



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Diseño de una instalación para cultivo y comercialización
de Cannabis para usos farmacéuticos.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Química

AUTOR/A: Estévez Ferrandis, Carlos

Tutor/a: Amat Payá, Ana María

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen

Se va a diseñar una empresa dedicada al cultivo de Cannabis sativa de alta calidad en exterior con fines médicos. El objetivo principal es aprovisionar de materia prima a las empresas encargadas de producir productos farmacéuticos. El proyecto incluye un estudio del estado del arte, de la legislación actual y de las posibles aplicaciones médicas de estos compuestos. Se realizará un análisis del lugar a instalar la plantación y la infraestructura necesaria para el procesamiento del producto. Se completará con una valoración económica y los planos necesarios para su instalación.

Palabras clave: Cultivo exterior cannabis; THC; comercialización cannabis; fármacos base cannabis.

Abstract

An outdoor high-quality medical marijuana cultivation company will be designed. The main objective is to supply raw material to pharmaceutical companies responsible for producing pharmaceutical products. The project includes a study of the state of the art, current legislation and possible medical applications of these compounds. An analysis of the location to install the plantation and the necessary infrastructure for product processing will be carried out. It will be completed with an economic valuation and the necessary plans for its installation.

Keywords: *Outdoor cannabis cultivation; THC; cannabis commercialization; cannabis-based pharmaceuticals.*

Índice general

Resumen	I
Índice general	II
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	VI
1. Introducción	1
1.1. Cáñamo industrial	1
1.2. Productos farmacéuticos en base de cannabis	4
1.3. Países objetivo	7
1.4. Alcance	7
1.5. Legislación actual	7
1.6. Referencias de programas	8
1.7. Definiciones y abreviaturas	9
1.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	9
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo académico	11
2.2. Objetivo técnico	11
3. Procesos experimentales. Procesado en planta	13
3.1. Proceso de cultivo	13
3.2. Proceso de lavado	14
3.3. Proceso de secado	14
3.4. Procesado en máquinas	15
3.5. Proceso de curado	16
3.6. Control de <i>THC</i>	16
3.7. Planificación	19
4. Diseño y cálculos	21
4.1. Selección de variedad de Cannabis (<i>Uso-31</i>)	21
4.2. Diseño de terreno y cultivo	23
4.3. Diseño de edificio	26

4.4. Lavado	27
4.5. Secado	29
4.6. Sala de máquinas	31
4.7. Curado y envasado	34
4.8. Estudio de viabilidad	41
5. Resultados finales	45
5.1. Ubicación seleccionada	45
5.2. Gestión de residuos	46
5.3. Estudio de viabilidad	47
5.4. Estudio de impacto medioambiental	47
5.5. Presupuestos	47
5.6. Modalidad de ejecución	48
5.7. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	48
6. Conclusiones	49
7. Anexo I: Localización	50
8. Anexo II: Diagrama de flujo	51
9. Anexo III: Diagrama de Gantt	52
10.Plano	53
11.Pliego de condiciones	54
11.1. Maquinaria y requisitos técnicos	54
11.2. Requisitos de personal	64
12.Presupuesto	65
12.1. Presupuesto por capítulos	65
12.2. Cuadro de precios N ^o 1	72
12.3. Cuadro de precios N ^o 2	74
12.4. PEC	77
Bibliografía	79

Índice de figuras

1.1. Evolución de patentes relacionadas con el cáñamo a nivel mundial en las últimas décadas	3
1.2. Medicamentos en base de cannabis	5
1.3. Estimación de valor de mercado del cannabis medicinal	6
3.1. Maquinaria de la sala de secado	14
3.2. Máquina para la eliminación de tallos	15
3.3. Máquina para separar las hojas del producto	16
3.4. Máquina de envasado al vacío	20
4.1. Distribución de cultivo 1	24
4.2. Distribución de cultivo 2	24
4.3. Recorrido óptimo	26
4.4. Edificio	26
4.5. Sala de lavado	27
4.6. Sala de secado	29
4.7. Capacidad, consumo y rangos del deshumidificador	30
4.8. Representación visual de las paredes y techo de las salas de curado y envasado	35
4.9. Perfil de paredes interiores y techo con aislamiento	37
4.10. Perfil de pared exterior	38
4.11. Perfil de paredes interiores y techo sin aislamiento	39
7.1. Catastro de la ubicación de la planta	50
7.2. Mapeado de la ubicación	50
8.1. Diagrama de flujo del proceso de cosecha y procesado	51
9.1. Diagrama de Gantt del proceso de cultivo	52
10.1. Plano de la planta de cultivo	53
11.1. Pulverizador eléctrico portatil	54
11.2. Pulverizador eléctrico portátil	55
11.3. Máquina para la eliminación de tallos	56
11.4. Máquina Trimmer	57
11.5. Máquina deshumidificadora	58

11.6. Máquina ventiladora mural	59
11.7. Máquina de envasado al vacío	60
11.8. Tractor seleccionado	61
11.9. Acaballadora seleccionada	62
11.10. Acolchadora seleccionado	63

Índice de tablas

4.1. Condiciones de cultivo <i>Usa-31</i>	21
4.2. Condiciones de operación deshumidificador en las sala de secado	29
4.3. Condiciones de operación ventilador	30
4.4. Condiciones de funcionamiento de la Bucker	31
4.5. Condiciones de funcionamiento del Trimmer	32
4.6. Valores típicos de coeficiente de convección	34
4.7. Diferencia de transmisiones con y sin poliestireno expandido	40
4.8. Condiciones de operación deshumidificador en las sala de secado	40
4.9. Elementos requeridos para procesado de cáñamo	42
4.10. Maquinaria necesaria para procesado de cáñamo	42
4.11. Costes de cada proceso en un año	43
4.12. Nóminas trabajadores	43
4.13. Otras inversiones	43
5.1. Temperaturas 2021 AEMET	46
5.2. Desglose del presupuesto	47
11.1. Especificaciones técnicas del pulverizador eléctrico	55
11.2. Especificaciones técnicas de la carretilla eléctrica eléctrico	56
11.3. Especificaciones técnicas del Bucker	57
11.4. Especificaciones técnicas del Trimmer	57
11.5. Especificaciones técnicas del deshumidificador	58
11.6. Especificaciones técnicas del ventilador mural	59
11.7. Especificaciones técnicas de la máquina de vacío	60
11.8. Especificaciones técnicas del tractor	61
11.9. Especificaciones técnicas de la acaballadora	62
11.10. Especificaciones técnicas de la acolchadora	62

1 Introducción

1.1 Cáñamo industrial

El cultivo y uso del cáñamo se remonta a la época de antes de Cristo, donde las primeras evidencias arqueológicas se encontraron en Asia Central. Las evidencias encontradas son de restos de fibras de cáñamo en cerámicas que datan entre los años 8.000 y 10.000 a.C. Estos hallazgos sugieren que el cáñamo ha sido cultivado y utilizado desde tiempos remotos (“Historia y Usos del Cáñamo”, [s.f.](#)).

La industria del cáñamo ha experimentado un gran contexto histórico a lo largo de los siglos. El cáñamo, conocido científicamente como *Cannabis sativa*, ha sido utilizado por diversas culturas en diferentes épocas y continentes, dejando un historial histórico a nivel económico, social y cultural.

En China, el cáñamo ha sido cultivado durante milenios y ha desempeñado un papel fundamental en la historia del país. Se han encontrado restos de papel de cáñamo que datan del siglo II a.C., mucho antes que otros materiales de escritura (“El papel en la antigua China - Enciclopedia de la Historia del Mundo”, [s.f.](#)). El cáñamo también se utilizaba para la producción de cuerdas, textiles, aceites y alimentos. Además, se le atribuyen propiedades medicinales en la tradición china (“Historia del cultivo de cáñamo-hemp&love”, [s.f.](#)).

En la antigua India, el cáñamo también ha tenido una presencia significativa. Se menciona en textos religiosos hindúes conocidos como los *Vedas*, donde se le atribuyen propiedades medicinales y espirituales. En la tradición *ayurvédica*, práctica que se centra en la buena salud y en la prevención y tratamiento de enfermedades a partir de prácticas de estilo de vida, el cannabis se ha utilizado para el tratamiento de diversas enfermedades (Bennett, 2010).

Durante la expansión de las civilizaciones europeas, el cáñamo llegó a diferentes partes del continente. En la Edad Media, su cultivo se extendió por toda Europa y se convirtió en una materia prima importante para la producción de textiles, cuerdas y velas (Peinado, [s.f.](#)). En algunos países, como Inglaterra, obligaban a los agricultores cultivar cáñamo

como parte de su obligación legal (“El cannabis en la Edad Media - Infocannabis.org”, s.f.).

En el siglo XVI, con el descubrimiento de América, el cáñamo fue llevado al continente americano por los colonizadores europeos. En las colonias británicas de América del Norte el cáñamo era cultivado para la producción de cuerdas y velas, convirtiéndose en un cultivo importante en la economía de la época (McCusker et al., 1991).

Durante el siglo XIX, con los avances industriales, la industria del cáñamo experimentó un auge significativo. La demanda de fibras de cáñamo para la fabricación de telas, cuerdas y papel aumentó considerablemente. Además, se descubrieron nuevas aplicaciones para el cáñamo, como la producción de aceite de cáñamo y materiales de construcción (“¿Qué es el cáñamo industrial y para qué se puede utilizar? - CannaConnection”, s.f.).

Sin embargo, a principios del siglo XX, con la propagación de la prohibición y restricciones legales asociadas al cannabis, la industria del cáñamo sufrió un declive importante. A medida que se establecieron leyes más restrictivas, el cultivo de cáñamo disminuyó y fue reemplazado por otros materiales (“Historia del cultivo de cáñamo-hemp&love”, s.f.).

En las últimas décadas, ha habido un resurgimiento del interés en el cáñamo a nivel mundial. Las propiedades versátiles y beneficios medioambientales ha llevado a la promoción de legislaciones que permiten el cultivo controlado de cáñamo.

Durante las últimas décadas la industria del cáñamo está experimentando un crecimiento significativo a nivel mundial en los sectores como agricultura, alimentación, industria textil, medicina y construcción (“Mercado mundial de cáñamo: cómo funciona y cuánto dinero genera”, s.f.).

El cáñamo es un tipo de planta que posee una rápida tasa de crecimiento y una gran resistencia contra enfermedades y plagas, por lo que se trata de un cultivo que requiere bajo mantenimiento y que es respetuoso con el medio ambiente. Además, su amplia serie de usos y su potencial económico han despertado el interés de empresarios, investigadores y gobiernos en todo el mundo (“Mercado mundial de cáñamo: cómo funciona y cuánto dinero genera”, s.f.).

En la industria textil, el cáñamo se utiliza para la fabricación de tejidos y prendas de vestir. Sus fibras naturales son resistentes, duraderas y transpirables, lo que lo convierte en una alternativa sostenible a las fibras sintéticas y convencionales. Además, ha aumentado la demanda de productos textiles ecológicos y de origen natural, impulsando la producción y comercialización de textiles de cáñamo en todo el mundo (“Cáñamo textil”, s.f.).

Otro sector en auge es el de los productos de cuidado personal, cosmética. El cáñamo se utiliza en la fabricación de aceites, cremas, lociones y otros productos para el cuidado de la piel y el cabello por sus propiedades hidratantes, antioxidantes y antiinflamatorias. Los productos de cáñamo son apreciados por su origen natural y por ser libres de químicos y aditivos dañinos (“La cosmética cannábica, una tendencia en auge | Madridiario”, s.f.).

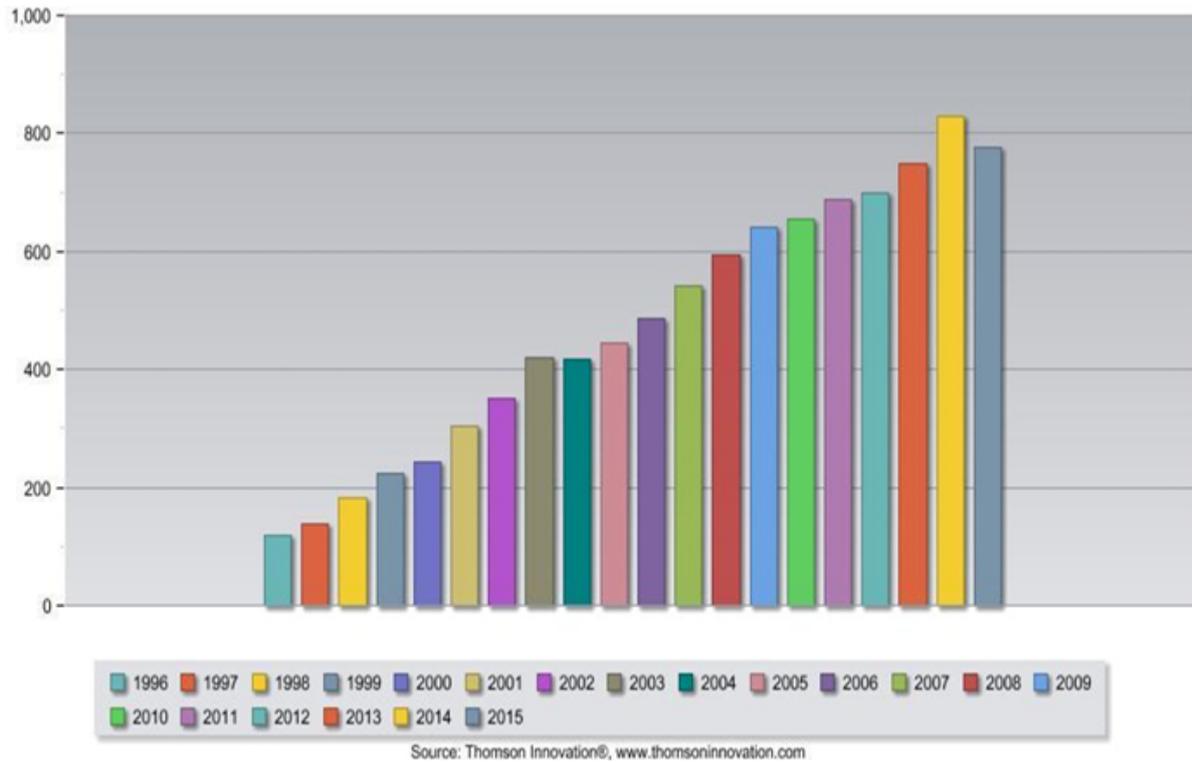


Figura 1.1: Evolución de patentes relacionadas con el cáñamo a nivel mundial en las últimas décadas

En la industria alimentaria, el cáñamo se utiliza en la producción de una amplia variedad de alimentos y suplementos, debido a que las semillas de cáñamo son ricas en proteínas, ácidos grasos esenciales y otros nutrientes beneficiosos para la salud (“FAQ - IHS”, *s.f.*).

Además de sus aplicaciones en textil, cosmética y alimentación, el cáñamo también se utiliza en la industria de la construcción, ya que sus fibras pueden mezclarse con otros materiales para la fabricación de tableros de fibra, aislantes térmicos y paneles de construcción. El cáñamo es un material renovable y sostenible que contribuye a la reducción de la huella de carbono y al desarrollo de construcciones más *eco-friendly* (“El cáñamo en la construcción | ECOHOUSES – CASES PASSIVES – CASES ECOLOGIQUES – CASES DE BAIX CONSUM ENERGÈTIC”, *s.f.*).

La industria del cáñamo se ha visto impulsada en varios países por la legalización, regulación de la producción y comercialización de productos de cáñamo. La eliminación de las restricciones legales ha abierto nuevas oportunidades de negocio y ha fomentado la inversión en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones para el cáñamo (“Una breve historia sobre la planta de Cannabis - THGrow (Growshop Online)”, *s.f.*).

Sin embargo, a pesar del crecimiento y el potencial de la industria del cáñamo, aún existen desafíos y limitaciones como las regulaciones de algunos países que pueden llegar a ser muy restrictivas en algunos casos, lo que dificulta la expansión y el comercio internacional de productos de cáñamo. Además, la falta de infraestructuras y procesos de producción adecuados limitan la eficiencia de producción a gran escala (“Una breve historia sobre la planta de Cannabis - THGrow (Growshop Online)”, *s.f.*).

A nivel mundial, países como Canadá, Estados Unidos, China, Australia y varios países europeos han liderado el desarrollo de la industria del cáñamo (“La versatilidad y sostenibilidad del cáñamo ofrecen enormes oportunidades a los países en desarrollo | UNCTAD”, [s.f.](#)). Canadá, por ejemplo, ha sido pionero en la producción de cáñamo a gran escala y en la creación de regulaciones claras que permiten su cultivo y procesamiento. En los Estados Unidos, la legalización gradual del cáñamo a nivel federal ha generado un aumento en la producción y una expansión de los mercados.

China es otro país importante en la industria del cáñamo, ya que es el principal productor mundial de fibras de cáñamo y exportador de productos relacionados. El país cuenta con una larga tradición en el cultivo y procesamiento de cáñamo, además de que sus productos se comercializan en todo el mundo (“ARICCAME: COMO ES EL MERCADO DEL CÁÑAMO INDUSTRIAL QUE TANTAS PROMESAS GENERA DESDE LA FLAMANTE AGENCIA ARGENTINA”, [s.f.](#)).

En Europa, países como Francia, Alemania, Países Bajos y España han experimentado un crecimiento significativo en la industria del cáñamo. Estos países han establecido programas de cultivo y regulaciones claras para promover el desarrollo sostenible del sector. Además, la Unión Europea ha establecido normativas específicas que regulan la producción y comercialización de productos de cáñamo, lo que ha facilitado el comercio interno (“Cáñamo”, [s.f.](#)).

El crecimiento de la industria del cáñamo a nivel mundial también se ha visto impulsado por una mayor concienciación sobre la sostenibilidad y el medio ambiente, así como la demanda de productos naturales y orgánicos. Los consumidores están mostrando un interés creciente en productos derivados del cáñamo debido a sus beneficios para la salud, su menor impacto ambiental y su versatilidad en aplicaciones industriales (“La versatilidad y sostenibilidad del cáñamo ofrecen enormes oportunidades a los países en desarrollo | UNCTAD”, [s.f.](#)).

1.2 Productos farmacéuticos en base de cannabis

La historia de los productos farmacéuticos en base de cannabis se remonta a miles de años atrás. El cannabis se utilizaba con fines medicinales en diversas culturas antiguas de todo el mundo, como la antigua China, la India, Egipto y Grecia (“Aprende acerca de la evolución de estas cepas, sus características y los creadores que las hicieron famosas. ¡Explora la historia de la marihuana y descubre los orígenes de las cepas más conocidas!” [s.f.](#)).

