenos, ajuste de los espejos retrovisores, comprobación de la visibilidad y del claxon de marcha atrás.
- Al finalizar la jornada debe dejarse la máquina en la zona de estacionamientos prefijada, bajar el cangilón y apoyado en el suelo. Antes de salir del puesto de conducción debe tenerse en cuenta:
 - poner el freno de estacionamiento.
 - poner en punto muerto los distintos mandos.
 - si el estacionamiento es prolongado (más de una jornada) se desconectará la batería.
 - sacar la llave de contacto.
 - cerrar la cabina y todos los puntos de acceso a la máquina.
- Debe tenerse la precaución de no dejar nunca en caso de estacionamiento, ni en caso de cortos periodos, el motor en marcha ni el cucharón levantado.

5.5. SIERRA CIRCULAR

- . Debe disponer de cuchillo divisor separado tres milímetros del disco de la sierra.
- . Debe instalarse un caperuzón en la parte superior de manera que no dificulte la visibilidad para realizar el corte.

- . Debe cerrarse completamente el disco de la sierra situado por debajo de la mesa del corte, mediante un resguardo, dejando solamente, una salida para el serrín.
 - . Debe situarse un interruptor de paro y marcha, en la misma cierra circular.
 - . Debe de vigilarse en todo momento que los diente de la sierra circular estén convenientemente triscadas.
 - . En el caso que se observe que los dientes de la sierra circular se hayan embotado y ya no tienen la forma de triscado debe de desecharse el disco.
- Debe cumplirse en todo momento el RD. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el se dictan las disposiciones de aplicación en seguridad y condiciones de salud sobre maquinaria.

5.6. GRÚAS Y APARATOS ELEVADORES

- En el caso de la elevación y transporte de los hierros corrugados, mediante grúa, debe de tenerse la precaución de un correcto eslingado.
- La eslinga debe de tener un coeficiente de seguridad, como mínimo, de 4
- Debe eslingarse la carga con una eslinga, como mínimo, de dos brazos.
- Nunca debe de forzarse las eslingas por encima de su capacidad de elevación y si se detectan deformaciones o roturas de alguno de sus hilo deben de desecharse.
- Los ganchos de la eslinga deben de tener su correspondiente pestillo de seguridad.
- En el caso de eslingas metálicas deben considerarse la correcta situación y dimensión de los correspondientes aprietahilos (perrillos).
- El gancho de la grúa debe de disponer del correspondiente pestillo de seguridad.
- La carga suspendida deberá guiarse con sirgas para evitar movimientos peligrosos.
- Debe de considerarse respecto a los aparatos elevadores que cumplan todo lo estipulado en nuestra legislación vigente:
 - R.D. 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de elevación y Manutención.
 - Orden de 28 de junio de 1988 por la que se aprueba la Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y
 - Manutención referente a grúas desmontables para obra.

5.7. SOLDADURA ELÉCTRICA

Los soldadores deben usar en todo momento casco de seguridad, pa- R.D. 2370/1996, de 18 de noviembre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas móviles autopropulsadas usadas.

5.8. AMOLADORAS ANGULARES

- . Se debe informar al trabajador de los riesgos que tiene la máquina y la forma de prevenirlos.
- . Debe comprobarse que el disco a utilizar esté en buenas condiciones, debiéndose de almacenar en lugares secos sin sufrir golpes y siguiendo las indicaciones del fabricante.
- . Utilizar siempre la cubierta protectora dela máquina.
- . No sobrepasar la velocidad de rotación prevista e indicada en la muela.
- . Se debe utilizar un diámetro de muela compatible con la potencia y las características de la máquina.
- . No debe someterse el disco a sobreesfuerzos, laterales o de torsión, o por aplicación de una presión excesiva. Los resultados pueden ser nefastos: rotura del disco, sobrecalentamiento, pérdida de velocidad y de rendimiento, rechazo de la pieza o reacción de la máquina, pérdida de equilibrio, etc.
- . En el caso de trabajar sobre piezas de pequeño tamaño o en equilibrio inestable, asegurar la pieza a trabajar, de modo que no sufran movimientos imprevistos durante la operación.
- . Debe pararse la máquina totalmente antes de posarla, en prevención de posibles daños al disco o movimientos incontrolados de la misma. Lo ideal sería disponer de soportes especiales próximos al puesto de trabajo.
- . Al desarrollar trabajos con riesgo de caída de altura, asegurar siempre la postura de trabajo, ya que, en caso de pérdida de equilibrio por reacción incontrolada de la máquina, los efectos se pueden multiplicar.
- . No debe utilizarse la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.

- . En función del trabajo a realizar se deberá utilizar una empuñadura adaptables laterales o de puente.
- . En casos de utilización de platos de lijar, se debe instalar en la empuñadura lateral la protección correspondiente para la mano.
- . Para trabajos de precisión, utilizar soportes de mesa adecuados para la máquina, que permitan, además de fijar convenientemente la pieza, graduar la profundidad o inclinación del corte.
- . Existen también guías acoplables a la máquina que permiten, en modo portátil, ejecutar trabajos de este tipo, obteniendo resultados precisos y evitando peligrosos esfuerzos laterales del disco; en muchos de estos casos será preciso ayudarse con una regla que nos defina netamente la trayectoria.
- . Si se ejecutan trabajos repetitivos y en seco, procurar utilizar un protector provisto de conexión para captación de polvo. Esta solución no será factible si los trabajos implican continuos e importantes desplazamientos o el medio trabajo es complejo.
- . En puestos de trabajo contiguos, es conveniente disponer de pantallas absorbentes como protección ante la proyección de partículas y como aislantes de las tareas en cuanto al ruido.
- . El operario que realice este trabajo deberá usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de seguridad de cuero, mascarilla antipolvo si no hay un sistema eficaz de aspiración del polvo, gafas antiimpactos y protector auditivo si el nivel del ruido lo requiere.

5.9. CARRETILLA ELEVADORA

- . Antes de iniciar la jornada el conductor debe realizar una inspección de la carretilla. En caso de detectar alguna deficiencia deberá comunicárselo al servicio de mantenimiento y dejar la carretilla fuera de servicio.
- . Antes del transporte de la carga debe revisarse que la carga esté convenientemente paletizada, flejada y ubicada correctamente.
- . Durante la conducción de la carretilla deberán considerarse los siguientes puntos:
 - no permitir que suba ninguna persona a la carretilla.
 - mirar en la dirección de avance y mantener la vista en el camino que recorre.
 - disminuir la velocidad en cruces y lugares con poca visibilidad.

- cerciórese con el encargado de la obra de los caminos aptos para el tránsito de la carretilla.
 - transportar únicamente cargas preparadas correctamente (cargas paletizadas).
 - no transportar cargas que superen la capacidad nominal.
 - no circular por encima de los 20 Km/h en espacios exteriores y 10 Km/h en interiores.
 - circular por los caminos diseñados para tal fin, manteniendo una distancia prudencial con otros vehículos que le preceden y evitando adelantamientos.
 - evitar paradas y arranques bruscos y virajes rápidos.
 - asegurar de no chocar con techos, conductos, etc. debido a las dimensiones de la carretilla con la carga que se transporta.
 - cuando se circule en vacío debe situarse la horquilla bajada.
 - siempre debe trasladarse la carga horizontalmente con la horquilla situada a 15 cm del suelo.
 - debe, en su movimiento, usar la luz destellante y en caso de marcha atrás la señal sonora intermitente.
- . En caso de transporte fuera de la obra, la carretilla debe estar convenientemente matriculada y con los seguros reglamentarios.
- . Cuando el conductor abandone su carretilla debe asegurarse de que las palancas estén en punto muerto, motor parado, frenos echados y llave de contacto sacada. Si la carretilla está en pendiente se calzarán las ruedas, asimismo la horquilla se debe dejar en la posición más baja.
- . Es obligatorio la instalación en la carretilla de un pórtico antiimpactos y antivuelcos.
- . La parte superior de la carretilla debe disponer de un techo protector contraimpactos y contra las inclemencias del tiempo.

5.10. TRANSPALET MANUAL: CARRETILLA MANUAL

- . Antes de levantar una carga deben realizarse las siguientes comprobaciones:
- comprobar que el peso de la carga a levantar es el adecuado para la capacidad de carga del transpalet.

- asegurarse de que el palet o plataforma es adecuada para la carga que debe soportar y que está en buen estado.
- asegurarse de que las cargas estén perfectamente flejadas y equilibradas.
- comprobar que la longitud del palet o plataforma es mayor que la longitud de las horquillas.
- introducir las horquillas por la parte más estrecha del palet hasta el fondo por debajo de las cargas, asegurando que las dos horquillas están bien centradas bajo el palet.

Durante la conducción y circulación del transpalet deberá considerarse los siguientes puntos:

- conducir el transpalet tirando de la empuñadura, habiendo situado la palanca de mando en posición neutra.
- mirar en la dirección de la marcha y conservar siempre una buena visibilidad del recorrido.
- si el retroceso es inevitable, debe comprobarse que no haya nada en su camino que pueda provocar un incidente.
- supervisar la carga, sobre todo en los giros y particularmente si es muy voluminosa, controlando su estabilidad.
- no utilizar el transpalet en superficies húmedas, deslizantes o desiguales.
- no manipular el transpalet con las manos o el calzado húmedos o con grasa.
- deben respetarse los itinerarios preestablecidos.

en caso en que deba descenderse una pequeña pendiente, sólo se hará si se dispone de freno y situándose el operario por detrás de la carga, la pendiente máxima aconsejable será del 5%.

Cuando deban efectuarse trabajos de carga y descarga sobre una plataforma o sobre el montacargas deben tomarse las siguientes precauciones:

- debe comprobarse que la capacidad de la plataforma o montacargas pueda soportar el peso del palet y transpalet.
- debe de maniobrase el palet de manera que el operario nunca pise la plataforma.

No debe pararse el transpalet deberán tomarse las precauciones para que no entorpezca ninguna circulación.

Al finalizar la jornada laboral o la utilización del transpalet se deberá dejar la misma en un lugar previsto de estacionamiento y con el freno puesto.

Antes de efectuar la maniobra de descenso de la carga hay que fijarse alrededor de que no haya nada que pueda dañarse o desestabilizar la carga al ser depositada en el suelo.

También debe comprobarse que no haya nadie en las proximidades que pudiera resultar atrapado por el palet en las operaciones de descenso de la misma.

Si el operario en la manipulación del transpalet observara alguna anomalía debe comunicárselo al servicio de mantenimiento y dejado fuera de servicio.

5.11. BOMBEO DE MORTERO

- El equipo encargado del manejo de la bomba de mortero deberá estar especializado en este trabajo.
- La tubería de la bomba de mortero, se deberá apoyar sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de mortero, será dirigido por un operario especializado, para evitar accidentes por tapones o sobretensiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo de mortero se deberá preparar el conducto (engrasar tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, para evitar obturación del conducto.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redecilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito.
- En caso de detención de la bola se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de mortero y cualquier reparación de la máquina se realizará con los circuitos eléctricos apagados.

5.12. TRONZADORA.

- En la manipulación de la tronzadora, para evitar lesiones en los ojos los operarios deberán usar gafas antiimpactos
- En las operaciones de corte de material cerámico con la tronzadora se deberá mojar las piezas antes de ser cortadas y en su defecto dada la generación de polvo el operario deberá usar mascarilla con filtro mecánico contra el polvo.
- El radio del disco de la tronzadora debe estar conforme a las revoluciones del motor eléctrico.

5.13. PISTOLA FIJA-CLAVOS

- . El personal dedicado al uso de la pistola fija-clavos, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por impericia.
- . En ningún caso debe dispararse sobre superficies irregulares, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- . En ningún caso debe intentarse realizar disparos inclinados, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- . Antes de dar un disparo, cerciórese de que no hay nadie al otro lado del objeto donde dispara.
- . Antes de disparar debe comprobarse que el protector está en posición correcta.
- . No debe intentarse realizar disparos cerca de las aristas.
- . No debe dispararse apoyado sobre objetos inestables.
- . El operario que utilice la pistola fija-clavos deberá usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de cuero de seguridad, auriculares, gafas antiimpactos y cinturón de seguridad si lo precisarán.

5.14. TALADRADORA PORTÁTIL

- El personal dedicado al uso de la taladradora portátil, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia.
- Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.

- Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.
- Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.
- No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.
- La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

5.15. ROZADORA ELÉCTRICA

- . Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes de su carcasa de protección. En caso de deficiencia no utilice el aparato hasta ser subsanada la carencia.
- . Compruebe el estado del cable y de la clavija de conexión; rechace el aparato si presenta repelones que dejen al descubierto hilos de cobre o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante.
- . Elige siempre el disco adecuado para el material a rozar. Considere que hay un disco para cada menester; no los intercambie, en el mejor de los casos, los estropeará sin obtener buenos resultados.y correrá riesgos innecesarios.
- . No intente "rozar" en zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente; el disco puede fracturarse y producirle lesiones.
- . No intente reparar las rozadoras, ni las desmonte. Entréguelas a un especialista para su reparación.
- . No golpee con el disco al mismo tiempo que corta, ya que ello no acelerará la velocidad de corte. El disco puede romperse y producirle lesiones.
- . Evite recalentar los discos, podría ser origen de accidentes.

- . No desmonte nunca la protección normalizada de disco ni corte sin ella.
- . Desconecte la rozadora de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones de cambio de disco.
- . Moje la zona a cortar previamente, disminuirá la formación de polvo.
- . Use siempre la mascarilla con filtro mecánico antipolvo, evitará lesiones pulmonares.
- . El personal que manipule la rozadora deberá usar casco de seguridad, gafas antiimpactos, protectores auditivos, mascarilla antipolvo, guantes de cuero y lona (tipo americano) y mono de trabajo.

5.16. MÁQUINA PORTÁTIL DE ATERRAJAR

- Se trata de una máquina que sirve para cortar, desbarbar y gravar roscas en los tubos para conducciones metálicas de agua gas y fontanería en general.
- Los operarios de manejar las máquinas de aterrajear deben ser expertos en su manejo y conocedores de los riesgos de accidente y de su prevención.