En la antigua China, el cannabis se utilizaba para tratar síntomas de dolencias y trastornos del sueño. Este avance llegó en manos del emperador Shen Nung (“Marihuana y dolor, introducción e historia - La Huerta Blog”, [s.f.](#)).

En la India, el cannabis se solía utilizar durante siglos en la práctica médica del *Ayurveda*. Se creía que tenía propiedades analgésicas, antiinflamatorias y sedantes, por lo que se

utilizaba para tratar una amplia gama de condiciones, incluyendo la epilepsia y el insomnio (Bennett, 2010).

Durante la Edad Media, el uso medicinal del cannabis se extendió a través del comercio y el contacto entre culturas. Los médicos árabes y persas adoptaron el uso del cannabis para tratar diversas enfermedades, y posteriormente se introdujo en Europa (Leal-Galicia et al., 2018).

En el siglo XIX, los productos farmacéuticos en base de cannabis ganaron popularidad e importancia en Europa y América del Norte. Se desarrollaron extractos y tintes de cannabis que se utilizaban para tratar el dolor, espasmos musculares, ansiedad y otros trastornos (Leal-Galicia et al., 2018).

En el siglo XX comenzaron a surgir restricciones legales y el estigma asociado al cannabis comenzaron a limitar su uso medicinal. En muchos países el cannabis fue clasificado como una sustancia peligrosa, por lo que se prohibió (Bretteville-Jensen, 2006).

En las últimas décadas, ha habido un resurgimiento en la investigación y el interés en el uso medicinal del cannabis. Los avances en la comprensión de los cannabinoides y su interacción con el cuerpo humano han llevado al desarrollo de productos farmacéuticos más refinados y estandarizados (Suero-García et al., 2015).

La aprobación de leyes y regulaciones que permiten el uso médico del cannabis ha provocado nuevas oportunidades en la industria farmacéutica. Algunos de los medicamentos desarrollados en la industria son el Sativex y el Epidiolex, que han demostrado ser eficaces en el tratamiento de enfermedades como la esclerosis múltiple y la epilepsia (“Pioneros a base de cannabis | El Periódico de España”, s.f.).



Figura 1.2: Medicamentos en base de cannabis

A día de hoy, la utilización del cannabis con fines medicinales ha experimentado un crecimiento significativo. Los compuestos químicos presentes en esta planta, conocidos como cannabinoides, son de gran interés en la comunidad científica y médica debido a sus potenciales beneficios médicos. El desarrollo de productos farmacéuticos en base de cannabis ha conseguido nuevos tratamientos de diversas enfermedades y trastornos durante estos últimos años. Los países que encabezan la industria del cannabis medicinal son Canadá y Estados Unidos (“Estos son las economías que más ingresos reciben con el negocio de

cannabis medicinal”, [s.f.](#)). Algunas de estas empresas son Tilray, Sandoz y Canopy, en Canadá, y, en el caso de Estados Unidos, Amyris y GW Pharmaceuticals.

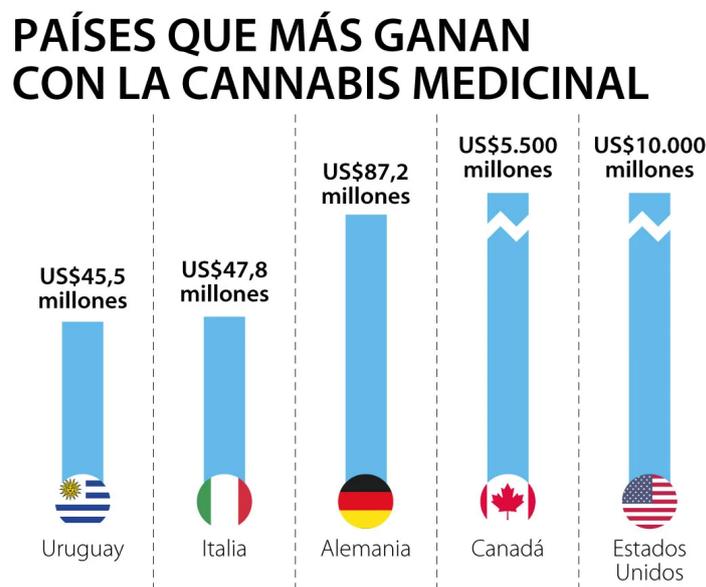


Figura 1.3: Estimación de valor de mercado del cannabis medicinal

Los productos farmacéuticos en base de cannabis son muy importantes en la industria de la salud y poseen una amplia gama de productos según su origen:

- **Medicamentos en base de extractos de cannabis:** Se elaboran a partir de la planta de cannabis y contienen una combinación de cannabinoides, terpenos y otros compuestos presentes en la planta. Uno de los ejemplos más conocidos es el cannabidiol (*CBD*), un compuesto no psicoactivo que se ha asociado con diversos beneficios terapéuticos. Estos medicamentos se utilizan para tratar una amplia variedad de condiciones, como el dolor crónico, la epilepsia, los trastornos del sueño y los síntomas asociados al cáncer y al VIH/SIDA (“Los terpenos | Fundación CANNA: Investigación y análisis de Cannabis”, [s.f.](#)).
- **Productos sintéticos basados en cannabinoides:** Estos productos son creados con propiedades terapéuticas similares a los cannabinoides naturales. Algunos ejemplos incluyen el dronabinol y el nabilona, utilizados en el tratamiento de las náuseas y vómitos asociados a la quimioterapia y en el manejo del apetito en pacientes con VIH/SIDA (Curran et al., [2020](#)).

Se espera que la investigación y el desarrollo de los medicamentos en base de cannabis continúen y que se descubran nuevas aplicaciones y terapias basadas en el cannabis. El potencial terapéutico de los cannabinoides sigue siendo objeto de estudio y se espera que siga siendo una área de crecimiento y avance en la industria farmacéutica en los próximos años (Press, [s.f.](#)).

1.3 Países objetivo

Este proyecto está destinado en su mayoría a países europeos como UK, Alemania e Italia, aunque también se pretende vender el producto a Canadá y Estados Unidos, ya que son países potenciales en este mercado. Los estándares de calidad y de mercado de los países nombrados poseen un poder adquisitivo alto, por lo que se pretenderá obtener un precio competitivo para poder vender el producto.

1.4 Alcance

El alcance de este proyecto incluye la selección del tipo de cultivo, la ubicación de la planta, la maquinaria necesaria para el correcto funcionamiento del proceso de cultivo, planificación de la instalación, el presupuesto y planificación de puesta en marcha.

1.5 Legislación actual

En esta sección de la memoria se van a enumerar todos los aspectos necesarios del proyecto a realizar, por ello, se incluyen algunas normas que se deben tener en cuenta para el cultivo de cáñamo:

1. Real Decreto 1729/1999, relativo a las 25 variedades autorizadas de cáñamo industrial y el control del *THC*.
2. Ley 17/1967, de 8 de abril, que actualiza las normas vigentes sobre estupefacientes y las adapta a lo establecido en el convenio de 1961 de las Naciones Unidas, además de que regula las exportaciones de estupefacientes.
3. Solicitud de autorización para el cultivo de plantas que puedan producir estupefacientes con fines médicos, que deberá aprobar la *Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios* (AEMPS).
4. Real Decreto 170/2011, de 11 de febrero, que habla de la comercialización del cáñamo y el máximo de *THC* permitido para esta.
5. Real Decreto 9/2015, de 16 de enero, detalla que los productos agrícolas deben cumplir con los requisitos sanitarios y de calidad exigidos por la Unión Europea.
6. Reglamento (UE) nº 1307/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013, referente al porcentaje de *THC* máximo permitido para el cultivo.
7. Real Decreto-ley 5/2020, de 25 de febrero, que adopta medidas urgentes en materia de agricultura.

8. Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal, que establece las medidas fitosanitarias para prevenir y combatir las plagas y enfermedades que afectan a las plantas y productos vegetales en España.
9. Ley 7/2022, de 8 de abril, que regula los residuos y suelos contaminados.
10. Decreto Legislativo 1/2016, de 6 de mayo, por el que se aprueba Ley 9/1991, de 27 de noviembre que detalla la obligación de obtener un permiso para poder verter agua residual.
11. Reglamento (CE) nº 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000, que explica como determinar el nivel de *THC* del cultivo.

Conociendo estas normas, las soluciones aportadas para que se cumplan las condiciones del cultivo son:

- Seleccionar un tipo de planta que posea un porcentaje de *THC* por debajo del límite máximo legal, con el fin de no realizar ningún proceso extra para reducir el nivel de *THC* del cultivo, por lo que solo se controlaría que se mantuviera constante el nivel de *CBD* y *THC* del cultivo.
- Asegurarse que el producto cumple con los requisitos necesarios para poder exportarlo a otros países.
- Tener en cuenta nuevas propuesta que pueden influir en el cultivo, como la propuesta realizada el 8 de octubre de 2021 que aún está en trámite de aprobación.
- En el caso de que una plaga haya invadido el cultivo, se contactará con un especialista en agricultura, con un técnico agrónomo para asesoramiento o con el servicio de sanidad vegetal de la comunidad autónoma o del ministerio de agricultura correspondiente. Se optará en todo momento por el uso de bioplaguicidas para no dañar el producto y el medioambiente.
- En el caso de agregar algún tipo de fertilizante o producto que pueda contaminar el suelo del cultivo, se realizará un seguimiento de los residuos generados por el uso de tales productos para gestionar el problema.

1.6 Referencias de programas

Para el estudio de viabilidad económica, el cálculo y el dimensionamiento de las diferentes partes de este proyecto se ha usado el programa de cálculo Excel de Microsoft.

Para el diseño de planos se ha hecho uso del programa de diseño AutoCAD proporcionado por Autodesk.

Para la elaboración del presupuesto y documentos originados de él se ha empleado el programa Arquímedes proporcionado por CYPE.

1.7 Definiciones y abreviaturas

THC: Abreviatura de delta-9-tetrahidrocannabinol. Componente psicoactivo (percepción y alteración del ánimo) más importante y abundante en las variedades de la planta de cannabis.

CBD: Abreviatura de cannabidiol. Compuesto que actúa en el sistema nervioso central y por lo tanto es psicoactivo, pero no posee los efectos psicotrópicos del *THC*.

Cáñamo: Planta anual, de la familia de las cannabáceas, de unos dos metros de altura, con tallo erguido, ramoso, áspero, hueco y veloso, hojas lanceoladas y opuestas, y flores verdosas (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.6 en línea]. <<https://dle.rae.es>>[8/2/2023]).

Cannabis: Cáñamo (planta).

Terrones: Pedazos de tierra que se han compactado y que pueden dificultar el crecimiento de las plantas.

1.8 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por la Organización de Naciones Unidas en 2015 para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Los objetivos, de cada ODS, están relacionados entre sí y se centran en los desafíos globales de la actualidad. Algunos de los objetivos son:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de género
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria, innovación e infraestructura
10. Reducción de las desigualdades

11. Ciudades y comunidades sostenibles
12. Producción y consumo responsables
13. Acción por el clima
14. Vida submarina
15. Vida de ecosistemas terrestres
16. Paz, justicia e instituciones sólidas
17. Alianzas para lograr los objetivos

Conociendo cada ODS y sus objetivos de la Agenda para 2030, se comprende la importancia de los desafíos globales y de trabajar en conjunto para lograr un desarrollo sostenible en todos los aspectos de la sociedad. Por ello, este trabajo aborda los siguientes ODS:

ODS 3 (Salud y bienestar)

Este ODS está muy presente en este proyecto, ya que uno de los objetivos de este ODS es combatir enfermedades como el VIH u otras que son transmisibles o no transmisibles.

El producto final de este proyecto tiene como fin usarse como materia prima para la obtención de fármacos, los cuales, algunos de estos, sirven para tratar los síntomas del VIH y otras enfermedades.

ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico)

Algunos objetivos de este ODS tratan de "*Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra*", además de "*Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento,...*".

Como ya se ha mostrado anteriormente, la industria del cáñamo es un sector que posee un gran valor añadido y que promueve una mejora financiera al país junto a grandes planes de futuro con un gran número de puestos de trabajo, manteniendo de esta forma un crecimiento económico.

ODS 12 (Producción y consumo responsables)

En este proyecto de cultivo se va a optimizar el uso de recursos naturales y a reutilizar los residuos obtenidos al igual que los objetivos de este ODS. En el caso de los recursos naturales, el agua que se vaya a utilizar en el proceso de lavado será limitada para que no haya un mal uso de esta, mientras que los residuos sólidos obtenidos, tallos y hojas, se reutilizarán en un futuro para producir u obtener otra clase de productos.

2 Objetivos

2.1 Objetivo académico

Este trabajo tiene como objetivo académico poner en práctica los conocimientos y habilidades aprendidas durante el grado de Ingeniería Química. Entre los conocimientos adquiridos en la carrera, se encuentra la realización de un proyecto individual que implique una revisión bibliográfica, elección de maquinaria, diseño y dimensionamiento de procesos, estudio económico, resolución de problemas, toma de decisiones, etc.

2.2 Objetivo técnico

El objetivo principal del presente proyecto es describir el diseño y la puesta en funcionamiento de una planta de cultivo de cannabis, específicamente de cáñamo *Uso-31*, junto a los cálculos necesarios en los procesos implementados para una producción anual de 7.200 plantas, un total de 432.000 gramos de producto al año.

Por otra parte, los objetivos secundarios de este proyecto son:

1. Seleccionar la variedad de cannabis más apropiada y con mejores condiciones de cultivo.
2. Seleccionar la ubicación más apropiada para el cultivo y su crecimiento.
3. Diseñar la estructura de la plantación y el trabajo agrícola.
4. Diseñar la planta de tratamiento y procesado del producto agrícola.
5. Explicar en que consiste el control de calidad de *THC* y los pasos a seguir para ejecutarlo.
6. Identificar los países más relevantes con empresas de cannabis medicinal para la comercialización del producto.

7. Cumplir los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenibles).

3 Procesos experimentales. Procesado en planta

En este apartado se detallará el procedimiento a seguir para cada proceso utilizado en este proyecto. También, se explicará en que consiste el control de *THC* referente al Real Decreto 1729/1999. La maquinaria utilizada en cada proceso se detallará en la [sección 11.1](#).

3.1 Proceso de cultivo

El proceso industrial de cultivo comienza con la adquisición de las semillas de cáñamo y con el terreno preparado para su siembra. En total, 3.600 plantas serán cultivadas, las cuales se reparten en 12 filas y en una única columna. Cada fila esta formada por secciones cuadradas de 1 m^2 hasta la longitud de 75 metros. En total 75 secciones cuadradas de 1 m^2 , optimizando de esta manera el número máximo de plantas a cosechar.

Al cabo de unos 4-5 meses de la siembra, comenzará la cosecha de las plantas, pero solamente se recogerán 6 filas de estas, debido al espacio limitado en los procesos de lavado, secado y curado. La 1^a cosecha pasará al proceso de lavado para limpiar el producto, colocando 72 plantas, distribuidas de manera uniforme, en cada uno de los 25 transportadores de dimensiones 5x1x1 metros. Durante este proceso, se volverá a sembrar en las filas disponibles y las plantas de la 1^a cosecha pasarán al proceso de lavado.

En cuanto al tiempo de cultivo, se pretende estar todo el año operativo, ya que, gracias a la ubicación en la que se encuentra la planta de cultivo, se puede operar durante todo el año sin probables problemas de climatología.

Por último, cabe destacar que este tipo de cáñamo suele crecer entre 2,00-2,25 metros, por lo que la cosecha comenzará cuando se alcancen estas alturas (“Semillas de Cañamo Certificadas | USO 31 2023”, s.f.).

3.2 Proceso de lavado

Durante este proceso, el cáñamo será lavado durante 5 min para eliminar restos de suciedad del producto. Además, el agua utilizada se podrá verter en el alcantarillado sin necesidad de almacenarla para gestionarla más tarde, ya que en el cultivo no se usarán plaguicidas.

Para poder verter estos residuos líquidos es necesario una autorización de la comunidad en la que se encuentre la instalación, que en este caso son las Islas Baleares.

Una vez acabado el proceso de lavado, se procederá a desplazar los 25 transportadores de cáñamo a la siguiente sala, donde comenzará el proceso de secado.

3.3 Proceso de secado

Después de haber lavado el producto, todo el cultivo será transportado a la siguiente sala, la cual se realizará el proceso de secado del cáñamo. Este proceso tiene una duración de unas 2 semanas, por lo que se deberán de cumplir las condiciones de secado, que consiste en mantener la sala en un ambiente oscuro y entre unos 15-21 °C junto a una humedad relativa del 50-70 %, además de tener una aireación controlada en todo momento mediante un ventilador mural incorporado en el techo en mitad de la sala, para que haya renovación de aire dentro de la sala, con el fin de reducir hasta un 15 % la humedad del producto. Además, esta sala incorporará un deshumidificador operativo las 24 h del día, al igual que el ventilador, con función calefactora, por lo que reducirá la humedad relativa del ambiente y calentará el aire que expulse para mantener la sala a cierta temperatura. La maquinaria se muestra en la [figura 3.1](#).



(a) Ventilador mural



(b) Deshumidificador

Figura 3.1: Maquinaria de la sala de secado

Cabe destacar que el deshumidificador operará durante todo el tiempo durante el proceso de secado. Este se situará al lado derecho de la puerta central y se conectará a un depósito de agua de 1.000 litros mediante un tubo que atravesará la pared, ya que el depósito se situará fuera de la sala de secado, situándose lo más próximo a la pared del deshumidificador que se encuentra dentro de la sala.

3.4 Procesado en máquinas

Al finalizar el proceso de secado, el producto pasará a la zona de maquinaria, donde se le eliminarán los tallos y hojas. En esta zona se utilizarán dos máquinas, la Bucker (figura 3.2) y la Trimmer (figura 3.3).

La primera máquina a utilizar es la Bucker, la cual habrá que introducir los tallos de las plantas en los orificios de la máquina para que separe las hojas y el producto en una bandeja, mientras el tallo es desechado en una bolsa de basura. La Bucker posee varios orificios para los diferentes tamaños de tallo.



Figura 3.2: Máquina para la eliminación de tallos

Después de obtener la bandeja con las hojas y el producto, se pasará a la Trimmer que es una máquina con un rodillo cilíndrico rotatorio con rendijas, para que las hojas se introduzcan y se separen del producto a la salida, en orientación horizontal. En esta máquina se verterá todo el contenido de la bandeja por un lado del rodillo y por el otro saldrá el producto sin hojas.