Se ubicará en el lugar designado para ello, evitando riesgos al resto del personal de la obra.

- Las máquinas de aterrajear a instalar en la obra cumplirán los siguientes requisitos:
 - Las transmisiones por poleas estarán protegidas mediante una carcasa que impida el acceso directo a los órganos móviles.
 - Los puntos de engrase estarán situados en lugares que no impliquen riesgos adicionales para el operario en cargado de mantener la máquina.
 - Los mandos de control estarán junto al puesto del operario, con acceso directo sin riesgos adicionales. Este dispositivo debe estar protegido contra el accionamiento involuntario
 - Estarán dotadas de retorno automático de la llave de apriete cuando cese la presión del operario sobre ella.
 - Los tubos en rotación quedarán protegidos mediante carcasa antigolpes o atrapamientos.

Las máquinas de aterrajear serán alimentadas eléctricamente mediante cable antihumedad y dotada de conductor de toma de tierra. La toma de tierra se realizará

a través del cuadro de distribución en combinación con los cuadros disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra.

En estas máquinas se instalará una señal de peligro y un cartel con el siguiente rótulo "prohibido utilizar al personal no autorizado".

En Huesca a 7 de enero de 2014

El Ingeniero Agrónomo

Laura Garrido Villanueva

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.2
2. PRESCRIPCIONES QUE SE DEBERAN CUMPLIR EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS, LA UTILIZACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LAS MÁQUINAS, ÚTILES, HERRAMIENTAS, SISTEMAS Y EQUIPOS PREVENTIVOS .6

1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.

En la redacción de este estudio se ha tenido en consideración la legislación en materia de seguridad relacionada en la segunda parte de este pliego, y en especial la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Este estudio de seguridad y salud, forma parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra; es coherente con el contenido del mismo y recoge las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud debe ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluye en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos para la correcta ejecución de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 7 de R.D., previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total, ni de los niveles de protección contenidos en el estudio.

Según el R.D. el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras. Cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra.

La designación de los coordinadores no exime al promotor de sus responsabilidades.

Visado de proyectos (Art. 17 del R.D. 1627/97)

La inclusión en el proyecto de ejecución de obra del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico será requisito necesario para el visado de aquél por el Colegio profesional, para la expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones públicas.

En la tramitación para la aprobación de los proyectos de obras de las Administraciones públicas se hará declaración expresa en la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente de la inclusión del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico.

Plan de seguridad y salud (art. 7 R.D. 1627/97)

En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico. En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

En el caso de obras de las Administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

Asimismo, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Libro de incidencias. (Art13 del R.D. 1627/97)

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto. Facilitado por el Colegio Profesional al cual pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. En las obras de las Administraciones públicas lo facilitara la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente.

El libro de incidencias, deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa.

A dicho libro tendrá acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos

especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

Aviso previo (Art. 18 del R.D. 1627/97)

En las obras incluidas en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos.

El aviso previo se redactará con arreglo a lo dispuesto en el anexo III del R.D. deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándose si fuera necesario.

Apertura del centro de trabajo (Art. 19 del R.D. 1627/97)

La apertura del centro de trabajo deberá comunicarse a la autoridad laboral competente, y deberá incluir el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del R.D. 1627/97.

El plan de seguridad y salud estará a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en las Administraciones públicas competentes.

2. PRESCRIPCIONES QUE SE DEBERAN CUMPLIR EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS, LA UTILIZACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LAS MÁQUINAS, ÚTILES, HERRAMIENTAS, SISTEMAS Y EQUIPOS PREVENTIVOS

Aspectos generales

- REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. O.M. 31 de enero de 1.940 B.O.E. 3 de febrero de 1.940, en vigor capítulo VII. . DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LOCALES DE TRABAJO.R.D. 486/1.997 de 14 de abril de 1997.
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.O.M. 20 de Mayo de 1.952 B.O.E. 15 de Junio de 1.958.
- PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA EDIFICACION Convenio O.I.T. 23 de Junio de 1.937, ratificado el 12 de Junio de 1.958.
- ORDENANZA LABORAL DE LA CONSTRUCCION, VIDRIO y CERAMICA O.M. 28 de Agosto de 1.970. B.O.E. 5,7,8,9 de Septiembre de 1.970, en vigor capítulos VI i XVI. . ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. O.M. 9 de Marzo de 1.971. B.O.E. 16 de Marzo de 1.971, en vigor partes del título n.
- REGLAMENTO DE ACTIVIDADES MOLESTAS, NOCIVAS INSALUBRES Y PERIGROSAS. D.2414/1.961 de 30 de Noviembre B.O.E. 7 de Diciembre de 1.961.
- ORDEN APROBACIÓN DE MODELO DE LIBRO DE INCIDENCIAS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIONO. 12 de Enero de 1998. D.O.G.c. 2565 de 27 de Enero de 1998.
- REGULACION DE LA JORNADA DE TRABAJO, JORNADAS ESPECIALES Y DESCANSO.R.D. 2.001/1.983 de 28 de Julio B.O.E. 3 De Agosto de 1.983.
- ESTABLECIMIENTO DE MODELOS DE NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES EN EL TRABAJO.O.M. 16 de Diciembre de 1.987 B.O.E. 29 de Diciembre de 1.987.
- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.L. 31/1995 de Noviembre B.O.E. 10 de Noviembre de 1995.
- REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN.R.D. 39/1997 de 17 de Enero de 1997 B.O.E. 31 de Enero de 1997
- SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.R.D. 485/1997 de 14 de abril de 1997B.O.E. 23 de Abril de 1997.
- NORMAS TECNOLOGICASDE LA EDIFICACION (N.T.E.)

Condiciones ambientales.

- ILUMINACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO.O.M. 26 de Agosto 1.940 B.O.E. 29 de Agosto de 1.940.
- PROTECCIÓN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS CENTROS DE TRABAJO.R.D. 486/1997 de 14 de Abril de 1997 B.O.E. 23 de Abril de 1997.
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS QUE IMPLIQUEN RIESGOS, EN PARTICULAR DORSOLUMBARES, PARA LOS TRABAJADORES. RD. 487/1997 de 14 de Abril de 1997B.O.E. 23 de Abril de 1997.
- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LOS TRABAJOS QUE INCLUYEN PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN. RD. 488/1997 de 14 de Abril de 1997B.O.E. de 23 de Abril de 1997.
- FUNCIONAMIENTO DE LAS MUTUAS DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL Y EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.O. de 22 de Abril de 1997 B.O.E. de 24 de Abril de 1997.
- PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICION A AGENTES BIOLÓGICOS EN EL TRABAJO.RD.664/1997de 12de Mayo B.O.E.de 24 de Mayo de 1997.
- EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS EN EL TRABAJO.RD. 665/1997 de 12 de Mayo B.O.E. de 24 de Mayo de 1997.
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION. RD. 773/1997 de 30 de mayo B.O.E. de 12 de Junio de 1997.
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE TRABAJO.RD. 1215/1997 de 18 de Julio B.O.E. de 7 de Agosto de 1997.
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DESTINADAS A MEJORAR LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES EN ACTIVIDADES MINERAS.RD. 1389/1997 de 5 de Septiembre B.O.E. de 7 de Octubre de 1997.

- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. RD. 1627/1997 de 24 de Octubre B.O.E. de 25 de Octubre de 1997.
- DE LOS TRABAJADORES FRENTE A RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO. RD. 1316/1.989, de 27 de Octubre B.O.E. 2 de Noviembre 1.989.

Incendios

- . NORMA BASICA EDIFICACION NBE - CPI / 96. RD. 2177/1.996, de 4 de Octubre B.O.E. 29 de Octubre de 1.996.
- . ORDENANZAS MUNICIPALES

Instalaciones eléctricas.

- REGLAMENTO DE LINEAS AEREAS DE ALTA TENSIÓN. D. 3151/1.968 de 28 de Noviembre B.O.E. 27 de Diciembre de 1.968. Rectificación: B.O.E. 8 de Marzo de 1.969.
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN. D. 2413/1.973 de 20 de Septiembre B.O.E. 9 De Octubre de 1.973.
- INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.

Maquinaria.

- REGLAMENTO DE APARATOS A PRESIÓN. D. 16 De Agosto de 1.969 B.O.E. 28 De Octubre de 1.969. Modificación: B.O.E. 17 de Febrero de 1.972 i 13 de Marzo de 1.972.
- REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES y SU MANTENIMIENTO. RD. 2291/1.985 de 8 de Noviembre B.O.E. 11 de Diciembre de 1.985.
- REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES PARA OBRAS. O.M. 23 de Mayo de 1.977 B.O.E. 14 de Junio de 1.977. Modificación B.O.E. 7 de Marzo de 1.981 y 16 de Noviembre de 1.981.
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN LAS MAQUINAS. RD. 1495/1.986 de 26 de Mayo B.O.E. 21 de Julio de 1.986. Correcciones B.O.E. 4 De Octubre de 1.986. . I.TC.-MIE-AEMI: ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS. O. 19 de Diciembre de 1.985. B.O.E. 14 de Enero de 1.986. Corrección B.O.E. 11 de Junio de 1.986 i 12 de Mayo 1.988. Actualización: O. 11 De Octubre de 1.988 B.O.E. 21 de Noviembre de

1.988. . 1.TC-MIE-AEM2: GRUAS TORRE DESMONTABLES PERA OBRAS.O. 28 de Junio de 1.988 B.O.E. 7 de Julio de 1.988 Modificación O. 16 De Abril de 1.990 B.O.E. 24 De Abril de 1.990. . I.TC-MIE-AEM3: CARRETILLAS AUTOMOTRICES DE ANUTENCIÓN. 0.26 de Mayo de 1.989B.O.E. 9 de Junio de 1.989.

- I.TC-MIE-MSG 1: MÁQUINAS, ELEMENTOS DE MÁQUINAS O SISTEMAS DE PROTECCIÓN MPLEADOS. . O. 8 De Abril de 1.991 B.O.E. 11 De Abril de 1.991.

Equipos de protección individual (EPI)

- COMERCIALIZACIÓN y LIBRE CIRCULACIÓN INTRACOMUNITARIA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.RD. 1407/1992 de 20 Noviembre de 1992 B.O.E. 28 de Diciembre de 1992. Modificado por O.M de 16de Mayo de 1994 B.O.E. 1 de Julio de 1994 y por RD. 159/1995, de 3 de febrero B.O.E. 8 Marzo de 1995.

- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.RD. 773/1.997 de 30 de mayo de 1997

Señalizaciones.

- DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDADY SALUDEN EL TRABAJO. RD.485/1.997B.O.E 14 de abril de 1997

- SEÑALIZACIÓN DE OBRAS DE CARRETERAS. M.O.P.T y M.A. Norma de Carreteras 8.3 - IC

Varios.

- CUADRO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES RD. 1403/1.978 B.O.E. 25 De Agosto de 1.978.

. CONVENIOS COLECTIVOS.

Relación de la Norma Española (UNE-EN) respecto a las E.P.I.S.

Utilización de Equipos de Protección Individual. RD. 773/1997, del 30/05/1997

B.O.E nº 140 de 12/06/1997

PROTECCIÓN DE LA CABEZA

Casco de seguridad. U.N.E-EN. 397: 1995

EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE LOS OJOS

Protección individual de los ojos: Requisitos. U.N.E-EN. 166: 1996

Protección individual de los ojos: Filtros para soldadura y técnicas relacionadas.
U.N.E-E.N. 169: 1993

Protección individual de los ojos: Filtros para ultravioletas. U.N.E-EN. 170: 1993

Protección individual de los ojos: Filtros para infrarrojos. U.N.E-E.N.170:
1993

PROTECCIÓN DE LOS OÍDOS

Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. U.N.E-EN. 352-1: 1994
Parte 1: Orejeras.

Protectores auditivos. . Requisitos de seguridad y ensayos. U.N.E.-E.N. 352-2: 1994
Parte 1: Tapones.

Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones
de trabajo y mantenimiento. U.N.E-EN. 458: 1994

PROTECCIÓN DE PIES Y PIERNAS

Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad y calzado de trabajo
de uso profesional U.N.E-EN. 344: 1993

Especificaciones para el calzado de seguridad de uso profesional U.N.E-EN. 345:
1993

Especificaciones para el calzado de protección de uso profesional U.N.E-
E.N.346: 1993

Especificaciones para el calzado de uso profesional U.N.E.-EN.347: 1993

PROTECCIÓN CONTRA LA CAIDA DESDE ALTURAS. ARNESES Y CINTURONES

Equipos de protección individual contra caída desde altura. Dispositivos de
descenso.

U.N.E-EN. 341: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura .Parte1:Dispositivos anticaídas deslizante con línea de anclaje rígida. U.N.E-E.N. 353-1: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura.. Parte 2:Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje flexible. U.N.E-E.N. 353-2: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura. Elementos de sujeción U.N.E-E.N. 354: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde alturas. Absorción de energía. U.N.E.-EN. 355: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura... Sistemas de sujeción. U.N.E.-E.N. 358: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura. Dispositivos anticaídas retráctiles. U.N.E.-EN. 360: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura. Arnese anticaídas. U.N.E-E.N. 361: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura. Conectores. U.N.E-E.N. 362: 1993

Equipos de protección individual contra caída desde altura. Sistemas anticaídas. U.N.E-E.N. 363: 1993

Equipos de protección individual contra la caída desde altura. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado. U.N.E.-EN 365: 1993

EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Equipos de protección respiratoria. Mascaras. U.N.E.- E 81 233: 1991