Figura 3.3: Máquina para separar las hojas del producto

3.5 Proceso de curado

Al obtener el producto sin tallos y hojas, se procederá a colocarlo de manera esparcida en las bandejas de las estanterías móviles, siendo un total de 20 estanterías móviles de dimensiones 1x1x2 metros con 10 bandejas cada una. Después, se sellará la sala de curado (sala climatizada), ya que en este proceso también hay que controlar los mismo parámetros que en el secado pero con la diferencia de que la aireación debe ser nula, debido a que durante el proceso de curado se produce una descomposición lenta de la clorofila y otros compuestos no deseados en el cáñamo, aumentando la calidad del producto (“Secado y curado: el arte del efecto y el sabor”, s.f.).

La sala de curado también dispondrá de un deshumidificador en su interior, al igual que el proceso de secado de la figura 3.1 ubicado en la puerta derecha de la entrada a la sala, y las paredes y techo de la sala estarán construidas con un material aislante, poliestireno expandido, con el fin de mantener la sala el máximo tiempo posible en las mismas condiciones todo el día durante todo el año. De esta manera, se reduce la cantidad de horas operativas del deshumidificador, reduciendo el consumo de este. En este caso, el deshumidificador también estará conectado por una manguera a un depósito de 100 litros que se encontrará al lado del deshumidificador.

3.6 Control de *THC*

El control de *THC* es un paso obligatorio dentro de los procesos de este proyecto según el Real Decreto 1729/1999. Este control se realizarán en pleno día y al final de la floración del cultivo, tal y como dicta el Reglamento (CE) nº 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000. Este análisis se llevará a cabo en la sala de envasado, la cual también servirá como sala para envasar al vacío el producto con el fin de que perdure más en el tiempo.

Este control de *THC* tiene como principio determinar la cantidad de ALFA9-THC de manera cuantitativa por cromatografía en fase gaseosa (CFG) a partir de un disolvente apropiado. Dentro de este control existe dos procedimientos:

- Procedimiento A: En este procedimiento se llevará a cabo los pasos necesarios para determinar el nivel de *THC* del cultivo.
- Procedimiento B: En el caso de haber obtenido resultados de *THC* superiores a los legales, la Comisión responsable podrá decidir la utilización del procedimiento B, el cual deberá adjuntarse a las solicitudes de inclusión de una variedad de cáñamo en dicha lista un informe sobre los resultados de los análisis efectuados con arreglo al presente método.

Comenzando con el muestreo de cada procedimiento, según el Reglamento (CE) n^o 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000:

- ”Procedimiento A: En una población de una variedad de cáñamo dada, se tomará en cada planta seleccionada una parte de 30 cm que contenga como mínimo una inflorescencia femenina. Las muestras se tomarán durante el período comprendido entre los veinte días siguientes al comienzo de la floración y los diez siguientes a ésta, durante el día, según un recorrido sistemático que permita una toma de muestras representativa de la parcela y excluyendo las orillas.
- Procedimiento B: En una población de una variedad de cáñamo dada, se tomará el tercio superior de cada planta seleccionada. Las muestras se tomarán durante los diez días que sigan el final de la floración, durante el día, según un recorrido sistemático que permita una toma de muestras representativa de la parcela y excluyendo las orillas. En las variedades dioicas, sólo se tomarán muestras de plantas femeninas.”

En relación al tamaño de la muestra de cada procedimiento, según el Reglamento (CE) n^o 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000:

- ”Procedimiento A: La muestra de cada parcela estará compuesta por las muestras de 50 plantas.
- Procedimiento B: La muestra de cada parcela estará compuesta por las muestras de 200 plantas.”

Una vez obtenida las muestras, en ambos procedimientos se deberán de secar lo antes posible y, en cualquier caso, en un plazo máximo de 48 horas, mediante un método en el que la temperatura sea inferior a 70 °C, hasta alcanzar un peso constante y una humedad situada entre el 8 % y el 13 %.

”Al obtener las muestras secas, se eliminarán los tallos y semillas de más de 2 mm, para más tarde triturarlas hasta obtener un polvo semifino (tamiz de 1 mm de malla), conservando el polvo durante un máximo de diez semanas en un lugar seco, oscuro y a una temperatura inferior a 25 °C.”

El siguiente paso será la extracción, la cual requiere de los siguientes compuestos químicos, según el Reglamento (CE) n^o 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000:

- * "Reactivo de ALFA9-tetrahidrocanabinol cromatográficamente puro.
- * Reactivo de escualano cromatográficamente puro como patrón interno.
- * Solución de extracción de 35 mg de escualano por 100 ml de hexano."

Para la extracción de ALFA9-THC se deberá de seguir los siguientes pasos para ambos procedimientos:

1. "Pesar 100 mg de muestra de laboratorio en polvo y colocarlos en un tubo de centrifugadora.
2. Añadir 5 ml de solución de extracción que contenga el testigo interno.
3. Sumergir todo durante veinte minutos en un baño de ultrasonidos.
4. Centrifugar durante cinco minutos a 3000 revoluciones/minuto y extraer la solución de THC que flota.
5. Inyectar este último en el aparato de cromatografía y efectuar el análisis cuantitativo."

Habiendo extraído el ALFA9-THC, comenzará la cromatografía en fase gaseosa, descrita y explicada en detalle en el Reglamento (CE) nº 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000. Para ello, se necesitará conocer lo siguiente, según el Reglamento (CE) nº 1177/2000 de la Comisión, de 31 de mayo de 2000:

A) "Equipo:

- Cromatógrafo en fase gaseosa provisto de un detector de ionización por llama e inyector con y sin fraccionamiento (split/splitless).
- Columna que permita una buena separación de los cannabinoides, por ejemplo una columna capilar de cristal de 25 m de largo y 0,22 mm de diámetro impregnada de una fase apolar de tipo 5% fenil-metil-siloxano.

B) *Escalas de contraste*: Como mínimo 3 puntos en el caso del procedimiento A y 5 en el del procedimiento B, con los puntos 0,04 y 0,50 mg de ALFA9-THC por ml de solución de extracción.

C) *Condiciones de equipo*:

1. Temperatura del horno: 260 °C
2. Temperatura del inyector: 300 °C
3. Temperatura del detector: 300 °C

D) *Volumen inyectado*: 1 ml

El resultado se expresará con dos decimales, en gramos de ALFA9-THC por 100 gramos de muestra de laboratorio, secada hasta un peso constante. Se aplicará al resultado una tolerancia de 0,03 % en valor absoluto.

- Procedimiento A: El resultado corresponderá a una determinación por muestra de laboratorio.
- Procedimiento B: El resultado corresponderá a una determinación por muestra de laboratorio.”

En el caso de seguir dando un nivel de *THC* superior al legal, se deberá desechar todo el lote.

3.7 Planificación

La primera fase para la puesta en marcha del proyecto debe ser la obtención de semillas y la preparación del terreno para la siembra. Así como la maquinaria necesaria junto con los accesorios para el tractor y las herramientas de cultivo.

Una vez se haya cumplido la primera fase, se procederá a sembrar por parte de un equipo de agricultores. Al mismo tiempo, el supervisor y el administrador irán programando y revisando lo que se gaste o se necesite durante este proceso. Se estima que, con 3 agricultores, esta fase de sembrado durará una mañana entera.

Posteriormente, se procederá a cuidar de las plantas durante los próximos 4 meses hasta su cosecha, regando el cultivo todos los días, mediante las rociadoras de agua, y asegurándose de que las plantas no contraigan enfermedades o plagas durante este tiempo.

Después de los 4 meses, los agricultores realizarán la primera cosecha, para más tarde llamar a los operarios para que procedan a colocar las plantas en los transportadores y, seguidamente, empezar el proceso de lavado. Durante las próximas 2 semanas, los operarios se alternarán los turnos para controlar que el proceso de secado está funcionando correctamente.

Al finalizar las 2 semanas, los 3 operarios se situarán en la zona de maquinaria, donde 2 operarios estarán en máquina, mientras que el tercero se encargará de colocar los transportadores en la sala de limpieza, preparará la sala de curado y gestionará los residuos que vayan generando los operarios en máquina. Con 3 operarios para procesar el cáñamo y colocar el producto en los transportadores con bandejas, se estima que el tiempo sea de alrededor de medio día.

El siguiente paso es el curado, el cual durará 4 semanas. Durante este proceso también se alternarán los turnos entre operarios, a excepción de la 3^a semana de curado, ya que, a inicios de esta semana, se procederá a la 2^a cosecha y se repetirán los pasos anteriores, igual que con la 1^a cosecha, por lo que harán falta los 3 operarios.

Al finalizar las 4 semanas de curado, se procederá a tomar muestras en el laboratorio para, más tarde, comenzar a envasar al vacío el producto, [figura 3.4](#). Después de haber envasado y analizado los lotes, comenzará el procesado en maquina y curado para la 2^a cosecha, con los mismo pasos anteriores.



Figura 3.4: Máquina de envasado al vacío

4 Diseño y cálculos

En este apartado de la memoria se realizarán los cálculos de los 4 principales procesos, que constan del proceso de cultivo, lavado, secado y curado, aunque también se tendrá en cuenta la sala de maquinaria. Además, se explicará los costes obtenidos en la viabilidad económica y el dimensionamiento de cada sala, elemento utilizado, etc.

Todos los detalles de la maquinaria, como sus condiciones de uso, se detallarán en el [Capítulo 11](#).

4.1 Selección de variedad de Cannabis (*Uso-31*)

En el planteamiento del proceso de cultivo del cannabis *Uso-31*, las condiciones de crecimiento fueron los factores decisivos para el diseño y la localización de dicha plantación.

Las condiciones para el cultivo de *Uso-31* se muestran en la [tabla 4.1](#):

Tabla 4.1: Condiciones de cultivo *Uso-31*

pH del suelo	5,5-7,5
Temperatura óptima	14-25 °C
Espacio de cultivo	4 plantas/m ²
Riego	Moderado
Suelo	Suficientemente profundo, bien aireado y húmedo

El nivel de riego "moderado" se refiere a cada momento de las etapas del cultivo, es decir, cuando el cultivo está en su etapa de crecimiento, primeras semanas, no será necesaria una gran cantidad de agua en comparación a su etapa final de maduración, pero, por lo general, algunos profesionales utilizan una media de 4,5 l al día por cada 500 g de materia obtenida por planta, aunque la regla general que también aplican algunos agricultores es regar cuando el suelo no esté tan húmedo, ya que el suelo debe mantenerse húmedo en todo momento para que no haya ningún problema de sequedad, sin excederse ya que podría afectar al crecimiento de la planta ("Cómo regar las plantas de marihuana: guía completa - RQS Blog", [s.f.](#)).

En cuanto al tiempo de cultivo, se pretende estar todo el año operativo, ya que, gracias a la ubicación en la que se encuentra la planta de cultivo, se puede operar durante todo el año sin probables problemas de climatología.

Por último, cabe destacar que este tipo de cáñamo suele crecer entre 2,00-2,25 metros, por lo que la cosecha comenzará cuando se alcancen estas alturas (“Semillas de Cañamo Certificadas | USO 31 2023”, s.f.).

Teniendo en cuenta que cada planta tiene un total de 60 g de materia prima, se calculará el volumen de agua total utilizado:

$$V_a = g_p \cdot m_g \cdot n_p \cdot t \quad (4.1)$$

Donde:

- V_a es el volumen de agua utilizado anualmente, en m^3
- g_p es la cantidad de materia prima por planta, en g.
- m_g es la relación de 4,5 l al día por cada 500 g, expresado en m^3/g
- n_p es el número de plantas regadas, 3600 plantas.
- t son los días que se riega, 365 días.

$$m_g = \frac{4,5 \text{ l}}{500 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = \frac{0,0045}{500} \text{ m}^3/\text{g}$$

$$V_a = 60 \cdot \frac{0,0045}{500} \cdot 3600 \cdot 365 = \mathbf{709,56} \text{ m}^3 \text{ por año}$$

Si se quisiera conocer el volumen de agua diario (V_d) habría que dividir el volumen de agua utilizado anualmente (V_a) entre los días que se riega (t):

$$V_d = \frac{709,56}{365} = 1,944 \text{ m}^3 \text{ por día}$$

Sabiendo el consumo de agua anual, se puede calcular el coste de la siguiente manera:

$$C_t = V_t \cdot c \quad (4.2)$$

Donde:

- C_t es el coste trimestral, en €.

- V_t es el volumen de agua utilizado por trimestre, en m^3 .
- c es el coste de agua por trimestre, en €/m³ (se ha escogido la tarifa de villa de Muro al ser la villa más próxima a nuestra ubicación) (“Tarifas Servicio Municipal de Agua: Baleares | Aqualia”, s.f.).

Por lo que, el volumen de agua por trimestre (V_t) se obtendrá dividiendo el volumen de agua anual (V_a) entre los 4 trimestres del año:

$$V_t = \frac{709,56}{4} = 177,39 \text{ m}^3 \text{ cada trimestre}$$

$$C_t = 177,39 \cdot 1,2984 = 230,33 \text{ € por trimestre}$$

En cuanto al coste anual (C_a), sería el producto del coste trimestral (C_t) por los 4 trimestres, por lo que:

$$C_a = 230,33 \cdot 4 = \mathbf{921,32 \text{ €}}$$

4.2 Diseño de terreno y cultivo

Se ha escogido un terreno de 7.661 m^2 principalmente por la forma cuadrada de la parcela, ya que con esta parcela se conseguía una mejor distribución de los cultivos. En total se realizaron 2 distribuciones distintas, [figura 4.1](#) y [figura 4.2](#), las cuales se seleccionó la distribución que más capacidad de cultivo poseía, teniendo en cuenta las mismas medidas para cada distribución de cultivo:

- 4 m de espacio entre la parcela y el cultivo en la parte superior, para que el tractor pueda pasar por ese espacio en el caso de ser necesario.
- 3 m de espacio entre cultivos, para que, a la hora de trabajar la tierra, el tractor y sus complementos tengan espacio de sobra y no dañen ningún cultivo cercano (El tractor mide 1,24 m y los complementos 1,38 m y 1,11 m).
- Mínimo 10 m de espacio entre la parcela y el cultivo, respecto al lado izquierdo de los cultivos, con el fin de poder circular correctamente el tractor, con sus complementos, y la furgoneta.
- Mínimo 10 m de espacio entre el edificio y el cultivo, con el mismo fin que los laterales.

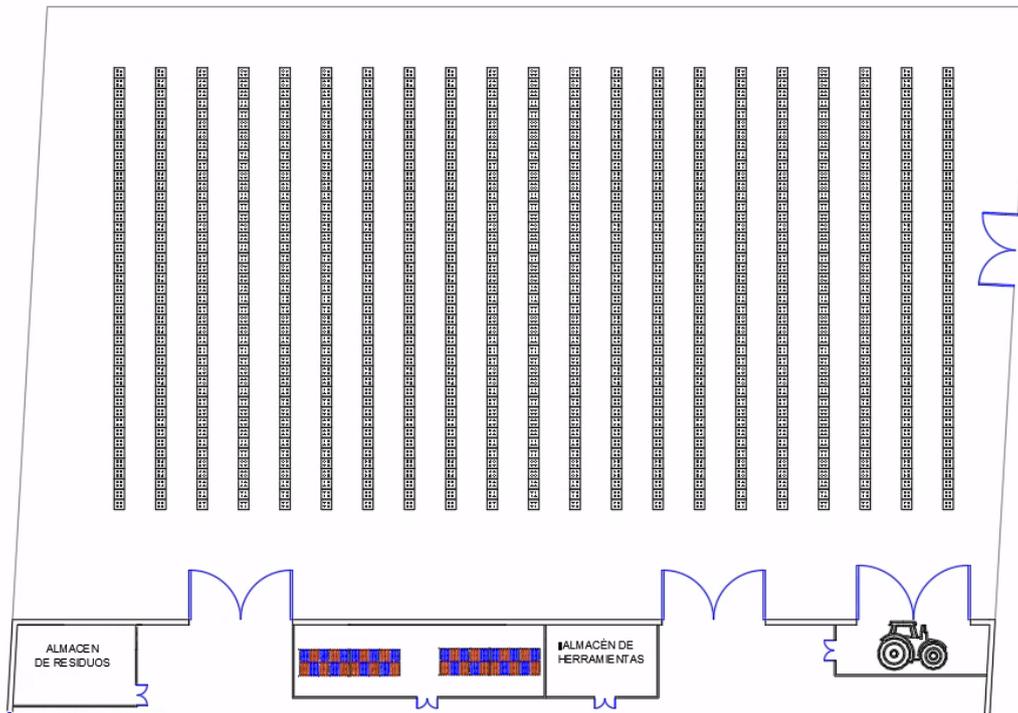


Figura 4.1: Distribución de cultivo 1

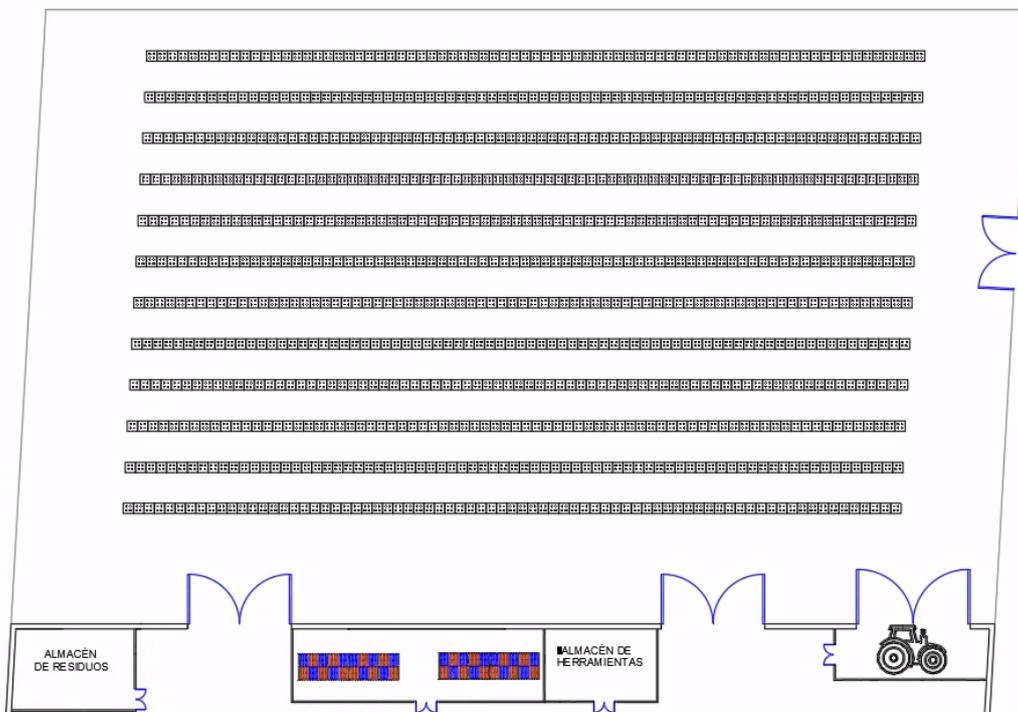


Figura 4.2: Distribución de cultivo 2

A continuación, se muestra el cálculo realizado para conocer cual de las 2 distribuciones poseía mayor capacidad de cultivo:

$$N_P = m_c \cdot m_f \cdot p \quad (4.3)$$

Donde:

- N_p es el número de plantas.
- m_c son los metros de cultivo a lo largo de las columnas.
- m_f son los metros de cultivo a lo largo de las filas.
- p es el número de plantas por m^2 (cte = 4 plantas/ m^2).

Razonando un poco más, para visualizar mejor el cálculo de N_p es mejor agrupar el cultivo como si no hubiera espacios entre ellos, obteniendo un rectángulo de cultivo. De esta manera se calcula el área de este rectángulo, $m_c \cdot m_f = \text{base} \cdot \text{altura}$, para más tarde multiplicarlo por el número de plantas por m^2 (p), obteniendo el número de plantas (N_p).

Habiendo explicado la [Ecuación 4.3](#), se procede a calcular el número de plantas de la distribución de cultivo 1 (D1), [figura 4.1](#):

$$N_P(D1) = 42 \cdot 21 \cdot 4 = \mathbf{3528} \text{ plantas}$$

Para la D1, $m_c=42$ m y $m_f=21$ m, siendo un rectángulo de cultivo de 42 m de ancho y 21 de largo.

Para la distribución 2 (D2), se obtuvo el siguiente resultado:

$$N_P(D2) = 75 \cdot 12 \cdot 4 = \mathbf{3600} \text{ plantas}$$

En el caso de la D2, $m_c=12$ m y $m_f=75$ m, obteniendo un rectángulo de 12 m de ancho y 75 m de largo.

Habiendo obtenido los resultados de D1 y D2, se determinó que D2 es la distribución con mayor capacidad de cultivo, convirtiéndose en la distribución predeterminada.

En cuanto al diseño del recorrido óptimo, [figura 4.3](#), se ha determinado que el recorrido serpenteante es el más óptimo por la sencillez y rapidez para maniobrar el tractor con sus complementos, ya que realizar otro recorrido sería una pérdida de tiempo para el operario.

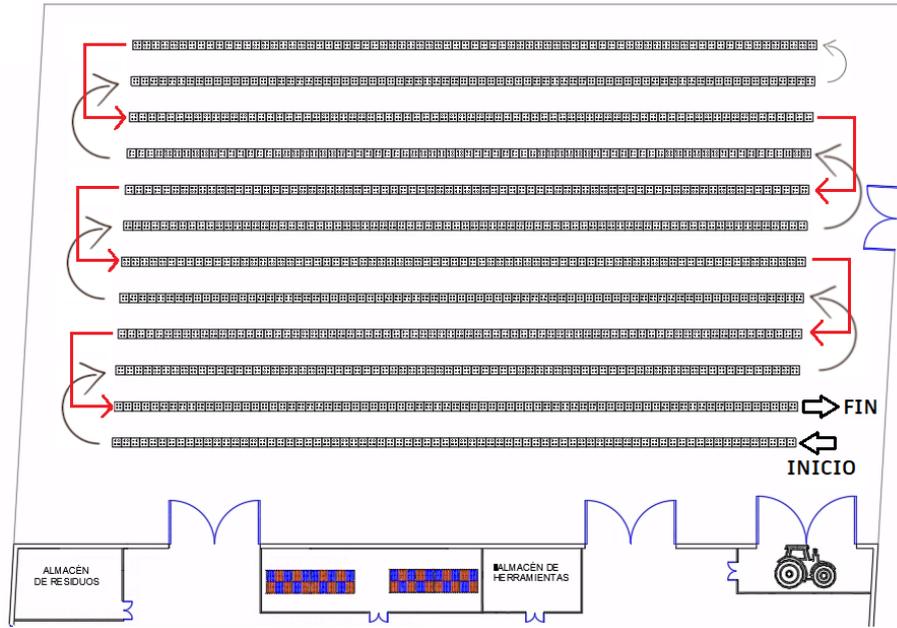


Figura 4.3: Recorrido óptimo

4.3 Diseño de edificio

El edificio consta de 1.991,85 m², 94,85x21x6 m, distribuidos a lo largo de la parte de abajo de la parcela, tal y como se muestra en la figura 4.4. El edificio se ha distribuido de esta manera para que el producto fuera transportado de proceso en proceso, de sala en sala, sin necesidad de hacer un recorrido mayor, por lo que los procesos están distribuidos a lo largo del edificio. También, se necesita espacio entre las salas de los procesos y los almacenas para que el operario con la carretilla eléctrica pueda mover los palets con suficiente espacio por el pasillo central, mientras que otras personas circulan por este. Además, en las entradas al edificio debe de haber suficiente espacio para que la furgoneta quepa sin peligro alguno, para cargar la mercancía y los residuos.

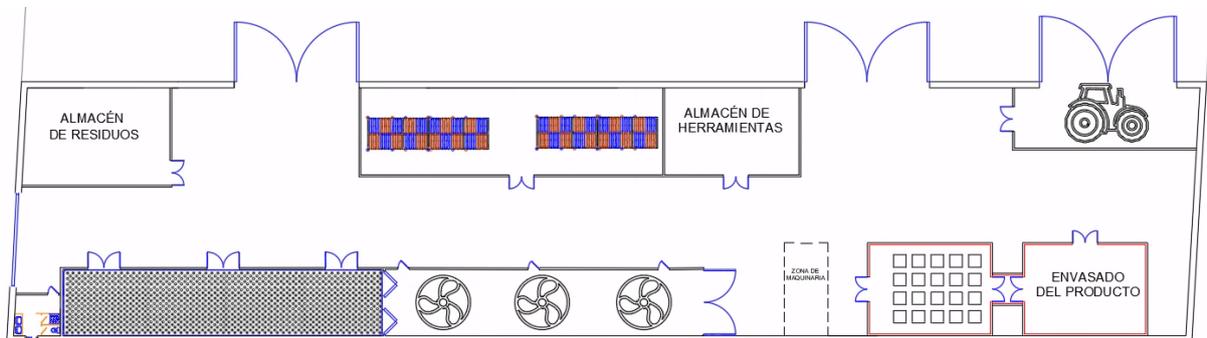


Figura 4.4: Edificio

4.4 Lavado

La sala de lavado, [figura 4.5](#), consta de un área útil de 136 m², 25,5 m de largo y 5,34 m de ancho. Las dimensiones de esta sala vienen dadas por los transportadores de cáñamo, que tienen un tamaño de 5x1x1 m y se colocarán de manera perpendicular respecto a las paredes con puertas de la sala. En cada transportador se colocarán 72 plantas, sumando un total de 1.800 plantas, que es el número de plantas que se procesan en cada cosecha.

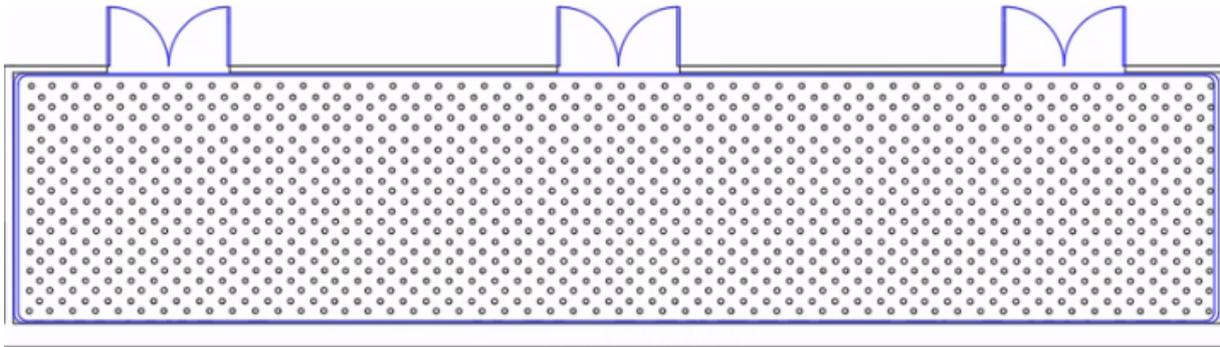


Figura 4.5: Sala de lavado

Al introducir todos los transportadores dentro de la sala sobrarán 0,5 m de largo y 0,34 m de ancho. Este espacio sobrante está pensado como un margen adicional para que no se produzcan problemas de espacio crítico, ya que, si se hubiera diseñado con 25 m de largo y 5 m de ancho, se hubieran producido problemas de rozamiento con las paredes, además de que podría darse la posibilidad de que algún transportador midiera un centímetro más de lo usual, por lo que ya no cabría en la sala.

Cabe destacar que el espacio sobrante de longitud de la sala es mayor al del ancho por la posición de los transportadores, ya que al haber 25 transportadores el error acumulado, a lo largo de la sala, por un centímetro extra afecta al margen adicional de los otros transportadores, es decir, si 5 de los 25 transportadores tienen un centímetro más a lo ancho (5,1 m), no habría problema porque hay un margen de 0,34 m para cada transportador, pero en el caso de que ese centímetro extra este a lo largo (1,1 m), los demás transportadores pasarían de tener un margen de 0,5 m a 0,4 m, por lo que el ancho del margen adicional no se ve afectado de la misma manera.

En cuanto al caudal de agua utilizado, no existe ninguna norma o recomendación de que cantidad utilizar. Además, este proceso solo tiene como objetivo limpiar el producto de las partículas de tierra y suciedad, por lo que no será necesaria una gran cantidad de agua. Por ello, se ha decidido que el proceso dure 5 minutos y que el uso de agua total sea 2 l/m² con tal de no malgastar grandes cantidades de agua, por lo que se deberá de calcular el caudal:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (4.4)$$

$$V = A \cdot a$$

Donde:

- Q es el caudal de agua, en m^3/s .
- V es el volumen de agua utilizado, en m^3 .
- A es el área de la sala, en m^2 .
- t es el tiempo del proceso, en segundos.
- a es el volumen de agua utilizado por m^2 , expresado en m^3/m^2 .

El primer paso es pasar los datos a las unidades correspondientes:

$$a = 2 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 0,002 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$t = 5 \text{ min} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 300 \text{ s}$$

$$V = 136 \cdot 0,002 = 0,272 \text{ m}^3$$

A continuación, se calcula el caudal de agua requerido para el proceso de lavado:

$$Q = \frac{0,272}{300} = \mathbf{9,07 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Como el proceso de lavado se realiza 4 veces al año durante el 2^o y 4^o trimestre, habrá que calcular el consumo como en la [Ecuación 4.2](#), pero modificando la formula con los parámetros calculados en este proceso y solo para los trimestres 2 y 4:

$$C_t(2,4) = V \cdot n \cdot c \tag{4.5}$$

Donde:

- $C_t(2,4)$ es el coste en los trimestres 2 y 4, en €.
- V es el volumen de agua utilizado, en m^3 .
- n es el número de veces que se realiza el proceso cada trimestre, 2 veces en el trimestre 2 y 4.

$$C_t(2) = C_t(4) = 0,272 \cdot 2 \cdot 1,2984 = 0,71 \text{ € en los trimestres 2 y 4}$$

Sumando un total de 1,42 € del trimestre 2 con el trimestre 4.

4.5 Secado

La sala de secado, [figura 4.6](#), dispone de las mismas dimensiones que la sala de lavado, 136 m² de 25,5 m de longitud y 5,34 m de ancho, por el mismo motivo que en el lavado, anteriormente explicado.

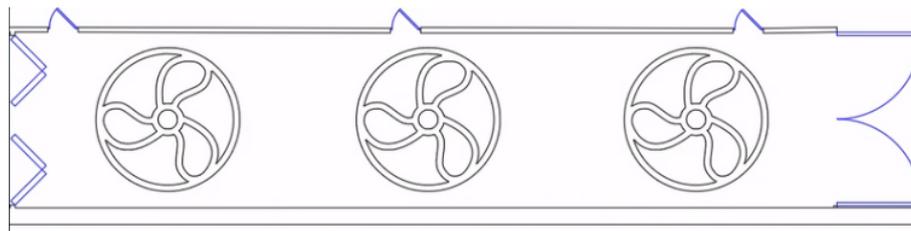


Figura 4.6: Sala de secado

La sala de secado está operativa 8 semanas en total durante el año, con los equipos funcionando las 24 h del día. Las condiciones de operación del deshumidificador y del ventilador se muestran en la [tabla 4.2](#) y [tabla 4.3](#), respectivamente.

Deshumidificador:

Tabla 4.2: Condiciones de operación deshumidificador en las sala de secado

Caudal de aire	374 m ³ /h
T^a de consigna	20 °C
Humedad relativa configurada	60 %
Consumo de potencia (secado)	0,922 kW
Consumo de potencia (emisión de calor)	0,65 kW

Cabe señalar que, tanto la sala de lavado como la de secado tienen una altura de 2,75 m, para dejar un margen de medio metro entre el techo y el cáñamo, siendo un total de 374 m³ de espacio, lo que significa que con un caudal de 374 m³/h el deshumidificador habrá secado y climatizado toda la habitación, aunque habrá oscilaciones de temperatura y humedad al tratarse de una habitación no sellada y con aireación. Estas oscilaciones no son un problema grave ya que en este proceso solo se requiere mantener unas condiciones próximas, por lo que un cambio de temperatura no afectará de manera crítica al producto.

En cuanto a la temperatura y humedad relativa seleccionadas, se han escogido estos valores en función de las condiciones óptimas de secado del producto y a la capacidad de la maquinaria a diferentes temperaturas y humedades, [figura 4.7](#) (“Secador industrial DH 30 - TROTEC”, s.f.).

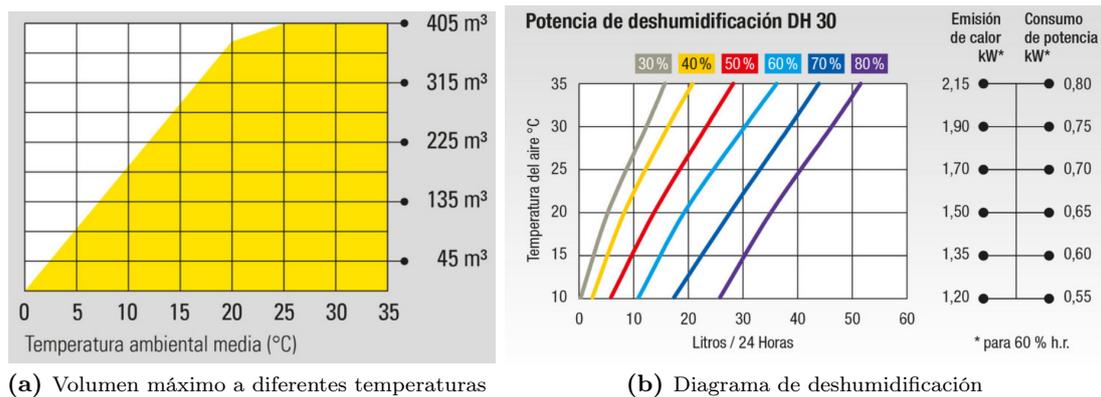


Figura 4.7: Capacidad, consumo y rangos del deshumidificador

Por otra parte, conociendo el consumo de potencia del deshumidificador, se procede a calcular el coste de esta máquina durante las 8 semanas de funcionamiento de la siguiente manera:

$$C_d = p_l \cdot t \cdot (P_s + P_e) \quad (4.6)$$

Donde:

- C_d es el coste de consumo del deshumidificador, en €.
- p_l es el precio medio de luz en las Islas Baleares, 0,1495 €/kWh (“Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa”, s.f.).
- t es el tiempo, en h (8 semanas=1344 h).
- P_s y P_e son las potencias de secado y de emisión de calor, respectivamente, en kW.

$$C_d = 0,1495 \cdot 1344 \cdot (0,922 + 0,65) = \mathbf{315,86 \text{ €}}$$
 en 8 semanas

Ventilador mural:

Tabla 4.3: Condiciones de operación ventilador

Caudal de aire	187 m³/h
Consumo de potencia	0,019 kW

En el caso del ventilador, se ha decidido que el caudal de aire sea de 187 m³/h, la mitad del espacio de la sala, para que el deshumidificador climatice todo el espacio y que no se produzcan tantas oscilaciones de temperatura y humedad por la renovación de aire, por lo que cada 2 h se renovará completamente el aire de la sala.

Al igual que con el deshumidificador, el ventilador estará operativo durante las 8 semanas, por lo que se ha de determinar el coste de consumo, que en este caso es:

$$C_v = p_l \cdot t \cdot P_v$$

Donde:

- C_v es el coste de consumo del ventilador, en €.
- p_l es el precio medio de luz en las Islas Baleares, 0,1495 €/kWh (“Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa”, s.f.).
- t es el tiempo, en h (8 semanas=1344 h).
- P_v es la potencia del ventilador, en kW.

$$C_v = 0,1495 \cdot 1344 \cdot 0,019 = \mathbf{3,82 \text{ €}}$$
 en las 8 semanas

Cabe destacar que el depósito de agua se vaciará cada 6 semanas completas de uso de deshumidificador, ya que en total se habrá utilizado 42 días, almacenando una cantidad de 20 l/día a 20 °C según la imagen 4.7b de la figura 4.7, produciendo en total 840 l en 6 semanas de operación, que es próximo a los 1.000 l de capacidad del depósito.

4.6 Sala de máquinas

La sala de maquinaria es una zona entre la sala de secado y curado, marcada con líneas discontinuas en el suelo con unas dimensiones de 3,5x7,5 m. La maquinaria de esta zona se distribuirá por el interior y a lo largo de estas líneas, habiendo espacio suficiente para todas las máquinas.

En cuanto a la maquinaria, en esta zona se ubican la Bucker y la Trimmer, 2 unidades de cada maquinaria para procesar el producto en un día, por lo que sus condiciones de funcionamiento se muestran en la tabla 4.4 y tabla 4.5, respectivamente.