Requisitos, ensayos, marcas. U.N.E.-136: 1989

Equipos de protección respiratoria. Roscas para U.N.E 81281-1: 1989

piezas faciales. Conexiones para rosca estándar. U.N.E.-148-1: 1987

Equipos de protección respiratoria. Roscas para U.N.E 81281-2: 1989

piezas faciales. Conexiones por rosca central. U.N.E.-148-2: 1987

Equipos de protección respiratoria. Roscas para UN.E 81281-3: 1992

piezas faciales. Conexiones roscadas de M45 x 3. U.N.E.-148-3: 1992

Equipos de protección respiratoria Mascarillas. U.N.E 81282: 1991

Requisitos, ensayos, etiquetas.	U.N.E.-140: 1989
Equipos de protección respiratoria Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos.	U.N.E. 81284: 1992 E.N. 143: 1990
Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros mixtos. Requisitos, ensayos.	U.N.E 81285: 1992 EN. 141: 1990
Equipos de protección respiratoria con aire fresco provisto de máscara, mascarilla. Requisitos, ensayos.	U.N.E-EN. 138:1995
Equipos de protección respiratoria con aire fresco comprimido, mascara, mascarilla y adaptador fácil.. Requisitos, ensayos.	U.N.E.-E.N. 139:1995
Equipos de protección respiratoria Semimascarillas filtrantes de protección de partículas. Requisitos, ensayos.	U.N.E.-EN. 149:1992
Equipos de protección respiratoria Mascarillas autofiltrantes con válvulas para proteges de gases y de gases y partículas. Requisitos, ensayos.	U.N.E.-EN. 405:1993

PROTECCIÓN DE LAS MANOS

- Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos. U.N.E.-EN. 374-1:1995
- Guantes de protección contra los productos químicos y microorganismos. Parte2: Determinación de la resistencia a la penetración. U.N.E.-E.N. 374-2:1995
- Guantes de protección contra los productos químicos y microorganismos.. Part3: Determinación de la resistencia a la permeabilidad de los productos químicos. U.N.E.-E.N. 374-3:1995
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos. U.N.E-E.N. 388:1995
- Guantes de protegió contra riscos térmicos (calor y/o fuego). U.N.E.-EN. 407:1995
- Requisitos generales guantes. U.N.E.-EN. 420:1995
- Guantes de protección contra las radiaciones de iones y la contaminación radioactiva. U.N.E-EN. 421:1995
- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos. U.N.E-EN. 60903:1995

VESTUARIO DE PROTECCIÓN

- Ropa de protección. Requisitos generales. U.N.E-EN. 340:1994
- Ropa de protección. Método de ensayo. U.N.E-E.N. 348:1994
- Determinación del comportamiento de los materiales al impacto de pequeñas partículas de metal fundido. U.N.E.- 348: 1992
- Ropa de protección. Protección a los productos químicos. Requisitos. U.N.E.-EN. 467:1995
- Ropa de protección utilizada durante la soldadura y las técnicas. PartI: requisitos generales. U.N.E-EN. 470-1:1995
- Especificaciones de Ropa de protección a riesgos de quedar atrapado por piezas de maquinas en movimiento. U.N.E.-EN. 510:1994
- Ropa de protección. Protección contra el calor y las llames. Método de ensayo U.N.E.-EN. 532:1996