Bucker:

Tabla 4.4: Condiciones de funcionamiento de la Bucker

Potencia Motor	0,75 W
Producto Fresco/Seco	65 Kg/h / 16 Kg/h

El producto a procesar es seco, por lo que, para procesar 1.800 plantas (una cosecha) con 60 g de materia prima, se calcularán cuantas horas tardarán en procesar todo el producto de cada cosecha las 2 unidades Bucker:

$$t_B = \frac{n \cdot g_P}{g_s \cdot n_m} \quad (4.7)$$

Donde:

- t_B es el tiempo de procesado de la Bucker, en h.
- n es la cantidad de plantas a procesar.
- g_P es el peso de la materia a procesar, en kg (se estima que se procese 0,11 kg de tallo de cada planta).
- n_m es la cantidad de máquinas.
- g_s es la cantidad de materia prima procesada por hora, en kg/h.

$$t_B = \frac{1800 \cdot 0,11}{16 \cdot 2} = \mathbf{6,2} \text{ h se tarda con las Buckers} \quad (4.8)$$

Sabiendo las horas de operación, se puede calcular el consumo de estas máquinas de la siguiente manera:

$$C_B = p_l \cdot t_b \cdot P_b$$

Donde:

- C_B es el coste de consumo de la Bucker, en €.
- p_l es el precio medio de luz en las Islas Baleares, 0,1495 €/kWh (“Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa”, s.f.).
- t_B es el tiempo de procesado de la Bucker, en h.
- P_B es la potencia de la Bucker, en kW.

$$C_B = 0,1495 \cdot 6,2 \cdot 0,75 = \mathbf{0,70} \text{ € cada Bucker}$$

Por lo que al ser 2 unidades y operar 8 veces al año, 2 veces por cosecha habiendo 4 cosechas en un año, sumaría un total de 11,20 € al año (Producto del consumo de la Bucker por las 2 unidades de Bucker y por las 8 veces al año).

Trimmer:

Tabla 4.5: Condiciones de funcionamiento del Trimmer

Potencia motor tambor	0,04 kW
Potencia motor cuchillas	1,1 kW
Producto Fresco/Seco	22-45 kg/h / 5-12 kg/h

Al igual que con la Bucker, se calcularán las horas de trabajo de la Trimmer de la siguiente manera:

$$t_T = \frac{n \cdot g_{hp}}{g_s \cdot n_m} \quad (4.9)$$

Donde:

- t_T es el tiempo de procesado de la Trimmer, en h.
- n es la cantidad de plantas a procesar.
- g_{hp} es el peso de las hojas con el producto, en kg (se estima que haya 70 g por cada planta procesada de la Bucker, 10 g de hojas y 60 de producto).
- n_m es la cantidad de máquinas.
- g_s es la cantidad de materia prima procesada por hora, en kg/h (se escoge el valor de 9 kg/h para fijar un valor exacto).

$$t_T = \frac{1800 \cdot 0,07}{9 \cdot 2} = 7 \text{ h se tarda con las Trimmers} \quad (4.10)$$

Seguidamente, se calcula el consumo:

$$C_T = p_l \cdot t_T \cdot (P_{Tm} + P_{Tc})$$

Donde:

- C_T es el coste de consumo de la Trimmer, en €.
- p_l es el precio medio de luz en las Islas Baleares, 0,1495 €/kWh (“Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa”, s.f.).
- t_T es el tiempo de procesado de la Trimmer, en h.
- P_{Tm} es la potencia del motor de la Trimmer, en kW.
- P_{Tc} es la potencia de las cuchillas de la Trimmer, en kW.

$$C_B = 0,1495 \cdot 7 \cdot (0,04 + 1,1) = 1,19 \text{ € cada Trimmer}$$

Al igual que con la Bucker, al ser 2 máquinas y operar 2 veces por cosecha, 4 cosechas al año, el total es de 19,04 € (Producto del consumo de la Trimmer por las 2 unidades Trimmer y por las 8 veces de operación al año).

4.7 Curado y envasado

La sala de curado y envasado son dos salas conectadas entre si con el fin de mantener el producto en las mismas condiciones en todo momento. Ambas salas tienen las mismas dimensiones y espacio, $187,5 \text{ m}^3$ (10 m de largo, 7,5 m de ancho y 2,5 m de alto).

Tanto la sala de curado como la de envasado están aisladas por poliestireno expandido en sus paredes y techo, con el objetivo de que se produzca la menor transmisión de calor entre el exterior y el interior, y viceversa, ya que este proceso es decisivo para conseguir la máxima calidad del producto.

Para realizar los cálculos es necesario realizar algunas aclaraciones:

1. Las paredes, del interior del edificio, y techo de las salas tienen un espesor de 0,5 m y están formadas por varias capas de diferentes espesores, las cuales son:
 - Hormigón: 0,1 m
 - Poliestireno expandido: 0,3 m
 - Hormigón: 0,1 m
2. El aire exterior de la sala se considerará aire libre mientras que el de dentro se considera aire forzado, debido al deshumidificador que actúa como intercambiador de calor.
3. Los valores del coeficiente de película de aire libre y aire forzado serán 8, ya que es un valor que se suele usar con materiales típicos de construcción (según un informe relacionado con "Coeficiente de transmisión de calor de distintos materiales" del Departamento de Física Aplicada I-E.U.P.–Universidad de Sevilla), y 50, que es un valor que se suele usar para intercambiadores de calor aire-aire (según un artículo del blog MEFICS acerca de "Coeficiente global de transferencia de calor"), respectivamente, para agilizar los cálculos. Estos valores sirven como hipótesis para los cálculos a realizar y están dentro del rango de valores típicos, [tabla 4.6](#).

Tabla 4.6: Valores típicos de coeficiente de convección

Tipo de convección y fluido	h ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ K}$)
Convección libre, aire	5-25
Convección forzada, aire	10-200

4. La pared que da al exterior de la parcela tiene un espesor de 1 m, por lo que las medidas de cada capa serán diferentes a las del interior, debido a que está expuesta a los cambios bruscos de temperatura del exterior:
 - Hormigón: 0,25 m
 - Poliestireno expandido: 0,5 m

- Hormigón: 0,25 m

5. Se obviarán las puertas de las paredes, el pasillo y la transmisión por radiación, ya que será próxima a 0, para simplificar los cálculos.

En la [figura 4.8](#) se puede apreciar visualmente lo aclarado anteriormente.

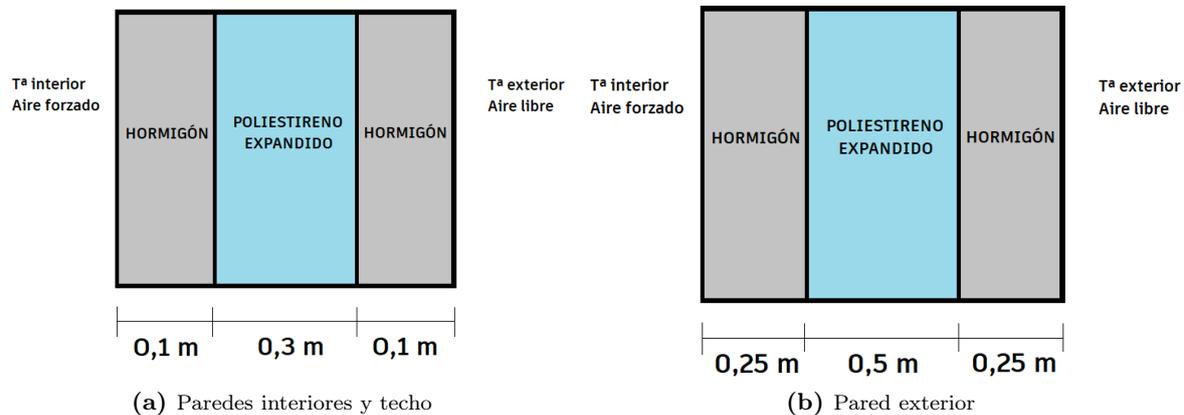


Figura 4.8: Representación visual de las paredes y techo de las salas de curado y envasado

Habiendo realizado estas aclaraciones, se procederá a realizar los cálculos para determinar la transmisión térmica con aislamiento y sin aislamiento, para observar las diferencias de transmisión. Por ello, el cálculo se realizará utilizando la temperatura más alta de verano, según los datos climatológicos de 2021 (31,4 °C) (“Estadística de vigilancia del clima - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España”, s.f.). También, se podría haber realizado el cálculo con la temperatura más baja de invierno, pero en este caso se ha preferido mostrar los resultados en la época más calurosa de verano, ya que se alcanzan temperaturas más extremas y críticas.

El cálculo de la transmisión térmica se realizará a partir de las siguientes formulas:

$$q = \frac{\Delta T}{R_{total}} \quad (4.11)$$

Donde:

- q es la transferencia de calor, en W.
- R_{total} es la resistencia térmica total, en K/W
- ΔT es la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior, en K.

En el caso de las paredes aisladas:

$$R_{total} = R_{conv,1} + R_{cond,1} + R_{cond,2} + R_{cond,3} + R_{conv,2}$$

El cual $R_{conv,1}$ y $R_{conv,2}$ es la resistencia por convección del exterior e interior y $R_{cond,1}$, $R_{cond,2}$ y $R_{cond,3}$ son las resistencias de conducción en cada capa.

R_{total} se puede desglosar de la siguiente manera:

$$R_{total} = \frac{1}{h_{af} \cdot A} + \frac{L_1}{k_1 \cdot A} + \frac{L_2}{k_2 \cdot A} + \frac{L_3}{k_3 \cdot A} + \frac{1}{h_{al} \cdot A}$$

Donde:

- h_{af} y h_{al} son los coeficientes de película de aire forzado y aire libre respectivamente, en $W/m^2 K$.
- L_1 , L_2 y L_3 son la longitud entre capa, en m.
- k_1 , k_2 y k_3 son los coeficientes de conductividad térmica de cada capa, en $W/m K$ (0,1 W/m^2 hormigón y 0,035 W/m^2 poliestireno expandido).
- A es el área de la superficie, en m^2 .

A continuación, se mostrarán los datos del problema en la [figura 4.9](#):

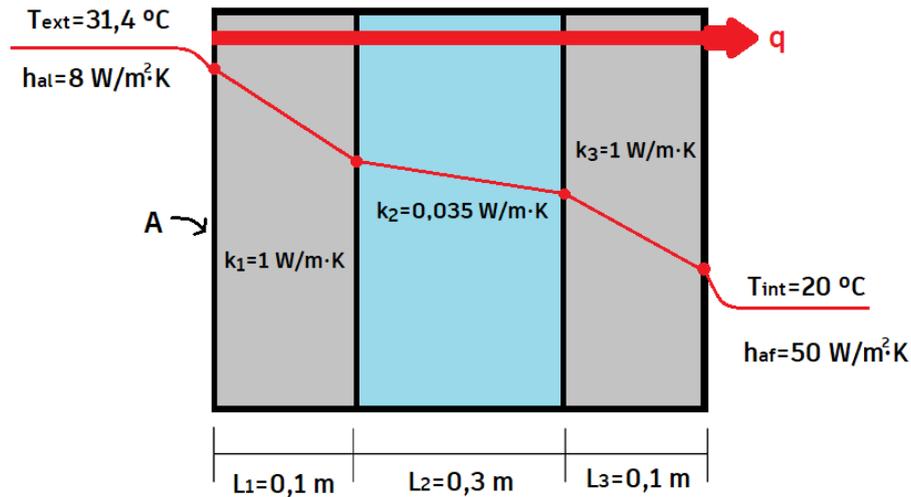


Figura 4.9: Perfil de paredes interiores y techo con aislamiento

Las paredes y techo poseen áreas diferentes entre si, por lo que habrá que calcularlas antes de comenzar con el cálculo de las resistencias:

- A₁) En el caso de las paredes más pequeñas con 7,5 m de largo y 2,5 m de ancho, el área es de 18,75 m² (denominada A₁).
- A₂) El área en las paredes grandes, con 10 m de largo y 2,5 m de ancho, es de 25 m² (denominada A₂).
- A₃) En el caso del techo, con 10 m de largo y 7,5 m de ancho, el área es de 75 m² (denominada A₃).

Calculadas las áreas se procede a calcular la R_{total} seguido de q :

1. R_{total} y q de las paredes aisladas con A₁

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 18,75} + \frac{0,1}{1 \cdot 18,75} + \frac{0,3}{0,035 \cdot 18,75} + \frac{0,1}{1 \cdot 18,75} + \frac{1}{8 \cdot 18,75} = 0,47 \text{ K/W}$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,46} = \mathbf{24,26} \text{ W de calor se transfiere del exterior al interior con } A_1$$

2. R_{total} y q de las paredes aisladas con A₂

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 25} + \frac{0,1}{1 \cdot 25} + \frac{0,3}{0,035 \cdot 25} + \frac{0,1}{1 \cdot 25} + \frac{1}{8 \cdot 25} = 0,36 \text{ K/W}$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,35} = \mathbf{31,67} \text{ W de calor se transfiere del exterior al interior con } A_2$$

3. R_{total} y q del techo aislado

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 75} + \frac{0,1}{1 \cdot 75} + \frac{0,3}{0,035 \cdot 75} + \frac{0,1}{1 \cdot 75} + \frac{1}{8 \cdot 75} = 0,12 \text{ K/W}$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,12} = \mathbf{95} \text{ W de calor se transfiere del exterior al interior por el techo}$$

Posteriormente, se procede a calcular la pared exterior del edificio de ambas salas, con la misma temperatura que con las otras paredes y techo, aunque al encontrarse en el exterior esta pared se sometería a condiciones de temperaturas más críticas en comparación al interior del edificio. El cálculo de transmisión de calor para esta pared se realizará con los datos mostrados en la [figura 4.10](#):

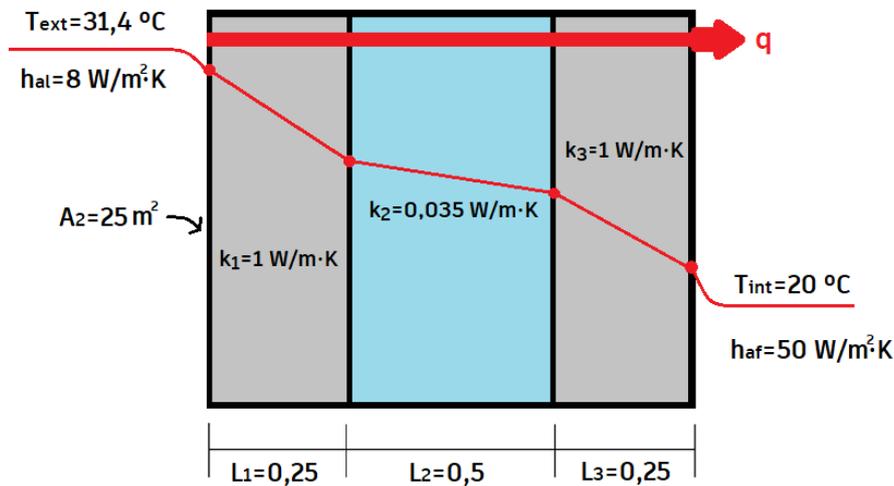


Figura 4.10: Perfil de pared exterior

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 25} + \frac{0,25}{1 \cdot 25} + \frac{0,5}{0,035 \cdot 25} + \frac{0,25}{1 \cdot 25} + \frac{1}{8 \cdot 25} = 0,60 \text{ K/W}$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,60} = \mathbf{19,09} \text{ W de calor se transfiere del exterior al interior}$$

Para comparar la diferencia de transmisiones, se repetirán los cálculos con la A_1 , A_2 y A_3 de las paredes, del interior del edificio, y del techo, por lo que el nuevo perfil se muestra en la [figura 4.11](#):

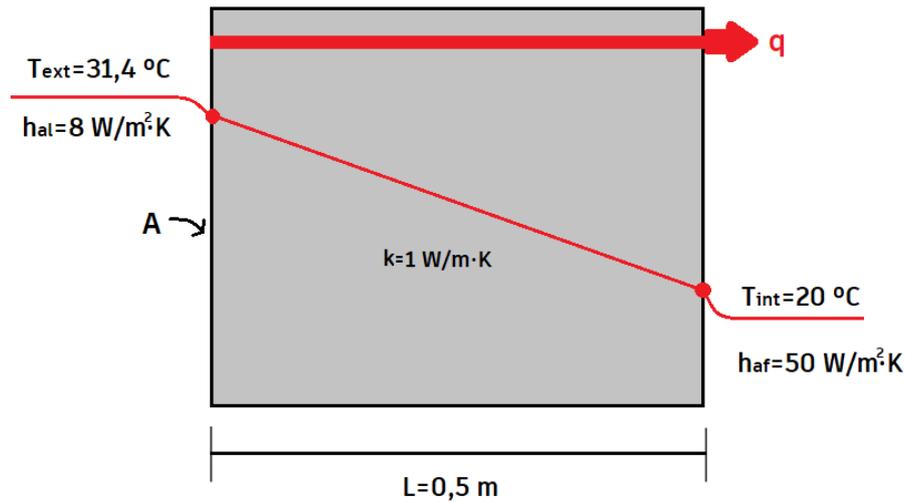


Figura 4.11: Perfil de paredes interiores y techo sin aislamiento

En este caso la R_{total} se calcularía de la siguiente forma:

$$R_{total} = \frac{1}{h_{af} \cdot A} + \frac{L}{k \cdot A} + \frac{1}{h_{al} \cdot A}$$

Donde:

- h_{af} y h_{al} son los coeficientes de película de aire forzado y aire libre respectivamente, en $W/m^2 K$.
- L es la longitud de la capa, en m.
- k es el coeficiente de conductividad térmica de cada capa, en $W/m K$ (0,1 W/m^2 hormigón).
- A es el área de la superficie, en m^2 .

A continuación, se procede a calcular R_{total} y q sin aislamiento:

1. R_{total} y q de las paredes sin aislamiento con A_1

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 18,75} + \frac{0,5}{1 \cdot 18,75} + \frac{1}{8 \cdot 18,75} = 0,034 K/W$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,034} = 335,29 W \text{ de calor se transfiere del exterior al interior con } A_1$$

2. R_{total} y q de las paredes sin aislamiento con A_2

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 25} + \frac{0,5}{1 \cdot 25} + \frac{1}{8 \cdot 25} = 0,026 \text{ K/W}$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,026} = \mathbf{438,46} \text{ W de calor se transfiere del exterior al interior con } A_2$$

3. R_{total} y q del techo sin aislar

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot 75} + \frac{0,5}{1 \cdot 75} + \frac{1}{8 \cdot 75} = 0,0086 \text{ K/W}$$

$$q = \frac{31,4 - 20}{0,0086} = \mathbf{1326} \text{ W de calor se transfiere del exterior al interior por el techo}$$

Los resultados se pueden comparar en la [tabla 4.7](#):

Tabla 4.7: Diferencia de transmisiones con y sin poliestireno expandido

	Transmisión con aislamiento (W)	Transmisión sin aislamiento (W)
A1	24,26	335,29
A2	31,67	438,46
A3	95	1.326

Como se puede observar, con paredes aisladas se consigue reducir la transmisión de calor 10 veces más en comparación a paredes sin aislar, por lo que el proceso se podrá mantener en buenas condiciones y producir un producto de buena calidad.

Por otra parte, en cuanto a la maquinaria de la sala de curado, el deshumidificador estará conectado durante las 4 semanas con el propósito de mantener las mismas condiciones todo el tiempo. Las condiciones del deshumidificador en esta sala son las siguientes:

Tabla 4.8: Condiciones de operación deshumidificador en las sala de secado

Caudal de aire	375 m ³ /h
T^a de consigna	20 °C
Humedad relativa configurada	60 %
Consumo de potencia (secado)	0,922 kW
Consumo de potencia (emisión de calor)	0,65 kW

Las condiciones del deshumidificador son similares a las de la sala de secado, a diferencia del caudal de aire, que en este caso son 375 m³/h, ya que cada sala tiene un espacio de 187,5 m³. Este proceso tendrá una duración de 16 semanas en todo el año, por lo que el consumo será diferente en este proceso. El consumo de luz del deshumidificador se calculará de la misma manera que la [Ecuación 4.6](#):

$$C_d = p_l \cdot t \cdot (P_s + P_e)$$

Donde:

- C_d es el coste de consumo del deshumidificador, en €.
- p_l es el precio medio de luz en las Islas Baleares, 0,1495 €/kWh (“Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa”, s.f.).
- t es el tiempo, en h (16 semanas=2688 h).
- P_s y P_e son las potencias de secado y de emisión de calor, respectivamente, en kW.

$$C_d = 0,1495 \cdot 2688 \cdot (0,922 + 0,65) = \mathbf{631,72 \text{ €}}$$
 en las 16 semanas

En cambio, en la sala de envasado se encuentra la máquina de vacío, que se utilizará al acabar el curado y tendrá un tiempo de operación de 5 h, 4 veces al año, la cual tiene el siguiente consumo:

$$C_{mv} = p_l \cdot t \cdot P_{mv}$$

Donde:

- C_{mv} es el coste de consumo de la máquina de vacío, en €.
- p_l es el precio medio de luz en las Islas Baleares, 0,1495 €/kWh (“Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa”, s.f.).
- t es el tiempo, en h (20 h).
- P_{mv} es la potencia de la máquina de vacío, respectivamente, en kW (0,18 kW).

$$C_{mv} = 0,1495 \cdot 20 \cdot 0,18 = \mathbf{0,54 \text{ €}}$$

4.8 Estudio de viabilidad

Para el estudio de viabilidad se ha estimado que el coste del terreno es de 4 €/m², según el coste de otros terrenos cercanos y de dimensiones cercanas, mientras que la zona edificada tiene un coste de 3.000 €/m² (un valor supuesto que sirve para tener en cuenta el edificio en los costes, ya que habría que consultarlo con un arquitecto para que diera el precio final), el cual se amortizará en 30 años, (“Terrenos en Costitx, Balears (Illes) — idealista”, s.f.).

En lo que concierne a las estructuras necesarias para el cultivo, después de su cosecha, se han considerado los siguientes elementos, junto con su coste, cantidad y años de amortización:

Tabla 4.9: Elementos requeridos para procesado de cáñamo

Elementos	Años amortización	Precio	Unidad	Cantidad
Transportador cáñamo	5	199,99*	€/ud	25
Estanterías con bandejas	15	150	€/ud	20
Depósito de agua	15	95	€/ud	2
Estanterías	15	69,91	€/ud	10
Estanterías palets	15	362,19	€/ud	4

*Debido a que habría que buscar una empresa que diseñara los transportadores de cáñamo con las medidas requeridas, se ha aproximado el precio a otros productos similares y de dimensiones semejantes (Longitud=5 m; Ancho=1 m; Alto=1 m).

En cuanto a la maquinaria, los elementos que se han tenido en cuenta para el estudio de viabilidad se recopilan en la [tabla 4.10](#):

Tabla 4.10: Maquinaria necesaria para procesado de cáñamo

Maquinaria	Años amortización	Precio	Unidad	Cantidad
Fumigadora	5	310	€/ud	4
Carretilla eléctrica	5	2714,9	€/ud	1
Trimmer	5	12260	€/ud	2
Bucker	5	8100	€/ud	2
Deshumidificador	5	3139,95	€/ud	1
Ventilador mural	5	1400	€/ud	1
Máquina de envasado	5	360,99	€/ud	1
Tractor	10	4670,31	€/ud	1
Acaballadora	10	3649,95	€/ud	1
Acolchadora	10	1400	€/ud	1

También, se ha tomado una furgoneta para el transporte de los residuos y para el transporte de la mercancía, con un coste de 30.000 €/ud que se amortizará en 10 años. Por otro lado, se ha adquirido material de oficina, informático y de vestuario y aseos por 1.000, 3.000 y 2.000 €, respectivamente, amortizables a dos años los dos primeros y a un año el último.

Para las semillas de *Uso-31*, se ha encontrado que el precio es de 412,50 € por cada 25 kg. El coste de agua y energía eléctrica, utilizado en todos los procesos, se ha calculado que un valor total de 982,18 y 922,74 €/año, respectivamente. A continuación, se muestran los costes de cada proceso a final de año, [tabla 4.11](#), anteriormente calculado en cada apartado correspondiente.

Tabla 4.11: Costes de cada proceso en un año

Procesos	Coste de agua (€)	Coste eléctrico (€)
Cultivo	921.32	0
Lavado	1.42	0
Secado	0	319.68
Máquinas	0	30,24
Curado	0	632.26
Total	922.74	982,18

Finalmente, la contrata de una empresa para la gestión de residuos es de 23.400 €, ya que se ha determinado que se obtendrá un total de 180 m^3 de residuos, en todo el año, con un coste de 130 € por m^3 . También se plantea poder vender estos residuos, tallos y hojas, a otras empresas, dándole un valor añadido y un aporte económico a estos residuos, siendo este valor añadido de 1,50 € por kg para los tallos y de 1,20 € por kg las hojas. Además, en el caso de sufrir algún tipo de plaga, se plantea usar bioplaguicidas, con el fin de no contaminar el suelo y, a la hora del lavado de las plantas, poder verter al alcantarillado este agua sin ningún tipo de problema, sin necesidad de almacenar el agua utilizada en un depósito aparte (“¿Cuánto cuesta la gestión especial de residuos? - Habitissimo”, *s.f.*).

Respecto a las nóminas de los trabajadores, sus costes se indican en la [tabla 4.12](#):

Tabla 4.12: Nóminas trabajadores

Nóminas	Precio	Unidad	meses
Agricultor 1	1500	€/mes	14
Agricultor 2	1500	€/mes	14
Agricultor 3	1500	€/mes	14
Operador 1	2000	€/mes	4
Operador 2	2000	€/mes	4
Operador 3	2000	€/mes	4
Administrador	1800	€/mes	14
Supervisor	2500	€/mes	14

Asimismo, se han tenido en cuenta otras inversiones, cuyos costes se indican a continuación:

Tabla 4.13: Otras inversiones

Elementos	Años amortización	Precio	Unidad	Cantidad
Publicidad	-	5000	€/mes	12
Limpieza	-	1500	€/año	1
Mantenimiento máquinas	-	2000	€/año	1
Bolsas desechables	1	16.50	€/ud	20

En cuanto a los ingresos, se ha calculado que los costes totales de inversión son de 6.114.483,06 €, por lo que, para hacer este proyecto rentable, el producto se venderá a 2,75 €/g, un precio competente dentro del mercado de venta en los países objetivos (“Comprar Marihuana Medicinal | Guía y Precios - Farma CBD”, *s.f.*).

En total, se venderán al año 432 kg, ya que se ha determinado que se obtendrán 60 g/planta, siendo un total de 7.200 plantas por año, 3.600 plantas procesadas cada 6 meses.

El interés financiero es del 12 % y el índice de precios al consumo es de 4,60 %. Se considera un 23 % de impuestos generales.

5 Resultados finales

5.1 Ubicación seleccionada

El tipo de cultivo seleccionado y la zona requerida, con ciertas condiciones para su crecimiento, han sido factores decisivos para la localización y tamaño de la planta en la provincia de las Islas Baleares.

El proceso industrial para la cultivo de cannabis *Us0-31* tendrá lugar en una parcela ubicada en Costitx. Parcela 33, polígono 1, Ravellar, Costitx (Illes Balears).

Se ha seleccionado finalmente esta ubicación principalmente por las ventajas climáticas que presentan las Islas Baleares frente a las demás opciones. Según la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) de las Islas Baleares, durante los últimos años se han obtenido temperaturas muy similares, por lo que al observar las temperaturas de 2021, presentes en la [tabla 5.1](#), se puede apreciar que durante el año hay excelentes condiciones de temperatura para el cultivo (“Estadística de vigilancia del clima - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España”, [s.f.](#)).

En cambio, las otras ubicaciones presentaban mayores posibilidades de una helada en invierno o grandes olas de calor en verano, debido a que se alcanzaban temperaturas extremas en estas épocas del año, por lo que estas condiciones no eran favorables para el cultivo, siendo descartadas.

En la ubicación seleccionada sigue permaneciendo esta clase de problemas, algunos meses serán más helados, mientras que otros más calurosos, pero existen diversas formas de poder lidiar con estos problemas en los meses más conflictivos (invierno y verano), algunas de las técnicas usadas para estos meses son:

- * **Verano:** En las horas más calurosas del día, las plantas se secarán con mayor facilidad, por lo que habrá que regarlas con mayor frecuencia y, en el caso de ser necesario, se puede rociar agua de red por encima de las plantas con el fin de reducir su temperatura durante las horas más calurosas.

- * **Invierno:** En los días helados de invierno, la tierra se puede cubrir con un manto de plástico, con el fin de que el calor de la tierra se mantenga dentro del espacio entre el manto y las raíces de la planta.

Tabla 5.1: Temperaturas 2021 AEMET

Meses	T ^a mín,	T ^a media	T ^a máx,
enero	5,9	10,1	14,4
febrero	7,6	12,4	17,2
marzo	7,3	12,1	16,8
abril	9	13,9	18,7
mayo	12,8	18	23,2
junio	17,9	23,2	28,4
julio	19,6	25,4	31,2
agosto	20,8	26,1	31,4
septiembre	19,7	24,3	28,8
octubre	13,5	18,3	23,1
noviembre	10,4	13,4	16,4
diciembre	7,8	12,1	16,3
T^a anual	12,7	17,4	22,2

5.2 Gestión de residuos

En cuanto a la gestión de residuos generados en el proceso productivo, existe la posibilidad de encontrarse con varios problemas, como puede ser el uso plaguicidas en el cultivo, las hojas y tallos del producto procesado, que haya un lote defectuoso, que alguna planta se deba de eliminar porque no ha aguantado las condiciones climáticas, etc.

Al final, se pretende evitar a toda costa el uso de plaguicidas, ya que las plantas de cáñamo son resistentes a las plagas y enfermedades, debido a que el cáñamo produce una sustancia llamada cannabinoide que actúa como un repelente natural de insectos y otros animales, por lo que, en caso de necesitar plaguicidas, se optará por el uso de bioplaguicidas que es una opción más ecológica y menos dañina para las plantas y el suelo. También, se pretende vender las hojas y tallos a empresas como HempFlax, Cáñamo y Fibras Naturales o Ecotiltex, que a partir del tallo obtienen la fibra que desean, mientras que las hojas se venderían a empresas que se dedicarán a fabricar infusiones a partir de la hoja de cáñamo, como JustBob o Cannabislandia (“Plagas del cultivo Cáñamo | Agrológica”, s.f.).

Por otro lado, en el caso de las plantas o lotes que se desechen, se contactará con una empresa de compostaje orgánico para su gestión, algunas de estas empresas son TerraCycle y Waste Management.

Teniendo en cuenta que habrá que almacenar y gestionar los lotes defectuosos y los tallos y hojas que no se consiguen vender, se ha calculado que los residuos producidos se gestionarán por un importe de 23.400 € al año debido a la cantidad de residuos anuales estimados.

En cuanto al plástico utilizado en la acolchadora del tractor, se pretende usar en un futuro el polihidroxi alcanoato (PHA) como sustituto del utilizado actualmente, ya que es un polímero de origen bio y biodegradable, por lo que al degradarse no desprenderá compuestos tóxicos capaces de matar a las plantas o contaminar la tierra, pero su precio por kg es muy alto para poder usarlo todavía, por lo que solo se usará este polímero como sustituto si se reduce su precio en unos años.

5.3 Estudio de viabilidad

Según los costes y el precio de venta de 2,75 €/g del producto, se ha calculado un VAN de 6.758.623,98 €, un TIR del 14 % y un PayBack de 6 años. Por lo tanto, estos resultados indican que el proyecto es rentable dado que el VAN ha resultado positivo y el TIR es mayor que el interés financiero establecido del 12 %.

5.4 Estudio de impacto medioambiental

No se considera necesaria la realización de un estudio de impacto medioambiental debido a la naturaleza inocua de los residuos generados. Así como el hecho de que los residuos sólidos generados serán gestionados por una empresa externa.

Adicionalmente, el agua residual del proceso de lavado se podrá verter al alcantarillado. Habiendo obtenido anteriormente los permisos necesarios para el vertido de esta.

5.5 Presupuestos

En lo que concierne al presupuesto, se puede descomponer en los siguientes contenidos:

Tabla 5.2: Desglose del presupuesto

Presupuesto de ejecución material (PEM)	€ 100.890,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	€ 114.005,70
Presupuesto para el conocimiento de la propiedad	€ 137.946,90

5.6 Modalidad de ejecución

La modalidad de ejecución de este proyecto de puesta en funcionamiento de una plantación de cáñamo es del tipo contrata, ya que la ejecución de la construcción, equipamiento, montaje de las instalaciones y funcionamiento de la maquinaria, se realizará entre la entidad encargada y terceros.

5.7 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

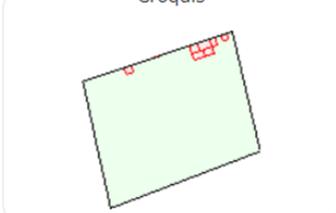
Los ODS 3 (Salud y bienestar), 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y 12 (Producción y consumo responsables), se han abordado en este trabajo de la manera prevista, ya que el producto se venderá a empresas encargadas de producir medicamentos para tratar el VIH, además de generar un impacto positivo en la economía del país y de apoyar un sector con un valor muy apreciado, mientras que se ha utilizado la menor cantidad de agua en el proceso de lavado y se pretende vender los residuos sólidos, tallos y hojas, para poder fabricar otros productos a partir de estos.

6 Conclusiones

1. Se ha seleccionado la variedad *Usó-31* por las condiciones de cultivo requeridas y por sus características morfológicas de tamaño de planta que se ajustan al procesado que se va a realizar.
2. Se ha seleccionado como ubicación las Islas Baleares por cumplir las condiciones climatológicas requeridas por el cultivo.
3. Se ha diseñado la estructura de la plantación y se ha definido las características del trabajo agrícola requerido para su óptimo procesado.
4. Se ha diseñado una planta de tratamiento, edificio, partes para cada proceso, instalaciones requeridas y maquinaria necesaria para el procesado del producto.
5. Se ha detallado el procedimiento analítico de control de calidad del producto final y las pautas a seguir en caso de alguna partida que no cumpla las condiciones requeridas.
6. Se han seleccionado los países objetivo más relevantes para la venta del producto.
7. A lo larga del proyecto se han considerado los ODS que se ajustan al proyecto: ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico) y ODS 12 (Producción y consumo responsables).

7 Anexo 1: Localización

PARCELA CATASTRAL 07017A00100033 

Croquis 

Fotografía fachada 

Parcela construida sin división horizontal
DS POLIGON 1 RUSTEGA 33 Poligono 1 Parcela 33
RAVELLAR. COSTITX (ILLES BALEARS)
7.661 m²

[Más información de la parcela](#) ▼

INFORMACIÓN DE LOS INMUEBLES ⓘ

07017A001000330000JQ
Agrario | 210 m² | 1980

Figura 7.1: Catastro de la ubicación de la planta



Figura 7.2: Mapeado de la ubicación

8 Anexo II: Diagrama de flujo

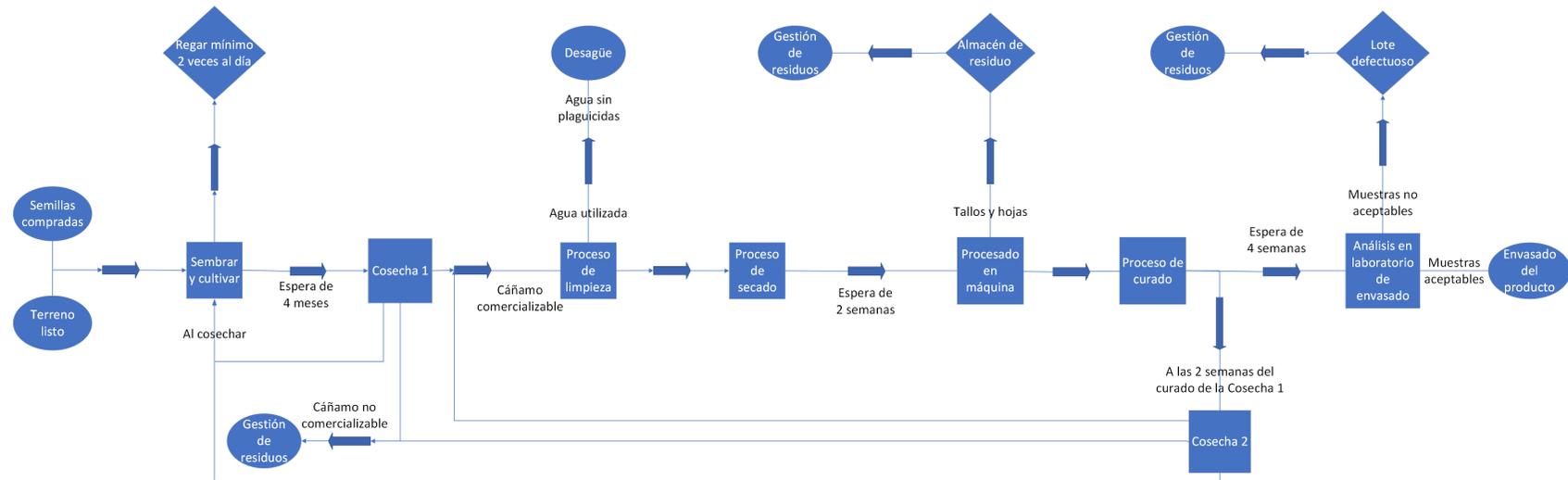


Figura 8.1: Diagrama de flujo del proceso de cosecha y procesamiento

9 Anexo III: Diagrama de Gantt

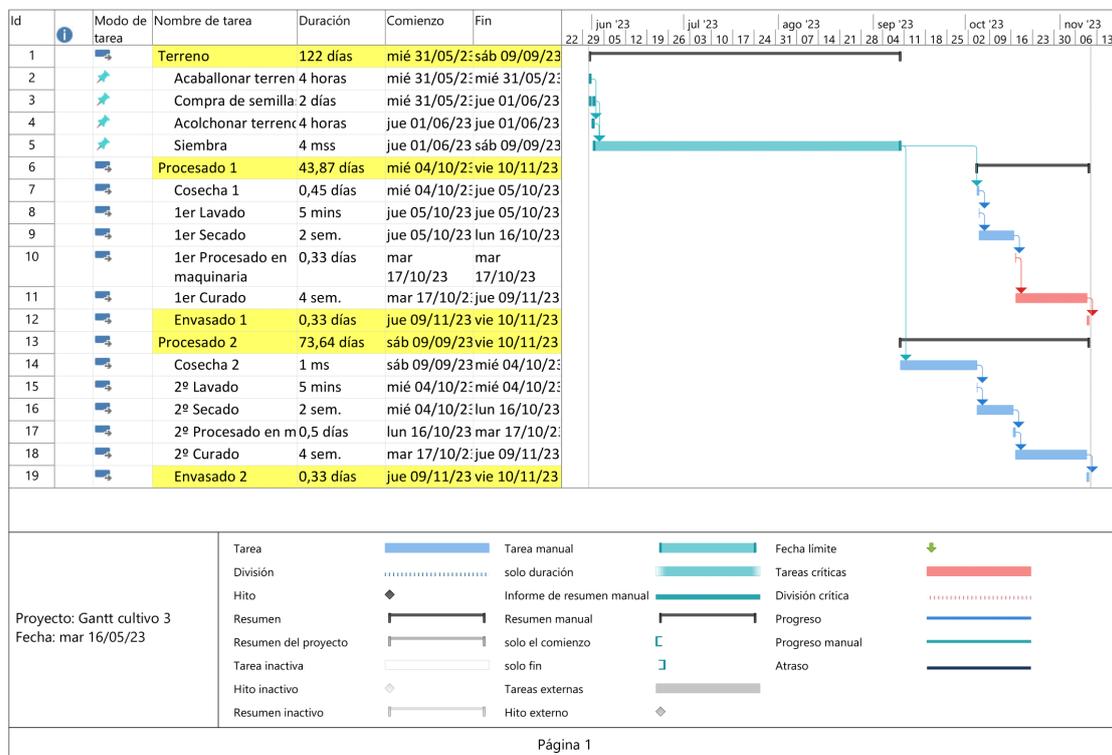


Figura 9.1: Diagrama de Gantt del proceso de cultivo

10 Plano

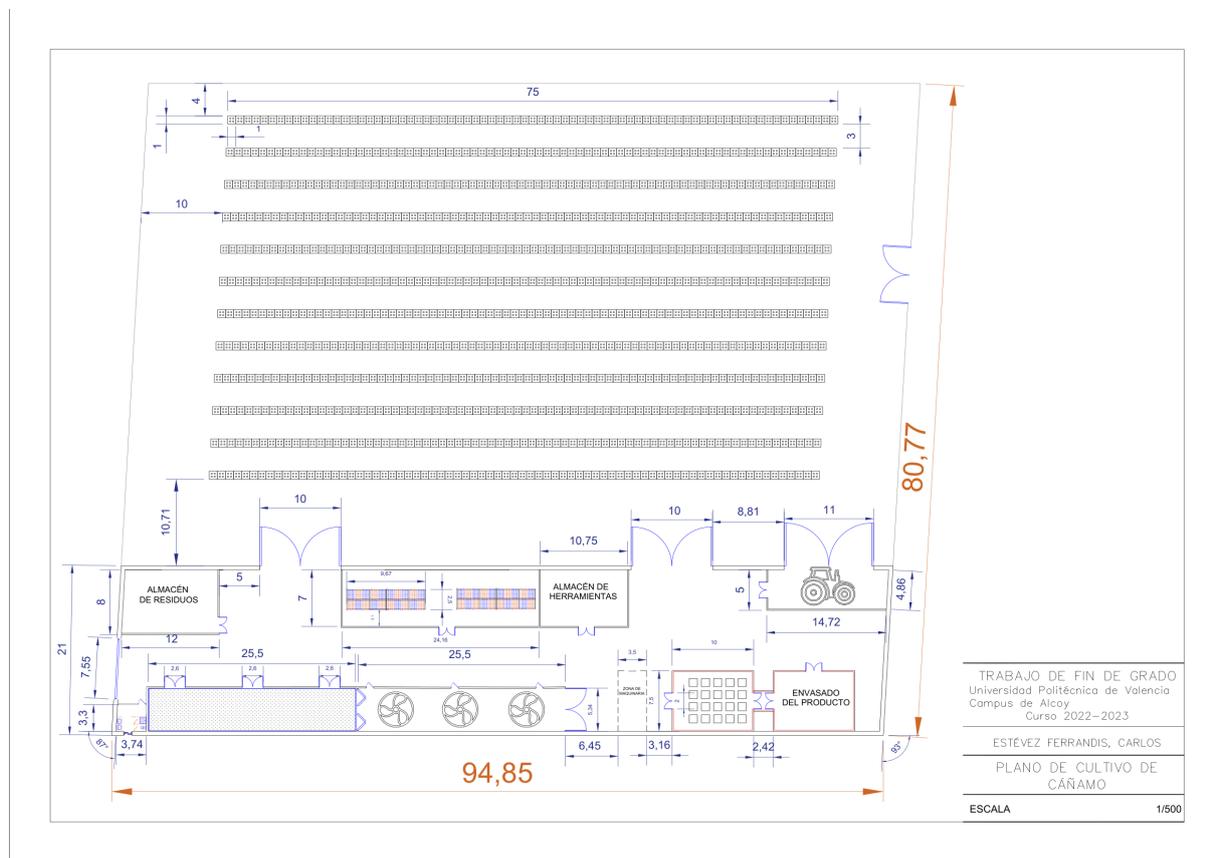


Figura 10.1: Plano de la planta de cultivo

11 Pliego de condiciones

11.1 Maquinaria y requisitos técnicos

La maquinaria que se utilizará para el proceso de cultivo, secado, curado y en la zona de maquinaria se detalla a continuación:

- Pulverizador eléctrico portátil: Se ha escogido esta máquina por sus especificaciones técnicas, ya que posee buena autonomía y fácil transporte para que los agricultores la transporten y rocíen la cantidad de agua necesaria para regar. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.1](#) y [tabla 11.1](#).



Figura 11.1: Pulverizador eléctrico portátil

Tabla 11.1: Especificaciones técnicas del pulverizador eléctrico

Modelo	Pegasus 35
Capacidad	35 l
Batería	Litio
Autonomía	7 h
Fácil transporte	2 ruedas
Sistema	3S
Presión	1-4 bar
Caudal máx.	2,3 l/min
Dimensiones	41x76x31 cm; 9,9 kilogramos
Fabricante	PULMIC TAKE CONTROL

- Carretilla eléctrica: Se ha escogido una carretilla eléctrica con dimensiones pequeñas pero con gran capacidad de carga para el fácil maniobramiento en la sala de palets. La máquina, el modelo y sus características técnicas se muestran en la [figura 11.2](#) y [tabla 11.2](#).

**Figura 11.2:** Pulverizador eléctrico portátil

Tabla 11.2: Especificaciones técnicas de la carretilla eléctrica eléctrica

Modelo	HE 1200/3
Altura de elevación	86-3000 mm
Capacidad de carga	1200 kg
Potencia motor de carga	750 W
Batería	plomo-gel
Autonomía	4 h
Velocidad	4,2 km/h
Ancho de la máquina	795 mm
Longitud de horquilla	1150 mm
Altura	2000-3424 mm
Peso	465 kg
Radio de giro	1366 mm
Fabricante	SolidHub

- Bucker: En la sala de máquinas se necesita una máquina capaz de eliminar los tallos de la planta, por lo que se ha adquirido la Bucker, ya que en poco tiempo elimina todos los tallos del producto. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.3](#) y [tabla 11.3](#).

**Figura 11.3:** Máquina para la eliminación de tallos

Tabla 11.3: Especificaciones técnicas del Bucker

Modelo	MB Bucker 500
Potencia Motor	750 W/1 CV
Material Máquina	Acero Inoxidable 304
Motor Refrigerador Por Aire	Sí
Producto Fresco/Seco	65 Kg/h / 16 Kg/h
Peso	70 Kg
Dimensiones	75x76x155 Cm
Fabricante	Master Products

- Trimmer: La máquina complementaria de la Bucker es la Trimmer, que sirve para eliminar las hojas, por lo que se ha adquirido una Trimmer del mismo modelo que la Bucker por su rapidez y eficiencia al procesar el producto, ya que en poco tiempo se puede eliminar todas las hojas. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.4](#) y [tabla 11.4](#).



Figura 11.4: Máquina Trimmer

Tabla 11.4: Especificaciones técnicas del Trimmer

Modelo	Tumbler MT 500
Potencia motor tambor	40 W
Potencia motor cuchillas	1100 W
Material máquina	Acero inoxidable 304
Motor refrigerador por aire	Sí
Producto Fresco/Seco	22-45 kg/h / 5-12 kg/h
Peso	95 kg
Dimensiones	130x70x95 cm
Fabricante	Master Products

- Deshumidificador: Para las salas de secado y curado se ha decidido instalar un deshumidificador que pudiera secar el aire de la sala cada hora, mientras que calentará el ambiente para mantener unas condiciones de temperatura y humedad constantes. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.5](#) y [tabla 11.5](#).



Figura 11.5: Máquina deshumidificadora

Tabla 11.5: Especificaciones técnicas del deshumidificador

Modelo	DH 30
Capacidad deshumidificación	20 l/h a 20°C / 60 % h.r.
Caudal aire máx.	635 m ³ /h
T^a mín. y máx.	5 °C / 40 °C
Humedad de aire mín. y máx.	20 % / 90 %
consumo de potencia	0.922
Eficiencia (COP)	2.5
Refrigerante	R-407C
Dimensiones	790x255x651 mm
Peso	47 kg
Fabricante	TROTEC

- Ventilador mural: La sala de secado debe de tener una aireación constante, por ello se ha instalado un ventilador en el techo con capacidad de ventilar toda la sala con un solo ventilador de baja potencia de consumo. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.6](#) y [tabla 11.6](#).



Figura 11.6: Máquina ventiladora mural

Tabla 11.6: Especificaciones técnicas del ventilador mural

Modelo	HXM-200
Polos	4
Diámetro impulsión	200
Velocidad (rpm)	1350
Potencia eléctrica máx.	19 W
Caudal máx.	470 m ³ /h
Peso	1,7 kg
Dimensiones	226x85,5x226 cm
Fabricante	S&P

- Máquina de vacío: Para la sala de envasado es necesaria una máquina de vacío, la cual se ha escogido una máquina que realizará el proceso automáticamente. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.7](#) y [tabla 11.7](#).



Figura 11.7: Máquina de envasado al vacío

Tabla 11.7: Especificaciones técnicas de la máquina de vacío

Modelo	DZ-260A
Material máquina	Acero inoxidable
Potencia motor	180 W
Máx. tamaño de sellado	33x25 cm
Dimensiones	41x32x20 cm
Velocidad de la Bomba de Vacío	6,5 m ³ /h
Peso	22 kg
Fabricante	VEVOR

- Tractor: El tractor requerido solo requería de poder acoplar los complementos necesarios para trabajar la tierra, por lo que se ha escogido uno económico. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [figura 11.8](#) y [tabla 11.8](#).



Figura 11.8: Tractor seleccionado

Tabla 11.8: Especificaciones técnicas del tractor

Modelo	30HP Tractor
Certificado	EPA CE ISO
Peso	6700 kg
Accerosrios	Customizables
Fabricante	YUNNEI

- Acaballonadora: Un complemento del tractor para trabajar la tierra es la acaballonadora, la cual servirá para arar y aplanar la tierra, por lo que se ha escogido una que tuviera ambas funciones. La máquina, el modelo y sus características se muestran en la [tabla 11.9](#) y [figura 11.9](#).



(a) Acaballonadora de aplanado



(b) Acaballonadora de arado

Figura 11.9: Acaballonadora seleccionada**Tabla 11.9:** Especificaciones técnicas de la acaballonadora

Modelo	30HP Tractor
Ancho de trabajo	1110 mm
Ancho de cama	800 mm
Altura de cama	250 mm
Peso	350
Nº de cuchillas	30
Fabricante	ZEPPELIN

- Acolchadora: El otro complemento del tractor es la acolchadora, que sirve para poner una película de plástico encima de los cultivos y así mantener el calor entre el plástico y la tierra. La máquina y sus características se muestran en la [figura 11.10](#) y [tabla 11.10](#).

Tabla 11.10: Especificaciones técnicas de la acolchadora

Peso	220 kg
Dimensión	1,38x1,38x1,06 m
Caballos necesarios tractor	20HP
Fabricante	ZEPPELIN



Figura 11.10: Acolchadora seleccionado

11.2 Requisitos de personal

Los requisitos para la contratación del personal se detallan a continuación:

Agricultores: Permiso de conducir B en vigor y unos 2 años de experiencia en mantenimiento y cultivo de cáñamo. El horario será de 10 h por día, de 8:00 a 13:00 y de 16:00 a 21:00.

Operarios: Grado en Ingeniería industrial, con conocimientos en análisis de muestras y con 4 años de experiencia. El horario de los operarios será flexible, ya que deberá atender en los momentos requeridos.

Administrador: Titulación superior en Administración y Dirección de empresas y dos años de experiencia. El turno de trabajo para el administrador es de 8 h por día, de 9:00 a 13:00 y de 16:00 a 20:00.

Supervisor: Experiencia en el uso de maquinaria, grandes habilidades organizativas y buen ojo para los detalles necesarios. El supervisor tendrá un horario de 8 h por día, de 8:00 a 12:00 y de 17:00 a 21:00.

12 Presupuesto

12.1 Presupuesto por capítulos

El presupuesto por capítulos consiste en organizar y desglosar los costos del proyecto de construcción en diferentes categorías y capítulos. Cada capítulo representa una parte específica del proyecto y agrupa los costos relacionados.

El objetivo del presupuesto por capítulos es facilitar el seguimiento, la estimación y el control de los gastos.

Presupuesto y medición

Presupuesto
Presupuesto parcial nº 1 Otros

Página 1

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 041	€/...	Conjunto de todos los materiales necesarios de una oficina.			
		Total €/ud	1,000	1.030,000	1.030,000
1.2 042	€/...	Conjunto de todos los materiales informáticos usados.			
		Total €/ud	1,000	3.090,000	3.090,000
1.3 043	€/...	Conjunto de materiales usados en los vestuarios y aseos.			
		Total €/ud	1,000	2.060,000	2.060,000
1.4 044	€/...	Bolsas desechables para los residuos de hojas y tallos.			
		Total €/ud	20,000	16,995	339,900

Presupuesto
Presupuesto parcial nº 2 Maquinaria empleada

Página 2

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 001	€/...	Fumigadora de agua para regar.			
		Total €/ud	4,000	319,300	1.277,200
2.2 002	€/...	Carretilla eléctrica para mover palets			
		Total €/ud	1,000	2.796,347	2.796,347
2.3 003	€/...	Máquina para eliminar las hojas de la planta.			
		Total €/ud	2,000	12.627,800	25.255,600
2.4 004	€/...	Máquina para eliminar el tallo de la planta.			
		Total €/ud	2,000	8.343,000	16.686,000
2.5 005	€/...	Tractor para trabajar la tierra.			
		Total €/ud	1,000	4.810,419	4.810,419
2.6 006	€/...	Complemento del tractor para trabajar la tierra.			
		Total €/ud	1,000	3.759,449	3.759,449
2.7 007	€/...	Complemento del tractor para proteger la tierra del frío.			
		Total €/ud	1,000	1.442,000	1.442,000
2.8 008	€/...	Deshumidificador para secar el aire y reducir la humedad ambiente.			
		Total €/ud	2,000	3.234,149	6.468,298
2.9 009	€/...	Máquina de envasado para envasar al vacío el producto.			
		Total €/ud	1,000	371,820	371,820
2.10 010	€/...	Ventilador mural instalado en el techo para airear la sala.			
		Total €/ud	1,000	178,087	178,087

Presupuesto Página 3
Presupuesto parcial nº 3 Cultivo

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 031	€/...	Semillas Uso-31.			
		Total €/ud	1,000	424,875	424,875

Presupuesto		Página 4			
Presupuesto parcial nº 4 Transporte					
Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 011	€/...	Furgonetas encargadas del transporte de mercancía.			
		Total €/ud	1,000	30.900,000	30.900,000

Presupuesto de ejecución material

1. Otros	6.519,900
2. Maquinaria empleada	63.045,220
3. Cultivo	424,875
4. Transporte	30.900,000
	<hr/>
Total:	100.889,995

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de
CIEN MIL OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS.

Illes Balears, 31/5/2023

12.2 Cuadro de precios N°1

El Cuadro de precios N°1 contiene los precios unitarios de los materiales, elementos y equipos utilizados del trabajo. Estos precios unitarios se han utilizado para elaborar el presupuesto y calcular los costos del proyectos.

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1	€/ud Fumigadora de agua para regar.	319,300	TRESCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
2	€/ud Carretilla eléctrica para mover palets	2.796,347	DOS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
3	€/ud Máquina para eliminar las hojas de la planta.	12.627,800	DOCE MIL SEISCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
4	€/ud Máquina para eliminar el tallo de la planta.	8.343,000	OCHO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS
5	€/ud Tractor para trabajar la tierra.	4.810,419	CUATRO MIL OCHOCIENTOS DIEZ EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
6	€/ud Complemento del tractor para trabajar la tierra.	3.759,449	TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
7	€/ud Complemento del tractor para proteger la tierra del frío.	1.442,000	MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS
8	€/ud Deshumidificador para secar el aire y reducir la humedad ambiente.	3.234,149	TRES MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
9	€/ud Máquina de envasado para envasar al vacío el producto.	371,820	TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
10	€/ud Ventilador mural instalado en el techo para airear la sala.	178,087	CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
11	€/ud Furgonetas encargadas del transporte de mercancía.	30.900,000	TREINTA MIL NOVECIENTOS EUROS
12	€/ud Semillas Uso-31.	424,875	CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
13	€/ud Conjunto de todos los materiales necesarios de una oficina.	1.030,000	MIL TREINTA EUROS
14	€/ud Conjunto de todos los materiales informáticos usados.	3.090,000	TRES MIL NOVENTA EUROS
15	€/ud Conjunto de materiales usados en los vestuarios y aseos.	2.060,000	DOS MIL SESENTA EUROS
16	€/ud Bolsas desechables para los residuos de hojas y tallos.	16,995	DIECISIETE EUROS
	Illes Balears, 31/5/2023		

12.3 Cuadro de precios N°2

El Cuadro de precios N°2 es un documento que se ha utiliza para desglosar los precios de los materiales y elementos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Otros		
1.1	€/ud Conjunto de todos los materiales necesarios de una oficina. (Materiales) Materiales de oficina 1,000 €/ud 1.000,000 3% Costes indirectos 30,000	1.000,000	1.030,000
1.2	€/ud Conjunto de todos los materiales informáticos usados. (Materiales) Material informático 1,000 €/ud 3.000,000 3% Costes indirectos 90,000	3.000,000	3.090,000
1.3	€/ud Conjunto de materiales usados en los vestuarios y aseos. (Materiales) Material de vestuario y aseos 1,000 €/ud 2.000,000 3% Costes indirectos 60,000	2.000,000	2.060,000
1.4	€/ud Bolsas desechables para los residuos de hojas y tallos. (Materiales) Bolsas desechables 1,000 €/ud 16,500 3% Costes indirectos 0,495	16,500	16,995
	2 Maquinaria empleada		
2.1	€/ud Fumigadora de agua para regar. (Maquinaria) Fumigadora 1,000 €/ud 310,000 3% Costes indirectos 9,300	310,000	319,300
2.2	€/ud Carretilla eléctrica para mover palets (Maquinaria) Carretilla eléctrica 1,000 €/ud 2.714,900 3% Costes indirectos 81,447	2.714,900	2.796,347
2.3	€/ud Máquina para eliminar las hojas de la planta. (Maquinaria) Trimmer 1,000 €/ud 12.260,000 3% Costes indirectos 367,800	12.260,000	12.627,800
2.4	€/ud Máquina para eliminar el tallo de la planta. (Maquinaria) Bucker 1,000 €/ud 8.100,000 3% Costes indirectos 243,000	8.100,000	8.343,000

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
2.5	€/ud Tractor para trabajar la tierra. (Maquinaria)			
	Tractor 1,000 €/ud 4.670,310 3% Costes indirectos	4.670,310	140,109	
2.6	€/ud Complemento del tractor para trabajar la tierra. (Maquinaria)			4.810,419
	Acaballonadora 1,000 €/ud 3.649,950 3% Costes indirectos	3.649,950	109,499	
2.7	€/ud Complemento del tractor para proteger la tierra del frío. (Maquinaria)			3.759,449
	Acolchadora 1,000 €/ud 1.400,000 3% Costes indirectos	1.400,000	42,000	
2.8	€/ud Deshumidificador para secar el aire y reducir la humedad ambiente. (Maquinaria)			1.442,000
	Deshumidificador 1,000 €/ud 3.139,950 3% Costes indirectos	3.139,950	94,199	
2.9	€/ud Máquina de envasado para envasar al vacío el producto. (Maquinaria)			3.234,149
	Máquina de envasado 1,000 €/ud 360,990 3% Costes indirectos	360,990	10,830	
2.10	€/ud Ventilador mural instalado en el techo para airear la sala. (Maquinaria)			371,820
	Ventilador mural 1,000 €/ud 172,900 3% Costes indirectos	172,900	5,187	
3.1	3 Cultivo €/ud Semillas Uso-31. (Materiales)			178,087
	Semillas 1,000 €/ud 412,500 3% Costes indirectos	412,500	12,375	
4.1	4 Transporte €/ud Furgonetas encargadas del transporte de mercancía. (Maquinaria)			424,875
	Furgoneta 1,000 €/ud 30.000,000 3% Costes indirectos	30.000,000	900,000	
				30.900,000
	Illes Balears, 31/5/2023			

12.4 PEC

El PEC (Presupuesto de Ejecución por Contrata) es una herramienta fundamental en el ámbito de la construcción, ya que proporciona una estimación detallada de los costes involucrados en la ejecución del proyecto.

Proyecto: Presupuesto

Capítulo	Importe
1 Otros	6.519,900
2 Maquinaria empleada	63.045,220
3 Cultivo	424,875
4 Transporte	30.900,000
Presupuesto de ejecución material	100.889,995
13% de gastos generales	13.115,699
	114.005,694
21% IVA	23.941,195
Presupuesto de ejecución por contrata	137.946.889

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y SITE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS CON NOVENTA.

Illes Balears, 31/5/2023

Bibliografía

¿Cuánta Marihuana da una Planta? Guía sobre Producción de Cannabis. (s.f.). <https://www.semillas-de-marihuana.com/blog/cuanta-marihuana-planta/>

¿Cuánto cuesta la gestión especial de residuos? - Habitissimo. (s.f.). <https://www.habitissimo.es/presupuestos/gestion-especial-de-residuos>. (Vid. pág. 43)

¿Qué es el cáñamo industrial y para qué se puede utilizar? - CannaConnection. (s.f.). <https://www.cannaconnection.com/es/blog/11770-para-que-se-usa-el-canamo-industrial>. (Vid. pág. 2)

8 medicamentos farmacéuticos hechos a base de cannabis | medicalcannabisnews.com. (s.f.). <https://medicalcannabisnews.com/8-medicamentos-farmaceuticos-hechos-a-base-de-cannabis/>

Aprende acerca de la evolución de estas cepas, sus características y los creadores que las hicieron famosas. ¡Explora la historia de la marihuana y descubre los orígenes de las cepas más conocidas! (s.f.). <https://www.semillas-de-marihuana.com/info/126-historia-de-las-cepas-de-cannabis-mas-miticas>. (Vid. pág. 4)

ARICAME: COMO ES EL MERCADO DEL CÁÑAMO INDUSTRIAL QUE TANTAS PROMESAS GENERA DESDE LA FLAMANTE AGENCIA ARGENTINA. (s.f.). <https://es.linkedin.com/pulse/aricame-como-es-el-mercado-del-c%C3%A1%C3%B1amo-industrial-que-jose-pizarro>. (Vid. pág. 4)

Así son los nuevos métodos y tecnologías para el curado de la marihuana - LaMota GrowShop. (s.f.). <https://www.lamota.org/es/blog/nuevos-metodos-tecnologias-curado-marihuana/>

Autorizaciones vigentes emitidas por la AEMPS para el cultivo de plantas de Cannabis – Bhalutek Hemp. (s.f.). <http://bhalutekhemp.com/autorizaciones-vigentes-emitidas-por-la-aemps-para-el-cultivo-de-plantas-de-cannabis/>

Bennett, C. (2010). Cannabis and the Soma Solution, 504 (vid. págs. 1, 5).

Boletín, D. N. G. T. (s.f.). Dirección Nacional de la Propiedad Industrial. https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips_04c_s.htm,

Bretteville-Jensen, A. (2006). To legalize or not to legalize? Economic approaches to the decriminalization of drugs. *Substance Use and Misuse*, 41, 555-565. <https://doi.org/10.1080/10826080500521565> (vid. pág. 5)

Cannabis en España: Leyes, Clubes Sociales de Cannabis y Más - Sensi Seeds. (s.f.). <https://sensiseeds.com/es/blog/paises/cannabis-en-espana-leyes-uso-historia/#%5C%C2%5C%BFse-puede-cultivar-cannabis-en-espa%5C%C3%5C%B1a>

Cannabis España: ¿Cuáles son las grandes empresas que operan en el mercado del cannabis medicinal en España? | Público. (s.f.). <https://www.publico.es/sociedad/cannabis-espana-son-cuatro-grandes-empresas-operan-mercado-cannabis-medicinal-espana.html>

Cannabis y Marihuana CBD - Venta online - Justbob España. (s.f.). <https://www.justbob.es/>

Cáñamo. (s.f.). https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hemp_es. (Vid. pág. 4)

Cáñamo textil. (s.f.). <https://www.regalospublicitarios.com/regalopedia/canamo-textil>. (Vid. pág. 2)

Cómo Cultivar Cáñamo - Labiser. (s.f.). <https://labiser.es/como-cultivar-canamo/>

Cómo regar las plantas de marihuana: guía completa - RQS Blog. (s.f.). <https://www.royalqueenseeds.es/blog-como-regar-las-plantas-de-marihuana-guia-completa-n1205>. (Vid. pág. 21)

Comprar Marihuana Medicinal | Guía y Precios - Farma CBD. (s.f.). <https://farmacbd.es/comprar-marihuana-medicinal/>. (Vid. pág. 43)

Cuánta Marihuana da una Planta Sadhugrowshop 2023. (s.f.). <https://sadhugrowshop.com/blog/cuantos-gramos-da-una-plantas-marihuana/>

Curran, T., Devillez, H., Yorkwilliams, S. L., & Bidwell, L. C. (2020). Acute effects of naturalistic THC vs. CBD use on recognition memory: A preliminary study. *Journal of Cannabis Research*, 2. <https://doi.org/10.1186/S42238-020-00034-0> (vid. pág. 6)

El cannabis en la Edad Media - Infocannabis.org. (s.f.). <https://www.infocannabis.org/el-cannabis-en-la-edad-media/>. (Vid. pág. 2)

- El cáñamo en la construcción | ECOHOUSES – CASES PASSIVES – CASES ÉCOLOGIQUES – CASES DE BAIX CONSUM ENERGÈTIC.* (s.f.). <https://www.ecohouses.es/el-canamo-en-la-construccion/?lang=es>. (Vid. pág. 3)
- El curado de la marihuana: por qué es importante y cómo hacerlo adecuadamente - Humboldt Seeds.* (s.f.). <https://www.humboldtseeds.net/es/blog/curado-marihuana/>
- El papel en la antigua China - Enciclopedia de la Historia del Mundo.* (s.f.). <https://www.worldhistory.org/trans/es/2-1120/el-papel-en-la-antigua-china/>. (Vid. pág. 1)
- Estadística de vigilancia del clima - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España. (s.f.) (vid. págs. 35, 45).
- Estadística de vigilancia del clima - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España.* (s.f.). https://www.aemet.es/es/datos_abiertos/estadisticas/vigilancia_clima
- Estos son las economías que más ingresos reciben con el negocio de cannabis medicinal.* (s.f.). <https://www.larepublica.co/globoeconomia/estos-son-los-paises-que-mas-ganan-con-el-negocio-de-la-cannabis-medicinal-en-el-mundo-3138950>
- Estos son las economías que más ingresos reciben con el negocio de cannabis medicinal.* (s.f.). <https://www.larepublica.co/globoeconomia/estos-son-los-paises-que-mas-ganan-con-el-negocio-de-la-cannabis-medicinal-en-el-mundo-3138950>. (Vid. pág. 5)
- FAQ - IHS. (s.f.). <https://ihemsolutions.com/es/faq/>. (Vid. pág. 3)
- Gama Professional - Master Products.* (s.f.). <https://masterproducts.es/gama-professional/>
- Historia del cultivo de cáñamo-hemp&love.* (s.f.). <https://hempanlove.com/blogs/canamo/historia-del-cultivo-de-canamo>. (Vid. págs. 1, 2)
- Historia y Usos del Cáñamo.* (s.f.). https://www.convega.com/lagramaera/html/html_cayamo/historia.htm. (Vid. pág. 1)
- Hoogendoorn iSii version 7. (s.f.).
- Industry Reports | Cannabis Markets | Prohibition Partners.* (s.f.). <https://prohibitionpartners.com/reports/>
- Invertir en Marihuana: Las 8 mejores Acciones de Empresas de Cannabis | IG España.* (s.f.). <https://www.ig.com/es/ideas-de-trading-y-noticias/marihuana-en-la-bolsa-las-mejores-acciones-para-invertir-en-can-210518>

- La cosmética cannábica, una tendencia en auge* | *Madridiario*. (s.f.). <https://www.madridiario.es/noticia/482116/recomendamos/la-cosmetica-cannabica-una-tendencia-en-auge.html>. (Vid. pág. 2)
- La versatilidad y sostenibilidad del cáñamo ofrecen enormes oportunidades a los países en desarrollo* | *UNCTAD*. (s.f.). <https://unctad.org/es/news/la-versatilidad-y-sostenibilidad-del-canamo-ofrecen-enormes-oportunidades-los-paises-en>. (Vid. pág. 4)
- Las 5 empresas cannábicas más fuertes del mercado*. (s.f.). <https://geaseeds.com/blog/empresas-cannabicas-mas-fuertes/>
- Leal-Galicia, P., Betancourt, D., González-González, A., & Romo-Parra, H. (2018). A brief history of marijuana in the western world. *Revista de Neurología*, 67, 133-140. <https://doi.org/10.33588/rn.6704.2017522> (vid. pág. 5)
- Los terpenos* | *Fundación CANNA: Investigación y análisis de Cannabis*. (s.f.). <https://www.fundacion-canna.es/los-terpenos>. (Vid. pág. 6)
- Maquinaria agrícola para el cultivo de cáñamo* | *Noticias y eventos* | *COSMECO S.r.l.* (s.f.). <https://www.cosmecosl.com/es/noticias-y-eventos/maquinaria-agricola-para-el-cultivo-de-canamo>
- Marihuana y dolor, introducción e historia* - *La Huerta Blog*. (s.f.). <https://www.lahuertagrowshop.com/blog/marihuana-y-dolor/>. (Vid. pág. 4)
- McCusker, J. J., McCusker, J. J., & Menard, R. R. (1991). *La economía de la América británica, 1607-1789*. University of North Carolina Press. (Vid. pág. 2).
- Mercado mundial de cáñamo: cómo funciona y cuánto dinero genera*. (s.f.). <https://revistathc.com/2022/04/22/mercado-mundial-de-canamo-como-funciona-y-cuanto-dinero-genera/>. (Vid. pág. 2)
- MUIB-MUIB: Aplicaciones de consulta*. (s.f.). https://www.caib.es/sites/muib/es/aplicacions_de_consulta-69600/
- NOTA INFORMATIVA SOBRE EL CULTIVO DEL CÁÑAMO. (s.f.). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2004/842/oj>
- Peinado, L. R. (s.f.). EL ARTE TEXTIL EN LA ANTIGÜEDAD Y LA ALTA EDAD MEDIA (vid. pág. 1).
- Pioneros a base de cannabis* | *El Periódico de España*. (s.f.). <https://www.epe.es/es/sanidad/20220405/pioneros-base-cannabis-13477421>. (Vid. pág. 5)

- Plagas del cultivo Cáñamo | Agrológica.* (s.f.). <https://www.agrologica.es/cultivo/plaga-canamo/>. (Vid. pág. 46)
- Precio kWh España 2023: Evolución, Tarifas y Comparativa.* (s.f.). <https://tarifaluzhora.es/info/precio-kwh>. (Vid. págs. 30-33, 41)
- Press, E. (s.f.). La SEIC apuesta por la investigación y el desarrollo de nuevos medicamentos basados en cannabinoides. <https://www.europapress.es/cantabria/innovacion/00238/noticia-seic-apuesta-investigacion-desarrollo-nuevos-medicamentos-basados-cannabinoides-20091130124436.html> (vid. pág. 6)
- Producción y rendimientos de un cultivo de cannabis | DANA Agronomics.* (s.f.). <https://danaagronomics.com/produccion-y-rendimientos-de-un-cultivo-de-cannabis/>
- Salud - Desarrollo Sostenible.* (s.f.). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Secado y curado: el arte del efecto y el sabor.* (s.f.). <https://www.cannabismagazine.net/secado-y-curado-el-arte-del-efecto-y-el-sabor/>. (Vid. pág. 16)
- Secado y procesamiento de cáñamo industrial: servicios y equipos de EPC.* (s.f.). <https://iac-intl.com/es/industrias-atendidas/procesamiento-de-c%C3%A1%C3%B1amo/>
- Secador industrial DH 30 - TROTEC.* (s.f.). <https://es.trotec.com/productos-y-servicios/maquinas-highperformance/deshumidificacion/deshumidificadores-de-condensacion-estacionarios/secadores-industriales-de-la-serie-dh/dh-30/>
- Secador industrial DH 30 - TROTEC.* (s.f.). <https://es.trotec.com/productos-y-servicios/maquinas-highperformance/deshumidificacion/deshumidificadores-de-condensacion-estacionarios/secadores-industriales-de-la-serie-dh/dh-30/>. (Vid. pág. 29)
- Sede Electrónica del Catastro - Inicio.* (s.f.). <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- Semillas de Cañamo Certificadas | USO 31 2023.* (s.f.). <https://ganeshgrowshop.com/es/semillas-de-marihuana/semillas-c%C3%A1%C3%B1amo-certificadas/uso-31-semillas-de-c%C3%A1%C3%B1amo-certificadas.html>. (Vid. págs. 13, 22)
- Semillas de Cañamo Certificadas | USO 31 BIO 2023.* (s.f.). <https://ganeshgrowshop.com/es/semillas-de-marihuana/semillas-ca%C5%C3%5C%B1amo-certificadas/uso-31-bio-semillas-de-ca%C5%C3%5C%B1amo-certificadas.html>
- Suero-García, C., Martín-Banderas, L., & Holgado, M. Á. (2015). Efecto neuroprotector de los cannabinoides en las enfermedades neurodegenerativas. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 56, 77-87. <https://doi.org/10.4321/S2340-98942015000200002> (vid. pág. 5)

Tarifas - ATERCA. (s.f.). <https://www.aterca.es/tarifas>

Tarifas Servicio Municipal de Agua: Baleares / Aqualia. (s.f.). <https://www.aqualia.com/web/servicio-municipal-de-agua-tarifas/islas-baleares>. (Vid. pág. 23)

Terrenos en Costitx, Balears (Illes) — idealista. (s.f.). https://www.idealista.com/venta-terrenos/costitx-balears-illes/con-metros-cuadrados-mas-de_5000,metros-cuadrados-menos-de_10000/. (Vid. pág. 41)

Tienda CBD | Compra CBD Online y Barato en España. (s.f.). <https://tiendacbd.es/>

TOP 5 Variedades ricas en CBD | DANA Agronomics. (s.f.). <https://danaagronomics.com/top-5-variedades-ricas-en-cbd/>

Una breve historia sobre la planta de Cannabis - THGrow (Growshop Online). (s.f.). <https://thgrow.com/es/blog/curiosidades/72-una-breve-historia-sobre-la-planta-de-cannabis.html>. (Vid. pág. 3)