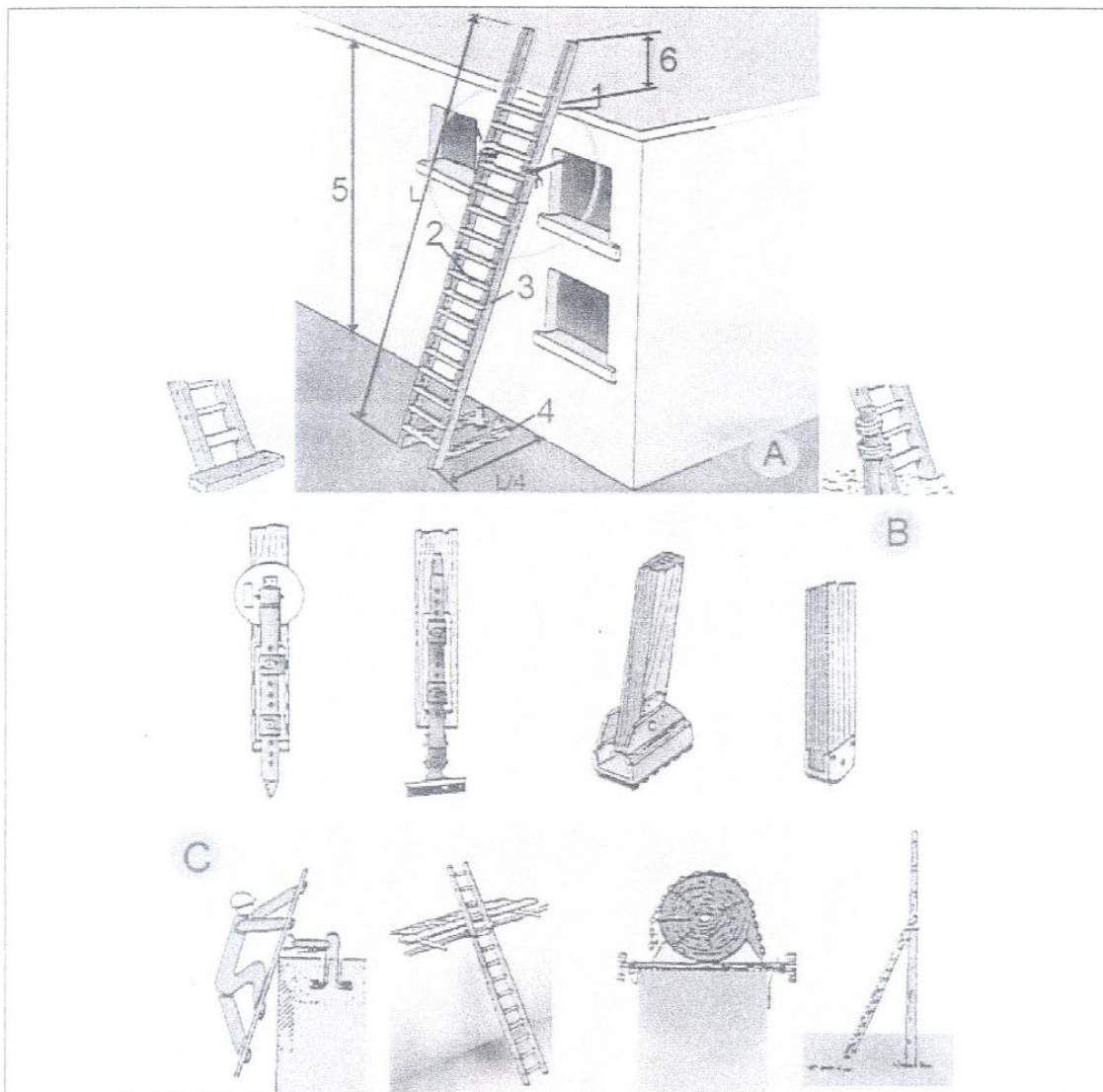
En Huesca a 7 de enero de 2014

El Ingeniero Agrónomo

Laura Garrido Villanueva

PLANOS

Escaleras de mano Detalles



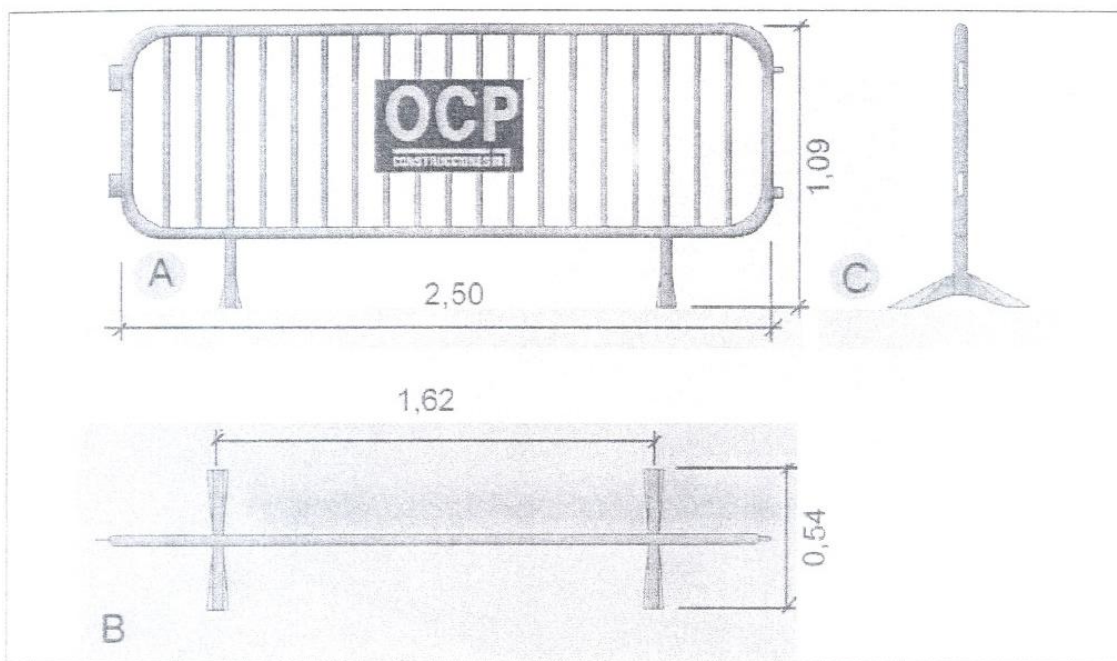
A. ESCALERAS DE MANO

1. Punto de apoyo
2. Peldaños ensamblados
3. Largueros de una sola pieza
4. Base
5. Hasta 5 m. para escaleras simples
Hasta 7 m. para escaleras reforzadas
6. Mínimo 1 m.

B. MECANISMOS ANTIDESLIZANTES.

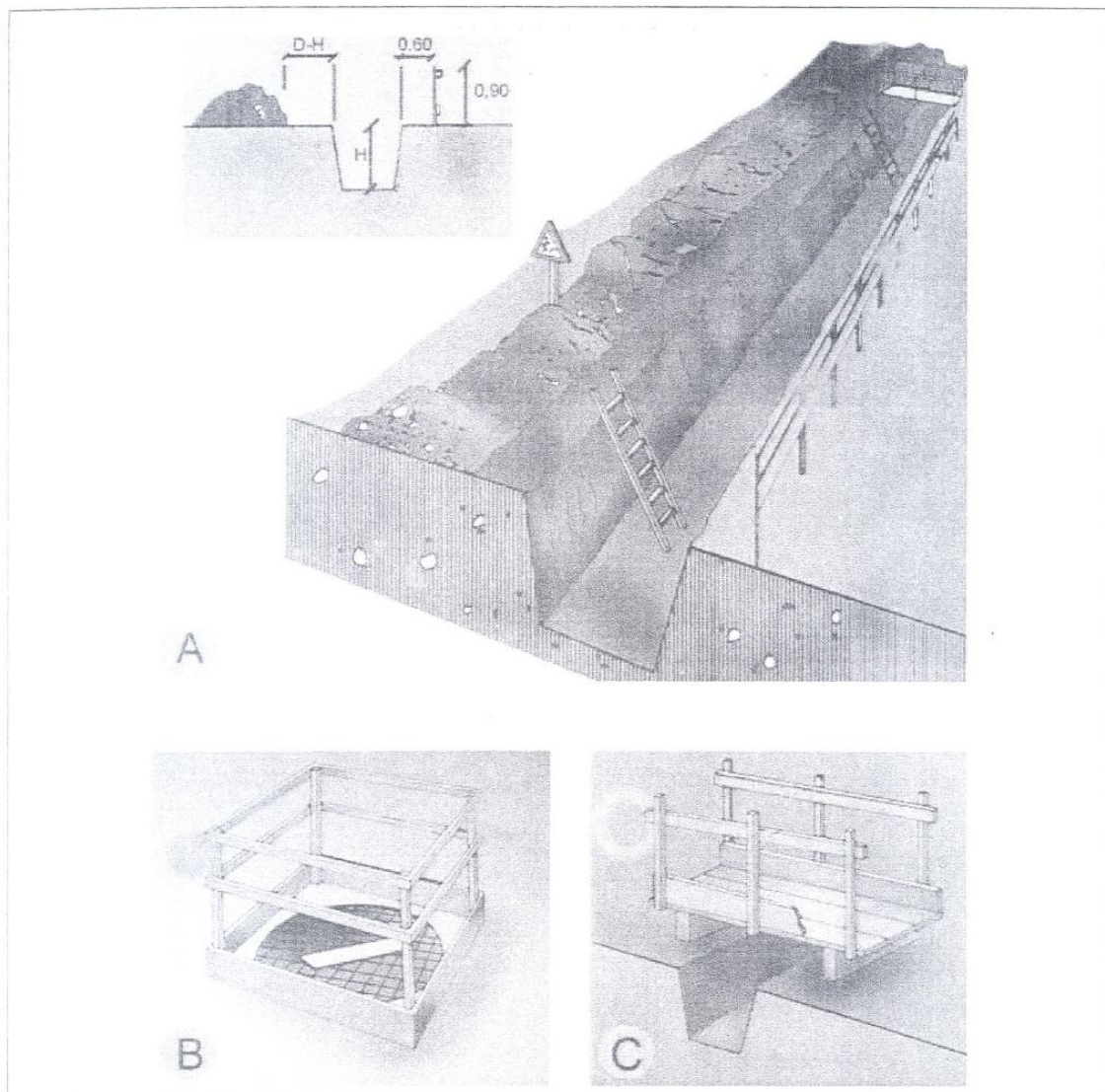
C. SUJECCIÓN EN LA PARTE SUPERIOR.

Vallas
Valla peatonal



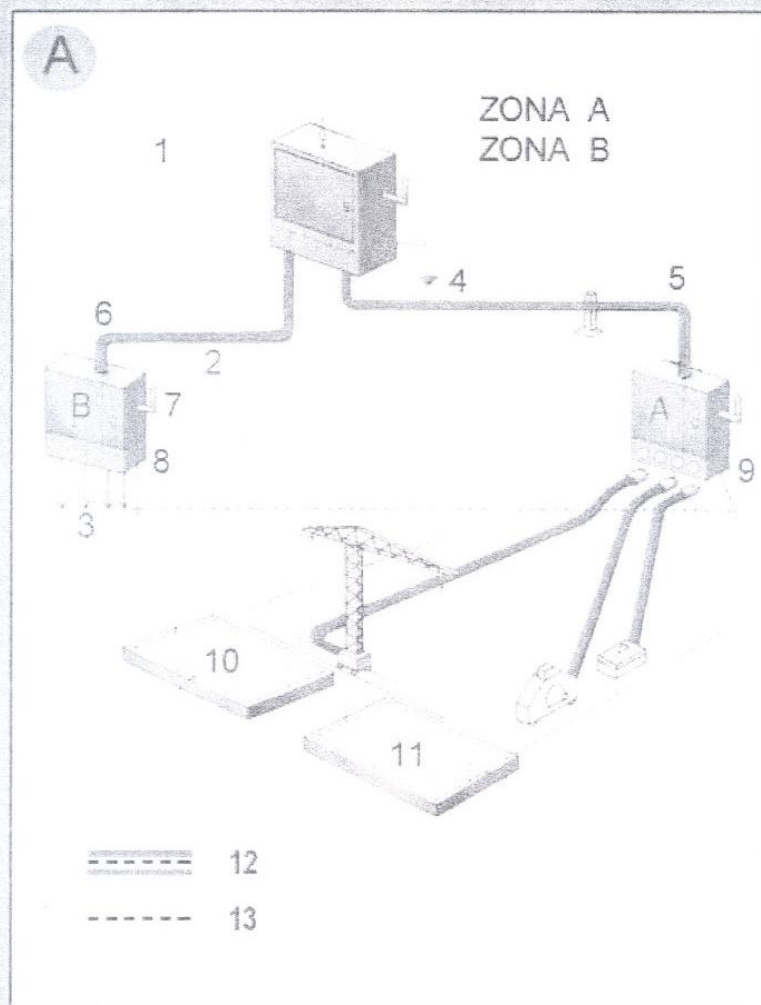
- A. Planta.
B. Alzado.
C. Perfil.

Zanjas Perspectiva y detalle



- A. PROTECCIÓN EN ZANJAS.
B. EN HUECOS Y APERTURAS.
C. DETALLE PASARELA PEATONES.

Instalaciones eléctricas Esquema Tipo

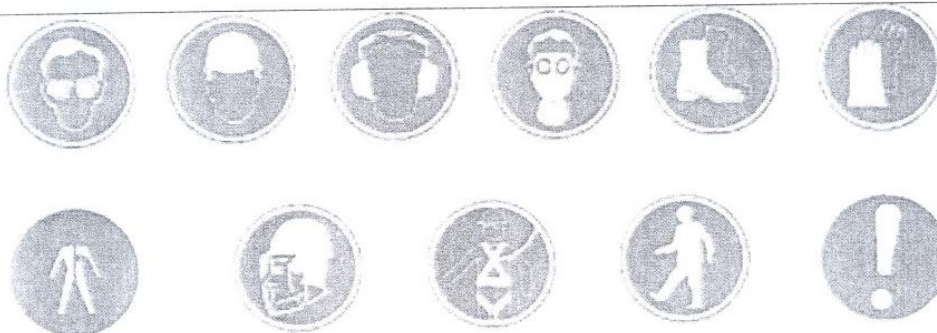


Zona A. Riesgo principal contacto indirecto.

Zona B. Riesgo principal contacto directo.

1. Armario de distribución general, fabricado en material aislante.
2. Línea subterránea.
3. Montantes.
4. Toma de tierra.
5. Aislamiento reforzado.
6. Aislamiento reforzado.
7. Mando de corte general, exterior.
8. Armario interior al edificio (pequeña potencia).
9. Armario interior al edificio (gran potencia).
10. Conexión tierras de protección en espera para el edificio definitivo.
11. Anillo en el fondo de la excavación.
12. Conductor de protección incorporado a las canalizaciones y cables.
13. Circuito de puesta a tierra.

- A. Armario de distribución protegido a la entrada por un dispositivo diferencial de media sensibilidad retardado para alimentar las distintas máquinas de potencia exteriores al edificio.
- B. Armario de distribución protegido en la entrada por un dispositivo diferencial de media sensibilidad retardado para alimentar los distintos montantes.

**Señalización
Advertencia****Señalización
Obligación**

PRESUPUESTO

CUADRO DE MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO I SEGURIDAD E HIGIENE							
SUBCAPÍTULO ES01 PROTECCIONES INDIVIDUALES.							
D41EG001	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas C.E.						3,00
D41EG010	Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR. Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas C.E.						3,00
D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado C.E.						3,00
D41EC500	Ud CINTURON ANTILUMBAGO Ud. Cinturón antilumbago cierre hebilla, homologado C.E.						3,00
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas C.E.						3,00
D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado C.E.						3,00
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado C.E.						3,00
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado C.E.						3,00
D41EA601	Ud PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.						3,00
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados C.E.						3,00
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas C.E.						3,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SUBCAPÍTULO ES02 PROTECCIONES COLECTIVAS.							
D41CC210	MI VALLA COLGANTE SEÑALIZACION. MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado.						10,00
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.						150,00
D41GC401	MI VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.						4,00
SUBCAPÍTULO ES03 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.							
D41AG801	Ud BOTIQUIN DE OBRA. Ud. Botiquín de obra instalado.						3,00
D41AG810	Ud REPOSICION DE BOTIQUIN. Ud. Reposición de material de botiquín de obra.						3,00
SUBCAPÍTULO ES04 MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.							
D41IA020	H. FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.						20,00
D41IA040	Ud RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT Ud. Reconocimiento médico obligatorio.						10,00

UNITARIOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO I SEGURIDAD E HIGIENE			
SUBCAPÍTULO ES01 PROTECCIONES INDIVIDUALES.			
D41EG001	Ud	PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			11,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS			
D41EG010	Ud	PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR. Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			23,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS			
D41EA001	Ud	CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			3,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS			
D41EC500	Ud	CINTURON ANTILUMBAGO Ud. Cinturón antilumbago cierre hebilla, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			8,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS			
D41EA220	Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			11,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS			
D41EC001	Ud	MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			16,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS			
D41EC010	Ud	IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			9,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS			
D41EC520	Ud	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			21,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS			
D41EA601	Ud	PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.	
TOTAL PARTIDA.....			8,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS			
D41EE030	Ud	PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	
TOTAL PARTIDA.....			27,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS			
D41EG030	Ud	PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			24,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
SUBCAPÍTULO ES02 PROTECCIONES COLECTIVAS.			
D41CC210	MI	VALLA COLGANTE SEÑALIZACION. MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujeción, soporte metálico, colocación y desmontado.	
TOTAL PARTIDA.....			6,71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS			
D41CC230	MI	CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	
TOTAL PARTIDA.....			1,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS			
D41GC401	MI	VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucin, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.	
TOTAL PARTIDA.....			17,57
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
SUBCAPÍTULO ES03 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.			
D41AG801	Ud	BOTIQUIN DE OBRA. Ud. Botiquín de obra instalado.	
TOTAL PARTIDA.....			20,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS			
D41AG810	Ud	REPOSICION DE BOTIQUIN. Ud. Reposición de material de botiquín de obra.	
TOTAL PARTIDA.....			39,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS			
SUBCAPÍTULO ES04 MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.			
D41IA020	H.	FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	
TOTAL PARTIDA.....			11,33
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS			
D41IA040	Ud	RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	
TOTAL PARTIDA.....			42,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO I SEGURIDAD E HIGIENE						
SUBCAPÍTULO ES01 PROTECCIONES INDIVIDUALES.						
D41EG001		Ud	PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR			
			Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.			
U42EG001	1,000	Ud	Par de botas de agua.	11,00	11,00	
TOTAL PARTIDA.....						11,00
D41EG010		Ud	PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR.			
			Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.			
U42EG010	1,000	Ud	Par de botas seguri.con punt.serr.	23,00	23,00	
TOTAL PARTIDA.....						23,00
D41EA001		Ud	CASCO DE SEGURIDAD.			
			Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.			
U42EA001	1,000	Ud	Casco de seguridad homologado	3,00	3,00	
TOTAL PARTIDA.....						3,00
D41EC500		Ud	CINTURON ANTILUMBAGO			
			Ud. Cinturón antilumbago cierre hebilla, homologado CE.			
U42EC500	1,000	Ud	Cinturón antivibratorio.	8,50	8,50	
TOTAL PARTIDA.....						8,50
D41EA220		Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS.			
			Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.			
U42EA220	1,000	Ud	Gafas contra impactos.	11,00	11,00	
TOTAL PARTIDA.....						11,00
D41EC001		Ud	MONO DE TRABAJO.			
			Ud. Mono de trabajo, homologado CE.			
U42EC001	1,000	Ud	Mono de trabajo.	16,00	16,00	
TOTAL PARTIDA.....						16,00
D41EC010		Ud	IMPERMEABLE.			
			Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.			
U42EC010	1,000	Ud	Impermeable.	9,00	9,00	
TOTAL PARTIDA.....						9,00
D41EC520		Ud	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.			
			Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.			
U42EC520	1,000	Ud	Cinturón porta herramientas.	21,00	21,00	
TOTAL PARTIDA.....						21,00
D41EA601		Ud	PROTECTORES AUDITIVOS.			
			Ud. Protectores auditivos, homologados.			
U42EA601	1,000	Ud	Protectores auditivos.	8,00	8,00	
TOTAL PARTIDA.....						8,00
D41EE030		Ud	PAR GUANTES AISLANTES.			
			Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.			
U42EE030	1,000	Ud	P.de guantes aislante electri	27,00	27,00	
TOTAL PARTIDA.....						27,00
D41EG030		Ud	PAR BOTAS AISLANTES.			
			Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.			
U42EG030	1,000	Ud	Par de botas aislantes elect.	24,94	24,94	
TOTAL PARTIDA.....						24,94

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO ES02 PROTECCIONES COLECTIVAS.						
D41CC210	MI		VALLA COLGANTE SEÑALIZACION.			
			MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujeción, soporte metálico, colocación y desmontado.			
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42CC210	1,000	MI	Cordón de señalización.	0,45	0,45	
U42CA501	0,330	Ud	Soporte metálico para señal	15,00	4,95	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	6,50	0,20	
TOTAL PARTIDA.....						6,71
D41CC230	MI		CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.			
			MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.			
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42CC230	1,000	MI	Cinta de balizamiento reflex.	0,12	0,12	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	1,20	0,04	
TOTAL PARTIDA.....						1,27
D41GC401	MI		VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI			
			MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucin, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.			
U01AA009	0,300	Hr	Ayudante	11,78	3,53	
U01AA011	0,300	Hr	Peón ordinario	11,11	3,33	
U42CC040	0,200	MI	Valla contención peatones	51,00	10,20	
%0200001	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	17,10	0,51	
TOTAL PARTIDA.....						17,57
SUBCAPÍTULO ES03 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.						
D41AG801	Ud		BOTIQUIN DE OBRA.			
			Ud. Botiquín de obra instalado.			
U42AG801	1,000	Ud	Botiquín de obra.	20,00	20,00	
TOTAL PARTIDA.....						20,00
D41AG810	Ud		REPOSICION DE BOTIQUIN.			
			Ud. Reposición de material de botiquín de obra.			
U42AG810	1,000	Ud	Reposición de botiquín.	39,00	39,00	
TOTAL PARTIDA.....						39,00
SUBCAPÍTULO ES04 MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.						
D41IA020	H.		FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE			
			H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.			
U42IA020	1,000	H.	Formacion segurid.e higiene	11,00	11,00	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	11,00	0,33	
TOTAL PARTIDA.....						11,33
D41IA040	Ud		RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT			
			Ud. Reconocimiento médico obligatorio.			
U42IA040	1,000	Ud	Reconocimiento médico obligat	42,00	42,00	
TOTAL PARTIDA.....						42,00

PRESUPUESTO GENERAL

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO I SEGURIDAD E HIGIENE				
SUBCAPÍTULO ES01 PROTECCIONES INDIVIDUALES.				
D41EG001	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas C.E.	3,00	11,00	33,00
D41EG010	Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR. Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas C.E.	3,00	23,00	69,00
D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado C.E.	3,00	3,00	9,00
D41EC500	Ud CINTURON ANTILUMBAGO Ud. Cinturón antilumbago cieere hebilla, homologado C.E.	3,00	8,50	25,50
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas C.E.	3,00	11,00	33,00
D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado C.E.	3,00	16,00	48,00
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado C.E.	3,00	9,00	27,00
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado C.E.	3,00	21,00	63,00
D41EA601	Ud PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.	3,00	8,00	24,00
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados C.E.	3,00	27,00	81,00
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas C.E.	3,00	24,94	74,82
TOTAL SUBCAPÍTULO ES01 PROTECCIONES INDIVIDUALES..				487,32

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO ES02 PROTECCIONES COLECTIVAS.				
D41CC210	MI VALLA COLGANTE SEÑALIZACION. MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado.	10,00	6,71	67,10
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	150,00	1,27	190,50
D41GC401	MI VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.	4,00	17,57	70,28
TOTAL SUBCAPÍTULO ES02 PROTECCIONES COLECTIVAS.....				327,88
SUBCAPÍTULO ES03 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.				
D41AG801	Ud BOTIQUIN DE OBRA. Ud. Botiquín de obra instalado.	3,00	20,00	60,00
D41AG810	Ud REPOSICION DE BOTIQUIN. Ud. Reposición de material de botiquin de obra.	3,00	39,00	117,00
TOTAL SUBCAPÍTULO ES03 INSTALACIONES				177,00
SUBCAPÍTULO ES04 MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.				
D41IA020	H. FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	20,00	11,33	226,60
D41IA040	Ud RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	10,00	42,00	420,00
TOTAL SUBCAPÍTULO ES04 MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN				646,60
TOTAL CAPÍTULO I SEGURIDAD E HIGIENE.....				1.638,80
TOTAL.....				1.638,80

RESUMEN GENERAL

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
I	SEGURIDAD E HIGIENE.....	1.638,80	100,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.638,80	
	13,00% Gastos generales.....	213,04	
	6,00% Beneficio industrial.....	98,33	
	SUMA DE G.G. y B.I.	311,37	
	21,00% I.V.A.....	409,54	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	2.359,71	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	2.359,71	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTI-MOS

, a 23 DE DICIEMBRE DE 2013.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA