

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA
DE ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA TRADI-
CIONAL DE Prensado AL SISTEMA DE DOS
FASES

Autora: Isabel M^a GONZÁLEZ APRESA

Fecha: Junio 2006





RESUMEN:

El presente proyecto comprende la reforma de una Almazara de Aceite de Oliva Virgen que actualmente utiliza el Sistema de producción Tradicional, proyectándose la instalación de la nueva maquinaria que se utiliza con el Sistema de producción en Continuo de dos fases.

La Almazara en estudio, fue construida en el año 1900, no habiéndose modificado desde entonces, conservándose pues, las mismas instalaciones primitivas y la misma capacidad de molturación.

Dado el gran impulso que se ha alcanzado en el perfeccionamiento de la Industria Elayotécnica, mediante la incorporación de los sistemas de extracción de aceite por sucesivos centrifugados, parece lo más lógico proyectar la referida reforma para la instalación en la Almazara de uno de los Sistemas Continuos que actualmente compiten en el mercado, como es el Sistema Continuo de dos fases.

Este nuevo sistema, a la vez de simplificar notablemente el proceso de elaboración, y como consecuencia reducir los costes de molturación, consigue obtener aceite de mejor calidad, ya que el tiempo de contacto de las fases líquidas es mínimo, eliminándose a la vez los capachos o discos filtrantes, fuente frecuente de contaminación de los aceites. Además, con la utilización del Sistema Continuo de dos fases, se suprime la producción de alpechín, el cual ocasionaba grandes problemas medioambientales, y se disminuye el consumo de agua.

En el proyecto también se incluye un estudio comparativo de la almazara según el sistema de producción utilizado (Tradicional o Continuo de dos Fases), así como las características y la información técnica de la maquinaria a instalar.

Por último se hará el diseño de la unidad de termobatido que se pretende instalar en la Almazara reformada, para una capacidad de molturación de 100.000 Kg de aceitunas al día.

ÍNDICE GENERAL

- **DOCUMENTO N° 1: MEMORIA**
 - ❖ **MEMORIA DESCRIPTIVA**
 - ❖ **MEMORIA DE CÁLCULO**
 - ❖ **PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO**
 - ❖ **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**
 - ❖ **PROTECCIÓN AMBIENTAL**
 - ❖ **APPCC**
 - ❖ **ANEXO**
 - ❖ **BIBLIOGRAFÍA**

- **DOCUMENTO N° 2: PLIEGO DE CONDICIONES**

- **DOCUMENTO N° 3: PRESUPUESTO**

- **DOCUMENTO N° 4: PLANOS**

FACULTAD DE CIENCIAS
DE PUERTO REAL



INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

DOCUMENTO Nº 1
MEMORIA

AUTORA: ISABEL Mª GONZÁLEZ APRESA

JULIO 2006

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE Prensado AL SISTEMA
DE DOS FASES**

**MEMORIA
DESCRIPTIVA**

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. PRELIMINARES.....4

- 1.1 PETICIONARIO
- 1.2 AUTOR
- 1.3 REGLAMENTOS Y NORMATIVA
- 1.4 RESUMEN DE LA MEMORIA
- 1.5 ANTECEDENTES
- 1.6 OBJETO Y FINALIDAD
- 1.7 SITUACIÓN
- 1.8 ALCANCE DEL PROYECTO

2. ESTADO ACTUAL DE LA ALMAZARA.....8

2.1 DESCRIPCIÓN DE CADA ZONA

- ZONA EXTERIOR
- NAVE PRINCIPAL
- ESTANQUE DE TRASIEGO Y ASEO

2.2 EQUIPOS Y MAQUINARIA ACTUALES EN ALMAZARA

2.2.1 GENERALIDADES

2.2.2 ZONA EXTERIOR. RECEPCIÓN Y LIMPIEZA

- BÁSCULA
- CINTAS TRANSPORTADORAS
- MÁQUINA LIMPIADORA
- TOLVA 1 Y TOLVA 2 DE ALMACENAMIENTO

2.2.3 NAVE PRINCIPAL. ZONA DE EXTRACCIÓN

- MOLINO
- TRONILLO SINFIN
- BATIDORA
- CLADERA
- MÁQUINA CARGA-CAPACHOS
- VAGONETA
- CARRO DE VAGONETA
- PRENSA

- FILTRO
- DEPÓSITOS DE DECANTACIÓN

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

ACTUAL.....17

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....23

5. POSIBLES SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA

ACTUAL.....24

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN POR EL SISTEMA CONTINUO

PROYECTADO.....26

7. REFORMAS QUE SE PROYECTAN.....36

7.1 MAQUINARIA NUEVA A INSTALAR EN LA ALMAZARA

7.1.1 ZONA EXTERIOR. RECEPCIÓN Y LIMPIEZA

- TOLVA DE RECEPCIÓN
- CINTA TRANSPORTADORA
- MÁQUINA LIMPIADORA
- CINTA TRANSPORTADORA
- MÁQUINA LAVADORA
- CINTA TRANSPORTADORA
- TOLVA DE RECEPCIÓN Y PESAJE
- CINTA TRANSPORTADORA
- CINTA TRANSPORTADORA
- TOLVAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA
- TRANSPORTADOR ESPIRAL

7.1.2 NAVE PRINCIPAL. ZONA DE EXTRACCIÓN

- MOLINO

- TERMOBATIDORA HORIZONTAL
- BOMBA DE MASA
- CENTRÍFUGA HORIZONTAL (DECÁNTER DE DOS FASES)
- TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE ALPEORUJOS
- BOMBA DE PISTÓN
- VIBROFILTRO
- BOMBA DE TRASIEGO DE ACEITES
- CENTRÍFUGA VERTICAL
- TOLVA DE ALPEORUJOS
- DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
- INTERCAMBIADOR DE CALOR
- CALDERA
- DEPÓSITOS DE ACEITE

8. ESTUDIO COMPARATIVO SEGÚN EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN UTILIZADO.....44

8.1 SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS GENERADOS EN LA ALMAZARA

8.1.1 RESIDUOS LÍQUIDOS PRINCIPALES: ALPECHINES

8.1.2 OTROS RESIDUOS LÍQUIDOS

8.1.2.1 AGUAS DE LAVADO DE ACEITUNAS

8.1.2.2 AGUAS DE LAVADO DE ACEITE

8.1.3 RESIDUOS SÓLIDOS

8.1.3.1 ALPEORUJO U ORUJO DE DOS FASES

8.1.3.2 RESTOS ORGÁNICOS PROCEDENTES DE LIMPIEZA

8.2 CANTIDAD DE ACEITE

8.3 CALIDAD DEL ACEITE OBTENIDO

8.4 FACTORES ECONÓMICOS

8.4.1 SUPERFICIE OCUPADA

8.4.2 CONTINUIDAD DEL PROCESO

8.4.3 CAPACIDAD DE MOLTURACIÓN Y NECESIDADES DE MANO DE OBRA

8.4.4 ESTUDIO ECONÓMICO

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. PRELIMINARES:

1.1 PETICIONARIO:

El presente proyecto lo solicita la Facultad de Ciencias de Puerto Real (Cádiz), ya que dentro de los planes de estudio a los que pertenece la titulación de Ingeniería Química, viene incluida la realización de un Proyecto Final de Carrera para la obtención del título de *Ingeniero Químico*.

1.2 AUTOR:

El proyecto lo realiza Isabel María González Apresa con *DNI 52315739-P*, alumna de la Facultad de Ciencias de Puerto Real (Cádiz) en Ingeniería Química.

1.3 REGLAMENTOS Y NORMATIVA:

- Reglamento 2568/91, que recoge las características del aceite de oliva.
- Reglamento 865/2004, sobre la organización común del mercado del aceite de oliva.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Ley de Protección Ambiental y Reglamentos para su desarrollo y ejecución. (Ley 7/1994, de 18 de Mayo).

Y toda aquella normativa que siendo de aplicación, se encuentre en vigor durante la ejecución del presente proyecto.

1.4 RESUMEN DE LA MEMORIA:

El presente proyecto comprende la reforma de una Almazara para la elaboración de Aceite de Oliva Virgen que actualmente utiliza el sistema de producción tradicional, con una capacidad de molturación de 75.000 Kg/día, proyectándose la instalación de la nueva maquinaria que se utiliza con el sistema de producción en continuo de dos fases, para una capacidad de molturación de 100.000 Kg/día.

En este documento se describe el actual sistema de producción, así como los inconvenientes de su utilización, y se justifica la solución adoptada; incluyéndose un estudio comparativo entre los sistemas de producción tradicional y el sistema continuo de dos fases. Del mismo modo se describe el proceso proyectado de producción continuo de dos fases.

Se incluye la descripción del proceso que realiza cada una de las máquinas que se proyectan instalar, acompañadas de sus características y de la información técnica correspondiente.

Además, se abordará el diseño de la unidad de termobatido que se instalará en la Almazara proyectada.

1.5 ANTECEDENTES:

La Almazara, situada en el término municipal de Arcos de la Frontera, enclavada en plena Sierra de Valleja, fue construida en el año 1.900, no habiéndose modificado desde entonces, conservándose pues, las mismas instalaciones primitivas y la misma capacidad de molturación (75.000 Kg/día).

Dado el gran impulso que se ha alcanzado en el perfeccionamiento de la industria Elayotécnica, mediante la incorporación de los sistemas de extracción de aceite por sucesivos centrifugados, parece lo más lógico proyectar la referida reforma para la instalación en la Almazara de unos de los sistemas continuos que actualmente compiten en el mercado, como es el sistema continuo de dos fases.

Este nuevo sistema, a la vez de simplificar notablemente el proceso de elaboración, y como consecuencia reducir los costes de molturación, consigue obtener aceite de mejor calidad, ya que el tiempo de contacto de las fases líquidas es mínimo, eliminándose a la vez los capachos o discos filtrantes, fuente frecuente de contaminación de los aceites; así como una reducción de la producción de alpechín, con la consiguiente mejora del impacto medioambiental.

1.6 OBJETO Y FINALIDAD:

En este proyecto se va a llevar a cabo la reforma de la Almazara en estudio, sustituyendo el sistema tradicional de extracción por prensas, por el nuevo sistema de extracción en continuo de dos fases, con el objeto de reducir la producción de alpechines para una mejora de los problemas medioambientales, obtener un aceite de mejor calidad, aumentar la velocidad del proceso productivo (aumento de la capacidad de molturación) consiguiendo una reducción del tiempo de atroje de las aceitunas, disminuir la mano de obra, consumo de agua, con el consiguiente ahorro económico, entre otros...

Para ello se realizará la instalación de la maquinaria adecuada.

Su finalidad es poner en conocimiento de la Facultad de Ciencias de Puerto Real (Cádiz), la instalación que se pretende realizar, y obtener con ello la calificación satisfactoria en la elaboración del citado proyecto.

1.7 SITUACIÓN:

La Almazara se encuentra ubicada en el término municipal de Arcos de la Frontera (Cádiz), más concretamente se sitúa en la falda oeste de la *Sierra de Valleja* a una distancia aproximada de 6 kilómetros del núcleo urbano.

1.8 ALCANCE DEL PROYECTO:

En el presente proyecto se describirán las dos tecnologías de extracción y se definirán los equipos y la maquinaria a instalar y sus características; así como el diseño de la termobatidora que se ubicará en la zona de extracción de la Almazara proyectada.

Además se elaborarán los planos necesarios para que el instalador pueda llevar a práctica todas las unidades de obra de una forma clara y concreta.

Queda fuera del alcance del proyecto la instalación eléctrica, obra civil, suministro de agua, red de saneamiento, red antiincendio, etc...

2. ESTADO ACTUAL DE LA ALMAZARA:

La Almazara tiene una extensión de 1000 m² aproximadamente y está asentado en una finca de 5 hectáreas de extensión dedicadas casi en su totalidad al cultivo de la vid y el olivo.

La finca cuenta con abastecimiento de agua potable que procede de un pozo propio.

Atendiendo al aspecto constructivo de la Almazara, se pueden diferenciar 3 zonas principales: zona exterior, nave principal y aseo.

En el plano N° 1 correspondiente a Planta General, Estado Actual, se puede observar la distribución de las instalaciones actuales, correspondientes a una Almazara tradicional de prensas.

2.1 DESCRIPCIÓN DE CADA ZONA:

- **ZONA EXTERIOR:**

Aquí se realizan las tareas de recepción, limpieza y almacenamiento de aceitunas.

La zona exterior no tiene muros, aunque sí cuenta con techo formado por estructuras metálicas. El suelo es de hormigón y se encuentra a una elevación de 1,8 metros superior al piso de la nave. Su forma es rectangular y alcanza una superficie de 588 m² de los cuales la maquinaria no ocupa ni un 10%.

- **NAVE PRINCIPAL:**

Es en la nave principal donde se encuentran ubicadas la mayoría de las maquinarias importantes de la Almazara, así como los depósitos de decantación.

La nave tiene forma rectangular y su superficie total es de 266.4 m². Su altura es de 6 m. Cuenta con 3 puertas y 4 ventanas, consiguiendo así un alto grado de iluminación natural además de contribuir con la ventilación del recinto. Una de las puertas viene precedida de una escalera para poder acceder a la zona exterior, la cual se encuentra a distinto nivel como ya hemos indicado antes. Las demás puertas se encuentran al nivel del suelo de la nave.

En la planta se sitúan varios fosos de distinta profundidad y tamaño, utilizados para distintos fines. Estos fosos se pueden clasificar según su uso en:

- Fosos de recogida: existen 2 fosos de recogida de la fase oleica, éstos drenan en el foso de decantación. Tienen forma cuadrada de 0.3 x 0.3 m² y de 0.25 metros de fondo. Los fosos están colocados en una situación estratégica, de forma que recojan todo el zumo de aceituna que se produce en la Almazara.

- Foso de decantación: (ver plano N° 1 Planta General, Estado Actual), aquí se ubican cuatro depósitos de acero inoxidable, que son los que identifican la fase de decantación. También existe un filtro eléctrico.

- Foso de transporte del carro de vagonetas: como su propio nombre indica, este foso está destinado al desplazamiento del carro de vagonetas. El carro se puede mover en una dirección y en los dos sentidos posibles. Su forma es rectangular, de dimensiones 8 x 1.5 m² y de 0.24 m de fondo.

- **ESTANQUE DE TRASIEGO Y ASEO:**

Zona utilizada para el vertido temporal de alpechín. No es una zona de permanencia del producto, sino una zona intermedia; ya que, periódicamente el estanque es vaciado y el alpechín es trasladado a una balsa de evaporación, situada a una distancia de 6 Km. de la Almazara. Concretamente, esta balsa de evaporación, se ubica en otra finca de la zona.

Encima del estanque se halla un aseo para los trabajadores y un pequeño cuarto de herramientas, su estructura es de ladrillo. El aseo drena en el tanque de alpechín.

A continuación vamos a describir los equipos y la maquinaria que actualmente se utilizan en la Almazara.

2. 2 EQUIPOS Y MAQUINARIA ACTUALES EN ALMAZARA:

2. 2. 1 GENERALIDADES:

Las máquinas e instrumental mecánico que entran en contacto con las aceitunas y el aceite son de acero inoxidable, excepto las cintas transportadoras que son de caucho y los capachos que están fabricados con cuerda de material no tóxico y apto para uso alimenticio.

Vamos a detallar las características fundamentales de cada una de las máquinas.

2. 2. 2 ZONA EXTERIOR. RECEPCIÓN Y LIMPIEZA:

▪ BÁSCULA

Se trata de una báscula manual tradicional. No tiene dispositivos eléctricos. Las labores de pesado se hacen de forma manual.

▪ CINTAS TRANSPORTADORAS

Existen 3 cintas para el transporte de aceitunas en el proceso. Las cintas transportadoras tienen estructuras y piezas semejantes, pero distintas longitudes.

El movimiento rotativo lo transmite un motor situado en su extremo superior; en su extremo inferior hay una pequeña tolva que puede recoger hasta 100 Kg de aceituna.

La cinta 1 (transporta las aceitunas desde la báscula de pesaje hasta la máquina limpiadora) y la cinta 3 (transporta las aceitunas desde la tolva 1 a la tolva 2) de 5,83 m. y 9,6 m. de longitud respectivamente, son accionadas por un motor eléctrico de 2,69 Kw. de potencia cada una.

La cinta 2 (transporta las aceitunas desde la máquina limpiadora hasta la tolva 1) es accionada por un motor eléctrico de 3,64 Kw. de potencia.

▪ MÁQUINA LIMPIADORA

Esta máquina quita las impurezas que acompañan a la aceituna, principalmente hojas y ramillas, así como piedras y terrones pequeños, aceitunas defectuosas de pequeño tamaño, huesos...

Tiene una potencia total de 2,5 Kw., distribuidos entre motores de rulillos, cinta transportadora y ventilador.

▪ TOLVA 1 Y TOLVA 2 DE ALMACENAMIENTO

La función de las tolvas es servir de almacenamiento de materia prima. Las tolvas disponen de un dosificador en su parte inferior. El dosificador es el encargado de “sacar” las aceitunas del interior de las tolvas, ya que sólo pueden salir si dichos aparatos están en funcionamiento. Éste es accionado por un motor eléctrico de 0,760 Kw. de potencia.

La tolva 1 y la tolva 2 tienen una capacidad de 350 Kg y 450 Kg respectivamente.

2. 2. 3 NAVE PRINCIPAL. PLANTA DE EXTRACCIÓN:

▪ MOLINO

Mediante el molino se trituran las aceitunas formando la pasta. Si las aceitunas contuvieran impurezas (hojas, ramas, palillos, piedras, tierra, etc.), todas estas se agregarían a la pasta.

El molino dispone de un motor 12,2 Kw. de potencia, que transmite la fuerza motriz necesaria para moler la materia prima. Se alimenta a través de un tornillo sinfín de 1,3 m. de longitud, con un motor de 1,33 Kw. de potencia, que posee una pequeña tolva de capacidad máxima de 50 Kg y ésta a su vez se alimenta de la tolva 2.

▪ TORNILLO SINFIN

Se trata de un dispositivo capaz de conducir algún tipo de producto. Está formado por un cilindro atravesado por un eje con una muela helicoidal en su interior.

En la Almazara hay 5 tornillos: 3 de alimentación (molino, caldera y máquina carga-capachos) + 2 de llenado (molino-batidora, batidora-máquina carga-capachos).

Ambos tornillos de llenado tienen 4 m de longitud y son accionados por un motor eléctrico de 3,9 Kw. de potencia cada uno.

▪ BATIDORA

La batidora se utiliza para elevar la temperatura de la pasta hasta los 33 °C aproximadamente.

Su forma es cilíndrica y en su perímetro existe una camisa de acero inoxidable. Entre la camisa y la propia pared de la batidora circula agua a temperatura elevada (45~50 °C), con el fin de transmitir calor a la camisa y ésta a su vez se lo comunique a la pasta mediante contacto directo.

En el interior de la batidora hay unas aspas para batir la pasta mediante movimiento rotativo.

El motor que realiza este giro tiene una potencia de 6,38 Kw.

- **CALDERA**

Recipiente metálico dotado de una fuente de calor (orujo), donde se calienta el agua que circula por un circuito de tubos interiores. Su función es calentar el agua necesaria por la batidora y también para los usos de limpieza de la Almazara.

La caldera está equipada con quemador para orujillo, a través de tolva dosificadora. En la caldera se calienta el agua a una temperatura de 90°C.

La caldera es de 100.000 Kcal/h. de potencia, con electrobomba para recirculación del agua y ventilador con motor de 0,735 Kw. de potencia.

La alimentación del orujillo se realizará mediante inyector con motor de 0,735 Kw. de potencia desde un tolvín que se alimenta con un espiral de 1,47 Kw. de potencia.

- **MÁQUINA CARGA-CAPACHOS**

Mediante esta máquina, se realiza la tarea de carga de pasta a los capachos con la intervención de un operario.

La máquina está compuesta por varios equipos:

- Tornillo sinfín de alimentación de 1,6 m. de longitud y 1,3 Kw. de potencia y una mini-tolva con capacidad de 40 Kg de pasta.
- Brazo giratorio de 0,916 Kw. de potencia
- Plataforma elevadora de 4,9 Kw. de potencia.

La tarea comienza una vez se haya calentado la pasta. Se procederá en primer lugar a cargar de pasta a la tolva.

Luego, a través de la plataforma levadiza, se sube el plato que va insertado en el interior del vástago de la vagoneta hasta la altura del operario.

Posteriormente se seguirá un ciclo similar para cada capacho. En el plato se coloca el primer capacho y el brazo giratorio echa la pasta sobre el capacho dando una

vuelta completa sobre sí mismo. Cada vuelta del brazo corresponde a un ciclo de máquina.

El brazo giratorio expulsa la pasta que le envía el tornillo sinfin.

En cada ciclo de máquina se carga de pasta un capacho y se coloca el siguiente capacho encima para el siguiente ciclo de máquina.

A medida que van pasando los ciclos, la plataforma elevadora va descendiendo de manera que al operario le resulte cómoda la colocación de capachos.

La tarea termina cuando todos los capachos se han embutido de pasta y el plato se encuentra en su posición inicial.

- **VAGONETA**

No dispone de elementos eléctricos. Su desplazamiento se consigue por medio de unos raíles instalados en el suelo de la Almazara.

- **BATEA PORTA VAGONETA**

El carro de vagoneta o batea, se utiliza para mover la vagoneta de capachos en trayectorias longitudinales respecto la nave. Dispone de un motor eléctrico de 2,6 Kw. de potencia.

- **PRENSA**

Existen dos prensas para la extracción del aceite. Se utilizará cualquiera de ellas en el proceso.

Cada prensa tiene un cilindro que hace subir la vagoneta, consiguiendo con esto la compresión de los capachos.

El prensado de la vagoneta dura casi 1 hora, aplicando una presión nominal de 200 Kg/cm^2 y una presión máxima de 400 Kg/cm^2 aproximadamente. El diámetro del pistón es de 0,4 m. y la longitud del vástago 1,3m.

La presión se consigue mediante una bomba hidráulica que gobierna cada prensa. Ambas bombas hidráulicas tienen una potencia de 1,9 Kw.

- **FILTRO**

Está situado en el foso de decantación y a través de él se hace pasar el aceite recién prensado antes de verterlo en los depósitos de decantación.

Dispone de un motor para producir vibración en la bandeja de 0,567 Kw. de potencia.

- **DEPÓSITOS DE DECANTACIÓN**

Mediante la decantación se separa el aceite del alpechín.

Existen 4 depósitos con una capacidad de 1.350 litros cada uno.

El aceite de oliva virgen extra se bombea hasta unos depósitos de almacenamiento para su posterior envasado. En cuanto al alpechín, se conduce al estanque de trasiego.

La bomba instalada en el foso de decantación encargada de extraer el aceite de los tanques tiene potencia de 0,790 Kw.

Una vez descritos los equipos y la maquinaria que se utiliza actualmente en la Almazara, podemos observar que la potencia total instalada es de 58,533 Kw., distribuidos en 20 motores eléctricos ya descritos, de los cuales 8 motores eléctricos se encuentran en el patio de la Almazara con una potencia total de 13,04 Kw., y 16 motores eléctricos en la planta de extracción con una potencia total de 45,493 Kw.

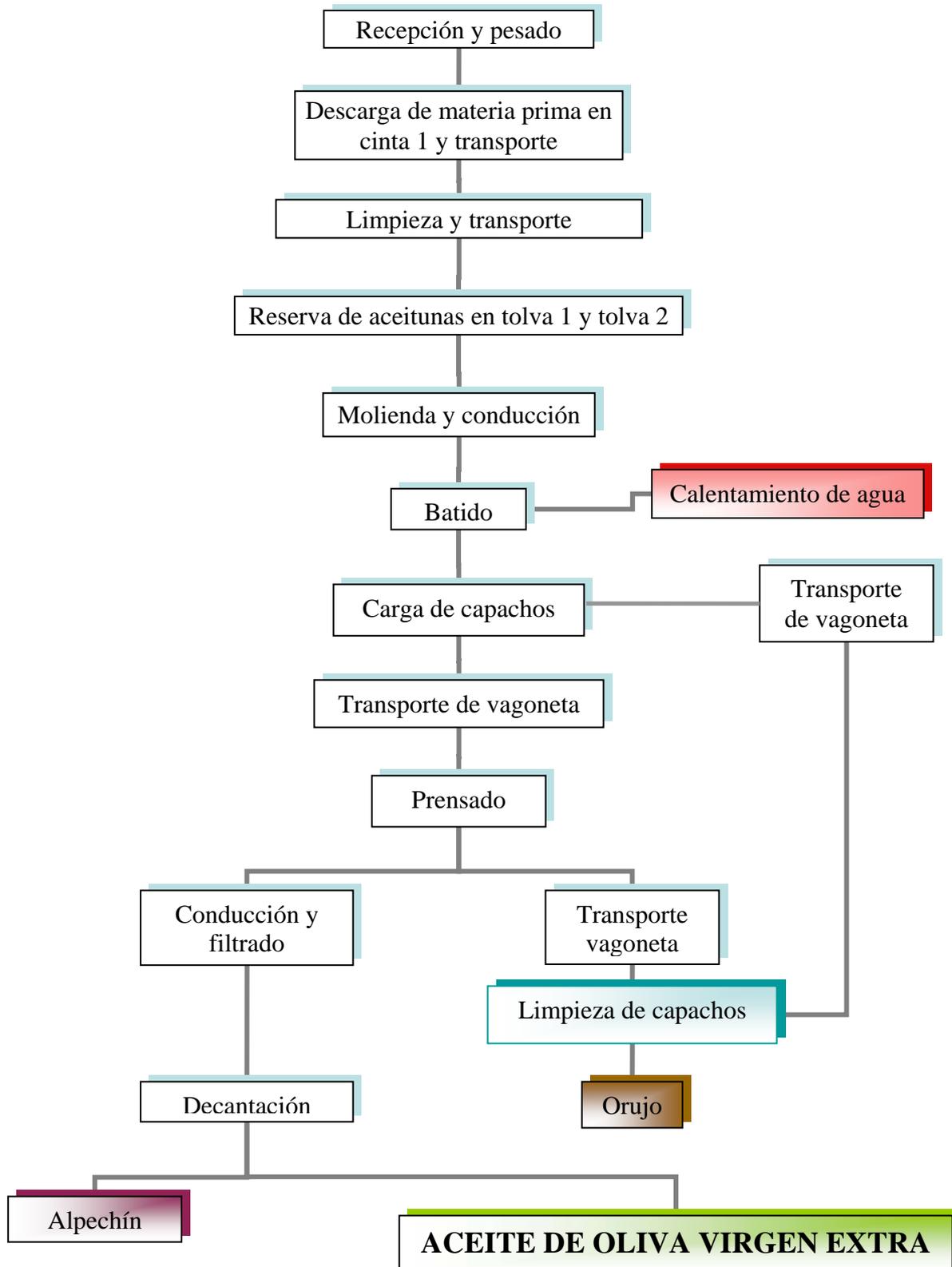
La energía eléctrica es suministrada por un transformador de 250 KVA, propiedad de la Almazara.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

ACTUAL:

La extracción del aceite de oliva en la Almazara se hace actualmente por el sistema clásico de presión en frío, en el que la pasta procedente de las aceitunas molidas se bate y se reparte en cachos para someterla a presión en las prensas hidráulicas.

En el esquema siguiente se muestran las etapas de las que consta el proceso de fabricación de aceite de oliva por el sistema tradicional.

ELABORACIÓN DE ACEITE DE OLIVA (SISTEMA TRADICIONAL)

A continuación vamos a describir cada una de estas fases con más detalle:

- **Recepción y pesado:**

La recepción de la materia prima se efectúa en la zona exterior, en el patio de la Almazara.

Los agricultores olivareros entregan las aceitunas al molino envasadas en sacos de entre 35 a 50 Kg aproximadamente.

Los operarios pesan los sacos mediante una báscula manual tradicional.

- **Descarga de materia prima en cinta transportadora 1 y transporte:**

Los operarios vierten los sacos en la boca de la cinta transportadora 1. La boca de la cinta 1 tiene forma de embudo y puede contener hasta 100 Kg de aceitunas. Se irán tomando los sacos en el mismo orden en el que se ha realizado la recepción. De esta forma, se consigue, que las aceitunas permanezcan el menor tiempo posible dentro de los sacos. Las aceitunas nunca superarán las 24 horas dentro de los sacos.

La cinta 1 transportará las aceitunas hasta la máquina limpiadora.

- **Limpieza y transporte:**

Las aceitunas se hacen pasar a través de una máquina capaz de quitar la mayor parte impurezas que puedan acarrear. El tipo de impureza que predomina en el producto son hojas, el resto de impureza (palillos, tierra, piedras, etc.) se puede considerar inapreciable en volumen.

La máquina que realiza esta tarea se denomina máquina limpiadora. Los desechos caen en el suelo, de donde son retirados por los operarios.

La máquina evacua las aceitunas limpias sobre la cinta transportadora 2, y ésta a su vez las traslada hasta la tolva 1.

- **Reserva de materia prima en tolva 1 y tolva 2 (tolvas de almacenamiento):**

Se utilizan las tolvas para conseguir un margen de producto almacenado.

Fundamentalmente, el propósito de esta reserva o almacenamiento de materia prima es conseguir una recepción continua de producto, es decir, lograr que las aceitunas que van trayendo los agricultores al molino, entren sin demoras en el proceso productivo y se eviten manipulaciones y almacenamiento de materia prima contenidas en sacos.

Mediante la cinta 2 se consigue pasar las aceitunas a la tolva 1 y mediante la cinta 3 se pasan las aceitunas a la tolva 2.

La tolva 2 es la que alimenta al molino.

- **Molienda y conducción:**

En este proceso se modifica la materia prima en otro producto denominado pasta.

La transformación de aceitunas en pasta se efectúa mediante un molino situado en la parte inferior de la tolva 2.

El molino muele las aceitunas por completo, formando la pasta. El hueso de las aceitunas es triturado e incluido en la pasta.

La pasta producida por el molino la conduce un tornillo sin fin hasta la batidora.

- **Batido:**

La pasta procedente del molino se vierte en la batidora, que tiene por misión elevar su temperatura hasta 33°C aproximadamente. Este aumento de temperatura se realiza a conciencia, ya que, a esta temperatura las células de las aceitunas segregan mayor cantidad de aceite al ser comprimidas.

La batidora utiliza agua a temperatura elevada para conseguir su propósito.

- **Calentamiento del agua:**

El agua necesaria por la batidora, así como la utilizada en las labores de limpieza de la Almazara, se calienta en una caldera.

- **Carga de capachos:**

Una vez finalizado el proceso de batido y adquirida la temperatura deseada por la pasta se procede con el siguiente punto, cuyo objetivo es embutir los capachos de pasta y colocarlos en una vagoneta. Para lograrlo existe una máquina que facilita el proceso, denominada “Máquina Carga-Capachos”.

La fase finaliza cuando la vagoneta se encuentra completamente llena de capachos intercalados por pasta.

- **Transporte de vagoneta:**

La vagoneta tiene que ser transportada a varios puntos de la nave durante el proceso de extracción.

En primer lugar se transporta hasta la máquina carga-capachos para proceder a su carga, de esta máquina pasa a la prensa y finalmente se lleva a la zona de limpieza de capachos.

El transporte de la vagoneta se realiza por unos raíles para movimientos transversales respecto a la nave y mediante un carro para movimientos longitudinales respecto a la nave. El carro también discurre por raíles.

- **Prensado:**

Se obtiene el zumo de aceituna mediante el prensado de los capachos.

Para proceder a su extracción, se inserta la vagoneta dentro de la prensa y se le colocan unos anclajes para que no se salga del interior de la prensa. A continuación se efectúa el prensado.

El jugo de la pasta se va obteniendo desde que comienza la compresión hasta que termina el prensado. Esta sustancia líquida o fase oleica cae en un foso denominado, foso de recogida.

- **Conducción y filtrado:**

Conducción de la fase oleica hasta el foso de decantación.

Para ello se dispone de tubos de acero inoxidable en instalación subterránea. Éstos parten desde los fosos de recogida y drenan en el filtro existente en el foso de decantación.

El filtro tiene la función de eliminar la minúscula parte sólida que pueda arrastrar el líquido.

- **Decantación:**

Mediante la decantación se consigue la separación de dos líquidos no miscibles, como son el aceite y el alpechín, por la acción de la gravedad.

El aceite de oliva virgen extra se bombea hasta unos depósitos para su posterior envasado.

En cuanto al alpechín, se conduce al estanque de trasiego.

- **Envasado:**

El aceite se envasa en garrafas de 50 litros y se vende en grandes cantidades.

- **Limpieza de capachos:**

Posteriormente al prensado, se efectúa la limpieza de capachos.

Esta tarea la realiza 1 operario que se encarga de limpiar los capachos para su posterior utilización.

Los capachos se retiran de la vagoneta y se les quita el orujo. Éste se quita fácilmente mediante una simple sacudida del capacho. Una vez finalizada la tarea la vagoneta queda libre para la próxima carga.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA:

La justificación del planteamiento de reforma de la Almazara tiene su base en atención a una serie de inconvenientes que ocasiona el actual sistema tradicional de producción, como por ejemplo:

- Se prevé un aumento de producción, en las próximas campañas, de las fincas de los olivareros que habitualmente llevan sus cosechas a la Almazara, debido a las plantaciones intensivas y a un mejor cultivo de las fincas. Esta producción es incapaz de ser absorbida por el actual sistema en un tiempo prudencial de duración de la campaña.
- La utilización como medio de producción de gran cantidad de mano de obra, lo que repercute en el rendimiento económico de la Almazara y así mismo ocasionándose gran cantidad de problemas laborales.
- El agotamiento deficiente de los orujos en el sistema actual, que incide directamente en el rendimiento neto de la Almazara.
- Baja velocidad de proceso (baja capacidad de molturación) debido a la discontinuidad del proceso y la limitación de volumen de extracción de los capachos. Esta baja velocidad de proceso implica generalmente un mayor tiempo de espera de las aceitunas en las tolvas de almacenamiento, produciéndose fermentaciones, repercutiendo en un aumento del grado de acidez del aceite obtenido y por tanto en su precio de venta.
- La utilización de capachos o discos filtrantes, que a parte del gasto que ocasiona el reponerlos en cada campaña, su uso a lo largo de la campaña ocasionan fermentaciones en ellos debido a los restos de masa que quedan entre los ramales, que al estar en contacto durante el prensado con la masa de aceituna nueva produce un aumento de acidez y de sabor en el aceite.
- La calidad del aceite obtenido por el procedimiento tradicional de producción es inferior a la de los aceites obtenidos con nuevas tecnologías, ya que el proceso de prensado influye negativamente en las características organolépticas finales del aceite.
- Producción de alpechín, ocasionando problemas medioambientales.

- Se une a los inconvenientes antes citados, el hecho de que las actuales instalaciones y maquinarias, a pesar de estar en buen estado de uso, presentan los deterioros normales por su uso y por tanto requieren un costo de mantenimiento considerable.

5. POSIBLES SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA

ACTUAL:

La extracción de aceite de oliva en la Almazara se realiza en la actualidad con el método tradicional de prensas. Este procedimiento es poco operativo y racional ya que el rendimiento horario es bajo, las necesidades de mano de obra son elevadas y la limpieza y la higiene son difíciles de conseguir. Sin menospreciar, los problemas medioambientales que ocasiona la producción de alpechín.

Actualmente existen nuevas tecnologías que han provocado en el sector un notable paso adelante, registrándose una significativa transformación. Se han introducido sistemas más potentes y de ciclo continuo, permitiendo un sustancial crecimiento de la capacidad productiva. En el sistema continuo, la extracción del aceite se realiza por acción de la fuerza centrífuga sobre la pasta de oliva recurriendo a máquinas rotativas horizontales de elevada velocidad (decanter). Como resultado de la innovación tecnológica se propusieron los decaners de tres salidas o fases capaces de separar los tres constituyentes principales de la aceituna: aceite, agua de vegetación y sólidos.

La conveniencia de utilizar sistemas de ciclo continuo deriva de la gran productividad horaria; el costo por tonelada de aceituna disminuye sensiblemente (alrededor del 40-50%) en Almazaras de elevada capacidad. Además, en el sistema continuo la productividad horaria por trabajador es notablemente superior, variando según la dimensión de la Almazara de dos a cuatro veces más que el sistema de prensas.

Todos estos factores han condicionado la fuerte concentración de la capacidad productiva del sector.

A partir de 1983, se reguló legislativamente en España el tratamiento y depuración de los residuos de las Almazaras; se prohibió la descarga directa de los alpechines en lugares públicos (desagües, ríos, balsas, etc.) debido al alto impacto medio ambiental. Desde entonces diferentes investigadores (Ranalli, 1991; Borja et al.,

1993; Netti y Wlassics, 1995) han propuesto diversos sistemas de depuración de estos efluentes (aplicación directa al terreno, compostaje, concentración por evaporación, ultrafiltración y ósmosis inversa, fangos activos, digestión anaeróbica, etc.) pero aún no se ha logrado una solución adecuada del problema. Todavía existen dudas sobre la biodegradabilidad de los efluentes, además, las soluciones propuestas no siempre han resultado satisfactorias, principalmente por la dificultad técnica y los costes relativamente elevados de tratamiento que no siempre son sostenibles por el sector.

En la campaña 1991-92 se introdujo en España el nuevo sistema ecológico de 2 fases que permite la separación del aceite sin la adición de agua y por tanto con una producción muy reducida de agua de vegetación con bajo poder contaminante. Esta tecnología extractiva presenta además la ventaja del notable ahorro hídrico y energético.

La calidad del aceite proveniente del sistema de dos fases es superior, presentando un contenido en polifenoles mayor que el aceite del sistema de tres fases.

Esto implica que el aceite extraído con el nuevo sistema tiene una mayor capacidad antioxidante debido a que estas sustancias fenólicas protegen al aceite del ataque del oxígeno del aire, impidiendo así el enranciamiento en el tiempo. Los polifenoles reducen además el estrés oxidativo biológico, teniendo así, a nivel terapéutico, un importante papel en la prevención de las enfermedades cardiovasculares y del cáncer como ha sido reconocido por la comunidad médica mundial. Las sustancias fenólicas tienen también una influencia notable sobre las características organolépticas, de hecho el aceite del sistema de dos fases posee las notas de frutado, amargo y picante notablemente acentuadas respecto al sistema de tres fases.

No obstante aún con la desventaja en el uso y manejo del orujo, el sistema de dos fases se ha difundido notablemente por toda la geografía española en las últimas campañas sobretudo a causa de la ausencia o escasa producción de alpechín.

Actualmente más del 70% del aceite de oliva español se extrae con el sistema de 2 fases.

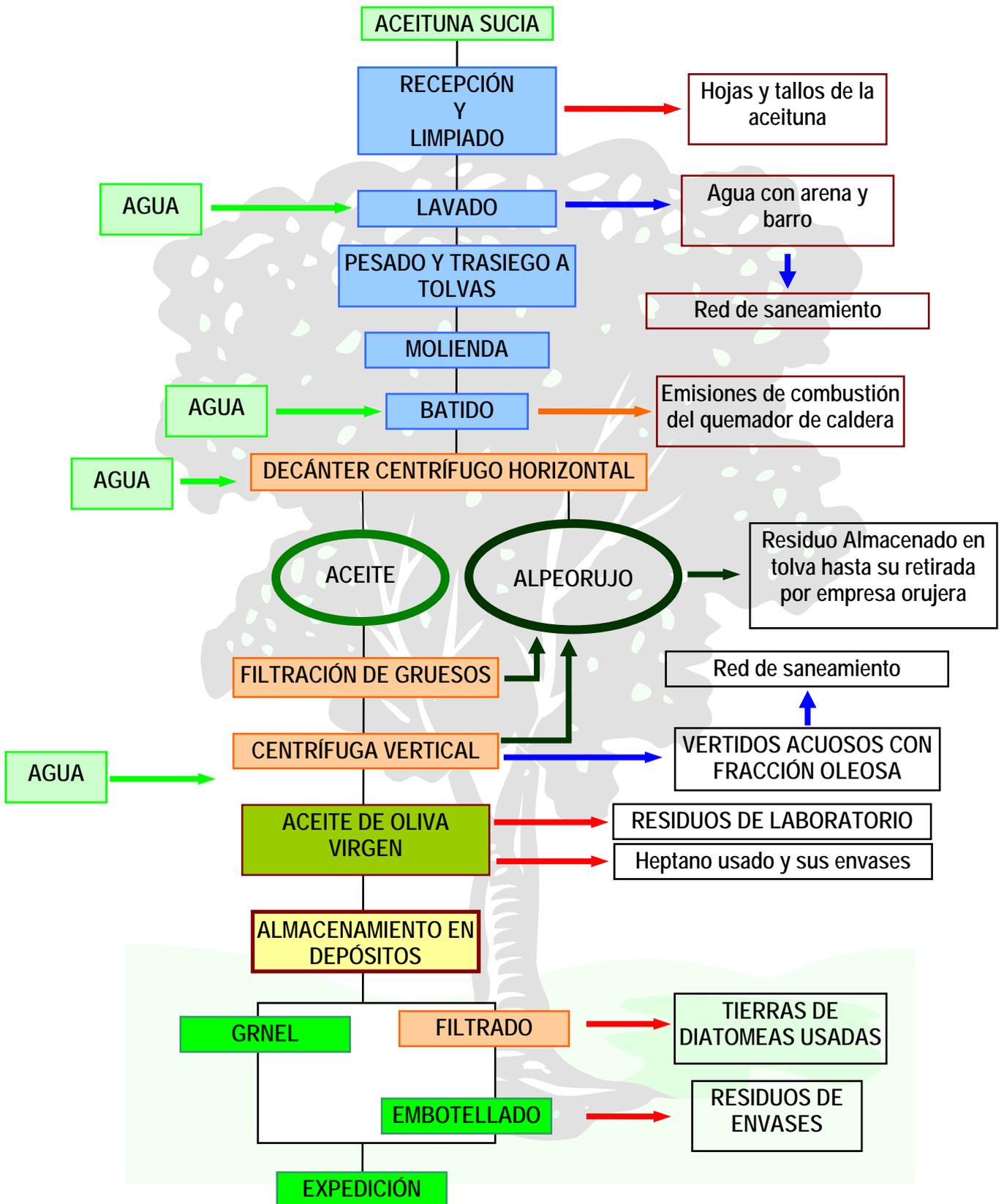
Por último, decir que ha sido considerable el aumento de la capacidad de elaboración tanto teórica como real, lo que ha permitido reducir el tiempo de almacenamiento de los frutos en las Almazaras. Con ello se ha conseguido reducir notablemente los problemas de atrojado, que era el principal motivo de alteración de la calidad del aceite.

Por lo tanto, para solventar los problemas surgidos por la utilización del sistema tradicional de prensas hemos optado por la elección del sistema continuo de dos fases para proyectar la reforma de la Almazara.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN **POR EL SISTEMA CONTINUO PROYECTADO:**

En el esquema siguiente se muestran las etapas del proceso de fabricación de aceite de oliva por el sistema continuo proyectado.

ELABORACION CONTINUA DE ACEITE (DOS FASES)



A continuación vamos a describir con más detalle las etapas de este proceso de fabricación:

- **Recepción:**

Una vez pesado el fruto, que generalmente llegará a la Almazara en camiones o autotractores con remolque, se descargará sobre la tolva de recepción. Desde ella y por medio del correspondiente vibrador-regulador, la aceituna cae a una cinta transportadora de banda nervada de 9 m. de longitud, depositando el fruto en la máquina limpiadora.

- **Limpieza:**

La aceituna sucia se limpiará en seco de hojas, palillos, ramas...

La aceituna elevada por una cinta transportadora, cae en cascada sobre una placa oscilante, facilitando la exposición de aceitunas, hojas, ramas... a una fuerte corriente de aire provocada por un ventilador. Las materias más pesadas, principalmente aceitunas, caen sobre una manta de rulillos giratorios, facilitando la separación y el deslizamiento. Los materiales de menor dimensión que la separación entre rulillos van a la parte inferior y se eliminan.

Una vez realizada la limpieza en seco de las aceitunas, éstas pasan a una cinta transportadora de banda nervada de 9,50 m. de longitud, depositando el fruto en la máquina lavadora.

- **Lavado:**

Se inicia el proceso de lavado, cayendo las aceitunas de la cinta transportadora a la tolva de la lavadora y de ella al tubo despedrador, donde en el fondo se deposita la piedra y material pesado que la acompaña. La aceituna pasa del tubo despedrador al tubo de lavado, de material plástico y con curvaturas, en él se realiza, gracias a una corriente de agua, la separación de la aceituna de productos adheridos a ella que la acompañan como son: sustancias fitosanitarias

procedentes de los tratamientos del olivar, tierras, arcillas y otras suciedades, que quedan suspendidas en el agua.

El tubo de lavado, descarga en el tamiz vibratorio, compuesto por cuatro bandejas y un motovibrador eléctrico, desde donde la aceituna cae a través de la bandeja superior a la cinta de descarga; y el agua y las sustancias que la acompañan, caen a través de las bandejas perforadas al tanque concentrador, desde donde una bomba de trasiego de lodos, envía los lodos grasos concentrados a un recipiente de almacenamiento.

Una vez el agua en el tanque concentrador, es recogida del fondo por una bomba de recirculación, que la envía de nuevo al tanque despedrador, estableciéndose un circuito cerrado.

En comunicación con el tanque concentrador, existe un tanque de agua de consumo y reposición, previsto de una válvula de bolla, que mantiene constante el nivel de agua en la lavadora.

- **Transporte, almacenamiento en tolva de recepción y pesaje:**

El fruto lavado procedente de la lavadora, es recogido por una cinta transportadora de 6,50 m. de banda nervada, que elevan el fruto hasta la tolva de recepción y pesaje, con descarga a dos cintas de 14 m. con banda nervada y 3 m. con banda lisa, que reparten el fruto en las tolvas de almacenamiento de la materia prima.

Desde estas tolvas la aceituna será transportada por un transportador espiral hasta el molino de martillos.

- **Molino:**

La sección de molido, compuesta por un molino de martillo, está diseñada para transformar las aceitunas enteras, previamente lavadas, en una masa homogénea de pulpa molida, pellejos destrozados y partículas de hueso, evitando que durante esta operación se formen emulsiones y se produzca calentamiento de la masa.

Para ello se utiliza un molino de martillos, de cruceta, provisto de pastillas destrozadoras recambiables de material antidesgaste, que giran a alta velocidad dentro de una criba perforada.

El molino va provisto de tolván de recepción y de alimentador de tornillo a la cámara de molido, a velocidad reducida, para que el caudal de aceituna sea constante. La cámara de molido, va provista con ventilación forzada, para evitar el calentamiento de la masa, con el consiguiente perjuicio para el aceite (índice de peróxidos, etc...).

La velocidad de los martillos es superior a la de caída libre de las aceitunas que penetran por el tolván. Los frutos son golpeados repetidamente y lanzados contra la criba, sufriendo sucesivas fracturas hasta que el tamaño es el suficiente para pasar los orificios.

- **Batido y dilución:**

La masa molida pasa del molino de martillos a la termobatidora, donde se somete a un batido progresivo muy suave, para conseguir:

- Romper los tejidos que constituyen la pulpa de la aceituna, dentro de los cuales está contenido el aceite en forma de gotas muy pequeñas, consiguiendo que éstas queden libres.
- Que las pequeñas gotas de aceite liberadas se unan en gotas de mayor tamaño e incluso en porciones libres de aceite.
- Que la masa esté en condiciones óptimas para, después de diluirla por adición de una cantidad controlada de agua caliente, pasar a la etapa siguiente de extracción por centrifugación.

La masa molida se deberá batir durante unos 120 minutos procurándose que no esté muy pasada de batido.

Por lo tanto, con el batido se completa el efecto de cizallamiento de las partes insuficientemente tratadas en la molienda y reúne en una fase oleosa continua las gotas de aceite dispersas en la pasta molida, aumentando de este modo la proporción de mosto suelto a partir del mosto normal.

Este proceso debe llevarse a cabo de forma que permita el mayor contacto posible entre las gotas de aceite, sin provocar emulsiones (papillas) que luego dificulten el proceso de extracción.

Las paredes de la termobatidora que están en contacto con la pasta son de acero inoxidable para evitar la incorporación de trazas metálicas.

El nivel de la masa en la batidora se mantiene mediante dos sondas de control Parada-Marcha.

El calentamiento de la masa en la termobatidora, se produce gracias al rozamiento interno de la masa y al sistema de calefacción de la batidora, formado por una camisa que la envuelve por donde circula agua caliente en contracorriente.

La temperatura adecuada es de unos 30 °C en la pasta, si se sobrepasa podría provocar alteraciones en la calidad del aceite: pérdida de aromas, aumento del índice de peróxidos, pérdida de estabilidad...

En el fondo de la batidora existe una válvula de compuerta que alimenta al dosificador de la masa, que es el que regula el régimen de alimentación de la planta, y va provisto de moto-variador con escala graduada.

La masa elevada por el dosificador cae en el embudo de alimentación de la bomba de masa y es en este embudo donde se diluye la masa, por adición de agua a temperatura ligeramente superior que la masa, dependiendo la cantidad de agua que se añadirá del grado de humedad de la masa.

La bomba de masa al decantador va provista de moto-variador con escala indicadora. Es una bomba tipo volumétrica con rotor salomónico en acero inoxidable y estator de nitrilo sustituible.

La masa bombeada es inyectada en el decantador por medio de un tubo de material plástico reforzado, que desemboca en el tubo de inyección del decantador.

Coadyuvantes tecnológicos:

Para mejorar el proceso de molienda y batido evitando que los orujos salgan con un contenido graso excesivo, lo cual suele ocurrir cuando las almazaras procesan pastas difíciles, se emplean dos tipos de coadyuvantes: microtalco y enzimas. La elección de uno u otro dependerá del grado de humedad del fruto y de la menor o mayor dificultad de la pasta a procesar.

M.T.N. (microtalco) permite mejorar la estructura de las pastas difíciles y, por tanto, mejorar el rendimiento de la extracción. El empleo de este producto siempre conlleva una mejora en la estabilidad de los aceites vírgenes ya que los

aceites obtenidos tiene un mayor contenido en polifenoles que es un grupo de sustancias antioxidantes responsables de la estabilidad de los aceites; produce una clarificación del aceite y un descenso del nivel de sólidos y grasa en el alpechín. Se emplea en dosis de un 1 al 2% mediante unos dosificadores. Enzimas actúan sobre las membranas celulares y lipoproteicas facilitando la extracción del aceite. Al contrario que el talco, fluidifican ligeramente la pasta y la dosis empleada es de 100 a 200 gramos de enzima por tonelada de aceituna. Las enzimas, generalmente provenientes del hongo *Aspergillus Aculeatus*, no provocan ni olores ni sabores.

- **Extracción sólido-líquido:**

La masa batida, impulsada por la bomba de masa, se somete en el decantador centrífugo de dos fases a extracción centrífuga acelerada.

En el decantador de dos fases la pasta no requiere, en principio, adición de agua. Después de someter la pasta a una centrifugación de 3000 r.p.m, por una salida se obtienen los sólidos y el agua de vegetación y por la otra salida fluye el aceite.

Los subproductos obtenidos son:

- Orujo muy húmedo (55% - 62% de humedad), en cantidad elevada, con una densidad de $0,9 \text{ g/cm}^3$.
- Aceite sucio, con presencia de humedad. Requiere un lavado en centrífuga vertical.

Esquemáticamente consiste en un rotor de forma troncocónica cilíndrica, en cuyo interior, adaptado a esta forma y dejando una pequeña holgura, se encuentra un sinfín. Todas las zonas en contacto con el aceite son de acero inoxidable, tratamiento adecuado para un producto alimentario.

El sinfín gira a un número de vueltas diferente, generalmente menor que el rotor, pero en el mismo sentido. Esta diferencia de vueltas es la que permite a los sólidos desplazarse en sentido inverso al avance del paso de hélice. Por el contrario los líquidos son empujados por el sinfín en sentido contrario.

En el decantador se dispone de un diafragma en la parte cónica, para evitar que el aceite se aproxime a la salida del orujo.

La pasta de aceituna se inyecta en el interior del tornillo sinfín, por medio de un conducto o “caña”, que puede ser regulado, obligando a acortar o alargar los recorridos respectivos de las fases, quedando la pasta sometida a la fuerza centrífuga, y por tanto a la separación de fases.

El alpeorujo obtenido es conducido mediante un transportador helicoidal a una bomba de pistón, siendo elevado hasta la tolva de recepción de alpeorujos.

- **Extracción líquido-líquido:**

Previo a este proceso se hace necesaria la operación de *tamizado*. El tamiz debe ser de acero inoxidable y vibratorio, para facilitar la separación de los sólidos. Este proceso es vital para lograr una buena calidad del aceite, ya que los sólidos que no se eliminen pueden conferir defectos al aceite.

La extracción se lleva a cabo en una centrífuga vertical que trabaja a 6.500 r.p.m., eliminando la humedad del aceite.

La centrifugación vertical se basa en la diferencia de densidad entre ambos líquidos. Para ayudar a la separación, el aceite se lava con agua templada (35°-40°C) obteniéndose un aceite limpio y una parte de agua que arrastra las impurezas.

El aceite entra por la parte superior de la centrífuga, y la fuerza centrífuga le obliga a pasar por las perforaciones de los discos. La componente más pesada (agua) desciende por la cara superior del disco, acumulándose junto a la pared exterior del tambor, subiendo por ésta.

Mientras tanto, la componente más ligera (aceite) asciende a lo largo de la cara inferior del disco y ocupa la zona de la cámara de la centrífuga más próxima al eje.

Tras el paso por la centrifuga vertical se produce la aireación del aceite y por tanto, se hace necesario clarificarlo, dejándolo en reposo al menos, 24horas.

Las aguas de lavado deben conducirse a unos pozuelos decantadores para recuperar la grasa que puede escapar de las centrífugas como consecuencia de errores operativos, descargas de limpieza...

La centrífuga vertical dispone de un sistema de trasiego automático de aceite a los depósitos, previa inspección de su calidad final. Así, mediante bombeo, el

aceite es impulsado hasta los depósitos de almacenamiento, contruidos en acero inoxidable, donde es almacenado hasta el momento de ser envasado.

- **Almacenamiento:**

Una vez terminado el proceso de elaboración, se ha de proceder al almacenamiento del aceite hasta su envasado y comercialización. Es el momento en que el maestro de la Almazara debe tomar muestras del aceite obtenido para analizar su acidez y determinar sus características organolépticas, para posteriormente, almacenarlo en función de la calificación obtenida. La temperatura debe oscilar entre los 18° y 20°C para evitar evaporación de componentes volátiles.

La bodega debe reunir los siguientes requisitos: aislamiento térmico en paredes y techos, sistema de calefacción/ventilación, iluminación moderada, alejada de focos que puedan transmitir al aceite sabores extraños, con suficiente número de depósitos para la correcta clasificación de los aceites.

Los depósitos deben ser de materiales impermeables aptos para el consumo alimentario.

- **Envasado:**

Hay que tener en cuenta: la protección frente al calor, la protección frente a la luz, el oxígeno presente en el espacio de cabeza y el embalaje (protege de la luz y de la temperatura exterior).

Son dos los tipos de envasadoras:

Más simple: consta de dispositivo de llenado y dosificador del envase. El operador debe colocar las etiquetas, tapones y meter las botellas en cajas.

Más complicada: consta de posicionador, cinta transportadora de botellas, llenadora, alimentador de cápsulas, etiquetadora, encajonadora y cerradora de cajas.

Este punto no va a ser tratado en el presente proyecto.

- **Filtrado:**

Es frecuente el filtrado antes del envasado. La finalidad de este proceso es presentar un producto más atractivo al consumidor final. Esta operación se debe realizar a 18°C.

Los tipos de filtración son: *abrillantado* (eliminación de restos de humedad), *desbastado* (eliminación de impurezas sólidas) y *winterizado* (eliminación de las margarinas, no siendo muy frecuentes en el aceite de oliva virgen).

Existen distintos tipos de filtros:

- Filtro prensa: utiliza como material filtrante una tela compacta de algodón o papel de filtro. Se usan en aceites con pocas impurezas. Realiza el abrillantado y el desmargarinado del aceite.
- Filtro de material pulverulento: suele utilizar tierras de diatomea como filtrante. Realiza la operación de desbastado.

7. REFORMAS QUE SE PROYECTAN:

Se proyecta la instalación de una línea continua de centrifugación horizontal de dos fases tras el desmontaje del actual sistema de extracción por prensa.

Además, para mejorar las condiciones de recepción de las aceitunas, se proyecta la instalación de una nueva línea de recepción, limpieza, lavado y pesaje en el actual patio de la Almazara, según se indica en el Plano N° 2, correspondiente a la Planta General, Estado Reformado.

El cambio del sistema de extracción y de la mejora de la línea de limpieza y lavado de aceitunas, además de la instalación, supone una serie de modificaciones y adaptaciones de obra civil, instalación eléctrica y otros servicios como suministro de agua, red de saneamiento, red antiincendio,...que no serán objeto de este proyecto.

A continuación pasaremos a describir las características de la nueva maquinaria a instalar en la Almazara.

7.1 MAQUINARIA NUEVA A INSTALAR EN ALMAZARA:

7.1.1 ZONA EXTERIOR. RECEPCIÓN Y LIMPIEZA:

- **TOLVA DE RECEPCIÓN**

Tiene unas dimensiones de $3.00 * 3.00 \text{ m}^2$, con una parte recta de 0,25 m. y un tronco de cono de 1,30 m. con boca de salida libre de 0,50 x 0,50. La tolva tiene una capacidad máxima de 45.000 Kg de aceitunas.

En su parte superior se encuentra protegida con barrotes o rejilla para el paso de vehículos pesados sobre la tolva de recepción. Esta rejilla tiene unas dimensiones $3.20 * 3.20 \text{ m}$. Está formada por una base metálica con viguería en forma de H, colocando en su parte superior un entramado de tubo estructural electrosoldado con

pared no inferior a 4 mm. Con un marco perimetral de UPN, formando una superficie totalmente plana y transitable.

Tanto la tolva de recepción como la rejilla están construidas de acero al carbono.

- **VIBRADOR DOSIFICADOR**

Instalado en la tolva de recepción de aceituna anterior descrita. Accionado por un electromotor de 0,735 Kw. de potencia.

- **CINTA TRANSPORTADORA**

Cinta transportadora fija de 9m de longitud con estructura tubular reticulada, banda elástica de goma de 500 mm. de anchura, con resaltes laterales e interiores para evitar el resbalamiento del fruto, accionada por electromotor de 1,1025 Kw. de potencia.

Esta cinta transporta la aceituna desde la tolva anterior hasta la máquina limpiadora.

- **MÁQUINA LIMPIADORA O AVENTADORA**

La componen varios dispositivos. Su función es librar las aceitunas de las impurezas que éstas puedan acarrear, aunque fundamentalmente elimina hojas.

Dispone de una manta de rulillos en la que se vierten las aceitunas procedentes de la cinta transportadora, anteriormente descrita. Estos rulillos tienen una distancia determinada, para conseguir que las aceitunas no se puedan caer entre ellos; pero sí las hojas, los palillos y pequeños terrones que se arrastren.

Debajo de esta manta se encuentra una cinta para retirar los desechos que van cayendo a través de los rulillos. También existe un ventilador capaz de producir el suficiente viento como para hacer volar las hojas fuera de la máquina.

La máquina dispone de 3 motores: Motor de rulillos, motor de la cinta transportadora y el motor del ventilador con 1,45 Kw., 0,735 Kw. y 0,540 Kw. de potencia, respectivamente.

La máquina limpiadora de aceitunas tiene una capacidad de 10/12 Tn/h.

- **CINTA TRANSPORTADORA**

Cinta transportadora fija de 9,50 m., con banda elástica de caucho de 500 mm., con resaltes laterales e interiores y motor de 1,47 Kw. de potencia.

Esta cinta eleva el fruto desde la máquina limpiadora a la máquina lavadora.

- **MÁQUINA LAVADORA**

La lavadora de aceitunas tiene una capacidad de 7.000 Kg/h, equipada con bomba de lodos de 1,1025 Kw. de potencia, vibrador tamiz de 1,176 Kw. de potencia y bomba de circulación de agua con electroreductor de 7,35 Kw. de potencia.

- **CINTA TRANSPORTADORA**

Cinta transportadora fija de 6,50 m. de longitud, con banda elástica de caucho de 500 mm., con resaltes laterales e interiores y motor de 1,47 Kw. de potencia.

Esta cinta transporta las aceitunas desde la máquina lavadora hasta la tolva de recepción y pesaje.

- **TOLVA DE RECEPCIÓN Y PESAJE**

Esta tolva se utiliza para dar entrada a la aceituna al proceso, en ella se vierte las aceitunas procedentes de la lavadora. La tolva tiene una capacidad de 3m³, con una superficie de entrada en la parte superior de 4m², una altura sobre el suelo de 1m y una profundidad de 2m.

La aceituna pasa a una pesadora electrónica continua y mediante la cinta transportadora, que se describe a continuación, se produce la entrada de las aceitunas a las tolvas de almacenamiento.

La pesadora electrónica presenta un compresor de aire para la apertura neumática de la misma.

- **CINTA TRANSPORTADORA**

Cinta transportadora de 14 m. de longitud, con banda nervada de 500 mm. de ancho y una potencia de 2,94 Kw.

- **CINTA TRANSPORTADORA**

Cinta transportadora de 3 m. de longitud, con banda lisa de 500 mm. de ancho y una potencia de 0,55125 Kw.

- **TOLVAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA**

Dos tolvas metálicas para el almacenamiento de aceitunas, construidas en chapa de acero de 4 y 6 mm. con parte prismática de 4,50 * 4,50m. y 1,50 m de altura; y parte de tronco de pirámide de 4,50 * 4,50 m. de base mayor y 0,80 * 0,80 m. de base menor, con 2,50 m. de altura, con una capacidad de 45.000 Kg/ cada una, con motor dosificador de 0,735 Kw. de potencia.

- **TRANSPORTADOR ESPIRAL**

Un transportador espiral de 3 m. de longitud. Éste eleva la aceituna desde las tolvas de alimentación al molino de martillos. Está equipado con un motor de 1,47 Kw. de potencia.

La maquinaria de fabricación será sustituida en su totalidad por una línea de extracción de aceite continua ecológica.

7. 1. 2 NAVE PRINCIPAL. PLANTA DE EXTRACCIÓN:

- **MOLINO**

Se instalará un molino de martillos construido de acero inoxidable, con sistema estrella con cabezas intercambiables de acero extraduro al Cromo, Vanadio y Manganeso. Criba perforada a distintas medidas, lo que permite regular el tamaño de molienda.

Está instalado en la parte superior de la termobatidora y tiene una capacidad de 100.000 Kg/día.

Es accionado por un electromotor de 18,375 Kw. con su alimentador respectivo de 0,55125 Kw.

- **TERMOBATIDORA HORIZONTAL**

Termobatidora horizontal construida en acero inoxidable de tres cuerpos, y accionada por un motoreductor 8 Kw. de potencia. Con capacidad para unos 4.100 Kg/h de aceituna. Esta máquina se describirá con mayor atención en la memoria de cálculo.

- **BOMBA DE MASA**

La bomba de masa está acoplada a la termobatidora e inyecta la masa al decánter. La bomba de masa es del tipo salomónico, con rotor de acero inoxidable y estator de goma especial. Accionada por motor-reductor de 2,94 Kw.

- **CENTRÍFUGA HORIZONTAL DE DOS FASES**

Una centrífuga horizontal de dos fases formada por tambor troncocónico y espiral sinfín, equipada con un motor eléctrico de 9,1875 Kw., construida todas las partes en contacto con la masa en acero inoxidable y rascador de 0,24255 Kw. de potencia.

El decánter permite la separación sólido-líquido. Consiste en un tambor cilindro-cónico y lleva en su interior un cuerpo hueco, de forma similar, con resalto helicoidal. Debido a una pequeña diferencia entre la velocidad de rotación del tambor y del tornillo sinfín (más rápido), el alpeorujos sale por un extremo de la centrifugadora y el aceite por el opuesto.

- **TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE ALPEORUJOS**

Este transportador que estará colocado bajo la superficie de la nave, llevará el alpeorujos producido en el decánter de éste a la bomba de pistón. Está equipado con motoreductor eléctrico de 2,94 Kw. de potencia.

- **BOMBA DE PISTÓN**

Se utiliza para elevar el orujo producido en el proceso, desde el tornillo sinfín a la tolva de recepción de orujos. Esta bomba será capaz de manejar hasta **6000 Kg/h** de orujo y tiene una altura de 8 m. Está equipada con motoreductor eléctrico de 2,94 Kw. de potencia.

- **VIBROFILTRO**

A través del vibro-filtro procedemos a la separación de los sólidos finos que contiene el aceite extraído de la pasta de aceitunas.

Este filtro vibrador se encuentra construido totalmente en acero inoxidable, y está compuesto de un tamiz vibrante, con 32 malla y una separación de malla de 0,5 mm. y un área de cribado de 1 m. aproximadamente.

Accionado por motor vibrador de 0,441 Kw. de potencia.

- **BOMBA DE TRASIEGO DE ACEITES**

Bomba volumétrica tipo mono para aceite con electromotor de 0,5145 Kw. de potencia.

- **CENTRÍFUGA VERTICAL**

La parte fundamental de la centrífuga es el tambor cónico, cuyo interior presenta una serie de discos contiguos, en forma de cono, entre los cuales pasa el mosto oleoso. Los discos, por su proximidad, reducen el recorrido de las partículas de aceite o alpechín hasta encontrar su fase continua, mejoran la separación, que se corresponde con la que se conseguiría con un mayor número de vueltas.

La centrífuga vertical con descarga a depósito decantador es accionada por un motor reductor de 5,5125 Kw. de potencia.

- **TOLVA DE ALPEORUJOS**

La tolva de recepción de alpeorujos se encuentra a 3m sobre la superficie del suelo al objeto de que pueda situarse bajo ella un camión para ser cargado.

La tolva tiene forma de pirámide invertida, con una superficie de entrada por la parte superior de 4 m^2 y una superficie de salida por la parte inferior de 1 m^2 , la altura de la tolva es de 5m y el volumen de la misma de $11,6 \text{ m}^3$.

- **DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO**

En la Almazara se dispondrá de un depósito para almacenamiento de las aguas de lavado producidas en el proceso a su espera de ser aprovechadas en el lavado de aceituna, o su utilización en los cultivos agrícolas de la zona. La capacidad de éste será de 30 m^3 .

- **INTERCAMBIADOR DE CALOR**

Está equipado con placas de acero inoxidable AISI-36-L de alto rendimiento en la transmisión de calor, las dimensiones de las placas son de $1 \times 0,4 \text{ m}$. con una distancia entre ellas de 5 mm. y un espesor de 6 mm.

- **CALDERA**

La caldera instalada en la nave de fabricación actual se encuentra en buen estado por lo que no se cambiará.

- **DEPÓSITOS DE ACEITE**

La forma más apropiada es la del depósito cilíndrico vertical con techo fijo que tenga sustentación propia y forma preferentemente cónica. En lo posible se utilizarán depósitos altos y estrechos para reducir al mínimo el área de superficie de los productos contenidos y reducir, en consecuencia, al mínimo el contacto de los aceites o grasas con el aire y el oxígeno que éste contiene. El fondo de los depósitos deberá ser cónico o en pendiente (con un colector) para facilitar el drenaje.

Todas las aberturas, tales como bocas de acceso y de salida, orificios de drenaje, etc., deberán estar hechos de manera que se puedan obturar y/o cerrar herméticamente.

Cuando el aceite se almacena en condiciones deficientes experimenta ciertos cambios que lo alteran (enranciamiento, etc.), con el fin de evitarlos los depósitos de almacenamiento reunirán las siguientes condiciones:

- Estarán contruidos de material impermeable para permitir su lavado antes de llenarlos de aceite nuevo.
- Serán de material inerte, es decir, incapaz de reaccionar con el aceite.
- No absorberán olores.
- No contendrán materiales que aceleren el enranciamiento.
- Serán impermeables a la luz y a la humedad.
- Mantendrán una temperatura constante, a ser posible en torno a los 15°C. Las temperaturas mayores favorecen la rancidez y las bajas originan enturbiamiento del aceite.

Durante el almacenamiento sedimenta el material insoluble que forma un depósito que podría fermentar y dar mal olor al aceite. Para evitarlo el aceite debe colarse, tratamiento que, a veces, debe repetirse varias veces antes del embotellado. En estas operaciones se procurara que la exposición del aceite al aire sea lo mas breve posible para evitar su oxidación o enranciamiento.

En la reforma de la Almazara no se incluye ninguna modificación de la bodega para el almacenamiento de aceite.

Una vez descritos los equipos y maquinaria nueva observamos que la Almazara estará accionada por 26 motores eléctricos anteriormente descritos, y por tanto la potencia nueva a instalar en la Almazara es de 78,14655 Kw. De los cuales, 23,56225 Kw. están repartidos entre 15 motores eléctricos en el patio de la Almazara, y 54,5843 Kw. repartidos entre 14 motores eléctricos en la planta de extracción.

En el Plano N° 2, se especifica con todo detalle la situación de la maquinaria descrita anteriormente.

8. ESTUDIO COMPARATIVO SEGÚN EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN UTILIZADO:

8.1 SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS GENERADOS EN LA ALMAZARA:

Los principales subproductos y residuos generados en el proceso de extracción del aceite de oliva son los siguientes:

a) Residuos líquidos:

- Generados en el proceso de preparación de la aceituna para su molturación:
 - Aguas de lavado del fruto
 - Aguas de escurrido de las tolvas de almacenaje
- Generados en el proceso de extracción:
 - Aguas de vegetación de la propia aceituna
 - Aguas de limpieza del aceite
 - Agua añadida en el proceso

Cuyo conjunto constituye los genuinamente denominados alpechines.

b) Residuos sólidos:

- Orujo convencional, procedentes del sistema de prensa
- Alpeorujo, orujo húmedo o de dos fases
- Restos vegetales y terrosos y piedras generados en el proceso de limpieza de aceituna de cosecha

Cada uno de los residuos o subproductos mencionados presentan características y utilidades que exigen una gestión apropiada.

8. 1. 1 RESIDUOS LÍQUIDOS PRINCIPALES: ALPECHÍN

Las características del alpechín son variables y dependen de la variedad de aceituna, las condiciones edafoclimáticas y el método de extracción. En general sus características principales son: líquido acuoso, oscuro, fétido, turbio, con grasa en emulsión (0,3-23 g/L), de fácil fermentación y con elevado poder reductor (DQO 45-130 g/L y DBO₅ 35-100 g/L); es así mismo, ácido (pH 4-5) y muy salino, con elevado contenido en polifenoles libres (3-24 g/L) producidos por la hidrólisis de los glucósidos y ésteres de la pulpa de las olivas en la elaboración del aceite. A estos compuestos fenólicos se les atribuyen propiedades antibacterianas y fitotóxicas.

Tradicionalmente el alpechín se vertía a los cauces fluviales, generando verdaderos impactos sobre las aguas receptoras. El Real Decreto 18/1981 del 4 de diciembre (BOE 38 del 13-2-1982) y la Orden del 9 de junio de 1982 (BOE 141 del 14-6-1982) prohibió el vertido al cauce público de los efluentes procedentes de las Almazaras. Las soluciones adoptadas a partir de entonces fueron muy variadas: tratamientos físicos de depuración, fisico-químicos, biológicos, uso del suelo como medio de eliminación mediante balsas de evaporación e infiltración y la utilización del alpechín como fertilizante. El principal problema de estos sistemas es la posible contaminación del suelo y las aguas de infiltración.

El poder contaminante de los alpechines tiene su origen en diversas causas, entre las que deben destacarse como principales las siguientes:

- El pH, que es el causante principal y directo de la muerte de los peces, cuando el alpechín es vertido en el cauce de los ríos.
- El contenido graso, que provoca la formación de una capa en la superficie del agua que impide su correcta oxigenación y el paso de la luz solar, impidiendo el desarrollo normal de la fauna y flora en el seno de los ríos.
- El contenido orgánico, que contribuye al consumo de oxígeno disuelto.

8. 1. 2 OTROS RESIDUOS LÍQUIDOS:

8. 1. 2. 1 AGUAS DE LAVADO DE ACEITUNA

Se trata del agua utilizada en la lavadora de aceituna, con un consumo muy variable y dependiente del tipo de producto procedente del campo.

Esta agua arrastra básicamente partículas de polvo o tierra, así como pequeñas cantidades de materia grasa procedente de frutos más o menos dañados físicamente.

Su contenido orgánico es de bajo y suelen ser fácilmente reciclables mediante simples operaciones de decantación y/o filtrado.

La composición de esta agua es aproximadamente la siguiente:

- Sólidos %: 0,50 – 0,67
- Contenido aceite s/materia húmeda %: 0,10 – 0,16
- DQO (g/Kg): 7,87 – 10,35

8. 1. 2. 2 AGUAS DE LAVADO DE ACEITE

Se trata de las aguas procedentes de la última centrifugación del aceite, en cuya operación se añade al aceite una proporción de agua caliente que oscila entre el 15% y el 50% del volumen de aquel elemento.

Las aguas resultantes son, pues, una mezcla del propio residuo acuoso contenido en el aceite procedente de extracción y el agua caliente añadida. En realidad, este residuo se incorpora tradicionalmente al residuo líquido generado en la extracción en prensa o decánter, constituyendo su conjunto el alpechín.

En las Almazaras funcionando bajo el sistema continuo a dos fases, esta agua constituiría prácticamente el único residuo líquido existente, dado que no existe producción de alpechín en el proceso de extracción.

En relación con la DQO de esta agua, estudios efectuados en instalaciones industriales aportan valores situados 10.000 p.p.m (sistema de 2 fases) y 100.000 p.p.m (sistema de prensa).

8. 1. 3 RESIDUOS SÓLIDOS

El principal residuo sólido generado en la elaboración del aceite de oliva es el orujo. Este residuo contiene una pequeña cantidad de aceite residual que no es posible extraer por medios físicos y que es extractado en las extractoras de aceite de orujo.

El orujo obtenido por el sistema continuo de dos fases se denomina alpeorujo.

La composición del orujo depende del sistema empleado en la elaboración del aceite de oliva.

El orujo de prensa presenta la siguiente composición aproximada:

- Humedad %: 25
- Residuo graso seco (g/Kg): 7 - 11
- Residuo graso húmedo (g/Kg): 5 - 8

El orujo de 2 fases o alpeorujo presenta la siguiente composición aproximada:

- Humedad %: 61,5
- Residuo graso seco (g/Kg): 6,3
- Residuo graso húmedo (g/Kg): 2,9

Se aprecia una clara diferencia entre el rendimiento graso de los orujos de prensa y los orujos de 2 fases. La diferencia se debe fundamentalmente a la eficacia de extracción del sistema continuo respecto al sistema tradicional.

Una utilización tradicional de los orujos ha sido como combustible, a escala doméstica o en las propias Almazaras para producción de calor necesario en el proceso de extracción (agua caliente, calefacción de locales...). Como valor alimenticio para el ganado.

8. 1. 3. 1 ALPEORUJO U ORUJO DE DOS FASES

El alpeorujo es el principal residuo que se obtiene mediante el sistema de dos fases.

El alpeorujo es de naturaleza pastosa y muy húmedo (en torno al 61% de humedad), posee un contenido de materia orgánica sobre materia seca muy elevado (hasta el 95%) y también de carbono orgánico (52% como valor medio). Su contenido

de nitrógeno no es demasiado alto (1,4% de media) y lo mismo puede decirse de los niveles de potasio (1,5% de media). Entre los micronutrientes, el más abundante es el hierro (875 y 1706 p.p.m. como valores medio y máximo, respectivamente), y en mucha menos concentración cobre, magnesio y zinc con valores medios de 22, 22 y 30, respectivamente. El pH, con un valor medio estimado en 5,5.

Este material puede considerarse apropiado para la elaboración de abonos orgánicos mediante compostaje, ya que posee un alto contenido de nutrientes, es muy rico en materia orgánica, tiene un pH moderadamente ácido, posee un contenido salino relativamente bajo y muestra valores de la relación C/N ni demasiado bajos ni tampoco altos (intervalo comprendido entre 22,8 y 51,7), con un valor medio en torno a 38.

8. 1. 3. 2 RESTOS ORGÁNICOS PROCEDENTES DE LIMPIEZA

La operación de limpieza de aceitunas da lugar a dos tipos de residuos, que suelen acumularse en los patios de la Almazara:

- Restos vegetales: Se trata de hojas y ramones de olivo
- Tierra y polvo, particularmente presente cuando la aceituna se recoge del suelo con medios mecánicos.

Se trata, pues, de un residuo básicamente vegetal que suele ser reincorporado al terreno como fertilizante orgánico, con o sin compostaje previo.

Las cantidades generadas son muy difíciles de evaluar, dada su dependencia de los sistemas de recolección utilizados. En peso, pueden oscilar entre 2% y el 15% de la carga de aceituna, con una densidad del orden de 150-300 Kg/m³.

8. 2 CANTIDAD DE ACEITE:

Las pérdidas de aceite en el proceso industrial se deben fundamentalmente a contenidos grasos excesivos en los subproductos.

No son despreciables las que se ocasionan a veces en los patios de las Almazaras durante la recepción, limpieza, lavado y almacenamiento, en su caso, de las aceitunas.

Se parte de unas aceitunas tipo con la siguiente composición:

Aceituna (100 Kg):

Agua.....45 Kg

Aceite.....25 Kg

Materia seca desgrasada.....30 Kg

Los productos y subproductos que da lugar el proceso, según el sistema utilizado, son los siguientes:

Tabla 8.2.1 COMPOSICIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DEL PROCESO (Kg) SEGÚN EL SISTEMA TRADICIONAL:

ACEITE	Rendimiento (%)	80
	Cantidad (Kg aceite/100 Kg aceituna)	20
ORUJO	Cantidad (Kg/100 Kg aceituna)	35
	Cantidad (%)	35
	Aceite (Kg/100Kg aceituna)	2,8
	Aceite (%)	8
	Humedad (%)	25
	Sólidos (Kg/100 Kg aceituna)	23,45
	Sólidos (%)	67

ALPECHÍN	Cantidad (Kg/100 Kg aceituna)	45
	Cantidad (%)	45
	Aceite (Kg/100Kg aceituna))	0,22
	Aceite (%)	0,49
	Humedad (%)	94,38
	Sólidos (Kg/100 Kg aceituna)	2,30
	Sólidos (%)	5,13
	D.Q.O. (p.p.m.)	100.000

Tabla 8.2.2 COMPOSICIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DEL PROCESO (Kg) SEGÚN EL SISTEMA CONTINUO DE DOS FASES:

ACEITE	Rendimiento (%)	90,8
	Cantidad (Kg aceite/100 Kg aceituna)	22,7
	Cantidad (Kg/100 Kg aceituna)	75,1
	Cantidad (%)	75,1

ORUJO	Aceite (Kg/100Kg aceituna))	2,25
	Aceite (%)	3
	Humedad (%)	61,5
	Sólidos (Kg/100 Kg aceituna)	26,6
	Sólidos (%)	35,5
AGUA DE LAVADO DE ACEITE	Cantidad (Kg/100 Kg aceituna)	22
	Cantidad (%)	22
	Aceite (Kg/100Kg aceituna))	0,1
	Aceite (%)	0,4
	Humedad (%)	99,3
	Sólidos (Kg/100 Kg aceituna)	0,1
	Sólidos (%)	0,3
	D.Q.O. (p.p.m.)	10.000

Se considera que para tratar 100 Kg de aceituna se han necesitado 20 L de agua de aportación a la centrífuga vertical para crear el anillo hidráulico y poder lavar el aceite obtenido.

Mediante el sistema de prensa o tradicional se obtiene aproximadamente 45 L de alpechín por cada 100Kg de aceituna. El residuo sólido presenta una humedad en torno al 25% y un contenido graso aproximado del 8%.

La principal novedad que aporta el sistema continuo de dos fases es permitir la elaboración del aceite de oliva sin la necesidad de adicionar agua al decánter, razón por la cual no se producen alpechines. Presenta un importante ahorro de agua, energía e impacto ambiental.

En relación con las aguas de lavado del aceite, la DQO en instalaciones industriales alcanzan valores situados entre 10.000 p.p.m.(sistema de 2 fases) y 100.000 p.p.m.(sistema tradicional).

Se aprecia una clara diferencia entre el rendimiento graso de los orujos de prensa y los orujos de los sistemas continuos. La diferencia se debe fundamentalmente a la eficacia de extracción de los sistemas continuos con respecto al sistema tradicional. Por lo tanto, el rendimiento obtenido por el sistema continuo de dos fases es mayor que el obtenido por el sistema de prensa, debido a que queda más aceite retenido en el sólido.

Si se hace un simple balance partiendo de estos datos, las pérdidas de aceite se producen en los subproductos por las cuantías que se citan a continuación:

Tabla 8.2.2 PÉRDIDAS DE ACEITE EN SUBPRDUCTOS, SEGÚN SISTEMA EMPLEADO EN LA MOLTURACIÓN DE 100 Kg DE ACEITUNAS:

Subproducto	Prensas		Centrifugación	
			Dos salidas	
	Producido	Pérdidas aceite Kg	Producido	Pérdidas aceite Kg
ORUJO	35	2,8	75,1	2,25
ALPECHÍN	45	0,22		
AGUA DE LAVADO			22	0,1
TURBIOS		4		4
OTRAS				
SUMA		7,02		6,35

En la tabla 8.2.2 podemos observar que, mediante el sistema continuo de dos fases, hay menos pérdidas de aceite en los subproductos; alcanzándose rendimientos de extractabilidad superiores del aceite contenido en las aceitunas.

8.3 CALIDAD DEL ACEITE OBTENIDO:

Con cualquiera de los sistemas de elaboración se puede conseguir la calidad del aceite contenido en el fruto, si se conduce correctamente todo el proceso y se cuenta con unas instalaciones adecuadas.

Sin embargo, las propias características de cada sistema condicionan los resultados.

Como por ejemplo, en el sistema tradicional de prensas, los capachos ofrecen dificultades de limpieza, el contacto entre el aceite y alpechín se alarga, por lo que la

posibilidad de incremento de la acidez es más probable que en el sistema por centrifugación de dos fases.

A continuación, se reproducen datos comparativos de la calidad de los aceites, en función del sistema de extracción empleado. En cada caso son comparables entre sí los datos de la misma procedencia, al mantenerse la igualdad de condiciones del fruto y las básicas del proceso.

Tabla 8.3.1 Algunos índices de calidad del aceite de oliva, según sistemas de obtención:

	Sistema Tradicional	Sistema Continuo
Acidez	1,86	0,54
Índice peróxidos	12,45	11,74
Polifenoles totales	169	232
Pigmentos de clorofila	5	6,3
K ₂₃₂	1,83	1,70
K ₂₇₀	0,16	0,14
Estabilidad	22,3	42,6
Amargor	0,5	0,9
Valor organoléptico	6,9	7,1

La calidad del aceite obtenido por el sistema de dos fases es superior especialmente en lo que se refiere a la resistencia a la oxidación (estabilidad) y el carácter más amargo.

Además de la cantidad y calidad de los aceites obtenidos hay que considerar otros factores no menos importantes, como son los factores económicos y los ambientales.

8. 4 FACTORES ECONÓMICOS:

8. 4. 1 SUPERFICIE OCUPADA:

Los sistemas continuos requieren menos espacio para su instalación que el tradicional de presión; esto se manifiesta sobretodo en los equipos de alto rendimiento.

8. 4. 2 CONTINUIDAD DEL PROCESO:

La extracción del aceite con prensas es una operación discontinua, aún en casos de instalaciones racionalizadas y con buen grado de mecanización.

La centrifugación de masa es continua e incluye numerosos automatismos y controles del proceso.

8. 4. 3 CAPACIDAD DE MOLTURACIÓN Y NECESIDADES DE MANO DE OBRA:

La capacidad de molturación de la Almazara, actualmente, es de 75.000 Kg/día de aceitunas. Tras la reforma proyectada, la Almazara aumenta su capacidad de molturación, siendo de 100.000 Kg/día.

Este aumento de la capacidad de molturación, supone una reducción del troje de las aceitunas en espera de ser procesadas.

Estimando que la cosecha media de aceituna, adquirida por la Almazara de los olivareros de la zona, es de unos 6.300.000 Kg, la duración de la campaña será de 84 días, utilizando el sistema tradicional de presión en frío, y de 63 días con el sistema continuo de dos fases; sin tener en cuenta interrupciones ni averías.

La mano de obra necesaria para obtener esta producción, según el sistema tradicional, se cifrará en:

- Un maestro, doce peones de fábrica, dos peones en patio, durante tres turnos.
- Un basculista, durante dos turnos.

Por lo tanto, el número de jornales diarios asciende a:

$$(1 + 12 + 2) * 3 + 1 * 2 = 47 \text{ jornales diarios de 8 horas cada uno.}$$

Según el sistema continuo de dos fases, la mano de obra necesaria se cifra en:

- Dos hombres (Maestro y oficial) en la nave principal y sistema de calefacción durante los tres turnos.
- Dos hombres, peones, para atender el patio y la lavadora durante dos turnos.
- Un hombre, basculista, durante dos turnos.

Por lo que el número de jornales diarios sería de:

$$2 * 3 + 2 * 2 + 1 * 2 = 12 \text{ jornales diarios de 8 horas cada uno.}$$

Como se puede observar, una instalación de prensas hidráulicas con formación manual de cargos exige una mayor cantidad de operarios que en el sistema continuo, y esto supone un aumento de coste que repercute notablemente en el escandallo.

Otra faceta de la mano de obra de extracción es que, al ser la cuadrilla numerosa, no se adapta a un trabajo con variación de las horas de trabajo por jornada, incluso de días sin trabajo. Esto es cada vez más necesario, pues la obtención de aceites de calidad obliga a adecuar el turno de trabajo a las entradas reales de aceituna. La capacidad de elaboración de una Almazara se aproxima a las entradas máximas previsibles para que la aceituna se molture al día. Cuando la cantidad de fruto disminuye, la Almazara reduce su tiempo diario de trabajo. Esto no es posible hacerlo con instalaciones de media o gran capacidad provistas de prensas, y es completamente factible con sistemas continuos.

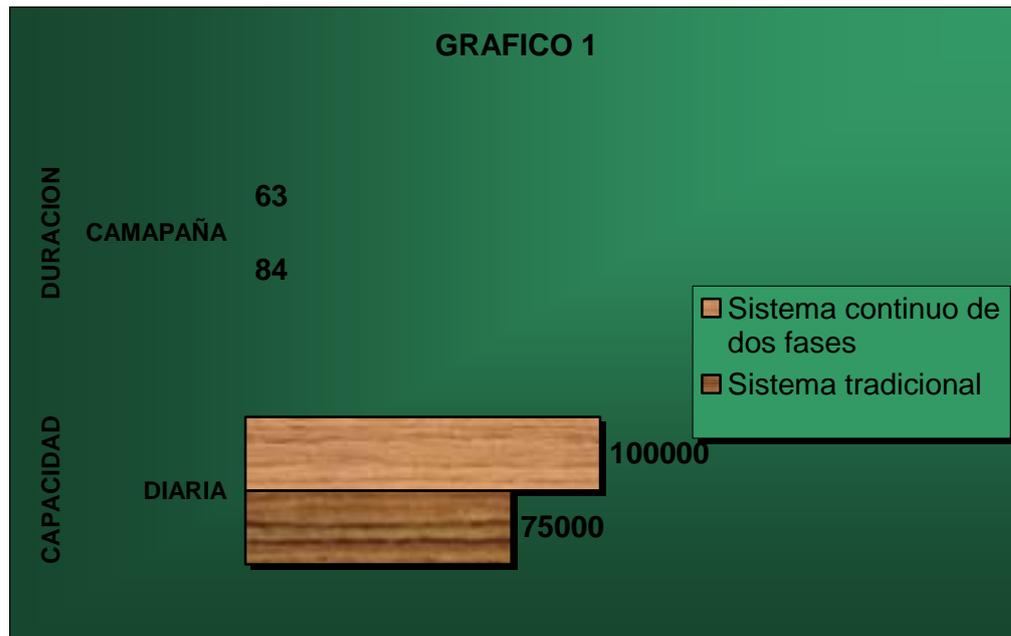
8. 4. 4 ESTUDIO ECONÓMICO:

Son diferentes los motivos que justifican la sustitución de una Almazara tradicional de prensas por una Almazara ecológica de dos fases, como por ejemplo, menor producción de alpechín, mejor calidad del aceite de oliva obtenido, menor consumo de agua, entre otros...

En este apartado la justificación la vamos a basar en elementos cuantitativos y económicos. Vamos a contrastar para ello los diferentes costes necesarios para la producción del aceite y a compararlos para que nos permita decidir sobre la idoneidad de la sustitución.

De la siguiente tabla, podemos deducir una diferencia importante que nos dará pie para seguir desarrollando este estudio. La capacidad diaria del sistema tradicional es de 75.000 Kg. frente a los 100.000 Kg de aceitunas proyectados.

Campaña (Kg aceitunas)	Capacidad molturación diaria (Kg aceitunas)	Duración Campaña (Días)
6.300.000		
Sistema Tradicional	75.000	84
Sistema Continuo 2 Fases	100.000	63

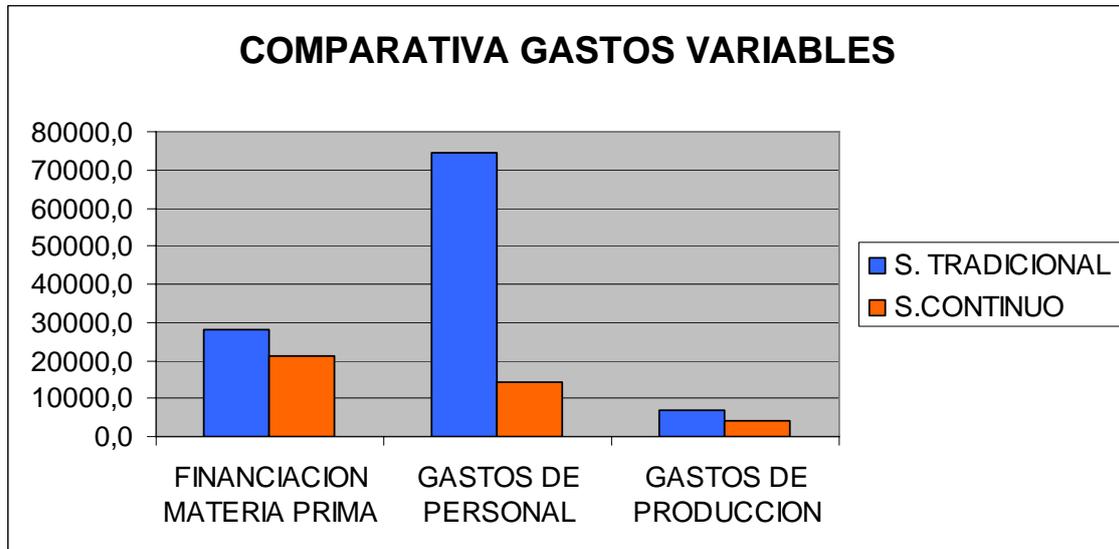


A la primera conclusión que nos permite llegar el anterior gráfico es que con el sistema de dos fases propuesto acortamos la duración de la campaña en un 25%, pasa de ocupar 84 días a 63 días, y lo que es lo mismo somos capaces de abarcar un 25% más de capacidad de producción diariamente.

Evidentemente, este menor tiempo en el procesado de la materia prima nos permite obtener mejoras económicas que van a repercutir en un menor coste de producción del aceite y por tanto en una mayor competitividad en el mercado y en un mayor beneficio en la venta del producto.

La repercusión del menor tiempo de elaboración de las aceitunas lo podemos ver en la siguiente tabla y gráfico:

COSTE DE PRODUCCION GASTOS VARIABLES			
	TRADICIONAL	CONTINUO	DIFERENCIA
COSTE MATERIA PRIMA (Euros)	3.654.000	3.654.000	
FINANCIACION MATERIA PRIMA (Euros)	27.967,0	21.057,5	6.909,5
GASTOS DE PERSONAL (Euros)	74.538,2	14.273,3	60.265,0
GASTOS DE PRODUCCION (Euros)	6.865,3	4.352,3	2.513,0
TOTAL(Euros)	3.763.370,6	3.693.683,1	69.687



Podemos observar dos diferenciales importantes. El primero en la financiación de la materia prima y el segundo en el ahorro producido en los gastos de personal, sin ser para nada despreciable la diferencia hallada en los gastos de producción.

También podemos destacar a la hora de plantear la amortización de la planta, que sin sacar partido a un 25% de potencial de producción, es decir, en las mismas condiciones de volumen de producción, el ahorro global que obtenemos en la campaña es de aproximadamente 69.687 euros.

En las siguientes tablas vamos a detallar más en profundidad como incide el tiempo, el personal, y el ahorro en energía y consumibles en un menor coste de producción:

	GASTOS VARIABLES DE PERSONAL	
	S. TRADICIONAL	S. CONTINUO
Días de campaña	84	63
Jornales por día	47	12
Importe jornal (Euros)	16	16
Seguros Sociales (Euros)	11.370,24	2.177,28
Total (Euros)	74538,24	14.273,28

	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA CONTINUO	
	Consumo	Gastos (Euros) *	Consumo	Gastos (Euros)
Agua (l/Kg molturado campaña)	252 * 10 ⁴	37.800	63 * 10 ⁴	9.450
Capachos	150	3.750		
Energía Eléctrica (Kwh)	118.157,6	10.634,184	118.002,528	10.620,23
Total		52.184,184		20.070,23

* Teniendo en cuenta los siguientes costes:

Coste litro agua (Euros)	0,015
Coste capacho (Euros unidad)	25
Coste Energía Eléctrica (Euros/Kwh)	0,09

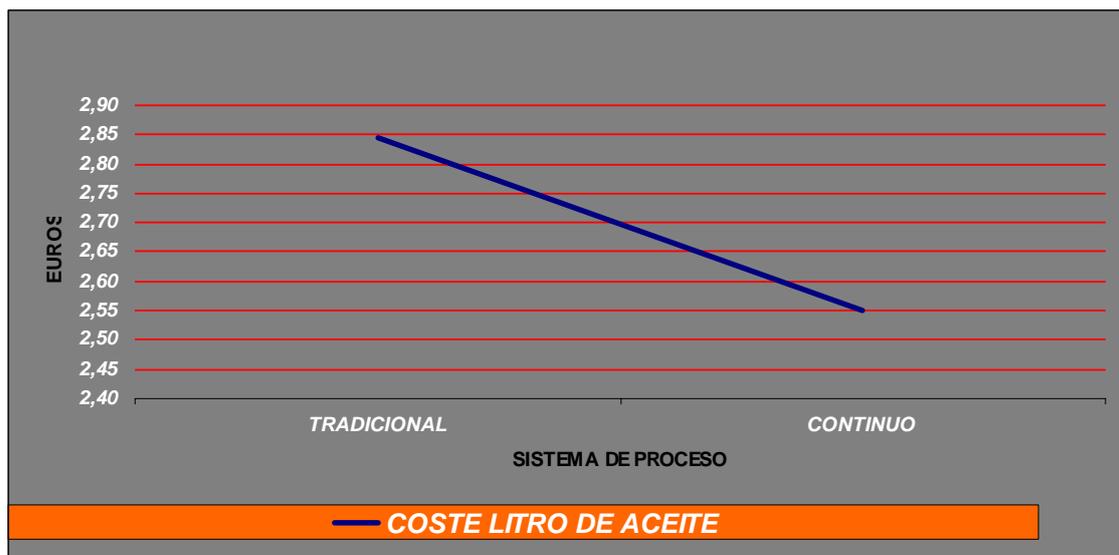
Una vez visto cómo se distribuyen los costes en los dos sistemas y teniendo en cuenta un rendimiento superior en la obtención de aceite al sistema de dos fases, el volumen de aceite extraído en la campaña sería aproximadamente el siguiente:

	S. TRADICIONAL	S. CONTINUO
RENDIMIENTO ACEITE %	21	23
ACEITE OBTENIDO (L)	1.323.000	1.449.000

Lo que nos da el siguiente coste de producción por cada litro de aceite para cada sistema:

	S. TRADICIONAL	S. CONTINUO
COSTE LITRO ACEITE	2,84	2,55

En el siguiente gráfico observamos la importante caída de la línea de nivel, ya que el ratio de mejora en el coste de producción sería con el sistema de dos fases un 6,74% inferior en la campaña.



ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE PRENSADO AL SISTEMA
DE DOS FASES**

**MEMORIA
DE
CÁLCULO**

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

MEMORIA DE CÁLCULO

ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES SOBRE LA PREPARACIÓN DE LA PASTA DE ACEITUNA EN UNA TERMOBATIDORA.....	3
1. 1 FASE PREVIA DE MOLIENDA	
1. 2 BATIDO	
1. 2. 1 TIEMPO DE BATIDO	
1. 2. 2 TEMPERATURA DE BATIDO	
1. 2. 3 USO DE COADYUVANTES TECNOLÓGICOS	
1. 2. 4 CONTROLES VISUALES EN EL BATIDO	
2. DISEÑO DE LA TERMOBATIDORA.....	14
2. 1 AGITACIÓN DE LA PASTA DE ACEITUNA	
2. 2 VELOCIDAD DE BATIDO	
2. 3 INTERCAMBIO DE CALOR	
2. 4 NÚMERO DE CUERPOS Y SU LLENADO. CIRCULACIÓN DE LA PASTA	
2. 5 CONTROL DE TEMPERATURAS	
2. 6 AIREACIÓN	
2. 7 MATERIALES EMPLEADOS	
2.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA	

**3. DIMENSIONADO Y CÁLCULOS DE LA
TERMOBATIDORA.....24**

3. 1 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR-REDUCTOR

3. 2 CÁLCULO DE LAS CHAPAS A FLEXIÓN

3. 2. 1 CARGA SOBRE CADA CUERPO DE LA BATIDORA

3. 2. 2 CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SECCIÓN

3. 2. 3 CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN

3. 3 CÁLCULO DEL EJE A TORSIÓN. DIMENSIONADO DE LA
CHAVETA Y DEL CHAVETERO

3. 4 CÁLCULO DE LOS ESPESORES DE LAS CHAPAS EXTERIOR E
INTERIOR

3. 5 CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE SALIDA DE LA PASTA
DE ACEITUNA

**4. ENSAYOS DE INFLUENCIA DE LAS VARIABLES
EN EL PROCESO DE BATIDO.....58**

MEMORIA DE CÁLCULO

1. CONSIDERACIONES SOBRE LA PREPARACIÓN DE LA PASTA DE ACEITUNA EN UNA TERMOBATIDORA:

En este capítulo se estudiarán a fondo aspectos tecnológicos importantes a la hora de preparar convenientemente la pasta de aceituna en un sistema continuo de dos fases. Se comenzará haciendo un repaso de la fase de molienda, para desarrollar después los criterios a tener en cuenta en la fase de batido para conseguir una pasta de aceituna apta para su posterior centrifugación. Se seguirán las indicaciones que el Centro de Investigación y Formación Agraria (C.I.F.A.) de Mengíbar (Jaén) ha reunido sobre estas etapas en la elaboración del aceite de oliva.

1.1 FASE PREVIA DE MOLIENDA:

El aceite se encuentra en la aceituna en forma de gotitas alojadas, fundamentalmente, en las vacuolas del mesocarpio. En consecuencia, para extraerlo, es necesaria la molienda del fruto al objeto de destruir los tejidos vegetales y liberar gotas de aceite.

Esta operación, en los sistemas continuos, se realiza en molinos metálicos, usualmente de martillos; siendo muy escasas las instalaciones con molinos de rulos o “empiedros”.

Relacionado con el rendimiento industrial, está el grado de molienda de la aceituna (reconocible por el tamaño medio de las fracciones de hueso, presencia de hollejos, etc.) que es regulable, en los molinos de martillos, por el diámetro de las perforaciones de la criba. El grado de molienda depende del tipo de aceituna, por lo que es difícil dar normas generales. En general, a principios de campaña debe ser más fino, para asegurar la rotura de las celdillas que contienen el aceite. Con aceitunas más maduras o que hayan sufrido alguna alteración (atrojado, soleo, etc.) la molienda puede ser más gruesa.

Si el grado de molienda es excesivamente “grueso”, para el tipo de aceituna de que se trata, no se romperán todas las celdillas y en consecuencia, los orujos, tendrán un alto contenido graso, sea cual sea el sistema de elaboración elegido.

Si el grado de molienda es excesivamente “fino” (para el tipo de aceituna) se pueden formar sistemas coloidales y emulsiones, cuya consecuencia se traduce de distinta manera según sea el sistema de elaboración elegido:

- Si el sistema es de prensas, los orujos se irán poco agotados por la escasa capacidad filtrante de la masa. Esta escasa capacidad filtrante provoca la aparición de proyecciones de masa fuera del capacho (“chirgates”).
- Si el sistema es continuo de tres fases, estos “finos” cargados de grasa, con una densidad parecida a la del alpechín, hacen que este efluente tenga muchos sólidos y un alto contenido graso.
- En el sistema actual de centrifugación de dos fases, los “finos”, cargados de grasas, irán en el orujo, por lo que éste tendrá un contenido graso superior al valor aconsejable.

Pero, mientras en los otros sistemas de elaboración existen controles visuales y/o analíticos que permiten diferenciar las mayores pérdidas de grasa como consecuencia de un grado de molienda inadecuado, en el sistema de dos fases no hay control que permita diferenciar si el alto contenido graso de un orujo es debido a molienda excesivamente fina o gruesa. Por ello, aunque no se tiene experiencia concreta sobre el grado de molienda en dos fases, la opinión de algunos almazareros es hacer una molienda más fina que en el sistema de tres fases, añadiendo talco, en caso necesario, para paliar los problemas de coloides y emulsiones.

1. 2 BATIDO:

Con el batido, se pretende formar una fase oleosa continua, es decir, se busca la agrupación de las gotas de aceite extraídas en la molienda de la pasta. Esto se consigue debido al efecto mecánico y a la alteración de las membranas de las gotas de aceite. En el cuadro siguiente se indica la distribución porcentual del tamaño de las gotas de aceite, antes y después del batido.¹

Fases de elaboración	DIÁMETRO DE LAS GOTAS DE ACEITE (MICRAS)					
	< 15	15 - 30	30 - 45	45 - 75	75 - 150	> 150
Después de molienda %	6	49	21	14	4	6
Después de batido %	2	18	18	18	19	25

En los sistemas continuos, es general la utilización de batidoras horizontales de varios cuerpos, como la máquina que se diseña en este proyecto, construidas en acero inoxidable, con un sistema de calefacción, mediante agua caliente, que circula por una camisa que rodea cada cuerpo de la batidora.

Cuando la molienda se hace con molinos metálicos de martillos, en los que no se verifica un dislacerado de la pasta, es más necesario un batido correcto para conseguir un agotamiento razonable de los subproductos. Algunas variables a considerar se refieren a los siguientes parámetros:

- Tiempo de batido
- Temperatura de batido
- Adición de coadyuvantes tecnológicos
- Controles visuales en el batido

¹ Fuente: Di Giovacchino, 1991.

1. 2. 1 TIEMPO DE BATIDO:

La duración del mismo, debe ser suficiente para lograr una agrupación de las fases y obtener, de manera uniforme, la temperatura deseada en la masa. En las batidoras normales el tiempo óptimo de batido oscila entre 80 min. y 120 min., dependiendo de la época. El rendimiento graso disminuye cuando el tiempo de batido aumenta, lo que es aconsejable, pero no es bueno un tiempo de batido muy elevado porque hay peligro de que la masa de aceituna fermente. Se trata pues de una solución de compromiso, que debe adoptarse de forma experimental, realizando análisis de muestras obtenidas en la planta trabajando en condiciones normales.

Desde el punto de vista de las características de l aceite obtenido, los parámetros que se ven influenciados son el contenido en polifenoles y los parámetros en él relacionados² (K225 – amargor y estabilidad al enraciamiento), que disminuyen de manera significativa cuando se prolonga el tiempo de batido, siendo esto otra desventaja. Asimismo, al alargarse el tiempo de batido, debido a una mayor disolución en el aceite de pigmentos (clorofilas y carotenos), aumenta la intensidad del color.

1. 2. 2 TEMPERATURA IDÓNEA DE BATIDO:

En el proceso de batido, es necesario calentar la masa para disminuir la viscosidad del aceite y así, facilitar la formación de la fase oleosa y su extracción.

Los experimentos realizados por el Centro de Investigación y Formación Agraria de Mengíbar (Jaén) muestran que el rendimiento graso/seco de los orujos disminuyen significativamente cuando la temperatura de la masa aumenta, lo que es aconsejable, pues se agotan mejor los subproductos.

En cuanto a las características del aceite obtenido, sólo los polifenoles, K225 y estabilidad al enraciamiento aumentan al elevarse la temperatura de la masa en el batido, siendo esto otra ventaja.

² Los parámetros K270 y K232 son índices relacionados con el estado oxidativo del aceite de oliva. Si su valor es elevado el aceite perderá su estabilidad al enraciamiento y tendrá un sabor “a rancio” que hará disminuir su calidad. El parámetro K225 mide el grado de amargor del aceite de oliva.

Es de resaltar el aumento importante que experimenta el K225 y por consiguiente el amargor del aceite. Por otro lado, es conocido que cuando se eleva la temperatura, hay una pérdida de aromas. Incluso, en algunos casos, aparecen sabores a “recalentado”. Por tanto, y a modo de conclusión, se recomienda no exceder el límite de 30°C en la temperatura de batido de la masa de aceituna.³

1. 2. 3 USO DE COADYUVANTES TECNOLÓGICOS:

Los dos coadyuvantes tecnológicos normalmente utilizados son el M.T.N. (microtalco natural) y los enzimas, cuyo uso está autorizado por la legislación nacional, siempre que se trate determinadas formulaciones que no alteran las características fisicoquímicas ni organolépticas del aceite.

En general, su uso está recomendado cuando se presentan las llamadas “pastas difíciles”. La presencia de estas “pastas difíciles” (frecuentes en la variedad Picual y Hojiblanca, cuando la aceituna procede del árbol se elabora inmediatamente después de su recolección) puede reconocerse en un sistema de centrifugación de dos fases por alguna de las siguientes circunstancias:

- La molienda da como resultado una pasta fluida, en la que trozos de hueso están prácticamente sueltos de los restos de pulpa correspondiente.
- Durante el batido no se consigue la separación de aceite suelto y las paletas de la batidora salen sucias, impregnadas de trozos de masa. En muchos casos, el color de la pasta no varía, conservando una tonalidad morada.
- El aceite procedente del decánter está sucio, emulsionado y con tono violáceo, realizándose la centrifugación del aceite en la centrífuga vertical con dificultades.
- Como consecuencia, los orujos tienen un contenido anormalmente alto de grasa.

³ Dato contrastado con el Instituto de la Grasa (C.S.I.C.) y con el Centro de Investigación y Formación Agraria (C.I.F.A.).

En un sistema de dos fases, a estos dos coadyuvantes clásicos, se debe añadir un tercer coadyuvante: el agua. Si en el decánter la fase alpechín es muy estrecha, se corre el peligro de que parte de la fracción aceite pueda ser arrastrada con el orujo. Este problema ocurrirá, preferentemente, con aceitunas de baja humedad, que no suelen presentar las características típicas de las pastas difíciles.

Por tanto, en este apartado, se tratarán estos tres tipos de coadyuvantes.

Talco

El uso del talco (silicato magnésico hidratado), permite mejorar la estructura de las pastas difíciles, y por tanto, aumentar el rendimiento en la extracción. Se usa a dosis de 1 a 3%, según la dificultad de la masa a tratar. El signo más visible de su uso es la clarificación del aceite a la salida del decánter. Su sobredosificación puede provocar un incremento del contenido graso de los orujos.

En los ensayos realizados en el C.I.F.A. de Mengíbar (Venta del Llano) en varias fechas, el producto se ha diseñado al principio del segundo cuerpo de la batidora (de 3 cuerpos, como la de este proyecto) mediante dosificador automático. Los resultados de extractabilidad, expresados como rendimiento graso/seco de los orujos pueden resumirse mediante las siguientes observaciones:

- En todos los casos, la aportación de talco a dosis del 1%, disminuyó significativamente el rendimiento graso del orujo.
- La dosis del 2% no proporcionó reducción del contenido graso del orujo sobre la del 1%. En caso de pastas de gran dificultad de elaboración, puede ser necesario dosis del 2% o superiores.
- Como es lógico, las disminuciones más importantes del rendimiento graso se produjeron en los casos de mayor dificultad de la pasta.
- Los aceites, a la salida del decánter, se aprecian más limpios.

Desde el punto de vista de características de aceites obtenidos, aunque no hay diferencias significativas, se observa una tendencia a subir el contenido de polifenoles,

amargor, sabor picante y a disminuir el sabor dulce cuando se aumenta la dosis de talco al 2%. Como conclusión, se puede afirmar que la dosis de talco en el batido debe determinarse en función de la dificultad de la pasta y de las características que definen la calidad del producto obtenido, teniendo cuidado de no llegar a una sobredosis que produciría una menor extractabilidad del aceite de oliva.

Enzimas

Los preparados enzimáticos actúan sobre las membranas celulares y lipoproteicas, facilitando la extracción del aceite. Al contrario que el talco, fluidifica ligeramente la pasta de aceituna en la termobatidora. Se utilizan las dosis de 100 a 200 gramos de enzima por tonelada métrica de aceituna.

Los experimentos realizados en el C.I.F.A. de Mengíbar (Jaén)⁴, permite observar como el contenido graso de los orujos disminuye ligeramente con la adición de enzimas.

Agua

En el sistema de dos fases, la adición de pequeñas cantidades de agua puede ser un coadyuvante eficaz para facilitar la extracción de aceite de oliva, especialmente cuando la humedad de la aceituna es baja.

Una primera cuestión es el lugar de la adición del agua. Tradicionalmente, tanto el sistema de prensas como en el continuo de tres fases, cuando la masa de la aceituna está muy sucia, se añade una cierta cantidad de agua en el molino -con el fin de permitir un mejor funcionamiento de los remontadotes de masa- o al inicio del batido – para que la pasta se haga algo más fluida-. Parte del agua es absorbida por las partes hidrófilas de la aceituna y aparece aceite sobrenadante.

⁴ C.I.F.A.: Centro de Investigación y Formación Agraria de Venta del Llano. Mengíbar.

Otra posibilidad es añadir esta agua en la inyección al decánter, con el fin de ampliar el espesor de la fase de alpechín, dificultando así las fugas de aceite en el orujo. Los ensayos realizados para atender a esta ecuación, siempre con aceituna cuyo nivel de humedad era bajo, permiten clarificar este problema, como se deduce de sus conclusiones:

- La inyección de agua al decánter es significativamente más eficaz que la adición a la batidora.
- Cuando el agua se adiciona a la batidora, se necesita una cantidad sustancialmente más elevada para conseguir rebajar el contenido graso del orujo, sin alcanzar en ningún caso, lo conseguido cuando se inyecta directamente al decánter.
- En general, no es aconsejable sobrepasar el 10% de agua en la inyección incluso con aceituna de muy baja humedad: a parte del aumento de la humedad del orujo, pueden aparecer problemas de fracciones de orujo que salen en el aceite del decánter.

A estos efectos, se ha estimado conveniente la instalación de caudalímetros que permitan medir la adición de pequeñas cantidades de agua.

Uso conjunto de coadyuvantes

Hasta ahora se ha visto que todos los coadyuvantes, en mayor o menor medida, pero en todos los casos, han sido eficaces para reducir el contenido graso de los orujos y por tanto para mejorar el rendimiento industrial. Cabe preguntarse si, en un sistema de extracción en dos fases, sus efectos serán acumulables (sinergismo) tal y como ocurre, en ocasiones, en el de tres fases. El Centro de Investigación y Formación Agraria de Mengíbar (Jaén) ha realizado ensayos para comprobarlo. Las conclusiones más relevantes de estos ensayos indican:

- Todos los coadyuvantes permitieron disminuir el contenido graso de los orujos de forma significativa, aunque su eficacia es distinta, según el tipo de aceituna.

- En todos los casos, el tratamiento doble Enzimas – Talco. O triple (Agua – Talco – Enzimas) son los de máxima eficacia.

En cuanto al efecto de los distintos coadyuvantes en la Demanda Química del Oxígeno (D.Q.O.) del agua de lavado de los aceites correspondientes a los distintos tratamientos, los ensayos reflejan que:

- La inyección de agua no modifica la D.Q.O.
- La adición de talco, solo o acompañado de cualquier otro coadyuvante, reduce aproximadamente a la mitad la D.Q.O.
- La adición de enzimas, si no van acompañados de talco. Eleva la D.Q.O. en un 50% sobre el testigo.

A modo de resumen del uso de coadyuvantes

A la vista de los resultados comentados previamente, el uso de coadyuvantes es interesante para aumentar el grado de extractabilidad del aceite. El tipo de coadyuvante a elegir será función del grado de humedad del fruto y de la mayor o menor dificultad de la pasta a procesar. En principio y con frutos de más del 45-47% de humedad y cierto grado de dificultad de la pasta, parece que el tratamiento más aconsejable sería el de talco y/o enzimas. Con frutos de humedad inferior al 40%, el tratamiento más eficaz sería el de agua. Si la aceituna tiene un nivel de humedad y dificultad intermedio, el uso conjunto de talco y agua puede ser más interesante. En cualquier caso, el contenido graso del orujo, expresado sobre materia seca, será el parámetro para decidir el uso de uno u otro coadyuvante.

El tipo de coadyuvante utilizado condiciona la D.Q.O. del agua de lavado. El talco la reduce mientras el uso de enzimas las eleva.

Las características de los aceites obtenidos con diversos tipos de coadyuvantes no difieren significativamente de los obtenidos sin su uso.

Estas conclusiones, obtenidas a nivel experimental, parecen confirmarse a nivel industrial de Almazara, como demuestran los análisis realizados por el C.I.F.A. en

diversas Almazaras. Pueden observarse los resultados de estos experimentos en el apartado 4 de la memoria de cálculo: Ensayos de la influencia de las variables en el proceso de batido.

1. 2. 4. CONTROLES VISUALES EN EL BATIDO:

Los controles visuales son aquellos que se aprecian visualmente y, en ocasiones, también por el talco. Tienen la ventaja de dar una idea instantánea de la bondad del proceso y pueden servir de referencia a la hora de efectuar determinadas regulaciones. Lógicamente este control visual, y la regulación deberán ser confirmados por los correspondientes controles analíticos.

Los controles visuales exigen cierta experiencia en el proceso de elaboración para interpretarlos según las circunstancias de molturación del fruto. Los más relevantes en el proceso de batido se mencionan seguidamente. La masa al final de la operación de termobatido, debe presentar las siguientes características:

- No pegarse a las paletas de la batidora; es decir, cuando la paleta sale de la masa, debe estar limpia.
- Presentar capas de aceite sobrenadando en la superficie.
- Presentar un aspecto diferente al que tenía en el primer cuerpo de batido. El último, debe ser más oscuro y brillante.
- Aspecto granuloso, que se “cuarteá”.

Cuando la masa no presenta este aspecto, puede ser indicio de pérdidas excesivas de grasa en el orujo, debido a diversas causas:

- Aceituna muy fresca
- Grado de molienda excesivamente fino
- Temperatura baja en el batido
- Poco tiempo en el batido (ritmo excesivo de molturación)
- Incorrecto uso de la batidora
- No usar coadyuvantes o usarlos en pequeñas dosis

En el sistema de dos fases, también es interesante observar si presenta un aspecto *terrenoso*, señal de baja humedad de la pasta.

2. DISEÑO DE LA TERMOBATIDORA:

2.1 AGITACIÓN DE LA PASTA DE ACEITUNA:

Si clasificamos la batidora de aceituna desde un punto de vista técnico, encontramos que se puede considerar como un equipo de mezclado destinado a pastas y materiales viscosos. Dentro de estos equipos, forma parte de las mezcladoras por lotes de tanque estacionario. Finalmente la denominación formal sería: mezcladora horizontal de palas helicoidales. Sin embargo, en el diseño de la termobatidora, además de las palas helicoidales se han añadido a lo largo del eje una serie de aspas de efecto radial y otras con efecto cuña de separación, que hacen que la clasificación anterior no sea del todo válida. Esta combinación de tres tipos de agitadores de la masa de aceituna tiene su justificación desde el punto de vista de un batido más efectivo, el cual no se ha conseguido aún hoy en día con las batidoras comercializadas en el mercado.

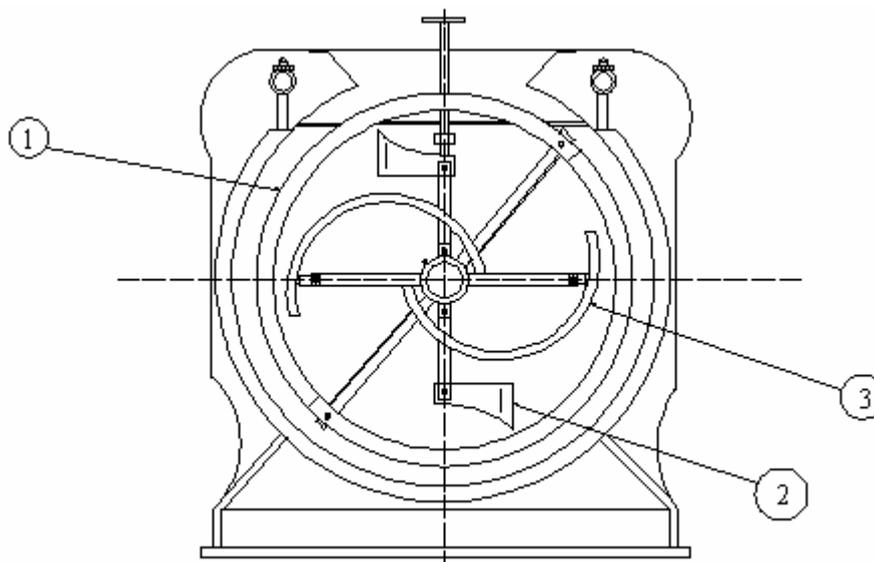
Los criterios principales para lograr una mejor agitación o batido de un material viscoso, como es la pasta de aceituna, se expone a continuación:

- Aumento de la superficie de corte
- Mayor circulación de la pasta
- El contenido del tanque se debe desplazar progresivamente a la zona activa de acción intensa, con franqueos estrechos⁵.
- Mantener franqueos estrechos en lo posible, para incrementar el esfuerzo de corte en estas zonas de acción intensa.

⁵ Los franqueos se refieren a las holguras entre las palas del rotor y la pared interior de cada cuerpo de la batidora.

El primer criterio se ha mejorado con la introducción de las aspas triangulares. Al segundo contribuyen tanto las palas centrífugas como las aspas triangulares, provocando de forma combinada un mayor recorrido de la pasta desde el centro hacia la periferia y hacia ambos lados en dirección axial. Los dos últimos se consiguen de manera óptima al conjugar la acción de los tres elementos del rotor de la batidora.

En definitiva el rotor diseñado para la termobatidora objeto de este proyecto consigue tres efectos que se combinan de forma adecuada para mejorar el batido de la pasta de aceituna, como se explica a continuación:



1) Palas helicoidales → Se trata de dos hélices continuas montadas a lo largo de la batidora y que están desfasadas 180° . El franqueo estrecho entre el cuerpo cilíndrico y la banda helicoidal da como resultado el movimiento rápido del material y un cizallamiento elevado.

2) Aspas triangulares → Estas paletas pequeñas y cortas, con disposición radial en parejas formando una cuña, consiguen franqueos amplios, debido a lo cual se produce un mezclado considerable de la masa. Las paredes impulsan el material hacia delante, al tiempo que lo cortan, provocando que el material adyacente ocupe rápidamente el volumen desplazado.

3) Paletas centrífugas → Se han dispuesto paletas de perfil curvo con un efecto centrífugo que permite enviar material a la zona de acción intensa, esto es, al

espacio de holgura entre las palas helicoidales y el cuerpo de la batidora. Se diseñó un perfil curvo cuyo radio de curvatura crece de forma progresiva, de manera que en las inmediaciones del eje estas paletas centrífugas atacan a la pasta con un ángulo muy pequeño, pues son casi tangentes al eje. A medida que gira el rotor, el radio crece más rápidamente, pero a su vez la trayectoria se vuelve concéntrica con respecto a la superficie interior del cuerpo de batido. Se consigue así que el par resistente en el rotor no sea muy elevado. Además existe un desfase de 45° entre cada una de las parejas de paletas centrífugas, para incrementar así el trasiego de masa.

4) La acción combinada de estos tres elementos es la clave del batido que se consigue en esta máquina. Esto puede verse a través del siguiente proceso: En una primera etapa tenemos un volumen de pasta de aceituna en la zona central del eje, de manera que no está sometida a un movimiento de batido adecuado. Cuando esta masa entra en contacto con las paletas centrífugas (3), es progresivamente lanzada hacia la periferia del cuerpo cilíndrico interior. En este momento, y como consecuencia del giro del rotor, parte de esta masa es interceptada por la trayectoria de las palas helicoidales (1) y sometida entonces a un esfuerzo de cizallamiento. Mientras tanto, el resto de masa se encuentra con las aspas triangulares (2) que viene detrás, siendo entonces separada en dirección axial hacia los lados por el efecto de cuña de éstas. El espacio que ocupaba la masa desplazada es inmediatamente ocupado por otro volumen adyacente. De esta forma se asegura una buena circulación de la pasta al desplazar progresivamente el contenido del tanque hacia la zona activa de acción intensa.

2. 2 VELOCIDAD DE BATIDO:

El criterio más conveniente para aumentar el rendimiento de las mezcladoras por lotes es el de mezclado igual por unidad de tiempo. El tiempo de mezclado se eleva en escala en proporción inversa a la velocidad de las aspas del rotor. Así, lo adecuado del mezclado depende primordialmente del número de revoluciones de las aspas.

En general, se prefiere un buen movimiento de agitación uniforme de la pasta que favorezca velocidades elevadas de transferencia de calor. Pero esto debe hacerse sin

sobrepasar la velocidad máxima que indica el Instituto de la Grasa, de manera que no existan zonas de velocidad superior a la máxima.

Para un diámetro de 900 mm. se recomienda no exceder las 10 r.p.m. En el caso de la termobatidora de este proyecto, para un diámetro interior del cuerpo de 1.050 mm., y con una velocidad lineal constante en la periferia de las paletas, corresponde una velocidad de giro de 8,5 r.p.m. Finalmente se ha decidido un valor algo inferior

$$\rightarrow \omega = 8 \text{ r.p.m.}$$

(Véase justificación en el apartado 3. 1 de esta memoria: Cálculo de la potencia del rotor)

2.3 INTERCAMBIO DE CALOR:

En el proceso de batido es necesario calentar la masa para disminuir la viscosidad del aceite y así, facilitar la formación de la fase oleosa y su extracción. Para obtener velocidades elevadas de transferencia de calor, es esencial contar con una buena agitación, una razón grande de superficie de transferencia es el volumen de mezcla y el retiro frecuente del material de la superficie.

Como en la mayoría de las mezcladoras, la pared metálica del cuerpo de la termobatidora tiene una resistencia despreciable. Sin embargo, la película de pasta tiene una resistencia térmica elevada, y por tanto, es importante, mientras se minimiza la resistencia del medio calentador o enfriador, acercar o retirar la pasta de la superficie lisa de la pared, en forma tan constante y rápida como sea posible. Se ha diseñado el calentamiento de la pasta mediante una camisa con agua procedente de una caldera como líquido de transferencia. Las ventajas son evidentes:

- Permite un buen control de la temperatura de la pasta de aceituna.
- Proporciona seguridad contra el calentamiento excesivo del material procesado.

Hay que hacer hincapié en que se trata de un intercambiador en EQUICORRIENTE, es decir, que tanto agua como pasta circulan en el mismo sentido. La razón para no emplear un intercambiador en contracorriente es que en la termobatidora se pretende batir en caliente, y para ello, es necesario calentar la pasta al principio. Otras ventajas de emplear un intercambiador es equicorriente son:

- En equicorriente sí existe una asíntota de temperatura para el material procesado. Se pretende que la pasta salga de la batidora como máximo a 30°, pues si se sobrepasa este valor hay riesgo de quemar el aceite, o como se suele decir, “sabor a recalentado”.
- En equicorriente la temperatura de salida del fluido frío (t_2) nunca será mayor que la temperatura de salida del fluido caliente (T_2). Se

trata, al igual que en el punto anterior, de evitar quemar la pasta, pues supone una pérdida en la calidad del aceite.

2. 4 NÚMERO DE CUERPOS Y SU LLENADO.

CIRCULACIÓN DE LA PASTA:

El tiempo de retención puede controlar el buen rendimiento de un sistema mezclador. Al aumentar el número de etapas en serie de mezclado, hay mayor seguridad de que todas las partículas tendrán el tiempo necesario de residencia. Este es el motivo que induce a diseñar la termobatidora con un determinado número de cuerpos.

El número de cuerpos de la termobatidora viene determinado en función de la capacidad productiva de la planta. En este proyecto todos los datos y cálculos se refieren a una producción de 100.000 Kg/día (que equivalen a unos 4.100 Kg/h) de pasta de aceituna. En este caso se requieren de tres cuerpos de batido que aseguren un tiempo de residencia de la pasta uniforme.

En la tabla siguiente puede verse la relación entre la capacidad de producción de la planta y el número de cuerpos de batidora necesarios. Hay que advertir que en cada caso el decánter horizontal requerido tendrá distintas características.

Producción de la planta (KG/día) ^(*)	< 33.000	66.000	100.000	166.000
Número de cuerpos	1	2	3	5

^(*) Valores aproximados.

Cada uno de los cuerpos de la batidora viene separado en dos compartimentos mediante un tabique de rebose, lo que asegura aún más un tiempo de batido homogéneo (véase Plano N° 3. 6: Circulación de la pasta de aceituna). El paso de la masa de aceituna a través de los distintos cuerpos de la termobatidora se realiza también por rebose y de forma totalmente automática. Para ello, en el último cuerpo o cuerpo

inferior se ha dispuesto unas sondas de máximo y mínimo que regulan los arranques y paradas del molino triturador.

La regulación del caudal de masa que sale de la batidora y se dirige a la centrífuga horizontal, se lleva a cabo en la bomba de masa. Ésta suele ser de rotor salomónico con estator de goma, y accionada por un motorreductor – variador que permite la regulación del caudal de alimentación. Para evitar las fluctuaciones en el ritmo de inyección de la masa en el decánter horizontal, existen en la actualidad dispositivos comercializados (SCAP, APIS) que, mediante control por ordenador, consiguen un flujo de masa mucha más uniforme. Estas fluctuaciones del caudal de masa pueden repercutir negativamente en oscilaciones en el nivel de las fases dentro del decánter, rotura de los anillos hidráulicos, etc. y en consecuencia, ocasionar pérdidas de aceite en los subproductos que se manifiestan en un incremento del rendimiento graso/seco del orujo⁶.

⁶ El rendimiento graso/seco del orujo es una medida del contenido graso del orujo que se produce en la Almazara. Si su valor es elevado significa que no se extrae adecuadamente el aceite en el decánter.

2. 5 CONTROL DE TEMPERATURAS:

Se ha decidido incluir una sonda PT-100 en el último cuerpo de la termobatidora, mediante la cual se puede controlar la temperatura de la pasta de aceituna que sale de la fase de batido. Es muy importante que la temperatura de la masa de aceituna no sobrepase los 30°C, pues si esto ocurre, se corre con el riesgo de perjudicar las características físico-químicas que definen la calidad del aceite de oliva (entre las que destacan un aumento importante del amargor, la pérdida de aromas, y cierto sabor a “recalentado”).

La temperatura del agua es un factor controlante del proceso, puesto que, al diseñarse un intercambiador de calor en equicorriente, es un límite superior par la temperatura de la pasta. Así, se ha dispuesto un dispositivo especial para regular la temperatura del agua de calefacción, mediante termostato y válvula motorizada. Se trata de un circuito de agua compuesto por:

- Una conducción con by-pass de agua caliente/fría
- Una sonda PT-100
- Una bomba de limpieza con su caudalímetro

2. 6 AIREACIÓN:

Es perjudicial una aireación de la masa de aceituna dentro de la batidora, por lo que se han dispuesto unas tapas abatibles, también construidas en acero inoxidable. Estas tapas a su vez evitan la penetración de posibles cuerpos extraños, y permiten realizar controles visuales de la pasta mientras se realiza la operación de batido.

2. 7 MATERIALES EMPLEADOS:

Como es lógico, se emplea acero inoxidable AISI-304 para todos los elementos de la termobatidora en contacto con la pasta de aceituna (eje, paletas, chapas interiores). Para el resto de elementos se utiliza acero común (F-1110 en chapas y F-1140 en piezas de torno), y en cuanto al revestimiento exterior, se realiza con pintura a base de resina EPOXY para que no ataque las propiedades del aceite.

En la página siguiente puede verse un resumen de las principales características técnicas de la máquina diseñada.

2. 8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA:

Denominación:

Termobatidora de pasta de aceituna

Descripción

Formada por tres cuerpos de batido, con capacidad para aproximadamente 7850 Kg de masa superpuestos con motorreductor independiente. Fabricada íntegramente en acero inoxidable (AISI-304) en todas las partes en contacto con la masa. Circulación de la masa de aceituna por rebose de forma automática, o manual por compuertas.

Sistema de caldeo por circulación de agua caliente en cámara de circulación forzada en equicorriente. Superficie radiante de calor total 20,62 m². Circuito de agua compuesto de sonda PT-100 para detección de temperatura del agua, y sistema de regulación de la misma.

Trasiego de la pasta de forma automática mediante sondas de mínimo y máximo en el último cuerpo de batido que regulan los arranques y paradas del molino triturador. Sonda PT-100 para control de la temperatura de la masa de aceituna.

Características técnicas ⁽⁷⁾

Diámetro de las palas helicoidales	1.000 mm.
Velocidad angular del rotor	8 r.p.m.
Nº de cuerpos de batido	3
Superficie radiante	20.62 m ²
Capacidad total de los 3 cuerpos	7.850 Kg
Motores de aleación ligera	3 * 5,5 CV / 1.500 r.p.m.
Reductores sinfín-corona	8 r.p.m.
Bomba de limpieza	1 * 0,5 CV

⁽⁷⁾ Nota: Datos válidos para una producción aproximada de 100 Ton/día (4.100Kg/h).

3. DIMENSIONADO Y CÁLCULOS DE LA TERMOBATIDORA:

En este apartado se incluyen los distintos cálculos que justifican el dimensionado y diseño de los elementos a emplear para construir la máquina objeto de este Proyecto.

3.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR-REDUCTOR:

Cada uno de los tres cuerpos de la batidora es accionado de forma independiente por un motor y un reductor del tipo sinfín-corona. En este apartado se calculará la potencia necesaria para el conjunto.

El par resistente que tiene que vencer el motor que acciona el eje de cualquiera de los cuerpos es función de distintas variables (véase figura en la página siguiente):

$$T = T (\mu, \rho, \omega, D, d, Q)$$

siendo:

μ = viscosidad dinámica de la pasta de aceituna

ρ = densidad de la pasta de aceituna

ω = velocidad de giro del eje y de sus paletas

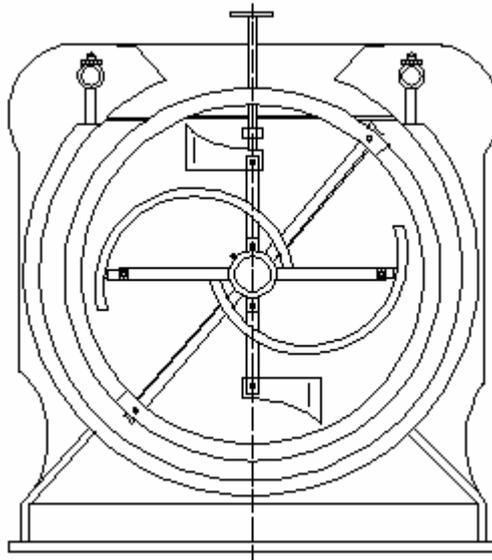
D = diámetro interior del cuerpo cilíndrico de la batidora

d = diámetro del eje de la batidora

Q = caudal de pasta de aceituna

Es obvio que se cumple que $d \ll D$, por lo que puede despreciarse la influencia del diámetro del eje d , quedando entonces la expresión del par:

$$T = T (\mu, \rho, \omega, D, Q)$$



La expresión anterior no se puede obtener de forma analítica debido a razones tales como la complejidad geométrica de las distintas paletas y aspas, el movimiento no uniforme del fluido, y a que el fluido de trabajo es no newtoniano (se trata de aceituna molturada previamente en un molino de martillos). Por si fuera poco, las propiedades de la pasta de aceituna varían considerablemente durante el ciclo de preparación, dependiendo además fuertemente de la época del año, grado de humedad, etc.

Incluso si se supiera exactamente cómo depende la potencia de la densidad y la viscosidad, puede resultar mejor predecir los requisitos para una batidora grande de aceituna, a partir de la curva observada de potencia-tiempo en una batidora prototipo, en lugar de tratar de calcular o medir todas las propiedades intermedias durante la secuencia de procesamiento (o sea, la batidora prototipo podría ser el mejor instrumento para medir la viscosidad efectiva de la pasta de aceituna).

Sin embargo, para ello habría que recurrir a obtener curvas experimentales, para lo cual sería necesario construir un modelo o prototipo a escala y realizar diversos ensayos. Por estas razones, en este proyecto se ha decidido recurrir a una herramienta muy utilizada en estos casos como es el ANÁLISIS DIMENSIONAL, que permite comparar dos máquinas semejantes y obtener datos significativos. Este será el método empleado.

Si se adimensionaliza la expresión anterior del par resistente a través de las tres variables ρ , ω , D se tiene entonces:

$$T / \rho (\omega D)^2 D^3 = f(\text{Re} = \rho \omega D^2 / \mu, Q / D^3 \omega)$$

La potencia requerida para vencer este par resistente será entonces: $W = T \omega$

$$W / \rho \omega^3 D^5 = f(\text{Re}, Q / D^3 \omega)$$

Quedando ahora una función de dos parámetros adimensionales: el número de Reynolds y el parámetro del caudal. Se puede comprobar que la influencia de estos parámetros no es relevante en este problema:

- Número de Reynolds: $\text{Re} = \rho \omega D^2 / \mu = \omega D^2 / \mu \rho$

Para tener un orden de magnitud se dan valores aproximados: la velocidad angular suele estar cerca de 10 r.p.m., el diámetro interior de la termobatidora es próximo a 1 m., y la viscosidad cinemática de la pasta de aceituna⁸ es del orden de 10^{-4} m²/s.

$$\omega \approx 10 * 2 * \pi / 60 \text{ (rad/s)}$$

$$D \approx 1 \text{ m.}$$

$$\mu / \rho \approx 10^{-4} \text{ (m}^2\text{/s)}$$

Por lo que tenemos que el número de Reynolds es:

$$\text{Re} \approx 10^{-4} \rightarrow \text{Re} \gg 1$$

⁸ FUENTE: Instituto de la Grasa (C.S.I.C.) – Planta Experimental d Extracción de Aceite de Oliva en Sevilla, Ingeniero Técnico Industrial D. Francisco Hidalgo Casado.

- Parámetro de caudal: Es mucho menor que la unidad puesto que el caudal de pasta de aceituna es muy pequeño⁹ para tiempos de batido normales ($Q \ll 1 \text{ m}^3/\text{s}$).

$$Q / D^3 \omega = Q (\text{m}^3/\text{s}) / (1 \text{ m}^3) * (10 * 2 * \pi / 60) (\text{rad/s}) \approx Q (\text{m}^3/\text{s}) / 2 \ll 1$$

Luego la expresión de la potencia es una función de la forma:

$$W / \rho \omega^3 D^5 = f(\text{Re}, Q / D^3 \omega) = f(\infty, 0) = \text{constante}$$

Este resultado podía esperarse desde un principio si se tiene en cuenta que para caudales pequeños y Re elevados, la potencia depende sólo de la geometría y la velocidad de giro. Considerando dos batidoras con una misma pasta de aceituna y con fricción similar en su interior, la potencia de ambas sigue la siguiente relación:

$$W_2 = W_1 (\omega_2 / \omega_1)^3 (D_2 / D_1)^5$$

$$D = \text{constante} \rightarrow W \sim \omega^3$$

$$\omega = \text{constante} \rightarrow W \sim D^5$$

Tomando ahora como referencia la termobatidora modelo M-8500 de Amenduni Ibérica S.A., se puede comparar la potencia de accionamiento de una máquina de Amenduni (W_A) con la máquina objeto de este proyecto (W_P):

$$W_A = 5,5 \text{ CV}$$

$$W_P$$

$$\omega_A = 10 \text{ r.p.m.}$$

$$\omega_P = 8 \text{ r.p.m.}$$

$$D_A = 900 \text{ mm.}$$

$$D_P = 1.000 \text{ mm.}$$

⁹ El tiempo de residencia de la masa dentro de la termobatidora oscila entre 1,5h y 2h para una producción normal aproximada de 4.100 Kg/h que equivale a poco más de 1Kg/s.

El criterio para decidir la velocidad angular (ω_P) ha sido mantener una velocidad lineal en el radio similar a la de la máquina de Amenduni, para no superar la velocidad máxima que recomienda el Instituto de la Grasa¹⁰. Se prefiere menos velocidad angular (8 r.p.m. en vez de 10 r.p.m.) para tener un diámetro mayor que proporcione mayor capacidad a cada cuerpo de la batidora y una agitación uniforme sin zonas muertas.

Sustituyendo en la expresión de la potencia obtenida antes:

$$W_P = W_A (\omega_P / \omega_A)^3 (D_P / D_A)^5 = 4,76 \text{ CV}$$

Con este valor se decide el valor normalizado más cercano por arriba, resultando finalmente:

$$W_{\text{motor}} = 5,5 \text{ CV} = 4,05 \text{ KW}$$

MOTOR		REDUCTOR	
Potencia	5,5 CV	Tipo:	Embriado de eje hueco (sinfin y corona)
Velocidad	1.500 r.p.m.	Reducción:	1.500/8
Tipo	Asíncrono de aleación ligera	Velocidad salida	8 r.p.m.

Nota: En las expresiones anteriores no aparece el rendimiento de transmisión en los engranajes del reductor sinfin-corona, y se debe a que se han supuesto iguales los rendimientos de las dos máquinas comparadas.

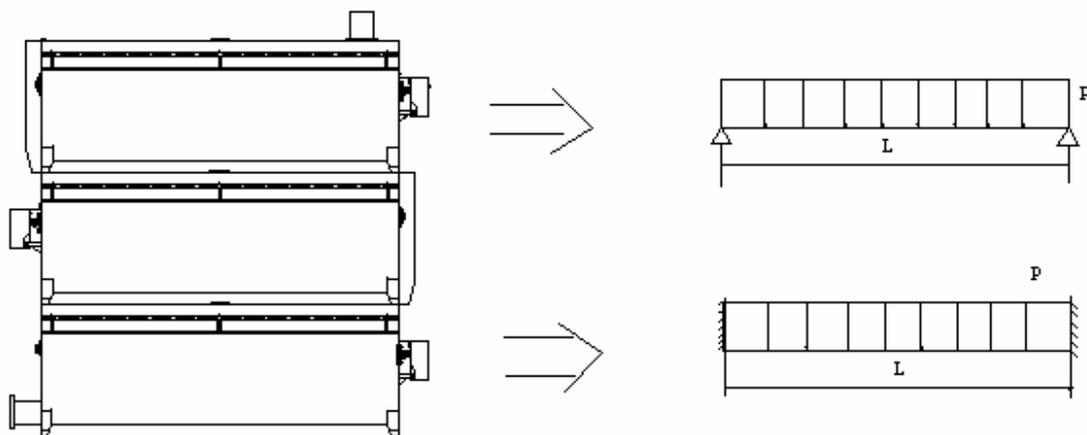
¹⁰Instituto de la Grasa (C.S.I.C) – Planta Experimental de Extracción de Aceite de Oliva en Sevilla, Ingeniero Técnico Industrial D. Francisco Hidalgo Casado.

3. 2 CÁLCULO DE LAS CHAPAS A FLEXIÓN:

En esta sección se comprobará la posibilidad de fallo por flexión de las dos chapas que constituyen cada uno de los cuerpos cilíndricos que constituyen la termobatidora. El proceso a seguir será calcular cada cuerpo como una viga sometida a una carga continua (p) que habrá que valorar. La complicación matemática viene dada por la geometría de la sección transversal resistente, compuesta a su vez por diversas superficies con distintos centros de gravedad. Se determinará el centroide y el momento de inercia de cada una de ellas, para seguidamente obtener el centro de gravedad (y por tanto la posición de la fibra neutra) y el momento de inercia resultante de la sección total.

3. 2. 1 CARGA SOBRE CADA CUERPO DE LA BATIDORA:

Se considerará el cuerpo superior como una viga simplemente apoyada en sus extremos, mientras que el inferior como una viga empotrada en sus extremos. En la figura siguiente se observa la disposición geométrica y la simplificación realizada.



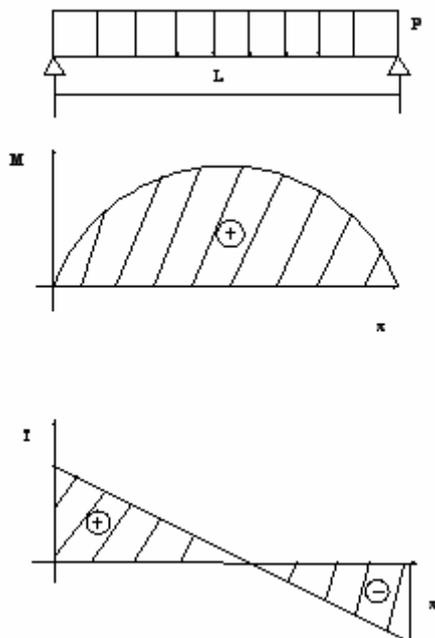
El valor de la carga uniforme repartida (p), resulta de sumar el peso propio de los materiales de acero que componen la sección resistente de la viga¹¹ y dividirlo por la longitud de la misma.

• Chapa interior de la cámara de calefacción, 3 * 3 m., e = 3 mm. →	210 Kg
• Chapa exterior de la cámara de calefacción, 3 * 2,5 m., e = 4 mm. →	230 Kg
• Pletina en borde superior de la batidora, 50 * 15 mm., l = 2 * 3 m. →	35 Kg
• Tubería de alimentación de agua caliente, Ø 1 ½ in, l = 2 * 3 m. →	25 Kg
CARGA TOTAL → 3.150 kg	

($P_i = \rho V$, Densidad del acero $\rho = 7.850 \text{ Kg/m}^3$)

$$p = \Sigma P_i / L = 3.150 / 3 = 1.050 \text{ Kg/m}$$

Con estas hipótesis, es obvio que sólo hay que estudiar el caso del cuerpo superior de la batidora, puesto que la viga simplemente apoyada es más desfavorable al tener un mayor momento flector. Para esta viga se tiene:



$$M(x) = (p L / 2) x - (p / 2) x^2$$

$$x = L / 2 \rightarrow M_{\max} = p L^2 / 8$$

$$T_{\max} = p L / 2$$

$$y_{\max} = 5 p L^4 / 384 E I$$

Sustituyendo los valores:

$$P = 1.050 \text{ Kg/m}$$

$$L = 3 \text{ m.}$$

Resulta un valor para el momento

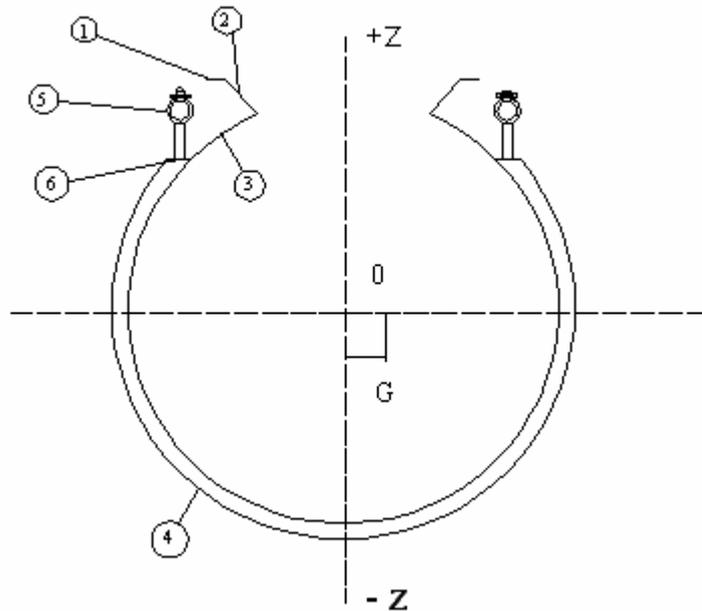
Máximo de:

$$M_{\max} = 1.181,25 \text{ m Kg}$$

¹¹ No se incluye el peso del rotor de la máquina porque el eje y sus paletas son principalmente soportados por las llantas laterales de cada cuerpo y no por las chapas curvas.

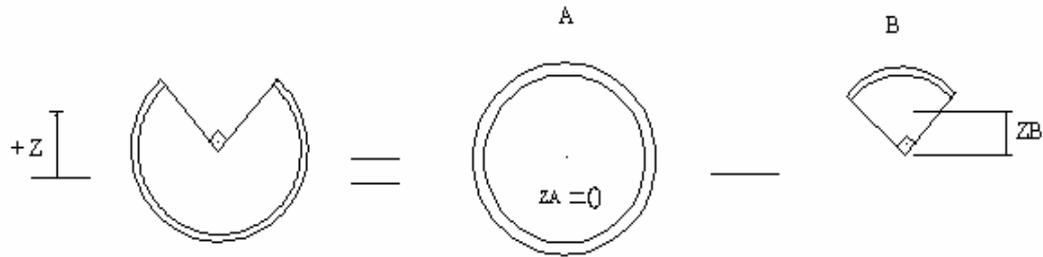
3. 2. 2 CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SECCIÓN:

La posición de la fibra neutra viene determinada por el centro de gravedad de la sección que se está dimensionando. Para localizarlo se define un sistema de referencia con centro en el eje de la termobatidora como se puede ver en la figura siguiente:



De acuerdo con este sistema de coordenadas, los elementos 1, 2, 5, y 6 que componen la sección resistente tienen sus coordenadas para sus centroides los siguientes valores:

- $z_1 = 1.300 - 710 - 7,5 = 582 \text{ mm.}$
- $z_2 = 512 \text{ mm.}$
- $z_5 = 430 \text{ mm.}$
- $z_6 = 290 \text{ mm.}$
- $z_3, z_4 \rightarrow$ No se obtienen inmediatamente, pues se trata de un sector de circunferencia de aproximadamente 270° . Para su cálculo se actúa por superposición como se indica en la siguiente figura:



$$z_G = (A_A z_A - A_B z_B) / (A_A - A_B) = - A_B z_B / (A_A - A_B) \rightarrow \{\alpha \approx 45^\circ, A_A \approx 4A_B\}$$

$$z_G = - A_B z_B / 3A_B = - z_B / 3 \quad [I]$$

“ z_B ” se obtiene también por superposición, restando las áreas de los radios exterior (r_e) e interior (r_i) de la circunferencia:

$$z_B = (A_{Be} z_e - A_{Bi} z_i) / (A_{Be} - A_{Bi})$$

$$z_B = (\alpha r_e^2 (2 r_e \sin \alpha / 3 \alpha) - \alpha r_i^2 (2 r_i \sin \alpha / 3 \alpha)) / (\alpha r_e^2 - \alpha r_i^2)$$

$$z_B = (2 \sin \alpha / 3 \alpha) * ((r_e^3 - r_i^3) / (r_e^2 - r_i^2))$$

Sustituyendo ahora en la ecuación [I] se obtiene finalmente la expresión del centroide de un anillo de $3/4$ de circunferencia:

$$z_G = - z_B / 3 = (-2 \sin \alpha / 9 \alpha) * ((r_e^3 - r_i^3) / (r_e^2 - r_i^2))$$

Ya se puede obtener la posición de los centros de gravedad de las secciones 3 y 4, sin más que sustituir en la expresión anterior los valores numéricos:

$$r_{3e} = 528 \text{ mm.}$$

$$r_{3i} = 525 \text{ mm.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\rightarrow z_3 = - 158 \text{ mm.}$$

$$r_{4e} = 575 \text{ mm.}$$

$$r_{4i} = 571 \text{ mm.} \quad \rightarrow \quad z_4 = -172 \text{ mm.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

que son valores negativos, como era de esperar, pues se trata de secciones con mayor porción de área bajo el origen de ordenadas. En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos:

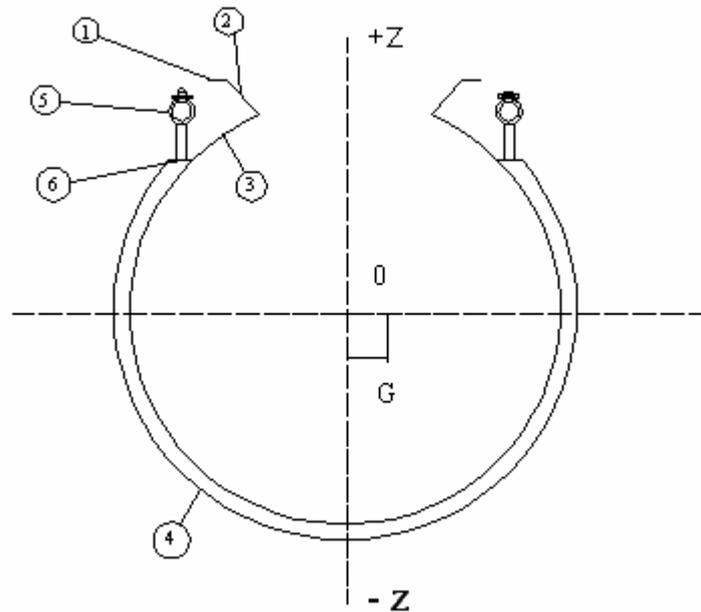
Sección	1	2	3	4	5	6
z_G (mm)	+ 582	+ 512	- 158	- 172	+ 430	290
A (mm ²)	750	525	7.443	10.800	525	252

$$z_G = \sum A_i z_i / \sum A_i = -120 \text{ mm.}$$

$$i \in (1, 6)$$

El centro de gravedad resultante de la sección queda doce centímetros por debajo del eje de la termobatidora. A continuación se determinará el momento de inercia de la sección resistente.

3. 2. 3 CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN:



Hipótesis de partida: para simplificar los cálculos, se supone que el efecto de despreciar las secciones 5 y 6 es equiparable a considerar que el anillo de la sección 4 es de 270° (en realidad el ángulo es algo menor). Esto es admisible porque se trata de áreas pequeñas y distancias parecidas, y el error que se comete en el cálculo del momento de inercia (área * distancia²) no es significativo.

Sección 1: El momento de inercia de esta sección rectangular referido a su centro de gravedad G es:

$$I_1^G = b h^3 / 12 = 50 (15)^3 / 12 = 14.063 \text{ mm}^4$$

Sección 2: El momento de inercia de esta sección referido a su centro de gravedad G se deduce por superposición de dos triángulos, uno de área positiva y otro de área negativa:

$$I_2^G = [behe^3 - bihi^3] / 36 = [67(150)^3 - 64(143)^3] / 36 = 1,083 * 10^6 \text{ mm}^4$$

Secciones 3 y 4: Se trata de coronas circulares seccionadas en un cuarto de circunferencia. En primer lugar se obtiene por superposición para los ejes que se indican en la figura siguiente:

$$\begin{aligned} I_{x1} &= (\pi / 16) * (r_{e4} - r_{i4}) \\ I_{x2} &= (\pi / 8) * (r_{e4} - r_{i4}) \\ I_x &= I_{x1} + I_{x2} = (3 \pi / 16) * (r_{e4} - r_{i4}) \end{aligned} \quad [II]$$

En realidad los ejes del momento de inercia buscados no son los “XY” de la figura anterior, sino que hay que acudir al círculo de Möhr de momentos de inercia y realizar una rotación de 45° en sentido horario.

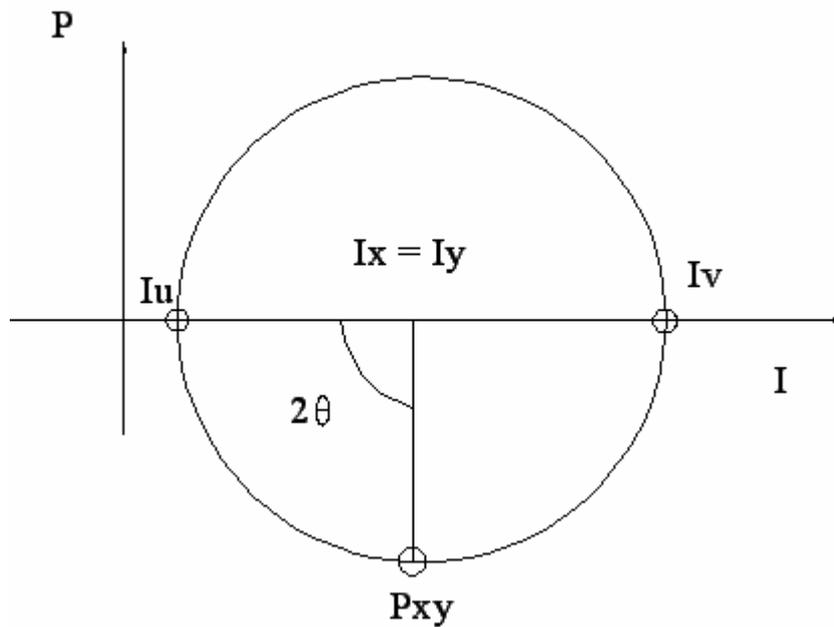
$$\begin{aligned} x &= r_m \cos \alpha \\ y &= r_m \sin \alpha \\ dA &= (r_m d \alpha) e \end{aligned}$$

El producto de inercia de la sección en ejes XY tiene la expresión siguiente:

$$P_{xy} = \int xy \, dA = \int r_m^3 \sin \alpha \cos \alpha \, d\alpha = e r_m^3 [\sin 2\alpha / 2] \quad \text{para } \alpha = 2\pi, \pi/2$$

$$P_{xy} = - e/16 * (r_e + r_i)^3 \quad [III]$$

Acudiendo al círculo de Möhr, para $\theta = 45^\circ$, se tiene en ejes principales los valores buscados:



$$I_u = (I_x + I_y) / 2 + ((I_x - I_y) / 2) \cos 2\theta - P_{xy} \sin 2\theta$$

[IV]

$$I_v = (I_x + I_y) / 2 - ((I_x - I_y) / 2) \cos 2\theta - P_{xy} \sin 2\theta$$

Ya se pueden sustituir los valores numéricos de las secciones 3 y 4 en las ecuaciones anteriores:

Sección 3:

$$e = 3 \text{ mm.} \quad [\text{II}] \rightarrow I_{x3} = I_{y3} = 1,03165 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$r_m = 526,5 \text{ mm.} \quad [\text{III}] \rightarrow P_{xy3} = -0,21892 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$r_e = 528 \text{ mm.} \quad [\text{IV}] \rightarrow \underline{I_{u3} = 0,81273 \cdot 10^9 \text{ mm}^4} = I_{z3}$$

$$r_i = 525 \text{ mm.} \quad I_{v3} = 1,25057 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Sección 4:

$$e = 4 \text{ mm.} \quad [\text{II}] \rightarrow I_{x4} = I_{y4} = 1,77313 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$r_m = 573 \text{ mm.} \quad [\text{III}] \rightarrow P_{xy4} = -0,37626 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$r_e = 575 \text{ mm.} \quad [\text{IV}] \rightarrow \underline{I_{u4} = 1,39687 \cdot 10^9 \text{ mm}^4} = I_{z4}$$

$$r_i = 571 \text{ mm.} \quad I_{v4} = 2,14939 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Se han subrayado los valores correspondientes al eje “u”, que coincide con el eje “z” definido al principio de este apartado ($I_u = I_z$). El paso siguiente es referir todos los momentos de inercia al centro de gravedad de la sección total (Z_G) para lo cual se emplea el Teorema de Steiner aplicado entre dos ejes paralelos separados una distancia d_{iG} :

$$I_i = I_{iG} + A_i d_{iG}^2$$

Sección 1:

$$I_{1G} = 14.063 \text{ mm}^4$$

$$A_1 = 750 \text{ mm}^2$$

$$d_{1G} = 582 + 120 \text{ mm.}$$

$$\rightarrow \quad \mathbf{I_1 = 0,3696 \cdot 10^9 \text{ mm}^4}$$

Sección 2:

$$I_{2G} = 1,083 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_2 = 525 \text{ mm}^2$$

$$d_{2G} = 525 + 120 \text{ mm.}$$

$$\rightarrow \quad \mathbf{I_2 = 0,21949 \cdot 10^9 \text{ mm}^4}$$

Sección 3:

Hay que aplicar el Teorema de Steiner dos veces, la primera para deducir el momento de inercia de la sección 3 referido a su centro de gravedad (Z_3), y la segunda para calcular el momento de inercia referido al centro de gravedad global (Z_G):

$$I_{z3} = I_{u3} = 0,8127 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$A_3 = 7.443 \text{ mm}^2$$

$$d_3 = Z_3 = 158 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \quad I_3^G = I_{z3} - A_3 d_3^2 = 0,6269 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

De nuevo Steiner:

$$I_3^G = 0,6269 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$A_3 = 7.443 \text{ mm}^2$$

$$d'_3 = 120 \text{ mm.}$$

$$\rightarrow \quad \mathbf{I_3 = 0,7341 \cdot 10^9 \text{ mm}^4}$$

Sección 4:

Hay que aplicar el Teorema de Steiner dos veces, la primera para deducir el momento de inercia de la sección 4 referido a su centro de gravedad (z_4), y la segunda para calcular el momento de inercia referido al centro de gravedad global (z_G):

$$I_{z_4} = I_{u_4} = 1,3969 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$A_4 = 10.800 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad I_4^G = I_{z_4} - A_4 d_4^2 = 1,0774 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$d_4 = z_4 = 172 \text{ mm.}$$

De nuevo Steiner:

$$I_4^G = 1,0774 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$A_4 = 10.800 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad I_4 = 1,2329 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

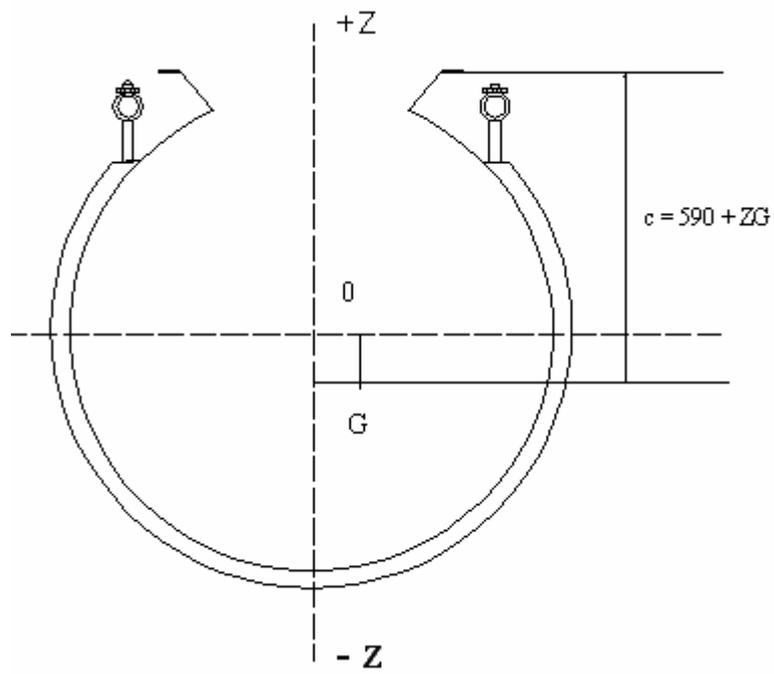
$$d'_4 = 120 \text{ mm}$$

Definitivamente ya se pueden sumar todos los momentos de inercia pues están referidos al mismo centroide (Z_G):

$$I = 2(I_1 + I_2) + I_3 + I_4 = 3,14518 * 10^9 \text{ mm}^4 = \mathbf{3,14518 * 10^5 \text{ cm}^4}$$

- **COMPROBACIÓN A FLEXIÓN**

El material de los elementos que componen la sección resistente es acero F-1100 común para todas salvo para la chapa interior, en contacto con la pasta de aceituna, que está hecha de acero inoxidable F-304. Para simplificar consideramos toda la sección constituida del acero normal (F-1100) de tensión admisible $\sigma_{\max} = 1.400 \text{ Kg/cm}^2$. La tensión, que la carga uniformemente distribuida origina, tiene un valor máximo en la fibra más alejada del centroide (z_G):



$$\sigma = M * y_{\max} / I = 118.125 \text{ Kg cm} (59 + 12) \text{ cm} / 2,709(10)^5 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = 309,9 \text{ Kg/cm}^2 \ll \sigma_{\max}$$

Es evidente que no se producirá fallo por flexión en las chapas del cuerpo de la batidora.

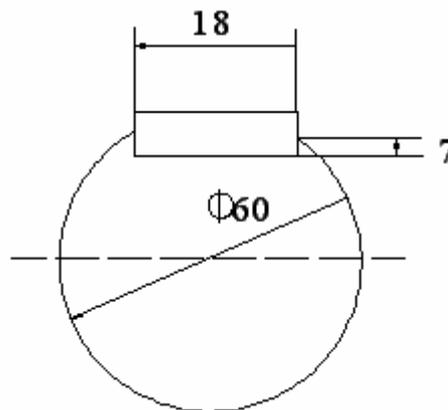
3.3. CÁLCULO DEL EJE A TORSIÓN. DIMENSIONADO DE LA CHAVETA Y DEL CHAVETERO:

- **Cálculo del eje de torsión:**

En este apartado se estudiará la posibilidad de fallo del eje de la batidora ante una carga de torsión, que se considerará estática pues no hay fluctuación del par resistente, ni tampoco inversión del sentido de giro del eje. Los datos del material usado para este árbol son:

- Acero inoxidable F-314
- Límite de fluencia a tracción: $S_y = 60 \text{ Kg/mm}^2$

La sección más desfavorable es claramente el extremo del árbol que aloja la chaveta para el acoplamiento don el motorreductor, puesto que además de la concentración del esfuerzo tiene un diámetro menor. En la figura siguiente puede verse un croquis con sus dimensiones:



El par torsor que como máximo podría recibir el eje viene dado por la potencia nominal del motor que lo acciona, que sería la potencia que transmitiría el eje en el caso de que el motor trabajara al límite. (Esto supone estar del lado de la seguridad, pues en realidad el par que el eje transmite será menor). Con esta hipótesis el par de cálculo es:

$$T = P_{ot} / \omega = 5,5 \text{ CV} * (736 \text{ W} / 1 \text{ CV}) / 8 * 2 * \pi / 60 \text{ (rad/s)} = 4.832 \text{ Nm}$$

Este momento genera un esfuerzo de torsión que para $d = 60$ mm. viene dado por:

$$\tau_{\max} = 16T / \pi * d^3 = 114,0 \text{ MPa} = 11,62 \text{ Kg/mm}^2$$

En estas condiciones el coeficiente de seguridad ante el fallo por torsión, utilizando el criterio del esfuerzo cortante máximo, es: ¹²

$$n = S_{sy} / \tau_{\max} = 0,577 \quad S_y / \tau_{\max} = 2,97$$

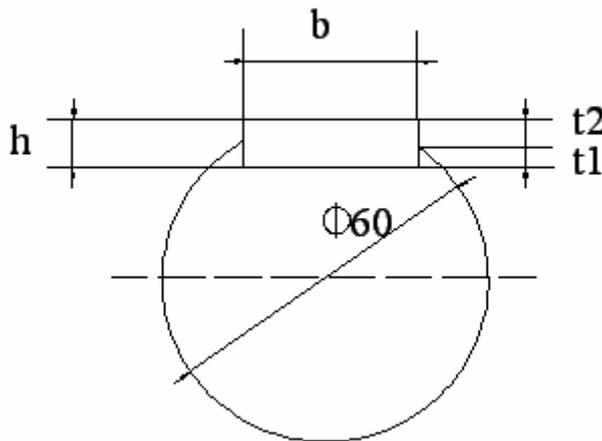
lo que indica que no se producirá fallo en el eje.

En el apartado siguiente se calcularán la chaveta y el chavetero ante la posibilidad de fallo por compresión y por cortadura.

¹² No se tiene en cuenta el factor de concentración de tensiones al chivetero, porque se trata de cargas estáticas y no de fatiga.

- **Dimensionado de la chaveta y del chavetero:**

En este cálculo se seguirán las normas DIN 6885 y UNE 17012 que tratan sobre el dimensionado de lengüetas y chavetas. Según estas normas, para un diámetro $d = 60 \text{ mm.}$, y para un ajuste con holgura, las dimensiones adecuadas son:



$$d = 60 \text{ mm.} \rightarrow b = 18,0 \text{ mm.}$$

$$h = 11,0 \text{ mm.}$$

$$t_1 = 7,0 \text{ mm. (alojamiento en el árbol)}$$

$$t_2 = 4,4 \text{ mm. (alojamiento en el cubo)}$$

Se trata de un ajuste con holgura puesto que se cumple que:

$$t_1 + t_2 = 11,4 \text{ mm.} > h = 11 \text{ mm.}$$

La configuración del extremo del eje que aloja la chaveta es tal que ésta queda lejos del hombro realizado para el montaje del soporte y del prensaestopas. De esta manera la elección de la longitud de la chaveta “L” queda simplificada a tomar un valor normalizado mayor que la longitud del alojamiento de la cuña en el reductor ($L_{\text{red}} = 165 \text{ mm.}$):

$$L > 165 \text{ mm.} \rightarrow \text{Se escoge el valor normalizado siguiente} \rightarrow L = 180 \text{ mm.}$$

DESIGNACIÓN DE LA CHAVETA

La designación normalizada de la chaveta calculada anteriormente es:

Chaveta plana 18 x 11, UNE 17012, longitud 180 mm.

o también

Lengüeta de ajuste A 18 x 11 x 180 DIN 6885

CÁLCULO A COMPRESIÓN

En este apartado se estudiará la posibilidad de fallo por compresión de la chaveta y el chavetero del eje. Los datos del material usado para la chaveta son:

- Acero inoxidable F-316
- Límite de fluencia a tracción: $S_y = 60 \text{ Kg/mm}^2$

No se calcula el eje porque al ser de acero inoxidable tiene una resistencia mayor de $S_y = 60 \text{ Kg/mm}^2$. El par de torsión en el eje origina una fuerza tangencial que comprime la chaveta de valor:

$$F = T / (d/2) = (\text{Pot}/\omega) / (d/2) = 4.832 \text{ Nm} / 0,060 \text{ m/2} = 161,1(10)^3 \text{ N} = 16.435 \text{ Kg}$$

donde se utilizó el valor del par T obtenido en el cálculo del eje a torsión, y el diámetro del eje que es $d = 60\text{mm}$.

La tensión de compresión en la chaveta vale entonces:

$$\sigma = F / (h - t_1) * l = 16.435 \text{ Kg} / (11 - 7) * 180 \text{ mm}^2 = 22,82 \text{ Kg/mm}^2$$

y el coeficiente de seguridad es:

$$n = S_y / \sigma = 45 \text{ Kg/mm}^2 / 22,82 \text{ Kg/mm}^2 = 1,972$$

que indica que no se producirá fallo en la chaveta por compresión.

CÁLCULO A CORTADURA

La fuerza tangencial F ocasiona también un esfuerzo cortante en el plano medio horizontal de la chaveta que se obtiene de la expresión:

$$\tau = F / b * l = 16.435 \text{ Kg} / 18 * 180 \text{ mm}^2 = 5,07 \text{ Kg/mm}^2$$

y el coeficiente de seguridad ante un fallo por cortante es entonces, según el criterio del esfuerzo cortante máximo:

$$n = S_{sy} / \tau = 0,5 S_y / \tau = 0,5 * 45 / 5,07 = 4,43$$

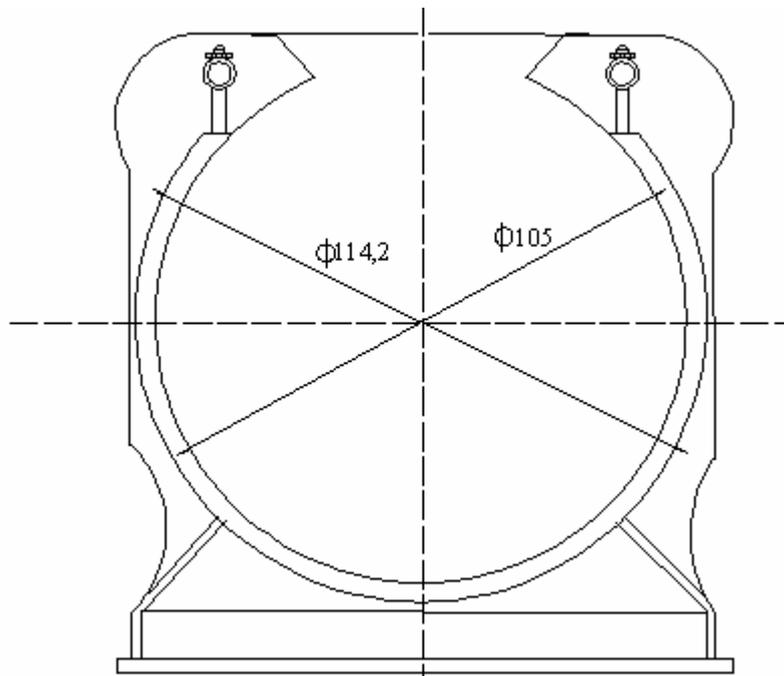
el cual resulta satisfactorio.

3.4 CÁLCULO DE LOS ESPESORES DE LAS CHAPAS EXTERIOR E INTERIOR:

En este apartado se comprobará la resistencia de las chapas, exterior e interior, de la cámara de agua caliente de la termobatidora, consideradas éstas como una lámina sometida a la presión del agua.

Hipótesis de cálculo:

- Al ser el espesor menor que la décima parte del diámetro de las chapas, se calcularán éstas como cilindros de pared delgada.
- Para simplificar los cálculos, se aplicarán las ecuaciones obtenidas para depósitos, aunque en este caso se trate de un sector de $\frac{3}{4}$ de cilindro.
- No se tienen en cuenta el efecto de los tabiques en zig-zag que existen entre dos chapas para aumentar la superficie de intercambio de calor. Estos tabiques unen ambas chapas en determinadas zonas, por lo que al obviarlos en este cálculo se está del lado de la seguridad.



1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En una primera aproximación se hará uso de la **teoría de membrana** aplicada a depósitos cilíndricos de pared delgada. Tras aplicar las ecuaciones de equilibrio a una sección longitudinal y a otra transversal a los dos cilindros, las tensiones mayores se obtienen en las fibras longitudinales y su expresión es:

$$p D_i L = 2 \sigma_L t_L \quad \rightarrow \quad \sigma_L = p D_i / 2 t$$

donde

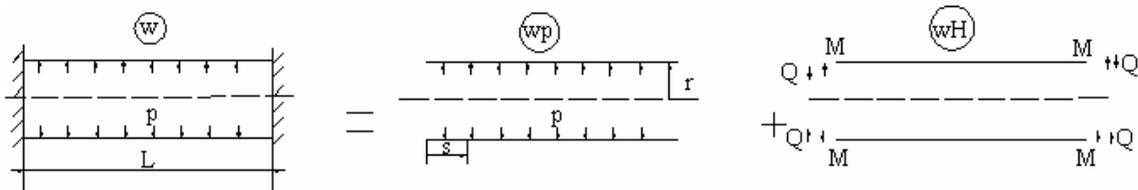
D_i = diámetro del cilindro interior

L = longitud del cilindro

p = presión interior en el depósito

t = espesor del cilindro

Los resultados de esta teoría no son válidos en las inmediaciones de los extremos del depósito. En esta zona es necesario abandonar la teoría de membrana y recurrir a un cálculo más preciso mediante la **teoría de flexión de láminas curvas**. En los extremos del cilindro aparecen en realidad efectos de flexión que originan un momento flector M y un esfuerzo cortante Q . Para láminas de revolución con carga simétrica, en el caso de cilindro con paredes empotradas, se resuelve el problema por superposición:



La solución particular del primer problema es:

$$w_p = p r^2 / t E$$

Y la homogénea:

$$w_H = (1/2B) * (r / \beta)^3 e^{-\beta s / r} [((-\beta / r) * M - Q) \cos \beta s / r + (\beta / r) * M * \sin \beta s / r]$$

donde se tienen las siguientes relaciones:

$$D = Et / (1 - \nu^2)$$

$$B = Et^3 / 12 * (1 - \nu^2)$$

$$\beta = [(1 - \nu^2) r^2 D / 4 B]^{1/4} = [3 (1 - \nu^2) r^2 / t^2]^{1/4}$$

siendo $w = w_p - w_H$, y las condiciones de contorno en los extremos $w = 0$ y $w' = 0$, se resuelve el problema de lámina cilíndrica sometida a presión obteniéndose primero la deflexión “w” y a partir de ella los esfuerzos y tensiones:

$$M = \pi p r^3 / \beta^2 \quad \rightarrow \quad \sigma = Mc / I_4$$

$$Q = 2 \pi p r^2 / \beta \quad \rightarrow \quad \tau = Q / A_4$$

2. DIMENSIONADO DE LA CHAPA EXTERIOR

- Tensión en una fibra longitudinal

$$\sigma_L = pD_i / 2t$$

donde

$p = 4 \text{ Kg/cm}^2$ (viene impuesta por la normativa de tuberías de agua a presión)

$D_i = 114,2 \text{ cm.}$ (diámetro interior del cilindro)

$T = 0,4 \text{ cm.}$ (espesor del cilindro)

Sustituyendo estos valores se obtiene, para el acero de la chapa exterior (F-1110):

$$\sigma_L = 571 \text{ Kg/cm}^2 \ll \sigma_{adm} = 1.400 \text{ Kg/cm}^2$$

luego no se producirá fallo en una fibra longitudinal.

- Tensiones en los extremos del cilindro

En primer lugar se obtiene el momento flector y el esfuerzo cortante a partir de los siguientes valores:

$$t = 0,4 \text{ cm.} \quad v = 0,30 \text{ (acero)} \quad r = 57,1 \text{ cm.} \quad p = 4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\beta = [3 (1 - v^2) r^2 / t^2]^{1/4} = 15,36$$

$$M = \pi p r^3 / \beta^2 = 9.920 \text{ Kg cm.} \quad Q = 2 \pi p r^2 / \beta = 5.335 \text{ Kg} = 52335 \text{ N}$$

Las tensiones que ocasionan estos esfuerzos son pues:

$$\sigma = Mc / I_4 \quad \tau = Q / A_4$$

donde:

$$M = 9.920 \text{ Kg cm.}$$

$$Q = 5.335 \text{ Kg}$$

$$c = r_{e,4} = 57,5 \text{ cm. (obtenido en el cálculo de las chapas a flexión, punto 3.2)}$$

$$I_4 = 1,233 \cdot 10^5 \text{ cm}^4 \text{ (obtenido en el cálculo de las chapas a flexión, punto 3.2)}$$

$$A_4 = 108 \text{ cm}^2 \text{ (obtenido en el cálculo de las chapas a flexión, punto 3.2)}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$\sigma = 4,63 \text{ Kg/ cm}^2$$

que debido al elevado momento de inercia de la chapa, resulta despreciable frente a la tensión admisible para el material: $\sigma_{adm} = 1.400 \text{ Kg/cm}^2$. La comprobación de cortadura también es satisfactoria

$$\tau = 49,4 \text{ Kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 0,577 \cdot \sigma_{adm} = 808 \text{ Kg/cm}^2$$

3. DIMENSIONADO DE LA CHAPA INTERIOR

En principio puede parecer que el problema se complica porque se trata de una lámina sometida a una presión interior (debida al peso de la pasta de aceituna) y otra exterior (debida a la presión del agua de calefacción). La solución entonces pasa por calcular la presión resultante sobre la lámina.

$$p = p_{ext} - p_{int}$$

pero si se calcula los valores de la presión interior se observa que es despreciable frente a la exterior. El valor máximo de la presión de la pasta de aceituna se da en el fondo de la batidora y vale:

$$p_{int} = \rho g h = 10.707 \text{ N/m}^2 = 0,109 \text{ Kg/cm}^2 \ll p_{ext}$$

obtenida con los valores

$$\rho = 1,07 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,02 \text{ m}$$

Por lo tanto el cálculo es análogo al realizado en el apartado anterior, pero al tratarse de una presión exterior las tensiones longitudinales serán de compresión ($\sigma > 0$):

- Tensión de compresión en una fibra longitudinal

$$\sigma_L = p D_i / 2 t$$

donde

$p = 4 \text{ Kg/cm}^2$ (viene impuesta por la normativa de tuberías de agua a presión)

$D_i = 105 \text{ cm.}$ (diámetro interior del cilindro)

$t = 0,3 \text{ cm.}$ (espesor del cilindro)

Sustituyendo estos valores se obtiene, para el acero de la chapa exterior (F-1110):

$$\sigma_L = 700 \text{ Kg/cm}^2 \ll \sigma_{adm} = 1.400 \text{ Kg/cm}^2$$

luego no se producirá fallo en una fibra longitudinal.

- Tensiones en los extremos del cilindro

En primer lugar se obtiene el momento flector y el esfuerzo cortante a partir de los siguientes valores:

$$t = 0,3 \text{ cm.} \quad v = 0,30 \text{ (acero)} \quad r = 52,5 \text{ cm.} \quad p = 4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\beta = [3 (1 - v^2) r^2 / t^2]^{1/4} = 17,0$$

$$M = \pi p r^3 / \beta^2 = 6.292 \text{ Kg cm.} \quad Q = 2 \pi p r^2 / \beta = 4075 \text{ Kg} = 39933 \text{ N}$$

Las tensiones que ocasionan estos esfuerzos son pues:

$$\sigma = Mc / I_4 \quad \tau = Q / A_4$$

donde:

$$M = 6292 \text{ Kg cm.}$$

$$Q = 4075 \text{ Kg}$$

$$c = r_{e,3} = 52,5 \text{ cm. (obtenido en el cálculo de las chapas a flexión, punto 3. 2)}$$

$$I_4 = 0,734 \cdot 10^5 \text{ cm}^4 \text{ (obtenido en el cálculo de las chapas a flexión, punto 3. 2)}$$

$$A_4 = 74,43 \text{ cm}^2 \text{ (obtenido en el cálculo de las chapas a flexión, punto 3. 2)}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$\sigma = 4,50 \text{ Kg/ cm}^2$$

que debido al elevado momento de inercia de la chapa, resulta despreciable frente a la tensión admisible para el material: $\sigma_{adm} = 1.400 \text{ Kg/cm}^2$. La comprobación de cortadura también es satisfactoria:

$$\tau = 49,4 \text{ Kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 0,577 \cdot \sigma_{adm} = 808 \text{ Kg/cm}^2$$

3. 5 CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE SALIDA DE LA PASTA DE ACEITUNA:

En esta sección se estimará, en la medida de lo posible, el valor de la temperatura de salida de la pasta de aceituna que abandona la termobatidora y se dirige al decánter horizontal. La pasta es calentada por el agua caliente proveniente de la caldera, mediante un intercambiador de calor en equicorriente, de modo que ambos fluidos (agua y pasta de aceituna) circulan en el mismo sentido en la termobatidora.

El intercambiador ha sido diseñado con una camisa concéntrica a la chapa interior del cuerpo de batido, de manera que puede considerarse como un intercambiador de doble tubo al que se le ha practicado una sección de noventa grados a todo lo largo de su eje de revolución. No es necesario aislar térmicamente el conjunto de la termobatidora, y es debido principalmente a dos razones:

- La elevación de temperatura que se requiere para la pasta no es muy grande.
- El calor que la temperatura desprende al ambiente se aprovecha como calefacción de la planta de extracción, lo que supone un ahorro de energía. (Hay que tener en cuenta que el aceite de oliva se elabora en invierno, cuando hace más frío y la temperatura es más baja).

Datos de partida:

$T_1 \leq 70^\circ\text{C}$	→ (temperatura del agua a la entrada, proveniente de la caldera)
$t_1 \approx 10^\circ\text{C}$	→ (temperatura de la pasta a la entrada, proveniente del molino)
$L = 3\text{m.}$	→ (longitud de cada cuerpo de batido)
$A = 6,87 \text{ m}^2$	→ (superficie de transferencia de cada cuerpo interior de batido)
$V_{\text{agua}} \approx 3.000$	→ (caudal aproximado de agua de calefacción)

$$m_{\text{pasta}} = 100 \text{ ton/día} \rightarrow (\text{caudal aproximado de pasta de aceituna})$$

$$U \approx 100 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C} \rightarrow (\text{coeficiente global de transferencia de calor del agua a la pasta})$$

El valor aproximado del coeficiente global de intercambio de calor entre el agua y la pasta de aceituna ($U = 100 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$) ha sido estimado por el Instituto de la Grasa (C.S.I.C.) a partir de ensayos en su Planta de Extracción Experimental de Sevilla. Este valor incluye las tres resistencias térmicas que aparecen en un intercambiador de doble tubo, es decir, la convectiva hacia el exterior, la de conducción a través de la chapa de acero, y la de convección hacia el interior:

$$UA = 1 / ((1 / h_i A_i) + (\ln (r_e / r_i) / 2\pi K L) + (1 / h_e A_e)) = 1 / \sum R$$

donde:

h_i, h_e → coeficientes convectivos de película hacia el interior/exterior de la chapa.

A_i, A_e → superficies de transferencia de la pared metálica, en este caso

$$A_i = A_e.$$

K → coeficiente conductividad térmica del acero inoxidable.

L → Longitud del intercambiador.

De estas tres resistencias, puede ser despreciada la segunda por el valor elevado de la conductividad térmica del acero. Sin embargo, es difícil evaluar las otras dos para la configuración de la máquina en cuestión, por lo que se ha recurrido a emplear el valor experimental. Por último, se ha despreciado el efecto de la radiación térmica para simplificar este cálculo, entendiéndose que sólo se pretende conocer si el intercambiador diseñado es suficiente para calentar la pasta hasta la temperatura óptima de salida (30°C).

Balance de energía

En este caso la expresión es sencilla, puesto que el calor que cede el agua de caldeo, sirve para calentar la pasta de aceituna por un lado, y el ambiente exterior por otro (no existe aislamiento):

$$Q_{\text{agua}} = Q_{\text{pasta}} - Q_{\text{ext}}$$

donde se tienen las siguientes relaciones:

$$Q_{\text{agua}} = (mCp)_{\text{agua}} (T_1 - T_2)$$

$$Q_{\text{pasta}} = (mCp)_{\text{pasta}} (t_2 - t_1) = (UA)_{\text{pasta}} \text{DTML}_{\text{pasta}}$$

$$Q_{\text{ext}} = (UA)_{\text{ext}} \text{DTLM}_{\text{ext}}$$

La expresión de la Diferencia de Temperatura Logarítmica Media (DTLM) para el flujo de calor en equicorriente desde el agua hacia la pasta viene dada por:

$$\text{DTML}_{\text{pasta}} = ((T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)) / \ln ((T_1 - t_1) / (T_2 - t_2))$$

Por otro lado, la Diferencia de Temperatura Logarítmica Media para el flujo de calor hacia el exterior es:

$$\text{DTML}_{\text{ext}} = ((T_1 - t_{\text{ext}}) - (T_2 - t_{\text{ext}})) / \ln ((T_1 - t_{\text{ext}}) / (T_2 - t_{\text{ext}}))$$

$$\text{DTML}_{\text{ext}} = (T_1 - T_2) / \ln ((T_1 - t_{\text{ext}}) / (T_2 - t_{\text{ext}}))$$

El problema está planteado, y las incógnitas son las temperaturas de salida del agua y de la pasta (T_2 , t_2), pero su resolución matemática es tediosa debido a que no es posible despejar las variables, lo que obliga a realizar un cálculo iterativo.

Afortunadamente existe una alternativa mucho más rápida para evitar las iteraciones, y es el empleo del **Método de efectividad-NUT**. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Relación de capacidades térmicas:

$$C_R = C_{\min} / C_{\max}$$

$$C = m C_p$$

Es necesario obtener el valor de la capacidad calorífica de la pasta de aceituna, para lo cual se tiene en cuenta que su composición es aproximadamente:

- 45% de agua $C_p = 1,0 \text{ Kcal/ Kg } ^\circ\text{C}$
- 25% de aceite $C_p = 0,4 \text{ Kcal/ Kg } ^\circ\text{C}$
- 30% de sólido $C_p = 0,20 \text{ Kcal/ Kg } ^\circ\text{C}$ (compuesto de hollejo, pulpa y hueso. Se ha estimado un valor aproximado similar al de la madera o celulosa).

La media ponderada de estos tres componentes resulta:

$$C_{p, \text{ pasta}} = 0,45 (1) + 0,25 (0,40) + 0,30 (0,20) = 0,61 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

Las capacidades térmicas del agua y la pasta son entonces:

$$(mC_p)_{\text{agua}} = 3.000 \text{ Kg/h } (1 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}) = 3.000 \text{ Kcal/h } ^\circ\text{C} = 3.483,33 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$(mC_p)_{\text{pasta}} = 4.100 \text{ Kg/h } (0,61 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}) = 2.501 \text{ Kcal/h } ^\circ\text{C} = 2.903,93 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Se observa como el fluido mínimo es en este caso la pasta de aceituna, de modo que:

$$C_{\min} = (mC_p)_{\text{pasta}} = 2.903,93 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$C_{\max} = (mC_p)_{\text{agua}} = 3.483,33 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$C_R = C_{\min} / C_{\max} = \mathbf{0,833}$$

- Número de Unidades de Transferencia (NTU):

$$NTU = UA / (mCp)_{\min}$$

$$NTU = (100 \text{ Kcal/hm}^2\text{°C} * 4.180 \text{ J/Kcal} * 1\text{h} / 3.600\text{s}) * 6,87\text{m}^2 / 2.903,93 \text{ W/°C}$$

$$NTU = 0,27$$

- Efectividad $\varepsilon = f(C_R, NUT, \text{configuración})$:

Es función de los parámetros anteriores y de la configuración del intercambiador de calor. Para el caso de un intercambiador en equicorriente, la expresión de la efectividad es la siguiente:

$$\varepsilon = 1 - \exp[-NUT (1 + C_R)] / (1 + C_R) = 0,213$$

Puede parecer una efectividad baja, y en realidad lo es. De todos modos no es necesario un valor mayor, como se verá a continuación.

Finalmente, acudiendo a la definición de efectividad, se obtiene la temperatura de salida de la pasta de aceituna:

$$\varepsilon = Q_{\text{real}} / Q_{\text{max}} = \text{incremento de temperatura en fluido de } C_{\min} / \text{máximo salto de temperatura en intercambiador}$$

Como el fluido de C_{\min} es la pasta de aceituna, se tiene:

$$\varepsilon = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1) \quad \rightarrow \quad t_2 = t_1 + \varepsilon (T_1 - t_1)$$

TEMPERATURA DE SALIDA DEL PRIMER CUERPO

Sustituyendo en la expresión anterior los datos de partida se obtiene la temperatura de la pasta de aceituna a la salida del primer cuerpo de batido (cuerpo superior):

$$\begin{aligned}t_1 &= 10^\circ\text{C} \\T_1 &= 70^\circ\text{C} \quad \rightarrow \quad t_2 = t_1 + \varepsilon (T_1 - t_1) = \mathbf{22,78^\circ\text{C}} \\ \varepsilon &= 0,213\end{aligned}$$

TEMPERATURA DE SALIDA DEL CUERPO INTERMEDIO

Si se desprecian las pérdidas de calor en el conducto de conexión entre los dos primeros cuerpos, la temperatura de entrada de la pasta vale ahora:

$$t'_1 = t_2 = 22,78^\circ\text{C}$$

y el valor de la temperatura a la salida es ahora:

$$t'_2 = t'_1 + \varepsilon (T_1 - t'_1) = \mathbf{32,83^\circ\text{C}}$$

TEMPERATURA DE SALIDA DEL ÚLTIMO CUERPO DE BATIDO

Finalmente, la temperatura de entrada de la pasta al último cuerpo o cuerpo inferior de batido es:

$$t''_1 = t'_2 = 32,83^\circ\text{C}$$

y el valor de la temperatura de la pasta a la salida de la termobatidora es:

$$t''_2 = t''_1 + \varepsilon (T_1 - t''_1) = 40,74 \text{ }^\circ\text{C} = t_{\text{pasta}}$$

Se comprueba de esta forma que el intercambiador es suficiente para los requisitos establecidos, puesto que la pasta no debe salir a más de 30 °C. Para satisfacer esta última condición, se dispone de un dispositivo de control que comprueba la temperatura de salida de la pasta (t''_2) y regula la temperatura de entrada del agua (T_1) mediante sondas PT – 100.

4. ENSAYOS DE INFLUENCIA DE LAS VARIABLES EN EL PROCESO DE BATIDO:

En este apartado se muestra un resumen de los experimentos llevados a cabo por el Centro de Investigación y Formación Agraria de Mengíbar (Venta del Llano). Se trata de ensayos realizados durante la campaña 93/94 relacionados con la influencia de las variables del proceso de batido en la extractabilidad y la calidad del aceite obtenido, cuando se trabaja en un sistema continuo de dos fases.

Con el batido, se pretende formar una fase continua, es decir, se busca la agrupación de las gotas de aceite extraídas en la molienda de la pasta. Esto se consigue debido al efecto mecánico y a la alteración de las membranas de las gotas de aceite. En el cuadro siguiente se indica la distribución porcentual del tamaño de las gotas de aceite, antes y después del batido.

Cuadro N° 1.
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TAMAÑO DE LAS GOTAS DE ACEITE
DESPUÉS DE LA MOLIENDA Y EL BATIDO

Fases de elaboración	DIÁMETRO DE LAS GOTAS DE ACEITE (MICRAS)					
	< 15	15 – 30	30 – 45	45 - 75	75 - 150	> 150
Después de molienda %	6	49	21	14	4	6
Después de batido %	2	18	18	18	19	25

Cuando la molienda se hace con molinos metálicos de martillos, en los que no se verifica un dislacerado de la pasta, es más necesario un batido correcto para conseguir un agotamiento razonable de los subproductos. Algunas variables a considerar se refieren a los siguientes parámetros:

- Tiempo de batido
- Temperatura de batido
- Adición de coadyuvantes tecnológicos

1. Tiempo de batido:

La duración del mismo, debe ser suficiente para lograr una agrupación de las fases y obtener, de manera uniforme, la temperatura deseada en la masa.

Se han ensayado tres tiempos de batido: 50 min., 75 min. y 105 min. en dos épocas (20 diciembre y 7 de febrero). En cada una de las épocas, y en la media, el rendimiento graso del orujo disminuye cuando el tiempo de batido aumenta de 50 a 75 min., sin que exista diferencia significativa entre 75 y 105 min.

Desde el punto de vista de las características del aceite obtenido, los parámetros que se han visto influidos por los siguientes tratamientos en el ensayo efectuado el 20-XII-93 se reflejan en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2
EFEECTO DE LA DURACIÓN DEL TIEMPO DE BATIDO EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE

PARÁMETRO	TIEMPO		
	50 min.	75 min.	105 min.
K 270	0,13	0,13	0,14
Polifenoles (ppm ac. Caféico)	309	244	213
K 225	0,26	0,22	0,20
Estabilidad (h. a 120 °C)	21,3	18,5	16,6
Color (intensidad)	6	7,3	8

El contenido en polifenoles y los parámetros con él relacionados (K225 – amargor y estabilidad al enranciamiento), disminuyen de manera significativa cuando se prolonga el tiempo de batido, siendo esto otra ventaja. Así mismo, al alargarse el tiempo de batido, debido a una mayor disolución en el aceite de pigmentos (clorofilas y carotenos), aumenta la intensidad del color (dentro del mismo tono), lo que puede influir en el nivel del K270 que también se elevó ligeramente.

El tiempo de batido no ha influido en otros parámetros, como grado de acidez, índice de peróxidos y K232.

Los parámetros K270 y K232 son unos índices del estado oxidativo del aceite de oliva, y por tanto influyen en el sabor “a rancio” del mismo. El parámetro K232 es un índice relacionado con el amargor del aceite de oliva, y por tanto determina también la calidad final del producto.

2. *Temperatura de batido:*

En el proceso de batido, es necesario calentar la masa para disminuir la viscosidad del aceite y así, facilitar de la fase oleosa y su extracción.

En dos épocas bastante tardías (10 y 24 de febrero, lo que puede restar generalidad a los resultados) se han ensayado dos temperaturas de la masa al final del proceso de batido: 30 y 40 °C. En la segunda época, y en la media, el rendimiento bajó significativamente cuando la temperatura de la masa pasó de 30 a 40 °C, análogamente a como sucedía en otros sistemas de extracción.

Los parámetros de calidad que se han visto afectados, debido a los distintos tratamientos se reflejan en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 3
EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE BATIDO EN LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE

PARÁMETRO	Ensayo 10-02-94		Ensayo 24-02-94	
	30°C	40°C	30°C	40°C
Polifenoles (ppm ac. Caféico)	601	648	529	588
K225	0,35	0,39	0,24	0,30
Estabilidad (h. a 120°C)	22,0	25,7	17,6	19,6

Solo los polifenoles, K225 y estabilidad aumentaron al elevarse la temperatura de la masa de batido, análogamente a lo ocurrido en otros sistemas de extracción. Los índices relacionados con el estado oxidativo del aceite (Índice de peróxidos, K270 y K232) no fueron afectados en estos ensayos. Hay que hacer notar que no se han analizado otros parámetros como ceras o alcoholes grasos superiores, que en otros sistemas de elaboración aumentaban al elevarse la temperatura del batido.

Es de resaltar el aumento importante que experimenta el K225 y por consiguiente el amargor del aceite. Por otro lado, es conocido que cuando se eleva la temperatura, hay una pérdida de aromas y por consiguiente disminuye la intensidad del sabor frutado de aceituna. Incluso, en algunos casos, aparecen sabores a “recalentado”.

3. Uso de coadyuvantes tecnológicos:

Los dos coadyuvantes normalmente utilizados son el M.T.N. (microtalco natural) y los enzimas, cuyo uso esta autorizado por la legislación nacional, siempre que se trate de determinadas formulaciones que alteren las características fisicoquímicas ni organolépticas del aceite. En general, su uso está recomendado cuando se presentan las llamadas “pastas difíciles”.

En un sistema de dos fases, a estos dos coadyuvantes clásicos, se debe añadir un tercer coadyuvante: el agua. Si en el decánter la fase de alpechín es muy estrecha, se corre el peligro de que parte de la fracción de aceite pueda ser arrastrada con el orujo. Este problema ocurrirá, preferentemente, con aceitunas de baja humedad, que no suelen presentar las características típicas de las pastas difíciles.

Por tanto, en este apartado, se tratarán estos tres tipos de coadyuvantes.

Talco

El uso del talco (silicato magnésico hidratado), permite mejorar la estructura de las pastas difíciles, y por tanto, aumentar el rendimiento en la extracción. Se usa a dosis de 1 a 3%, según la dificultad de la masa a tratar. El signo más visible de su uso es la clarificación del aceite a la salida del decánter y un descenso del nivel de sólidos y de grasa en el alpechín (tres fases). Su sobredosificación puede provocar un incremento del contenido graso de los orujos.

En los ensayos realizados en el C.I.F.A. de Mengíbar (Venta del Llano) en cuatro fechas (16 diciembre, 21 diciembre, 28 diciembre y 12 enero), el producto se ha añadido al principio del segundo cuerpo de la batidora (de 3 cuerpos, como la de este Proyecto) mediante dosificador automático.

Como resumen pueden hacerse las siguientes observaciones:

- En todos los casos, la aportación del talco a dosis del 1% disminuyó significativamente el rendimiento graso del orujo. En la media de los cuatro ensayos el rendimiento graso/seco bajó 3,02 puntos.
- La dosis del 2% (ensayos del 16/12 y 21/12) no proporcionó reducción del contenido graso del orujo sobre la del 1%. En caso de pastas de gran dificultad de elaboración, puede ser necesario dosis del 2% o superiores.
- Como es lógico, las disminuciones más importantes del rendimiento graso se produjeron en los casos de mayor dificultad de la pasta, esto es, en los ensayos del 21/12 y 28/12.
- En el ensayo del 12/1, la aceituna había estado atrojada una semana y podía considerarse como “fácil”. En este caso, también se disminuyó en 1,16 puntos del Rg. Graso/seco.
- Los aceites, a la salida del decánter, se aprecian más limpios.
- En todos los casos, la humedad de la aceituna fue de 43 – 45%.

Desde el punto de vista de características de aceite obtenidos, se han realizado las determinaciones correspondientes de Índice de acidez, Índice de Peróxidos, K270, K232, contenido en polifenoles, K225, estabilidad y caracteres organolépticos, en los ensayos de las fechas 16/12 y 21/12. Aunque no hay diferencias significativas, se observa una tendencia a subir el contenido de polifenoles, amargor, sabor picante y a disminuir el sabor dulce cuando se aumenta la dosis de talco al 2%.

Enzimas

Los preparados enzimáticos actúan sobre las membranas celulares y lipoproteicas, facilitando la extracción del aceite. Al contrario que el talco, fluidifican ligeramente la pasta de aceituna en la termobatidora. Se utilizan las dosis de 100 a 200 gramos de enzima por tonelada métrica de aceituna.

En el ensayo realizado en el C.I.F.A. de Mengíbar (Jaén) el 18 de enero de 1994 se han utilizado “Olivex” (preparado enzimático obtenido a partir del hongo *Aspergillus aculeatus*), con actividad pectolítica fundamentalmente y también celulolítica y hemicelulolítica. Se ha usado la dosis de 0,02% de producto comercial y,

previamente disuelto en agua al 10%, se ha añadido al principio del batido mediante bomba dosificadora. El Rg. Graso/seco del orujo disminuyó en 2,55 puntos respecto al testigo (la pasta de aceituna tenía poco grado de dificultad).

Agua

En el sistema de dos fases, la adición de pequeñas cantidades de agua puede ser un coadyuvante eficaz para facilitar la extracción de aceite de oliva, especialmente cuando la humedad de la aceituna es baja.

Una primera cuestión en el lugar de la adición del agua. Tradicionalmente, tanto el sistema de prensas como en el contenido de tres fases, cuando la masa de la aceituna está muy “seca”, se añade una cierta cantidad de agua en el molino, con el fin de permitir un mejor funcionamiento de los remontadotes de masa, o al inicio del batido, para que la pasta se haga algo más fluida. Parte del agua es absorbida por las partes hidrófilas de la aceituna y aparece aceite sobrenadante.

Otra posibilidad es añadir esta agua en la inyección al decánter, con el fin de ampliar el espesor de la fase de alpechín, dificultando así las fugas de aceite en el orujo.

En las campañas 92/93 y 93/94 se han realizado una serie de ensayos para atender a esta cuestión, siempre con aceituna cuyo nivel de humedad era inferior al 38%. El planteamiento general de los ensayos fue añadir diversos porcentajes de agua (sobre el peso del fruto) en dos puntos del proceso: a) al inicio del batido y b) en la inyección al decánter (tal y como se hace en el sistema de tres fases). Los resultados obtenidos en las dos campañas fueron análogos. Como resumen puede indicarse:

- La inyección de agua al decánter es significativamente más eficaz que a la batidora.
- Cuando el agua se adiciona a la batidora, se necesita una cantidad sustancialmente más elevada para conseguir rebajar el contenido graso del orujo, sin alcanzar, en ningún caso, lo conseguido cuando se inyecta directamente al decánter.

- En general, no es aconsejable sobrepasar el 10% de agua en la inyección incluso con aceituna de tan baja humedad como la de los ensayos (35,5 – 36%): a parte del aumento de la humedad del orujo, pueden aparecer problemas de fracciones de orujo que salen en el aceite del decánter, como ocurrió cuando se adicionó el 27% de agua.

Uso conjunto de varios coadyuvantes

Hasta ahora se ha visto que todos los coadyuvantes, en mayor o menor medida, pero en todos los casos, han sido eficaces para reducir el contenido graso de los orujos y por tanto para mejorar el rendimiento industrial. Cabe preguntarse si, en un sistema de extracción en dos fases, sus efectos serán acumulables (sinergismo) tal y como ocurre, en ocasiones, en el de tres fases. Para comprobarlo se han planteado dos tipos de ensayos:

En los de primer tipo, se ha estudiado el uso de talco y agua, en dos épocas (28 diciembre y 14 enero) en aceituna de la variedad Picual con humedad de 43 – 45%.

En el primero de los ensayos (28-XII), en que la pasta era “difícil”, hubo un claro sinergismo cuando se utilizan conjuntamente talco y agua. En el segundo (14-I), con aceituna atrojada durante 8 días, también hay un cierto efecto, estadísticamente significativo, de cada uno de ellos por separado pero no hay efecto acumulado (hay que tener en cuenta que los resultados del Rg. Graso/seco del testigo son muy bajos).

En el segundo tipo de ensayos, se ha estudiado el uso conjunto de los tres coadyuvantes (agua, talco y enzimas) en dos épocas (20 enero y 27 enero). La dosis y forma de aplicación son las indicadas en los apartados precedentes.

Las conclusiones más relevantes de estos ensayos indican:

- Todos los coadyuvantes permitieron disminuir el contenido graso de los orujos de forma significativa, aunque su eficacia es distinta, según el tipo de aceituna. En el primer ensayo, del 20 de enero, con frutos de una humedad del 44%, el tratamiento más eficaz fue el de

enzimas, solas o acompañadas de coadyuvantes. En el segundo ensayo (27 de enero), con frutos de una humedad del 40%, fue agua, bien sola o acompañada de otros coadyuvantes, el tratamiento de mayor eficacia.

- En todos los casos, el tratamiento doble Enzimas – Talco, o el triple (Agua – Talco – Enzimas) son de máxima eficacia.

En el ensayo correspondiente al 20 de enero, se ha estudiado el efecto de los distintos coadyuvantes en la Demanda Química del Oxígeno (D.Q.O.) del agua de lavado de los aceites correspondientes a los distintos tratamientos.

La observación de estos datos refleja:

- La inyección de agua no modifica la D.Q.O.
- La adición de talco, solo o acompañado de cualquier otro coadyuvante, reduce aproximadamente a la mitad la D.Q.O. frente al testigo.
- La adición de enzimas, si no van acompañados de talco, eleva la D.Q.O. en un 50% sobre el testigo.

A modo de resumen del uso de coadyuvantes:

A la vista de los resultados comentados previamente, el uso de coadyuvantes es interesante para aumentar el grado de extractabilidad de la aceituna. El tipo de coadyuvante a elegir será función del grado de humedad del fruto y de la mayor o menor dificultad de la pasta a procesar. En principio y con frutos de más de 45 – 47% de humedad y cierto grado de dificultad de la pasta, parece que el tratamiento más aconsejable sería el de talco y/o enzimas. Con frutos de humedad inferior al 40% el tratamiento más eficaz sería el de agua. Si la aceituna tiene un nivel de humedad y dificultad intermedio, el uso conjunto de talco y agua puede ser más interesante. En cualquier caso, el contenido graso del orujo, expresado sobre materia seca, será el parámetro para decidir el uso de uno u otro coadyuvante.

El tipo de coadyuvante utilizado condiciona la D.Q.O. del agua de lavado. El talco la reduce mientras el uso de enzimas las eleva.

Las características de los aceites obtenidos con diversos tipos de coadyuvantes no difieren significativamente de los obtenidos sin su uso.

Estas conclusiones, obtenidas a nivel experimental, parecen confirmarse a nivel industrial de Almazara. Se ha estudiado el Rg. Graso/seco y la humedad de los orujos a lo largo de la campaña 93/94 (desde el 6 de enero al 16 de febrero) en dos grupos de Almazaras:

- En uno (denominado T), constituido por siete Almazaras, utilizaron sistemáticamente talco, sin adición de agua. Es importante indicar que la humedad del orujo, en este grupo, es función de la humedad de la aceituna.
- En otro (denominado A), constituido así mismo por siete Almazaras, utilizaron sistemáticamente agua, sin adición de talco. La humedad del orujo es función de la humedad de la aceituna y de la cantidad de agua añadida en cada caso.

El análisis de este estudio indica:

- El Rg. Medio de los grupos de Almazara fueron semejantes (6,61% en el grupo T y 6,69% en el grupo A). La humedad de los orujos del grupo A fue de 56,24 lógicamente mayor, que la del grupo T (53,53).

Sin embargo, la evolución temporal fue distinta. Podemos distinguir tres períodos:

- Del 6 al 14 de enero. El Rg. de los orujos de las Almazaras que usaron talco fue de 5,47%, notablemente inferior al de las que utilizaron agua (6,61%). Las humedades de los orujos fueron: 54,41% y 55,9% (la humedad de la aceituna era relativamente alta).

- Del 18 al 26 de enero. El Rg. Graso/seco de los orujos se equilibró en los dos grupos. Las humedades de los orujos fueron: 53,98% y 56,26% respectivamente.
- Del 30 de enero al 16 de febrero. El R. Graso/seco de los orujos de las Almazaras que utilizaron agua 6,98%. Las humedades respectivas de los orujos también fueron sensiblemente diferentes (52,75 y 56,41%).

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE PENSADO AL SISTEMA
DE DOS FASES**

**PROTECCIÓN
CONTRA INCENDIO**

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ÍNDICE

1. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	2
1. 1 CONDICIONES DE TIPO GENERAL	
1. 1. 1 INTRODUCCIÓN	
1. 1. 2 OBJETO	
1. 1. 3 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES	
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	4
2. 1 INTRODUCCIÓN	
2. 2 CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA	
2. 2. 1 ZONA DE RECEPCIÓN Y LIMPIEZA	
2. 2. 2 FABRICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA	
2. 2. 3 ALMACENAMIENTO DE ACEITE	
2. 3 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
2. 4 EVACUACIÓN	
2. 4. 1 CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN	
2. 4. 2 ELEMENTOS DE EVACUACIÓN	
2. 4. 3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS:

1.1 CONDICIONES DE TIPO GENERAL:

1.1.1 INTRODUCCIÓN:

Se redacta en el presente anexo la “INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS” para la Almazara que se proyecta.

La finalidad del proyecto es la de dotar al edificio, con las instalaciones de protección contra incendios necesarias para garantizar la extinción del fuego en caso de incendio.

1.1.2 OBJETO:

El objeto del presente anexo es el de poner ante los Organismos Competentes que la instalación contra incendios del edificio destinado a:

ALMAZARA DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

Reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de proceder a la ejecución de la instalación contra incendios.

1.1.3 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES:

En el presente anexo se lleva a cabo el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 2.267/2.004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios R.D. 1.942/1.993 de 5 de noviembre (B.O.E. de 14 de Diciembre de 1.993).
- NBE CPI-96 sobre “Condiciones de protección contra incendios en los edificios”.
- Normas UNE siguientes: EN -671-2:1995, 23.091, 23.400, 23.410-1, 23.500, 23.590, 23.595-1, 23.595-2, 23.595-3, 23.405-90, 23.406-90, 23.407-90, 23.006-2, 23.032, 23.033, 23.034, 23.035, 23.093, 23.102, 23.721, 23.723, 23.724, 23.725, 23.726, 23.727, 23.728, 23.729, 23.730, 23.735, EN 26.184, 23.110, 23.501, 23.502, 23.503, 23.504, 23.505, 23.506, 23.507, 23.521, 23.522, 23.523, 23.524, 23.525, 23.526, 23.541, 23.542, 23.543, 23.544.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:

2.1 INTRODUCCIÓN:

El Real Decreto 2267/2004 de 3 diciembre, por el que se aprueba el “Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, es de aplicación a las nuevas industrias que se construyan o implanten, y a las ya existentes que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, se amplíen o reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma.

Como establecimientos industriales se entienden los siguientes:

- Las industrias, tal y como se definen en el artículo 3, punto 1, de la Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria.
- Los almacenes industriales.
- Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al transporte de personas y/o mercancías.
- Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los puntos anteriores.

Se aplicará además a los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total, ponderada y corregida, sea igual o superior a 3.000.000 MJ.

Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este Reglamento, las actividades en establecimientos o instalaciones nucleares, radiactivas, las de extracción de minerales, y las instalaciones industriales dependientes del Ministerio de Defensa.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA:

Para la caracterización de la industria en relación de su seguridad contra incendios se utilizan dos parámetros:

- Su configuración y ubicación con relación a su entorno. Se distinguen entre cinco configuraciones constructivas en este sentido. En nuestro

caso nos encontramos en el Tipo E: “El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede tener hasta el 50 por 100 de la superficie ocupada”.

- Su nivel de riesgo intrínseco. Que se calculará en función de la actividad que se realice, evaluada mediante la Densidad de carga al fuego, ponderada y corregida, mediante la fórmula:

$$Q_s = \sum Q_{si} A_i / A \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Donde:

- Q_{si} : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores de incendio en MJ/m² o Mcal/m².
- Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial en MJ/m² o Mcal/m².
- A_i : superficie ocupada por cada uno de los sectores de incendio en m².
- A : superficie ocupada por el edificio industrial en m².

En el caso que nos ocupa, las actividades previstas son:

- Recepción y limpieza del fruto.
- Extracción del aceite y lavado del mismo.
- Almacenamiento en bodega, en depósitos de acero inoxidable completamente estancos.

Se considerará un "área de incendio" abierta, definida solamente por su perímetro que es de 1.000 m².

Pasamos a analizar cada una de las actividades que se desarrollan dentro de cada uno de los sectores:

2. 2. 1 ZONA DE RECEPCIÓN Y LIMPIEZA:

No tendremos en cuenta esta zona porque se encuentra en el exterior del edificio.

2. 2. 2 FABRICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA:

En este caso se analizará el molino como parte de un sector de incendio conjunto formado por todo el núcleo constructivo. En este caso tendremos, $q_s = 1.000$ MJ/m², un $R_a = 2$, un $C = 1,3$, un $S = 266.4$ m² y un A de 1.000 m².

Con esto obtenemos un valor de:

$$Q_s = q_s * C * S * R_a / A = 692,64 \text{ MJ/m}^2$$

Donde:

- Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores de incendio en MJ/m².
- q_s : densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realicen en el sector de incendio en MJ/m².
- S : superficie ocupada por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio.
- C : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad, por la combustibilidad, de cada uno de los combustibles (i) que existe en el sector de incendios.
- R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad, por la activación, inherente a la actividad industrial que se desarrolle en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación,

almacenamiento...Cuando existan varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación en inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe, al menos el 10% de la superficie del sector.

- A: superficie ocupada por el edificio industrial en m².

2. 2. 3 ALMACENAMIENTO DE ACEITE:

En este caso se estudiará la zona destinada a bodega dentro del sector de incendios anterior, con $q_v = 18.900 \text{ MJ/m}^3$, $R_a = 2$, $C = 1,3$, $h = 6\text{m}$, $s = 500 \text{ m}^2$ y $A = 1.000 \text{ m}^2$.

Con esto obtenemos un valor de:

$$Q_s = q_v * C * h * s * R_a / A = 147.420 \text{ MJ/m}^2$$

Donde:

- Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores de incendios en MJ/m².
- q_v : poder calorífico en MJ/Kg de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendios.
- C: Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad, por la combustibilidad, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendios.
- h: altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles (i) en m.
- s: superficie ocupada por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) en el sector de incendios.
- R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad, por la activación, inherente a la actividad industrial que se desarrolle en el sector de incendios, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento...Cuando existan varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación en inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe, al menos el 10% de la superficie del sector.

- A: superficie ocupada por el edificio industrial en m².

Si hacemos el cálculo del edificio completo, no teniendo en cuenta el patio de la Almazara, obtenemos un valor de:

$$Q_s = 148.112,64 \text{ MJ/m}^2$$

Lo que corresponde a un nivel intrínseco de riesgo alto, ya que se cumple que $13.600 < Q_s \text{ MJ/m}^2$.

2.3 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS:

La superficie construida es de 1000 m² aproximadamente. En la tabla 2.1 del citado Real Decreto no figuran límites para una configuración industrial del tipo E que es la que se proyecta.

La exigencia de comportamiento al fuego de los productos de construcción viene definida en el apartado 3 del apéndice 2 del presente Real Decreto, debiendo ser éstos de clase M2 o más favorable para suelos, paredes y techos. Los materiales del local deben cumplir con esta exigencia.

La estabilidad ante el fuego (EF) exigible a los elementos constructivos portantes se define en la tabla 2.2 del apéndice 2 del R.D. 786/2001. Para este tipo de local no existe requerimiento alguno.

Los elementos portantes del local están formados a base de pilares de hormigón y vigas de acero para la cubierta.

No existen establecimientos colindantes. Entonces no se exige nivel alguno para la resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante.

Aún así los elementos constructivos delimitadores son muros de fábrica de ladrillo hueco y cerámico de 12 cm. de espesor y enfoscados por ambas caras con RF = 120, salvo en la zona A que no existen elementos delimitadores.

2.4 EVACUACIÓN:

2.4.1 CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN:

Pasamos ahora analizar las características que ha de cumplir la industria en el aspecto de la evacuación en el caso de incendio. Lo primero que tenemos que calcular es la ocupación, para ello utilizaremos la fórmula:

$$P = 1,10 * p, \text{ para } p < 100$$

Donde P es la ocupación y p el número de trabajadores que se encuentran dentro de las instalaciones en condiciones normales. En nuestro caso **P = 14**.

2.4.2 ELEMENTOS DE EVACUACIÓN:

En este apartado se hace un estudio de los recorridos de evacuación hasta las salidas del edificio, teniendo en cuenta que éstos se considerarán igual a su longitud real media sobre el eje en cada pasillo, escaleras y rampas. Los recorridos en los que existan elementos que puedan dificultar el paso no pueden considerarse a efectos de evacuación.

Hemos de tener en cuenta que por origen de evacuación se entiende todo punto ocupable de la instalación.

Para el diseño de los elementos de evacuación se ha seguido las especificaciones que marca la N.B.E. C.P.I.

Número y disposición de salida:

Todo recinto puede disponer de una única salida cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Su ocupación sea menor de 100 personas.
- No existan recorridos para más de 50 personas que preciso salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación mayor de 2m.

- Ningún recorrido de evacuación hasta la salida tiene una longitud mayor de 25 m. en general, o mayor de 50 m. cuando la ocupación sea menor de 25 personas y la salida comunique directamente con un espacio exterior seguro.

En nuestro caso la ocupación es menor de 25 personas pero de todas formas se han previsto más de una salida para adaptarse a los distintos procesos que tienen lugar en la fábrica.

En cualquier caso no hay ningún recorrido de evacuación mayor de 50 m.

Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras:

La anchura en metros de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a $P/200$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación, por lo tanto, para cada sector o área en proyecto, estos elementos serán como mínimo de 0,05 m. de anchura, utilizaremos pues los mínimos que marque la ley:

- La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,80 m.
- La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m. y en puertas de dos hojas, igual o mayor de 0,60 m.
- La anchura libre de las escaleras y pasillos previstos como recorridos de evacuación será igual o mayor de 1,00 m.

Puede considerarse que los pasamanos no reducen la anchura libre de los pasillos o de las escaleras.

Características de los pasillos y de las escaleras:

- Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.
- Las puertas previstas para la evacuación abrirán en el sentido de la evacuación.

- En ningún punto de los pasillos previstos para la evacuación de más de 50 personas que no sean ocupantes habituales del edificio podrán disponerse menos de tres escalones.
- Los pasillos que sean recorridos de evacuación carecerán de obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes, tales como soportes, cercos, bajantes o elementos fijos de equipamiento, siempre que, salvo en el caso de extintores, se respete la anchura mínima establecida en esta norma básica y que no se reduzca más de 10 cm. la anchura calculada.

Características de las escaleras:

- Cada tramo tendrá tres peldaños como mínimo y no podrá salvar una altura mayor de 2,80 m. cuando esté previsto para la evacuación de más de 250 personas, o mayor de 3,20 m. en los demás casos.
- En escaleras con trazado recto, la dimensión de las mesetas intermedias medida en el sentido de la evacuación no será menor que la mitad de la anchura del tramo de la escalera, ni que 1 m.
- La relación c/h será constante a lo largo de toda la escalera y cumplirá la relación $60 = 2c + h$, donde:

c es la dimensión de la contrahuella, que estará comprendida entre 13 y 18,5 cm.

h es la dimensión de la huella, que será como mínimo de 28 cm. En el caso de escaleras curvas la huella se medirá a 50 cm. del borde interior y no podrá ser mayor de 42 cm. en el borde exterior. En dichas escaleras no podrá computarse como anchura útil la zona en la que la huella sea menor que 17 cm.

- En escaleras para evacuación ascendente, los peldaños tendrán tabica y carecerán de bocel.
- Se dispondrá pasamanos al menos en un lado de la escalera y en ambos cuando su anchura libre sea igual o mayor de 1,20 m. o se trate de una escalera curva. Además deben disponerse pasamanos intermedios cuando la anchura libre sea mayor que 2,40 m.

- Si el pavimento tiene perforaciones, las dimensiones de éstas no permitirán el paso vertical de una esfera de 8 mm. de diámetro.

2. 4. 3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN:

Contará con una instalación de alumbrado de emergencia, por contar con una ocupación, P, mayor de 10 personas y con riesgo intrínseco alto.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 de este reglamento) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial, así como en los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

La señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, se procederá cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE PRENSADO AL SISTEMA
DE DOS FASES**

**ESTUDIO
DE
SEGURIDAD**

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN ALMAZARAS.....	2
2. RELACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN UNA MÁQUINA.....	10
3. LA PREVENCIÓN INTRÍNSECA.....	11
4. SELECCIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	12
5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE LAS MÁQUINAS.....	13

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN ALMAZARAS:

El sector agroalimentario español está sufriendo una transformación intensa en los últimos años, con consecuencias importantes, como la introducción de nuevas tecnologías en los procesos de fabricación.

En el caso particular del sector de las Almazaras, uno de los más importantes dentro de la agroindustria española, se están llevando a cabo modificaciones en los sistemas de obtención de aceite, con objeto de obtener un producto de alta calidad. Estas mejoras son responsables de la aparición de nuevos riesgos para los trabajadores de estas industrias, que se añaden a los riesgos que existían tradicionalmente cuando coinciden sistemas tradicionales (prensas) con maquinaria y equipos nuevos.

El artículo 16 de la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Prevención de Riesgos Laborales, dispone que todas las empresas deben realizar, con carácter general, un plan de prevención de riesgos laborales, evaluación de los riesgos y planificación de la acción preventiva, para la seguridad y salud de los trabajadores.

La evaluación de los riesgos debe realizarse también en el momento de la adquisición de nuevos equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos y, en general, en todas aquellas circunstancias en las que aparezcan nuevos riesgos.

El artículo 3 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, define la evaluación de riesgos laborales como el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

La normativa no indica la forma de realizar la evaluación de riesgos dentro de la empresa, pero sus conclusiones deben dar la suficiente confianza sobre el resultado de la misma.

La evaluación de riesgos puede realizarse según la Guía de Evaluación de riesgos del I.N.S.H.T., dividiéndose en las siguientes etapas:

- **Análisis del riesgo**, que comprende:
 1. Identificación del peligro: Especifica la fuente o situación que puede producir un daño, recurriendo para ello a:
 - Simple observación
 - Consulta a los trabajadores
 - Relación de accidentes pasados
 - Cualquier otra fuente de información
 2. Estimación del riesgo: Valoración conjunta de la gravedad del daño con la frecuencia con que ese daño se pueda producir en las personas.

Compaginando ambos factores se obtiene el siguiente cuadro:

Gravedad del daño				
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
POSIBILIDAD DE QUE SE PRODUZCA	BAJA	RIESGO TRIVIAL	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO
	MEDIA	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
	ALTA	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE

El Análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo:

- Valoración del riesgo, indicando si el riesgo es lo suficientemente importante para adoptar las medidas preventivas.

RIESGO	MEDIDA A TOMAR Y URGENCIA EN TOMARLA
Trivial	No es necesario tomar ninguna medida.
Tolerable	<p>No se necesita tomar medidas preventivas. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que supongan una carga económica importante para la empresa.</p> <p>Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.</p>
Moderado	<p>Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.</p> <p>Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas preventivas.</p>
Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior a los riesgos moderados.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

A continuación se recogen los riesgos más significativos en este tipo de industrias y las medidas preventivas a establecer para cada uno de ellos:

➤ **Atrapamientos por órganos en movimiento de la máquina:**

Debe prestarse especial atención a los siguientes equipos:

- Transportadores de aceituna
- Limpiadora y lavadora
- Molino (maquinaria de trituración)
- Batidora
- Bombas de trasiego
- Centrifugadoras
- Sinfín extractor

Este riesgo debe evitarse mediante la utilización de dispositivos de protección (carcasas) eficaces y adecuadamente mantenidos. Además deben utilizarse procedimientos de bloqueo y realizarse un mantenimiento adecuado de los equipos, durante el cual se utilizarán carteles de advertencia para evitar una puesta en funcionamiento accidental de éstos.

➤ **Caídas al mismo nivel:**

Pueden producirse por:

- Presencia de aceite o salpicaduras de aceitunas en el pavimento del patio, sala de molturación, etc.
- Presencia de agua encharcada en el suelo durante las labores de limpieza del local.

Como medidas preventivas se proponen:

- Utilización de botas con suela antideslizante
- Mantenimiento de suelos debidamente protegidos (pueden utilizarse materiales antideslizantes como resinas epoxi), limpieza periódica y establecimiento de un buen orden de trabajo.
- Iluminación adecuada de los lugares de trabajo.

➤ **Caídas a distinto nivel:**

Pueden producirse desde:

- Troje
- Tolvas de recepción
- Prensas
- Pozuelos
- Escaleras

Deberán protegerse tales elementos mediante barandillas (de altura mínima 90 cm.), pasamanos y enrejados, todos ellos fabricados con materiales rígidos y convenientemente proyectados.

➤ **Asfixia:**

En las cisternas de almacenamiento del aceite, consideradas como recintos confinados en los que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, es necesario aplicar las siguientes medidas de precaución para su limpieza:

- Autorización de entrada al recinto: Deberán estar presentes al menos dos trabajadores.
- Medición y evaluación de la atmósfera interior.
- Aislamiento del espacio confinado frente a los riesgos diversos.
- Ventilación.
- Vigilancia externa continuada.
- Formación y adiestramiento (establecimiento de métodos de rescate de emergencia).

➤ **Exposición a ruido:**

La adopción de sistemas continuos integrales, en detrimento del sistema tradicional de prensas, está provocando la exposición de los trabajadores a niveles de ruido más elevados. Esta exposición, aunque está condicionada al

funcionamiento estacional de la almazara, puede producir efectos negativos para la salud de los trabajadores afectados.

La evaluación de la exposición de los trabajadores a ruido debe comenzar con la delimitación de las distintas zonas de exposición, en el caso de una Almazara pueden distinguirse normalmente dos zonas distintas:

- Zona de recepción, en la que se concentran tolvas, lavadoras y transportadoras, de forma que no suele haber emisiones de más de 80 dBA.
- Zona de fábrica, en la que se encuentran los principales elementos generadores de ruido (molinos de martillos, termobatidora, centrífugas horizontales, vibrofiltros y centrífugas verticales).

Puede ocurrir que cada equipo individual presente niveles de ruido menores de 80 dBA, pero la presencia conjunta de toda la maquinaria puede dar niveles de ruido diario equivalente de más de 90 dBA.

Las medidas para disminuir el nivel de ruido diario equivalente pueden realizarse de diversas formas:

- Disminución del nivel de presión acústica en el foco (maquinaria), mediante:
 1. Modificaciones en el proceso productivo. Estas son costosas de realizar. Resulta más factible la adquisición de maquinaria con emisiones de ruido no elevadas durante la fase de realización del proyecto. En el mercado pueden encontrarse equipos con las mismas prestaciones y con emisiones de ruido diferentes.
 2. Diseño de encerramientos para máquinas ruidosas. Puede situarse algún equipo con emisiones de ruido elevadas en un habitáculo especial fuera de la zona de fábrica.
- Disminución del nivel de presión acústica en el medio de transmisión, mediante:
 1. Barreras absorbentes de ruido entre el foco de ruido y el receptor.
 2. Separación máxima entre el foco de ruido y el receptor.

- Disminución del nivel de presión acústica en el receptor (trabajador), mediante:
 1. Aislamiento acústico que encierre todo el puesto de trabajo. El puesto de control de maquinaria puede instalarse dentro de una cabina acristalada, insonorizada y lo más alejada posible de los focos de ruido.
 2. Equipos de protección individual (EPI) frente al ruido para el trabajador (cascos, auriculares, tapones).

➤ **Riesgo de incendio:**

El principal riesgo de incendio en las Almazaras se debe a la elevada capacidad de almacenamiento de aceite que suelen tener éstas. El aceite de oliva es un material combustible, y como tal, es capaz de arder de forma incontrolada en presencia de un foco de ignición.

También puede existir riesgo de incendio por el inadecuado estado de los componentes de la instalación eléctrica.

Las principales medidas de protección contra incendios serían la colocación y mantenimiento adecuados de medios materiales de lucha contra incendios: Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios y extintores de incendio.

➤ **Riesgo eléctrico:**

Las instalaciones eléctricas presentan siempre un riesgo de descarga sobre todo en condiciones de humedad.

Como medidas de prevención a adoptar en una Almazara aparecen:

- Todos los equipos con posibilidad de ponerse en tensión por avería o por defecto, estarán conectados a tierra.
- Revisión del aislamiento eléctrico de cables, muchas veces por el suelo, con elevada frecuencia y cambio de éstos al menor indicio de deterioro.

- Colocación de las debidas protecciones (interruptores magnetotérmicos o diferenciales).
- Utilización de lámparas portátiles estancas con mangos aislantes y corrientes de 24 V para la limpieza de depósitos.

➤ **Riesgo derivado de la manipulación de materiales:**

En este tipo de industrias, el principal riesgo derivado de la manipulación de materiales es el sobreesfuerzo del trabajador al realizar diversas tareas como el empuje de vagonetas o el centrado de cargos.

En los sistemas de producción continua ha disminuido este riesgo considerablemente puesto que con la moderna tecnología implantada, prácticamente se han suprimido los trabajos de esfuerzo físico. En los sistemas tradicionales, en los que se utilizan prensas, la manipulación de cargas se efectuará, siempre que sea posible, mediante la utilización de equipos mecánicos.

Como recomendación general se recoge la utilización de un mono común para cada operario. Dicha prenda sirve para salvaguardar la higiene del trabajador en el desarrollo de la actividad laboral, que en el caso de este tipo de industrias es muy importante, debido a que éste está expuesto continuamente a manchas provocadas por las salpicaduras de aceitunas magulladas.

Según diversos estudios realizados en Andalucía en cuanto al nivel de seguridad en almazaras, se confirma que éste sigue siendo bajo en materia de prevención, pues aún se detecta la ausencia de protección en huecos (depósitos a nivel del suelo), escaleras y plataformas de trabajo.

Además, los edificios en los que están instaladas estas industrias son antiguos. Se han realizado inversiones en el sector para modernización de los sistemas de protección y para ampliaciones de las instalaciones de recepción y almacenamiento con el fin de mejorar la productividad, sin embargo no se ha observado un esfuerzo integrado para establecer unas condiciones de trabajo adecuadas que garanticen niveles aceptables en la seguridad y salud de los trabajadores.

2. RELACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN UNA MÁQUINA:

- **Medidas de prevención integradas en la máquina:**
 1. Medidas de prevención intrínseca
 2. Medidas de protección
 3. Resguardos
 4. Dispositivos de protección
 5. Instrucciones técnicas y señalización
 6. Dispositivos suplementarios
 7. Parada de emergencia
 8. Consignación

- **Medidas de prevención no integradas en la maquina:**
 1. Equipos de protección personal
 2. Formación
 3. Procedimientos de trabajo seguro
 4. Mantenimiento preventivo

- **Normas internas del centro de trabajo**

3. LA PREVENCIÓN INTRÍNSECA:

El primer nivel de protección frente a los peligros derivados de la utilización de Equipos de trabajo se produce en el diseño de los mismos. El diseño de una máquina es el conjunto de acciones que incluye:

- El estudio de la propia máquina, teniendo en cuenta todas las fases de su vida: fabricación, transporte y puesta en servicio (montaje, instalación, ajuste), utilización (reglaje, aprendizaje, funcionamiento, limpieza, localización de averías, mantenimiento) y puesta fuera de servicio.
- La redacción de las instrucciones relativas a todas esas fases de la vida de la máquina (exceptuado la fabricación).

La prevención intrínseca actúa sobre las siguientes acciones (conjunta o separadamente):

- Eliminar los peligros o reducir los riesgos, seleccionando determinadas características del diseño.
- Limitando la exposición de las personas, reduciendo la necesidad de que el operador intervenga en la zona peligrosa.

4. SELECCIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD:

El diseñador de la máquina queda obligado a realizar el siguiente proceso en la selección de las medidas de seguridad:

- **Determinar los límites de la máquina.** Son tres límites:

1. En el uso previsto de la máquina
2. En las exigencias de espacio que tiene y
3. En la "Vida límite" de la máquina y de sus elementos.

- **Identificar sistemáticamente todas las situaciones peligrosas,** deberán tener en cuenta:

- Las acciones que deben realizar las personas en su transporte, en la utilización, etc.

- Los posibles estados de la máquina:

Bajo control: peligros en funcionamiento normal.

Bajo fallo: peligros cuando la máquina no realiza la función prevista debido a fallos de sus componentes, a deficiencia del diseño, perturbación en la alimentación de energía, etc.

Bajo error: peligros por mal uso de la máquina.

- **Eliminar los peligros o reducir los riesgos** (prevención intrínseca). Deberá actuar sobre los 2 factores que determinan el riesgo: sobre la probabilidad de que se produzca el daño y sobre la gravedad máxima permisible del daño.

- Establecer la **protección** necesaria **contra los peligros que no pueden ser evitados** o sobre los riesgos que no se han podido limitar suficientemente.
- Dar información a los usuarios sobre los **riesgos residuales**.
- Establecer **precauciones suplementarias**, (por ejemplo, la facilidad de mantenimiento).
- Realizar observaciones sobre los modos de utilización de la máquina.

5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE LAS MÁQUINAS:

Los requisitos esenciales de seguridad y salud que deben cumplir las máquinas y E.T. (equipos de trabajo) se regulan en el Anexo 1 del R.D. 1215/1997. Se presentan agrupados en función de los peligros que entrañen. Algunos de esos requisitos deben cumplirlos todas las máquinas y E.T. otros requisitos, sin embargo, serán de aplicación cuando el peligro esté efectivamente presente.

Son requisitos esenciales de todo tipo de máquina o E.T. los siguientes:

A. Integración:

- Que la máquina lleve integrada la seguridad.
- Por su propia construcción, las máquinas deben ser aptas para realizar su función (y para su regulación y mantenimiento) sin que las personas se expongan a peligro alguno. Las medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir los riesgos de accidente de la máquina durante toda su vida útil, incluso cuando los riesgos de accidente resulten de situaciones anormales previsibles. Para llevarlo a

cabos, al optar por las soluciones adecuadas, el fabricante debe aplicar una serie de principios, por el siguiente orden:

- Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible.
 - Adoptar las medias de protección frente a los riesgos que no pueden eliminarse.
 - Informar a los usuarios de los riesgos residuales. Indicar, en su caso, si la utilización de la máquina requiere una formación especial de los usuarios, así como la necesidad de usar equipos de protección individual.
- Al diseñar la máquina, el fabricante deberá haber previsto el uso normal. Pero si el uso anormal de la máquina pudiera entrañar algún riesgo, deberá diseñarla de forma que impida ese uso anormal.
 - Deberán haberse previsto también la fatiga, molestias y estrés que puede ocasionar al trabajador la utilización de la máquina, estableciendo las medidas ergonómicas necesarias. Igualmente, el fabricante habrá previsto las molestias que puede ocasionar al trabajador el uso necesario de equipos de protección individual.
 - Para llevar integrada la seguridad será necesario, además, que la máquina sea entregada al usuario con todos los equipos y accesorios especiales que sean esenciales para su uso, su mantenimiento y su reglaje.

B. El marcado:

La máquina llevará una serie de indicaciones, tales como: marcado CE, modelo, serie, año de fabricación y fabricante.

Contendrá, además, indicaciones indispensables para su empleo seguro (por ejemplo, velocidad de rotación, diámetro máximo de las herramientas que puedan montarse, masa, etc.).

C. El Manual de Instrucciones:

Cada máquina llevará un manual de instrucciones que contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Las mismas indicaciones que para el mercado.
 - Las referencias de los aspectos comentados sobre integración de la máquina.
 - El puesto de trabajo que ocupará el operador de la máquina.
 - Las instrucciones que permiten su uso sin riesgo respecto a la puesta en servicio, la utilización, la manutención, la instalación, el montaje y desmontaje, el reglaje, el mantenimiento, las herramientas que pueden aplicarse a la máquina y las instrucciones de aprendizaje.
 - El manual estará redactado en el idioma del usuario.
 - Incluirá los planos y esquemas necesarios.
-
- Ofrecerá las instrucciones necesarias para la instalación y el montaje dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones que produzca. Contendrá indicaciones sobre el nivel de presión acústica.
 - Si se ha proyectado la máquina para su uso en atmósfera explosiva, se proporcionarán todas las indicaciones necesarias.

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE PENSADO AL SISTEMA
DE DOS FASES**

**PROTECCIÓN
AMBIENTAL**

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

PROTECCIÓN AMBIENTAL

ÍNDICE

1. INFORME AMBIENTAL.....2

1. 1 JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL

1. 2 RELACIÓN DE ACCIONES Y FACTORES MEDIO-AMBIENTALES

2. 1. ACCIONES IMPACTANTES

2. 2. FACTORES IMPACTANTES

1. 3 MEDIDAS CORRECTORAS

PROTECCIÓN AMBIENTAL

La protección del medio ambiente constituye una necesidad social y un derecho colectivo de los ciudadanos. Las sociedades desarrolladas precisan instrumentos legales y operativos que contribuyan a la mejora de la calidad de vida y al mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales. A este fin, vinculado al desarrollo económico y al progreso social, la acción decidida de los poderes públicos establece el marco de tutela de los valores ambientales en relación al conjunto de actividades, cuyo diseño y ejecución tiene incidencia potencial en la conservación del medio ambiente.

1. INFORME AMBIENTAL:

1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL:

Como se ha indicado en la memoria de este proyecto, se trata de la reforma de una Almazara tradicional, donde se pretende, mediante el sistema de extracción de dos fases, el procesamiento de 100.000 Kg de aceitunas al día.

En aplicación de la normativa ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, se tiene la Ley 7/94, de 18 de mayo, de Protección Ambiental y los Reglamentos que se desarrollan; Decreto 295/1995, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y el Decreto 153/1996, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental.

1.2 RELACIÓN DE ACCIONES Y FACTORES MEDIO-AMBIENTALES:

En prevención de las acciones de este proyecto susceptibles de causar pequeños impactos ambientales sobre los factores del medio que consideremos con más posibilidades de sufrir los efectos de aquellos, se confecciona un plan de medidas protectoras, correctoras o compensatorias, destinadas a paliar o compensar los posibles

efectos negativos potenciales que, sobre la calidad de los distintos parámetros ambientales estudiados pudiesen causar la ejecución y funcionamiento de esta actuación.

De entre las acciones del proyecto que previsiblemente pudiesen producir impactos, se establecen dos o tres relaciones, una para cada período de interés considerado:

- fase de construcción (no es nuestro caso)
- fase de funcionamiento o explotación
- fase de abandono (no es nuestro caso)

1. 2. 1 ACCIONES IMPACTANTES:

- **Fase de funcionamiento**

- Incremento de tráfico rodado
- Nivel de ocupación
- Infraestructuras
- Inversión
- Maquinaria
- Emisión de gases y polvo
- Residuos
- Acciones inducidas (creación de industrias auxiliares, aumento del valor del suelo, ...)
- Acciones socioeconómicas propias del funcionamiento (empleo, riesgos de accidentes, mantenimiento,...)
- Acciones que subsisten en la fase anterior

1. 2. 2 FACTORES IMPACTANTES:

- **Medio natural**

- Sobre la fauna:

No se prevé ninguna repercusión negativa

- Sobre la flora:

No se prevé ninguna repercusión negativa

- Sobre el aire:

No se prevé emisión de gases

- Sobre le agua:

El mejor sistema de protección de las aguas superficiales y/o subterráneas es evitar los vertidos al cauce público, ya sea de forma directa o indirecta; como los desbordamientos de los depósitos.

La separación de las aguas limpias de las sucias, su aprovechamiento, la construcción adecuada de sistemas de almacenaje con capacidad suficiente, permitirán evitar la contaminación de las aguas, que quizás tengamos que utilizar para su vertido en terrenos agrícolas.

Otro aspecto a tener en cuenta es la correcta gestión de los productos que se consumen en la Almazara. El diseño de un lugar adecuado de almacenamiento para una posterior eliminación, por una empresa autorizada, de estos envases o productos caducados, nos permite evitar contaminaciones de las aguas y del suelo.

- Sobre factores climáticos:

No se prevé efecto negativo alguno.

1. 3. MEDIDAS CORRECTORAS:

A continuación se relacionan un conjunto de recomendaciones que pretenden evitar el deterioro ambiental que pueda ocasionarse:

- Para evitar el impacto negativo de la Almazara sobre el suelo (contaminación), en el proyecto se plantean las siguientes soluciones:

El tipo de gestión que se plantea para los subproductos que se generan en el proceso de extracción del aceite de oliva, tanto alpeorujos como agua de lavado, es el almacenamiento de alpeorujos en tolvas aéreas estancas para su posterior traslado a la extractora. En cuanto a las aguas de lavado, éstas no presentan, con el sistema de dos fases utilizado en la Almazara, ningún problema serio de contaminación, ni de eliminación dado su escaso volumen. Podría pensarse en la posibilidad de utilizarla en el lavado de la aceituna procedente del suelo, en cualquier caso su almacenamiento en depósitos estancos para su posterior uso como aporte orgánico en terrenos agrícolas no presenta ningún problema.

Por tanto no se proyecta un sistema de tratamiento de estos efluentes, más allá del dimensionamiento de depósitos estancos que permitan su almacenamiento a la espera del transporte a la extractora (alpeorujos), como de la época más adecuada de aplicación en los cultivos (aguas de lavado).

- Para evitar los efectos puntuales que pueden provocar sobre la población los olores, se va a incidir positivamente en los siguientes aspectos:
 - Facilitando la limpieza de los locales.
 - Diseñando una buena ventilación y renovación de aire, completada con una correcta evacuación hacia el exterior y de forma vertical.
 - Instalando tolvas y depósitos fáciles de limpiar.
 - Agilizando los sistemas de molturación de las aceitunas para así evitar los procesos de fermentación en el interior de las tolvas.

- La disminución del ruido en una Almazara es más compleja, pero no por ello imposible o más costosa. Los sistemas que se han instalado para permitir reducir la contaminación atmosférica por ruidos son:

- Instalación de sistemas de distribución rápida de la aceituna, utilizando en la mayor parte cintas transportadoras que no son muy ruidosas.
- En el instante de ubicar los equipos, que pueden generar ruidos, se estudiarán los materiales de soporte para así evitar la transmisión del ruido por sólidos, las amplificaciones, las vibraciones, los fenómenos de resonancia. En las partes sensibles a estos efectos se colocarán materiales absorbentes de ruidos o de las vibraciones y que permitan mejorar la acústica de la nave.

- Como consecuencia de la innovación tecnológica al no tener que adicionar agua en la extracción, las necesidades caloríficas de esta planta se reducen en un 40% de las necesidades de la planta anterior.

El combustible utilizado para la caldera es sólido, utilizándose la parte correspondiente al hueso del orujillo. Al tratarse de la parte correspondiente al hueso separado de la pulpa, el combustible es de mayor poder calorífico y mayor densidad que el orujillo.

Al reducirse las necesidades caloríficas y al utilizar un buen combustible se reduce al mínimo las partículas sólidas inquemadas.

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE PENSADO AL SISTEMA
DE DOS FASES**

APPCC

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL: SISTEMAS APPCC EN ALMAZARA

ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES DEL SISTEMA APPCC.....	2
1. 1 QUÉ ES EL APPCC	
1. 2 BENEFICIOS QUE APORTA EL SISTEMA APPCC	
1. 3 PRINCIPIOS TEÓRICOS DEL SISTEMA APPCC	
2. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN UNA ALMAZARA. PRERREQUISITOS.....	8
2. 1 PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO GENERAL. PRERREQUISITOS	
2. 2 PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO ESPECÍFICO	
3. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJO Y TABLAS DE GESTIÓN.....	35
3. 1 DIAGRAMA DE FLUJO	
3. 2 CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS TABLAS DE GESTIÓN	

ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL: SISTEMAS APPCC EN ALMAZARA

1. CONSIDERACIONES GENERALES DEL SISTEMA APPCC:

1.1 Qué es el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico:

El sistema APPCC ofrece un enfoque sistemático, racional y con base científica para identificar, valorar y evitar los peligros que pueden afectar a la inocuidad de los alimentos, a fin de poder aplicar las medidas apropiadas para poder disminuir o eliminar éstos hasta niveles sanitariamente aceptables.

Al dirigir directamente la atención al control de los factores clave que intervienen en la sanidad y calidad en toda la cadena alimentaria, el productor, fabricante y consumidores podrán tener la certeza de que se alcanzan y mantienen los niveles deseados de sanidad y calidad.

Con este sistema se desecha el concepto tradicional de inspección del producto final como medio de verificar si nuestro producto es sanitariamente conforme o no. Este sistema, por el contrario, estudia los peligros que pueden presentarse en una determinada industria de forma específica y acorde a las características de la misma, aplicando medidas preventivas que se ajustan al peligro generado, con la ventaja añadida de poder corregir los posibles defectos en proceso, así como modificar y ajustar los controles, evitando así alcanzar etapas posteriores de producción e incluso su consumo.

Podemos por tanto definir el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) como un método preventivo que controla de forma lógica, objetiva y sistemática la producción de una industria agroalimentaria (en nuestro caso una almazara), con el objetivo de producir alimentos sanos e inocuos para el consumidor.

Si se determina que un alimento sea producido, transformado y utilizado de acuerdo con el sistema APPCC, existe un elevado grado de seguridad respecto a su calidad higiosanitaria.

El sistema es aplicable a todos los eslabones de la cadena alimentaria, desde la producción, procesado, transporte y comercialización hasta la utilización final en los propios hogares.

Actualmente esta metodología es de aplicación obligatoria en " todas las empresas con o sin fines lucrativos, ya sean públicas o privadas, que lleven a cabo cualquiera de las actividades siguientes: preparación, fabricación, transformación, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, manipulación y venta o suministro de productos alimenticios." según el R.D. 2207/95 que transpone la Directiva 93/43/CE.

Sin embargo, conociendo su efectividad contrastada y habiéndose demostrado como el método más eficaz de maximizar la seguridad de los productos, además de otras ventajas como la reducción de costes de no calidad y la optimización de procesos entre otras, sería conveniente su aplicación en todos los eslabones de la cadena alimentaria partiendo del sector productor.

Se podría pensar que esta sistemática solo es aplicable o eficaz en grandes industrias, sin embargo, nada más lejos de la realidad. Las características del sistema y la experiencia desarrollada a nivel mundial reflejan que es perfectamente aplicable en PYMES, obteniendo beneficios no solo sanitarios sino económicos, optimizando procesos acorde a la máxima calidad higiosanitaria.

1. 2 Beneficios que aporta el sistema APPCC:

Entendiendo este sistema no solo como un requisito legislativo sino como una herramienta a disposición de las industrias, se generarán una serie de beneficios, entre los que cabe destacar:

- Objetividad en la consecución de calidad: el aceite de oliva virgen es un producto de alta calidad comercial, cuyas características sensoriales no se pueden entender si éste no es inocuo y salubre.
- Previene problemas sanitarios: se evita que cualquier consumidor enferme al consumir nuestro aceite. Sin contar con el coste casi irreversible que supone para una Almazara ser el causante de una intoxicación alimentaria.

- Incrementa la confianza en la seguridad de los productos: Esta metodología supone una mayor tranquilidad para el consumidor. La certeza de saber que el aceite que consume no solo es saludable dietéticamente sino sanitariamente.
- Constituye un enfoque común en los aspectos de seguridad: La metodología de este sistema está diseñada para no dejarse posibles peligros sin control, lo que le hace ser tan eficaz.
- Proporciona una evidencia documentada del control de los procesos en lo referente a seguridad.
- Puede constituir una ayuda para demostrar el cumplimiento de las especificaciones, códigos de prácticas y/o la legislación, al tiempo que facilita el seguimiento y rastreabilidad en caso de aparición de un brote de intoxicación alimentaria.

Dentro de los inconvenientes cabe mencionar el desembolso inicial para la empresa en concepto de asesoramiento, tiempo de dedicación, formación, etc. Sin embargo, se muestra como un método útil y eficaz, con beneficios netos económicos como pudiera serlo cualquier otro sistema de gestión de la calidad.

1. 3 Principios teóricos del sistema APPCC:

- Definición del ámbito de estudio
- Selección del equipo APPCC
- Estudio de los productos elaborados
- Diagnóstico inicial del APPCC en la empresa
- Establecimiento de PCC generales. Prerrequisitos
- Diagramas de flujo
- Tablas de gestión
- Medidas correctoras
- Documentación
- Revisión y mantenimiento

- Seguimiento por los Servicios Oficiales de Inspección de Salud Pública

Para una mayor comprensión de los principios teóricos del sistema APPCC, vamos a detallar cada uno de ellos:

a) Definición del ámbito de estudio:

En esta fase se van a estudiar los productos y procesos, viendo los posibles peligros que atañen al aceite y definir la parte de la cadena alimentaria en la que se ubica la empresa. En nuestro caso, en relación con el sector de aceites vegetales comestibles y atendiendo a sus características la definición del ámbito de estudio se ha elaborado de la siguiente forma:

· Si agrupamos los productos que se fabrican en cada industria de aceites vegetales comestibles por su tipología nos encontramos que más del 95% de las industrias se dedican a la producción de aceite de oliva virgen. El porcentaje restante son empresas dedicadas al envasado de diferentes tipos de aceites entre los que se incluyen los de oliva virgen, oliva, orujo de oliva y semillas.

· Dentro de la cadena alimentaria las Almazaras se ubican en la transformación de la aceituna en aceite mediante procesos mecánicos.

b) Selección del equipo APPCC:

El estudio teórico del APPCC requiere de un equipo multidisciplinar, por lo que se ha aportado a las empresas un equipo técnico (químico y tecnólogo de alimentos), complementados con los técnicos oficiales de la Administración y con la experiencia del propio personal de la empresa.

c) Estudio de los productos elaborados:

En el sector de los aceites vegetales comestibles y más concretamente en el aceite de oliva virgen, nos encontramos tanto aceite de oliva virgen como virgen extra.

d) Diagnóstico inicial del APPCC en la empresa:

Estudio inicial sobre instalaciones, formación de los trabajadores, manejo de documentación, etc., que nos servirá para conocer donde pueden existir más dificultades y sobre qué incidir en mayor medida para la correcta implementación del sistema.

e) Establecimiento de PCC generales. Prerrequisitos:

Los Puntos de Control Crítico general (PCCg) son aquellos que se presentan en la mayor parte de las etapas de producción. Existen en la mayoría de las industrias independientemente del sector en el que desarrollen su actividad y son estudiados de forma independiente a las etapas de producción propiamente dichas.

Se establecen 7 puntos de control crítico generales siendo normalmente comunes a todas las empresas, y aplicándose de forma específica a cada establecimiento. Estos puntos son:

- limpieza y desinfección
- residuos
- higiene del personal
- mantenimiento higiénico de instalaciones
- desinsectación - desratización
- agua potable
- transportes

Todos éstos deben ir necesariamente acompañados de adecuadas instalaciones y de unas buenas prácticas de fabricación (BPF) por parte del personal implicado.

f) Diagramas de flujo:

Estudiaremos todas y cada una de las fases de producción de la empresa, información a partir de la cual desarrollaremos posteriormente los PCC específicos, imbricándolos con los PCC generales.

Un diagrama de flujo debe contener tantos aspectos de interés como se puedan facilitar y que ayudarán posteriormente a la elaboración de las tablas de gestión.

g) Tablas de gestión.

En estas tablas se estudiarán los peligros, medidas preventivas, límites, PCCs y su vigilancia y monitorización.

h) Acciones correctoras:

Es importante establecer unas medidas para solventar las posibles desviaciones del sistema en caso de producirse. Estas acciones están imbricadas en cada fase de producción y se efectuarán cuando se encuentren desviaciones en los límites críticos establecidos.

i) Documentación:

Todo el estudio desarrollado en fases anteriores queda plasmado para cada empresa en una documentación, que refleja tanto las características funcionales y estructurales de la misma como la forma en que lleva a cabo su programa de autocontrol sanitario, no olvidando la verificación tanto por parte de la propia industria como por parte de la Autoridad Sanitaria.

j) Revisión y mantenimiento:

Este es un sistema vivo que debe mantenerse y optimizarse de forma continua y específica a cada empresa, por lo que deberá ser ésta quién realice esta fase.

La continua actualización del sistema, incorporando las modificaciones, procesos o productos nuevos así como las correcciones sobre el propio sistema a fin de optimizarlo son imprescindibles e inherentes al concepto preventivo que preconiza esta metodología.

h) Seguimiento por los Servicios Oficiales de Inspección de Salud Pública:

Los inspectores de Salud Pública verificarán la correcta implantación y mantenimiento del sistema APPCC, evaluando los riesgos alimentarios que para la seguridad y la salubridad de los alimentos producidos pudieran existir.

Para ello atenderán especialmente a los puntos de control crítico detectados por las empresas del sector, a fin de comprobar si las operaciones de control, vigilancia y medidas correctoras aplicadas se realizan adecuadamente.

De estas verificaciones se establecerán las actualizaciones y modificaciones necesarias para adecuar los sistemas implantados a las necesidades detectadas por la Autoridad Sanitaria.

2. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN UNA ALMAZARA.

PRERREQUISITOS:

La base del sistema APPCC es identificar los puntos de control crítico existentes en la Almazara y vigilarlos para que no se desvíen de los rangos establecidos, aplicando las oportunas correcciones en caso de que apareciera algún problema.

Este proceso de implantación debe ajustarse en todo momento a la realidad de la industria en que se esté implementando el sistema, considerando única y exclusivamente aquellas etapas, tecnologías, equipos y manipulaciones que realmente se realicen en la empresa, sin añadir ni restar etapas a las existentes. Sólo de esta manera el sistema será práctico, útil y eficaz.

Definiremos un ***Punto de Control Crítico*** como *toda fase, etapa o proceso en el que es posible aplicar una medida de control y de esta forma eliminar o reducir un peligro*

hasta un nivel aceptable. Existen diferentes terminologías para denominar los PCC como son: PCC1 y PCC2 que en determinados casos pueden inducir a error. En este caso proponemos una nueva terminología, que es: PCCg y PCCe.

2. 1. Puntos de Control Crítico general. Prerrequisitos:

Los PCCg suelen afectar a todas las fases de producción y si estuviesen fuera de control podrían acarrear serios problemas sanitarios (algunos de estos son los denominados "prerrequisitos"). Estos PCCg los desarrollaremos en planes según:

- A. plan de limpieza y desinfección
- B. plan de residuos.
- C. plan de higiene del personal
- D. plan de mantenimiento higiénico de instalaciones
- E. plan de desinsectación - desratización
- F. plan de agua potable
- G. plan de transportes

De forma previa a la realización de estos planes las instalaciones deben ser las adecuadas para la elaboración de alimentos, contando con todos los requisitos higiénicos necesarios. De igual forma el personal manipulador de las industrias deberá conocer y aplicar unas normas básicas de higiene y de buenas prácticas de fabricación (BPF).

A.- Plan de limpieza y desinfección

Para asegurarnos que realizamos un proceso de limpieza y desinfección adecuado desarrollamos planes de limpieza y desinfección, que llevados a cabo de forma sistemática, y verificando la idoneidad del mismo, nos darán un grado de confianza aceptable en los resultados de nuestra metodología.

Previo a la elaboración de un plan de limpieza y desinfección debemos considerar algunos factores como:

- *Tiempo y frecuencia con que se realizarán las actividades*, pues si se distancian en exceso pueden darse incrustaciones y residuos adheridos a superficies que originen crecimiento de mohos, compuestos tóxicos, etc. siendo posteriormente su limpieza más complicada.
- *Tipo de superficies*, que deben ser fáciles de limpiar, evitándose los materiales porosos en beneficio de aquellos impermeables e inalterables.
- *Tipo de suciedad*, habrá que seleccionar los productos dependiendo de la materia sobre la que queramos actuar. Un producto puede ser muy eficaz frente a un sustrato y tener un efecto nulo frente a otro diferente.

Durante la limpieza y desinfección se debe *evitar la recontaminación* de lo que hemos limpiado y desinfectado previamente.

En primer lugar vamos a realizar un estudio de las distintas superficies y tipos de suciedad que nos vamos a encontrar en este tipo de industria.

Las principales superficies que se suelen utilizar son:

- Chapa de hierro en equipos exteriores como tolvas, maquinaria de limpieza y lavado de la aceituna y en algunos depósitos de aceite, esta chapa está revestida de pintura en el caso de equipos exteriores.
- Goma, fundamentalmente en las cintas de transporte de aceituna.
- Acero inoxidable en la mayor parte de equipos de extracción de aceite como molinos, termobatidoras, decánters, centrífugas verticales, filtros, depósitos, envasadoras y la mayoría de las conducciones como tornillos sinfín, cangilones, tuberías, etc.

- Materiales sintéticos de diversos tipos como fibra de vidrio, polietileno, cloruro de polivinilo (PVC), resinas epoxídicas, etc. en conducciones flexibles (mangas) y en depósitos entre otros.
- Materiales cerámicos y vitrificados en suelos, paredes, trujales.

La suciedad que nos encontraremos en este tipo de industria principalmente es:

- Aceituna y restos de aceituna, productos sólidos, pegajosos y de alto contenido graso.
- Pasta de aceituna, sustancia fluida, pegajosa y con alto contenido en grasa y agua.
- Aceite y otros residuos oleosos como turbios.

Dado que la suciedad es predominantemente grasa, la limpieza se realizará en función de este parámetro.

El primer aspecto a tener en cuenta es que los restos de sustancias pegajosas se deben retirar con la mayor brevedad posible, de lo contrario se incrustarán dificultando su limpieza.

Los detergentes utilizados están formulados con base de productos alcalinos como la sosa o la potasa junto con secuestrantes de trazas metálicas y en algunos casos también se añaden desinfectantes como sales de amonio cuaternario. Resulta cada vez más frecuente el uso de productos cuya base son enzimas y microorganismos que producen una rápida degradación de la suciedad, eliminándose el residuo por medio de aclarado.

La aplicación de estos productos se realiza de forma manual o con la ayuda de equipos de presión que permiten el rociado de éstos sobre grandes superficies como depósitos. Otros, como las centrífugas verticales, se desmontan sumergiendo sus piezas en disoluciones concentradas de sosa procediendo a su posterior aclarado. Existe un cambio en las facilidades que dan los equipos para su limpieza, encontrándonos centrífugas verticales

que permiten su limpieza sin necesidad de pararlas ni desmontarlas; o depósitos equipados con sistemas de limpieza por duchado con alta presión, recirculación de soluciones de limpieza y agua de aclarado.

Muchas de las industrias sienten un cierto rechazo al uso de productos de limpieza alcalinos, usando por ello solo agua caliente. Destacar que aunque siempre existe un peligro intrínseco en el uso de productos químicos en una industria alimentaria, es preferible a dejar restos de suciedad que podrían afectar negativamente a la calidad de los aceites obtenidos, o promover el crecimiento microbiano sobre superficies que luego entrarán en contacto con el aceite. Un método para comprobar la presencia de residuos de los productos de limpieza empleados es la medida del pH del agua de aclarado que deberá ser próximo a la neutralidad por medio de tiras reactivas o algún otro método, detectando así la presencia de restos alcalinos, y por lo tanto, de residuos de los detergentes usados. Este método no solo nos permitirá asegurarnos de no dejar residuos de los productos de limpieza, sino promover un considerable ahorro de agua y tiempo de aclarado en los casos en que se realice en exceso.

Además consideramos que en algunos casos, el uso exclusivo de agua caliente a presión puede resultar insuficiente.

Antes de proceder a la limpieza se considerará el estado de los equipos y superficies a limpiar:

- Los equipos de hierro, con superficies oxidadas son de difícil limpieza, debido a que soluciones concentradas de agentes limpiadores pueden desprender el óxido, promoviendo oxidaciones aún mayores. De igual manera el óxido forma escamas en las cuales se protege la suciedad, dificultando la limpieza. Es recomendable no limpiar estos depósitos hasta el momento de su utilización, dejando así una capa de aceite que los protege del contacto con el aire, evitando oxidaciones. Los restos de agua pueden actuar como promotores de la oxidación, lo que obliga a secar las superficies escrupulosamente tras su limpieza.

- Los trujales presentan otro inconveniente, que es la dificultad para eliminar totalmente los restos de agua de aclarado, o de solución limpiadora en su caso. En éstos no deben quedar nunca restos de humedad, que podrían favorecer el crecimiento microbiano y afectar negativamente la calidad del aceite. Son preferibles los depósitos con fondo cónico o inclinado, que permiten una total eliminación de los restos de agua. En los trujales es conveniente disponer en el fondo de una pileta en la cual se recogerán los líquidos de limpieza, eliminándose por bombeo.
- Los polímeros usados en mangas, revestimientos, etc., se deben considerar individualmente, siguiendo las indicaciones de limpieza dadas por el suministrador, pues en algunos casos podrán ser atacados por los componentes que entren en la formulación de los productos de limpieza no recomendados. Una buena medida al respecto es no usar agentes limpiadores con disolventes orgánicos que pueden atacar algunos polímeros, y en caso de contaminar el aceite son de imposible eliminación, salvo por refinado.

La limpieza se hace según los siguientes pasos:

- 1. Aplicación de la solución limpiadora diluida con agua caliente.**
Temperaturas próximas a 50°C ayudan a fluidificar la grasa.
- 2. Acción de la solución limpiadora, generalmente durante un tiempo no inferior a 10 minutos, permitiendo el ataque a la suciedad que se encuentre más adherida.**
- 3. Aclarado, mediante agua caliente a una presión moderada que eliminará tanto los restos de suciedad como los residuos vehiculizados por los agentes limpiadores.**

4. Evaluación de la limpieza, mediante la observación visual se puede obtener suficiente información sobre la presencia de restos, indicando si es necesaria una nueva limpieza o la modificación de los métodos usados. Es necesario también evaluar la presencia de residuos de los productos empleados en la limpieza y desinfección.
5. Secado, especialmente en los materiales que puedan verse afectados por la humedad como el hierro y las gomas.

La periodicidad de la limpieza viene dictada por la experiencia y el ritmo de trabajo, pero en los equipos que entran en contacto con el aceite es necesario realizarla como mínimo cada cambio de lote, evitando así la mezcla de aceites de diversos lotes que falsearían la homogeneidad de éstos.

Todo sistema de limpieza utilizado por cada industria es válido mientras cumpla con los siguientes requisitos:

- Efectivo, no dejando suciedad.
- Ausencia de residuos de los productos usados.
- Productos autorizados para su uso en la industria alimentaria.
- Periodicidad suficiente.

En cualquier caso, los procedimientos de limpieza deben figurar por escrito y estar en conocimiento de las personas encargadas de su aplicación, garantizándose así la correcta estandarización de los mismos y minimizándose los errores de aplicación, al tiempo que faciliten su control y mejora.

B.- Plan de residuos

El sector de aceites vegetales comestibles y más concretamente las industrias dedicadas a la extracción, almacén y envasado de aceites de oliva vírgenes, son grandes generadoras de residuos de muy diferentes tipología.

De manera general podemos realizar un listado de los residuos que se generan en una Almazara, debiendo especificarse en cada caso:

- Aguas de lavado de aceituna.
- Tierra, lodos y piedras.
- Hojas, ramas.
- Alpeorujo.
- Aguas de lavado de aceite.
- Descargas de las centrifugas verticales.
- Turbios.
- Aguas de los procesos de limpieza y desinfección de equipos, depósitos e instalaciones.
- Materiales filtrantes agotados.
- Cartones, plásticos.
- Aguas de higiene del personal.

La cantidad y variedad de residuos originados es considerable, y para cada uno de ellos se deberán tomar las medidas apropiadas no solo para que no supongan una fuente de contaminación del aceite, sino también para que su gestión no cause impacto ambiental del entorno en el que se ubique la industria.

En la sistemática APPCC vamos a considerar todos estos elementos como residuos, aunque algunos de ellos sean realmente subproductos del proceso de extracción de aceite.

- Aguas de lavado de aceite

Si se dispone de balsa autorizada y se trabaja en dos fases se puede emplear ésta para secado de las aguas de lavado de aceite, las descargas de la centrifuga vertical y las aguas de lavado de aceituna. En algunos casos se mezclan con el alpeorujo. En cualquier caso no podrán verterse al alcantarillado, pues su DQO media de 10.000 p.p.m hace imposible su depuración con las aguas residuales urbanas.

- Los turbios:

Generados en las purgas de los depósitos. Se deben almacenar en pocillos o depósitos específicamente destinados al efecto y separados del aceite para no transmitir a éste olores desagradables, hasta que sean recogidos por empresas autorizadas, que los emplearán como materias primas en sus procesos.

Las *aguas* que se originan en los procesos de *limpieza y desinfección* de equipos, depósitos, conducciones, suelos e instalaciones no poseen una carga contaminante excesiva por lo que pueden evacuarse a la red de alcantarillado público para su depuración como aguas residuales urbanas, previa separación de los restos grasos que pudieran contener, al igual que las aguas de los servicios higiénicos.

- Las aguas de lavado de aceituna:

Éstas sí pueden contener una alta carga contaminante, sobre todo si son de lavado de aceituna de suelo. Para las industrias que trabajan en dos fases (como es en nuestro caso), este residuo supone un problema de gestión, pues no poseen balsas ni tampoco les está permitido verter esta agua a la red de saneamiento público.

Podemos considerar que las aguas de lavado de aceituna poseen DBO que oscila entre 259 y 14.302 p.p.m, lo que implica que en algunos casos no podrán verterse a las redes de alcantarillado público, pues las plantas depuradoras de aguas residuales urbanas están dimensionadas para tratamientos de aguas con una DBO habitualmente no mayor de 1.000 p.p.m. En los casos en los que fuese necesario se someterá a estas aguas a un tratamiento primario para eliminar la mayor parte de los lodos y la grasa y posteriormente verter a la red de depuración pública.

- Alpeorujos:

El residuo principal de la industria que trabaja en dos fases es el alpeorujo, donde están incluidas la mayor parte de las aguas de vegetación. El alpeorujo es almacenado en tolvas exteriores a la industria desde donde son recogidas por camiones y transportadas hasta otras industrias para su extracción.

Los orujos obtenidos en el sistema de extracción de dos fases presentan un contenido en agua que oscila entre 60-70%. El contenido graso, entre un 2,5-3,5%.

- Otros residuos sólidos:

Todos los *cartones* y *plásticos* que se generan de envases, embalajes, etc. y son asimilables a R.S.U. (residuos sólidos urbanos) pueden ser recogidos por los servicios municipales de recogida de basuras.

La gran cantidad de *hojas* que acompañan al fruto y que son separadas en el proceso de aventado, es muy habitual que sean recogidas por ganaderos de la zona y destinadas a alimentación animal.

Los *materiales filtrantes agotados* como son las tierras de diatomeas y celulosa bien húmedas o secas con los nuevos equipos de filtración se pueden destinar a industrias que las usen como materias primas en sus procesos.

En la tabla 6.1 se citan algunos ejemplos de gestión de residuos de Almazaras.

Tabla 6.1. Posibilidades de gestión de residuos de almazaras

Residuo/subproducto	Destino
Aguas lavado aceituna	Tratamiento y a la red, balsa
Aguas lavado aceite	Con alpeorujo, balsa
Alpeorujo	Extractora
Alpechín	Balsa, riego, etc.
Orujo	Extractora
Turbios	Industria especializada
Hojas	Ganaderos
Materiales filtrantes agotados	Industria especializada
Aguas procesos de limpieza y desinfección	Alcantarillado público
Plásticos, cartones	RSU (Residuos Sólidos Urbanos)
Piedras	Empresas de construcción
Aguas higiene del personal	Alcantarillado público
Descargas CV	Con alpeorujo, balsa, con turbios
Tierra y lodos	Para construcción, escombreras

C.- Plan de higiene personal

Este no es un sector en el que exista una manipulación directa y habitual del producto, como por ejemplo es el caso de la restauración colectiva donde el grado de manipulación es muy elevado, introduciendo un vector de contaminación añadido que es el propio manipulador.

Aun cuando el aceite sea un producto en el que el crecimiento microbiano sea complicado debido a su mínima actividad de agua, se deben contemplar unas condiciones de higiene de los trabajadores y sobre todo unas buenas prácticas de fabricación (BPF) que pueden resultar esenciales para evitar la incorporación de peligros y garantizar sus condiciones de conservación.

Dentro de los puntos básicos que se deben conocer e incluir en un programa de formación de manipuladores de alimentos, podemos destacar los siguientes:

- Importancia de los peligros químicos y físicos.
- Papel de los microorganismos en las enfermedades y en la alteración de los alimentos.
- Importancia de comunicar lesiones, enfermedades y afecciones padecidas por el manipulador.

- Causas y signos del deterioro de los alimentos.
- La razón de una buena higiene personal.
- Conocimiento sobre la correcta limpieza y desinfección de útiles e instalaciones.
- Requisitos de los materiales para envasar.
- Importancia de la responsabilidad sanitaria de cada trabajador.
- Conocimientos básicos respecto al sistema APPCC.
- Puntos donde se realizan los controles y la importancia de los mismos.
- Aplicación de medidas adecuadas de corrección en caso de desviaciones de un punto de control crítico.
- Características de las materias primas defectuosas.

Conocimientos básicos respecto a la higiene personal:

- Conocer que no se puede trabajar con relojes, anillos o pulseras.
- Se debe utilizar ropa limpia de uso exclusivo.
- Conocer que está prohibido fumar, comer o beber en las instalaciones de la industria, incluidas las destinadas a la recepción y almacén de materias primas.
- Conocer el uso y mantenimiento de los servicios higiénicos.
- El personal deberá tener las manos limpias, libres de heridas o afecciones cutáneas. En caso de heridas en las manos estas deberán estar protegidas.
- Se usará papel de un solo uso.
- Prestar atención a todos los anuncios, avisos y recomendaciones que emita la empresa en cuestiones de higiene.

Programa básico de buenas prácticas de fabricación

- Los productos finales envasados, envases y embalajes se almacenarán aislados del suelo mediante el uso de palets.

- El aceite se mantendrá aislado del contacto de la luz y en la medida de lo posible en ausencia de aire.
- El almacén de aceite se situará en zona fresca, manteniendo una temperatura del aceite inferior a 20°C.
- El manejo de materiales filtrantes no se realizará con las manos desnudas.
- Renovación del agua de lavado de aceituna como mínimo una vez al día.
- La periodicidad de renovación del material filtrante será la adecuada a fin de evitar colapsos en el filtro y posibles peligros físicos.
- No se almacenarán productos susceptibles de contaminar el aceite como lubricantes y aceites minerales en las zonas de elaboración, almacén o envasado.
- No se permitirá la entrada de animales en las instalaciones de la industria.
- No se permitirá el acceso a las instalaciones a personas ajenas a la industria.
- El aceite se introducirá en los depósitos por su parte inferior a fin de evitar aireación y removido del aceite.
- No existirán sacos de materiales filtrantes o coadyuvantes tecnológicos dispersos en las zonas de elaboración, almacén o envasado, sino que se almacenará en lugares separados y especialmente destinados a tal uso.
- Finalizada la campaña se limpiarán todos los equipos e instalaciones, evitando que queden residuos de pasta, aceite o aguas.
- Se recogerá y encauzará el agua de lavado de aceituna que gotee de las tolvas pulmón de aceituna previo acceso al molino.
- No calentar el aceite a temperaturas superiores a 30°C para su filtrado y envasado.
- Los depósitos se encontrarán cerrados.
- No se almacenarán productos que puedan transmitir olores extraños junto al aceite.
- Se vaciará de manera completa las tolvas de almacenamiento de aceituna, de forma semanal.

- Se limpiará de forma semanal el molino, procediéndose a revisar pastillas y cribas.

D.- Plan de mantenimiento higiénico de instalaciones

- **Ubicación de la industria**

Considerando aspectos estructurales es muy aconsejable que tanto el patio de la industria como los accesos y las inmediaciones estén libres de basura o restos de equipos y maquinaria vieja.

La planta se ubicará alejada de fuentes de polución como pueden ser vertederos de basura, industrias productoras de malos olores o de elevada contaminación atmosférica. Se evitarán espacios con posibilidad de inundación o encharcamiento en los alrededores.

Se cuidará que se disponga de un fácil acceso y se delimitará el recinto a fin de aislarlo del entorno.

El diseño higiénico de la industria debe ser tal que el flujo de la cadena de procesado sea desde la zona sucia a la zona más limpia de la industria, es decir, se evitarán cruces en la distribución de las diferentes zonas de la almazara. El flujo de producción irá desde la recepción de la aceituna hasta la zona de envasado. Las distintas áreas de producción y trabajo estarán delimitadas y separadas convenientemente.

Recomendamos la edificación de tipo “horizontal” pues facilita el movimiento del producto logrando además una mayor ventilación, iluminación, así como una más eficaz evacuación de gases.

- **Construcciones**

Las instalaciones deben considerarse no sólo por la idoneidad para el uso a que van destinadas sino también por el grado en que faciliten las diferentes operaciones de limpieza y desinfección, trabajo y seguridad.

Pequeños detalles que a veces condicionan esta facilidad de uso y limpieza son la separación entre tuberías y entre éstas y la pared, al objeto de evitar acumulaciones de suciedad. La iluminación, natural o artificial, deberá ser de intensidad suficiente para desarrollar adecuadamente el trabajo y poder detectar tanto problemas de suciedad como cualquier otro que se pudiese generar durante la producción.

Las pasarelas metálicas, preferentemente fabricadas con material continuo, no deben estar situadas por encima de productos alimenticios o de envases no embalados, ni por encima de las líneas de producción.

Considerar también la normativa sanitaria que prohíbe la presencia de motores de explosión dentro de las instalaciones de producción, y por tanto tampoco se autoriza el uso de transporte interior (toro mecánico) con motores de gasolina o diesel.

Paredes

Las paredes deben ser de color claro permitir su limpieza, blanqueado y pintado. Es muy habitual en la zona de extracción y envasado alicatar las paredes a media altura y pintar la parte superior. Se recomienda pintar la parte superior con la frecuencia adecuada de forma que no acumule suciedad.

Suelos

Los pavimentos serán lisos, impermeables, resistentes, lavables, ignífugos y con los sistemas de desagüe precisos que permitan la limpieza y saneamiento del suelo con facilidad y eficacia. Deben ser de materiales que resistan el peso de la maquinaria.

Techos

Deben estar contruidos con materiales impermeables que no retengan suciedad, polvo, ni puedan albergar insectos. Deben ser lisos y lavables. Muy habitualmente se

emplean láminas de porexpan (poliuretano expandido) que deben ser lavadas al menos cada campaña.

Los falsos techos, si existen, pueden ser un cobijo de insectos y roedores, por lo que se debe aplicar en ellos correctas medidas de limpieza, desinsectación y desratización.

Ventanas y extractores

Las ventanas y extractores estarán protegidos con telas mosquiteras que se ajusten perfectamente e impidan el acceso de insectos.

Las repisas de las ventanas son una fuente de contaminación, por la acumulación de polvo y suciedad por lo que se les dará una inclinación de al menos 60°.

- **Equipos y accesorios**

Tuberías y conducciones

- Para la conducción de aceite se utilizarán exclusivamente tuberías obtenidas por estirado en frío, sin soldaduras.

- Las uniones de tuberías y conducciones y sus codos deben estar exentas de resaltes interiores, ser fácilmente desmontables y con juntas de material sanitario autorizado.

- Deben estar separadas entre ellas y con la pared a fin de facilitar su limpieza y minimizar la acumulación de suciedad.

Instalaciones eléctricas

Deben estar protegidas, fáciles de limpiar sin que permitan la formación de rincones en los que se acumule polvo.

Ventilación

Se cuidará que la ventilación sea suficiente de manera que se eviten condensaciones, así como el crecimiento de mohos, malos olores y formación de humedades en muros y cubiertas.

Desagües

Todos los desagües dispondrán de rejillas perfectamente insertadas y no desprenderán olores.

Sistemas de iluminación

Estarán protegidos para que en caso de rotura los cristales no pudiesen caer sobre el alimento.

Equipos de extracción

Todos los recipientes, maquinaria, conducciones, depósitos, y demás materiales y superficies que tengan un contacto directo con alimentos deberán ser de características tales que no alteren el producto. Actualmente la mayor parte de los equipos son de acero inoxidable.

Bombas y equipos de impulsión

Deberán estar contruidos en materiales que no afecten a las características del aceite y resistentes al mismo, incluidas las juntas. Su sistema de operación, será tal que evite el aireado del aceite, como bombas salomónicas o lobulares.

Depósitos

El diseño de los depósitos debe evitar la presencia de ángulos y rincones, siendo el fondo cónico o esférico, con una pendiente mínima de un 1% y con válvula de drenaje en la parte inferior. Además todos deben poseer tapa.

Todas las uniones de válvulas y tuberías a los depósitos deben estar exentas de resaltes y rugosidades internas.

Los depósitos deben ser de materiales que no alteren las características del aceite. Lo más recomendable es el acero inoxidable, por su resistencia a la corrosión y sus condiciones higiénico-sanitarias, ya que es de fácil limpieza y desinfección.

Otra posibilidad son los depósitos de fibra de vidrio y poliéster, que son algo más económicos resultando igualmente sencilla su limpieza.

Los depósitos de hierro deben ser paulatinamente eliminados de las Almazaras, o bien recubiertos en su interior de resinas epoxi como solución provisional. Los depósitos de hierro presentan muchos inconvenientes, entre los que destaca la posibilidad de que pasen trazas de este metal al aceite actuando como catalizador de las reacciones de oxidación. Además su limpieza resulta más costosa y complicada.

Sigue siendo habitual encontrar trujales en uso. Estos deberán estar alicatados, con algo de pendiente. Aunque estos depósitos subterráneos tienen unas adecuadas condiciones para mantener el aceite (ausencia de luz, aire y temperaturas intermedias), lo extremadamente complicado de su limpieza hace que sea poco recomendable su uso.

En industrias de aceites se deben evitar conducciones, depósitos y superficies de hierro, cobre y plomo. Son preferibles las conducciones de acero inoxidable o las mangas poliméricas de uso en industria alimentaria.

Mantenimiento de equipos

Se debe realizar un mantenimiento preventivo de todos los equipos, como mínimo al finalizar la campaña, siendo recomendable realizarlo también antes del inicio de la campaña siguiente. Normalmente suelen realizarla técnicos especializados de las casas proveedoras de las maquinarias, sobretodo en el caso de los decánters.

E.- Plan de desinsectación desratización

La lucha contra los vectores se debe realizar de forma sistemática, pues aunque el proceso de extracción de aceite es claramente estacional, no siendo habitual en ellas la existencia de residuos que puedan servir de alimento a los roedores e insectos, siempre puede haber elementos que faciliten su alimentación y anidamiento, como cartonaje, etc. También se puede considerar que por las fechas en que se efectúan las operaciones de extracción los vectores (roedores e insectos) no van afectar a estas instalaciones. Esto es un error, pues en las zonas de extracción se mantienen condiciones de temperatura y humedad idóneas para su desarrollo.

Para limitar su presencia se deben tomar las medidas necesarias, en primer lugar preventivas, y en caso de que la infestación sea un hecho, las medidas correctoras necesarias para su erradicación.

- Medidas preventivas

Métodos pasivos, que evitan la entrada de vectores por medios físicos, o que dificultan su asentamiento y proliferación como:

- La protección de las aberturas del establecimiento al exterior con telas mosquiteras, puertas cerradas y con la parte inferior protegida para evitar la entrada de roedores, rejillas y sifones en desagües.
- Alrededores del edificio pavimentados, sin plantas ni jardines que faciliten su anidamiento.
- Medidas que dificultan su asentamiento y proliferación. Son las encaminadas a dificultar su acceso a fuentes de alimento, agua y lugares de anidamiento. Entre estas medidas destacamos la limpieza exhaustiva, retirada de residuos, eliminación de los lugares de anidamiento tapando grietas, eliminando rincones cálidos, húmedos y poco accesibles a la

limpieza. Mantener limpios y ordenados los almacenes de herramientas, cartonaje, coadyuvantes, envases y sala de calderas.

Métodos activos, que eliminan los vectores antes de su entrada a la industria como:

- Fumigaciones exteriores.
- Trampas en accesos.
- Repelentes en puertas y ventanas.

- Medidas correctoras

Cuando la plaga se ha asentado dentro de nuestra industria se debe recurrir a técnicas de eliminación, estos tratamientos se deben realizar de forma periódica, y no solo cuando se detecta una gran población de insectos o roedores en la industria, momento en el cual el tratamiento a aplicar es más agresivo, costoso y de menor eficacia.

En la mayoría de las ocasiones estos tratamientos requieren el uso de productos tóxicos, que deben ser manipulados y aplicados por personal especializado y autorizado para su manejo. Dentro de la aplicación de un programa de tratamiento de desinsectación - desratización se deberá:

- Hacer un estudio del grado de proliferación de la plaga a tratar y de sus características. Para esto son útiles los sistemas como cepos, pegamentos, placas de cera para el conteo de vectores o trampas de feromonas entre otros.
- Elegir los productos adecuados a usar en el tratamiento, considerando las peculiaridades del vector a combatir, la toxicidad del producto empleado, las características de solubilidad, el plazo en el que provocan la muerte, etc.

- Dar información sobre el tratamiento aplicado indicando las características técnicas del producto empleado, su toxicidad, los plazos de seguridad antes de volver al trabajo.

Entre los principales productos empleados en la lucha contra vectores cabe destacar:

* Insecticidas

Son productos con diferentes formulaciones, basados en principios activos como los organoclorados, carbamatos, piretrinas, etc. Se suelen acompañar de repelentes o atrayentes según el uso que se les vaya a dar.

* Rodenticidas

Entre los rodenticidas más usados se encuentran aquellos basados en anticoagulantes, que producen una muerte del roedor diferida respecto al consumo del veneno. Son preferibles a los productos que producen la muerte inmediata, como el arsénico o la estricnina, que además de estar prohibidos generan aprendizaje en los roedores.

Para evitar la aparición de resistencias y aprendizajes es conveniente cambiar la tipología del cebo usado, combinando presentaciones en forma de bloque con granos y los distintos productos entre sí. Sea cual sea el producto usado se debe aplicar por medio de portacebos tal que se dificulte su diseminación por la industria.

Dado que el efecto de estos productos se manifiesta varios días después de su ingestión debemos asegurarnos que los cadáveres no quedan en depósitos o conducciones, para lo cual se mantendrán siempre cerrados y se revisarán antes de su uso.

F.- Plan de agua potable

El agua además de ser un importante gasto económico para las empresas, por la gran cantidad de agua que se emplea en las Almazaras, puede ser a su vez el origen de problemas sanitarios y tecnológicos. El agua usada en éstas industrias debe ser potable, tanto microbiológica como químicamente.

Los usos del agua en la industria oleícola son muy variados empleándose en: limpieza de la aceituna, agua de proceso en la extracción, lavado del aceite, limpieza de equipos e instalaciones y para higiene del personal.

Centrándonos en la procedencia del agua nos encontramos con dos casos claramente diferenciados: red pública de agua potable y captación propia. Es habitual el uso de ambas fuentes de suministro, utilizando el agua procedente de captación propia para la limpieza de los frutos y el agua de la red pública en el resto de aplicaciones.

Respecto al agua procedente de la red debe ser el municipio o la empresa suministradora el encargado de garantizar la potabilidad de la misma, aunque esto no siempre es así. Entre los tratamientos que se dan al agua destacan:

- Almacenamiento intermedio del agua. Se usan depósitos para garantizar un suministro de ésta en caso de cortes y para disponer de caudal suficiente que permita un llenado rápido de la lavadora. Cuando el agua se almacene en depósitos su potabilidad pasa a ser responsabilidad de la empresa, por lo que debe proceder a su cloración en caso necesario.
- Ablandamiento mediante el uso de descalcificadores de resinas de intercambio iónico. El objeto perseguido es aumentar la calidad del agua, generalmente de elevada dureza en muchas zonas de la región. Es conveniente realizar estos tratamientos especialmente en el agua que se suministra a la caldera, pues un agua de demasiada dureza conlleva una pérdida de capacidad calórica al ser necesario purgarlas de forma periódica.

Igualmente se producen incrustaciones por precipitación de estas sales y un ataque a las tuberías, al ser el agua más agresiva.

El agua procedente de captaciones propias debe ser químicamente potable, y clorarse para garantizar su idoneidad microbiológica. Hay que tener en consideración que las aguas procedentes de pozos situados en zonas agrícolas pueden estar contaminadas con elementos como los nitratos y otros contaminantes industriales, y ser además de elevada dureza. En estos casos es necesario disponer de un equipo de intercambio iónico que nos permita reducir estos iones.

El cloro en el agua puede originar problemas en las pastas y por tanto en el producto final de formación de derivados perclorados como el percloroetileno y debido al carácter oxidante del cloro, iniciar reacciones de oxidación en el aceite. Este es el motivo por el que algunas almazaras eliminan el cloro del agua mediante filtros de carbono activado. Esta eliminación del cloro se debe realizar inmediatamente antes de su uso, evitando en lo posible que se modifiquen las características microbiológicas de la misma.

Para la cloración del agua es conveniente disponer de un clorador automático que permita dosificar el cloro según éste sea necesario, ya que la cloración manual puede hacer que se presenten picos de cloro en el abastecimiento de agua, estando ésta hiperclorada en algunos momentos y deficientemente clorada en otros. La forma habitual de clorar el agua es mediante el uso de hipoclorito sódico, por lo que tras la cloración se debe disponer un depósito que nos retenga el agua durante un mínimo de 20 minutos, tiempo necesario para que el cloro sea efectivo.

El agua, cualquiera que sea su procedencia se puede usar en las siguientes operaciones:

- *Lavado de aceituna*: el agua entra en contacto con los frutos, eliminando los restos que estos pudieran contener como tierra, polvo, residuos de plaguicidas hidrosolubles, etc. Es conveniente renovar de forma periódica esta agua a fin de evitar recontaminaciones del fruto.
- *Agua de proceso*: según el sistema de extracción que la industria emplee este agua se añadirá en mayor o menor cantidad, en el caso de sistemas de extracción en tres fases puede llegar a ser cercana al 50% del peso de la aceituna, mientras que en el caso de sistemas de dos fases la cantidad de agua añadida es muy pequeña, inferior al 10%.

- *Agua de lavado del aceite*, esta agua se adiciona a la centrifuga vertical para eliminar las impurezas que el aceite arrastra. Por término medio se puede considerar en un 25% del volumen de aceite producido.
- *Agua de limpieza* de equipos e instalaciones, usada como diluyente de las soluciones de limpieza empleadas y para el aclarado de las mismas.
- *Agua* empleada por el personal en su *higiene*.
- *Agua de calefacción*, usada en los sistemas de calefacción de la industria y en la calefacción indirecta de la masa de aceituna en las termobatidoras.

G.- Plan de transportes

En la industria oleícola se pueden distinguir tres tipos de transporte, el de la aceituna, el del aceite y el de los subproductos y residuos.

El transporte de la aceituna corre generalmente a cargo del agricultor, siendo conveniente que éste las transporte a granel en remolque, y no en sacos en los que se podrían dar fermentaciones. En los casos en que la industria acuda a diversas zonas a recoger la aceituna previamente acumulada por los agricultores es conveniente que ésta se haga al poco tiempo de la recogida para evitar atrojamientos.

El transporte del aceite se puede realizar a granel o envasado. El aceite a granel se transporta en cisternas (enteras o partidas) o depósitos, los cuales deben cumplir los siguientes requisitos:

- Dedicarse exclusivamente al transporte de productos alimentarios.
- Estar adecuadamente limpias, incluyendo una vaporización interior, y en posesión del certificado de limpieza emitido por una empresa autorizada.
- Una vez cargado el aceite se procederá al precintado de todas las bocas de la cisterna.
- Estar construidas con materiales aptos para el producto que van a transportar.

- El personal que realiza el transporte debe tener los conocimientos necesarios sobre el producto que transporta, aceite en nuestro caso, de forma que no realice prácticas incorrectas que puedan afectar a su calidad.

Este transporte puede pertenecer a la industria productora del aceite, a la empresa compradora, o lo que es más habitual, a una empresa especializada en transportes y contratada para el porte por el comprador.

El aceite envasado, en cualquier formato, se debe transportar en vehículos limpios, autorizados para el transporte de alimentos no perecederos.

En general los industriales de nuestra región disponen de pequeños vehículos para el transporte del aceite en las zonas próximas a la ubicación de la industria. En caso de transportes a más larga distancia se utilizan los servicios de agencias de transporte.

Para el transporte de subproductos y residuos se utilizan los siguientes medios:

- Los alpeorujos se suelen transportar en camiones tipo bañera, pero dadas las características de fluidez de este subproducto es recomendable que éstas vayan provistas de sistemas rompeolas e impermeabilizadas para evitar derrames.
- Otros residuos como turbios, materiales filtrantes agotados, hojas, etc. se almacenan en contenedores o depósitos que son recogidos por la empresa encargada de su gestión.

2.2 Puntos de Control Crítico específico:

Tras estudiar e implementar los PCCg pasamos a estudiar los PCCe acorde a los procesos que se desarrollen en cada industria. Los PCCe son todos aquellos que se identifican dentro de una fase de producción determinada. Para identificarlos procederemos a la elaboración, de forma esquemática, de todas las fases de producción de la industria, desde que se recepciona la aceituna hasta que se vende el aceite envasado y embalado.

Esto se denomina "Diagrama de Flujo".

El diagrama de flujo debe ser lo más completo posible, sin olvidar fases que pudieran resultar de interés, ya que la supresión de alguna etapa se realizará en el posterior estudio de las "tablas de gestión", que son documentos estructurados en los que se estudia de forma sistemática cada una de las fases del diagrama de flujo, obteniendo los PCC específicos e imbricando los PCCg de nuestra industria.

La secuencia de apartados de una tabla de gestión es la siguiente:

Fase y Nº	Peligro	Medida preventiva	Limite critico o nivel objetivo	Vigilancia	Frecuencia	Medida correctora	Registro

- *Fase y número:* en este apartado se ubicará cada una de las fases del diagrama de flujo.
- *Peligro:* se indicarán qué tipo de peligros afectan a la fase en cuestión, omitiendo dicha fase si se llegase a determinar que no existe ningún peligro que le afecte. Se entiende por "peligro" cualquier cualidad que puede hacer que un alimento no sea seguro para su consumo. Atendiendo a su naturaleza los peligros se pueden estructurar en biológicos, químicos y físicos.
 - Peligros microbiológicos: en el aceite no se dan debido a la bajísima actividad de agua de este producto, lo que hace imposible cualquier posibilidad de desarrollo microbiano.
 - Peligros químicos: causados por residuos de fungicidas, plaguicidas, compuestos químicos presentes en el agua, coadyuvantes no aptos, residuos de productos de limpieza y desinfección.

- Peligros físicos: son sustancias extrañas que pueden llegar al aceite y causar algún daño al consumidor, como trozos de plástico, metal, etc.

- *Medidas preventivas*: se establecerán las medidas que se consideren oportunas para evitar los peligros que se hayan marcado para cada fase.
- *Límites Críticos o Niveles Objetivo*: se deberá indicar un parámetro que cuantifique de manera efectiva que se está implantando una medida preventiva adecuada. Es conveniente utilizar el concepto de “nivel objetivo”, el cual es un parámetro que nos permite tomar una decisión y corregir una desviación antes de que se haya llegado al límite crítico, el cual si se supera, en muchos casos va a indicar que se debe rechazar el producto o se debe destinar a otra producción, con el coste que esto conlleva. Desde el punto de vista sanitario, se puede llegar a superar un límite crítico que luego al aplicar la medida correctora no se corrija de verdad.
- *Vigilancia*: indicándose los métodos que se usarán para realizar la monitorización del peligro, estos pueden ser medidas directas de parámetros físico-químicos como temperatura, pH, humedad, etc., inspecciones visuales, olfativas, etc., o estudios microbiológicos.
- *Frecuencia*: la frecuencia con la que se realizará la vigilancia de un determinado parámetro deberá ser la adecuada en cada caso, de forma que no se sobrecarguen los controles pero que estos resulten efectivos.
- *Medidas correctoras*: se efectuarán cuando existan desviaciones de los límites críticos marcados. Es decir, cuando un PCC no esté bajo control. Las acciones correctoras son importantes para tener un sistema completo, pero sobre todo es preciso incidir en las medidas preventivas.
- *Registro*, de vital importancia en este sistema, pues nos permite estudiar de forma adecuada el origen de posibles deficiencias y corregirlas de manera idónea.

La documentación que se genere debe ser sencilla, haciendo hincapié en lo verdaderamente importante, y ser lo más compacta posible a fin de minimizar la burocratización del sistema. Tener en cuenta que esta documentación va a ser

cumplimentada por personal que quizás no tenga una formación adecuada en el manejo de terminología muy compleja.

No sirven de nada estudios demasiado teóricos del sistema APPCC, con una documentación muy extensa que no conllevan un control eficiente de los procesos de nuestra industria.

3. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJO Y TABLAS DE GESTIÓN:

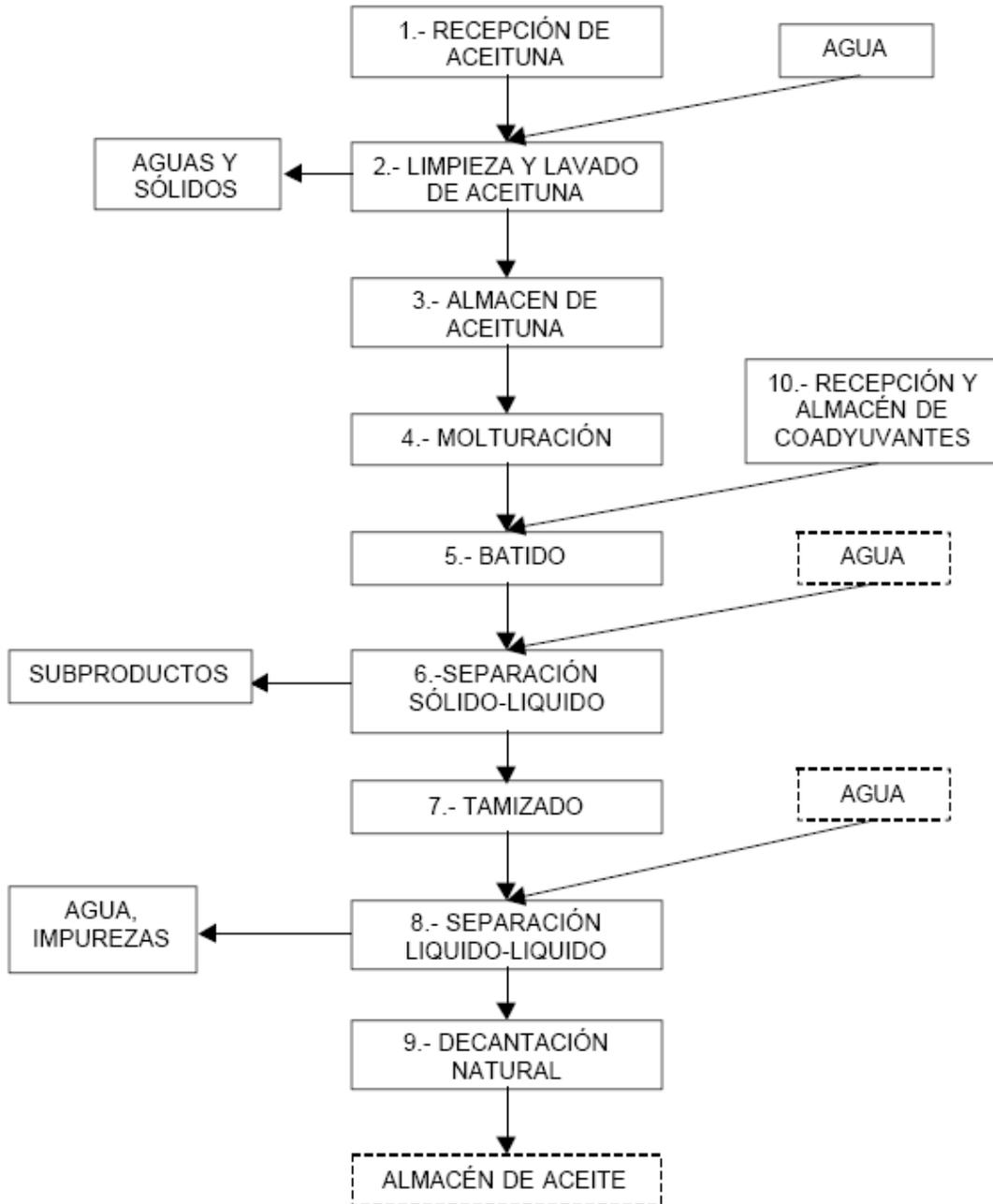
En la extracción de aceite de oliva virgen nos encontramos con una característica que le hace diferente a otros sectores agroalimentarios. Aquí debido a las características del propio aceite que posee una actividad de agua inapreciable, se hace imposible el desarrollo microbiano en el mismo, por lo que no consideraremos los peligros biológicos en ninguna de las etapas de producción. Únicamente se pueden dar crecimientos de algunos mohos y levaduras en el fruto y durante el almacenamiento de aceite, en la superficie del mismo en depósitos no inertizados o en trujales y debido principalmente a una deficiencia en los procesos de limpieza.

3. 1. DIAGRAMAS DE FLUJO:

Como ya hemos comentado, un diagrama de flujo es la representación esquemática de las etapas presentes en la elaboración de un producto, en este caso aceite. Las que a continuación desarrollamos deben considerarse como modelos teóricos, aunque basados en un gran número de casos reales, y como tales modelos deben adaptarse a la realidad de cada industria. En muchos casos, la actividad de la industria hará necesario que se realice una fisión de los diagramas de flujo que aparecen a continuación, junto con la adaptación ya comentada.

Vamos a contemplar solo el diagrama de flujo de la extracción de aceite de oliva virgen, dentro de los existentes en la industria de los aceites vegetales comestibles.

DIAGRAMA DE FLUJO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN



3. 2 TABLAS DE GESTIÓN:

TABLAS DE GESTIÓN DE EXTRACCION DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

FASE	PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS	LIMITE CRITICO O NIVEL OBJETIVO	VIGILANCIA	FRECUENCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTRO
1.- Recepción de aceituna	Químicos: residuos fitosanitarios	Homologación de proveedores	Especificaciones técnicas	Revisión de especificaciones	Cada campaña	Aviso o cambio proveedor	Hoja de verificación de proveedores
	Biológicos: mohos y parásitos	Uso de aceitunas en buen estado	Ausencia de frutos dañados y/o atrojados	Observación visual	Cada recepción	Separar diferentes calidades	Ficha recepción aceituna
	Físicos: hojas, tallos, metales, piedras						
2.- Limpieza y lavado de aceituna	Químicos: residuos fitosanitarios	Mantenimiento correcto del equipo	Cumplir protocolo mantenimiento de equipo y maquinaria	Revisión de equipos	Según plan de mantenimiento	Corregir defectos equipos	Ficha control mantenimiento de equipos
	Físicos: hojas, ramas, piedras...	Uso de agua potable	R.D. 1139/90	Control de potabilidad	Según legislación	Modificar condiciones abastecimiento agua	Ver plan agua potable.
		Renovación frecuente del agua de lavado	Ver explicación (*)	Observación visual	diaria	Cambiar agua lavado con mayor frecuencia si se detecta exceso de suciedad	Parte de incidencias

FASE	PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS	LIMITE CRITICO O NIVEL OBJETIVO	VIGILANCIA	FRECUENCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTRO
3.- Almacén de aceituna	Químicos: productos de oxidación y fermentación	Mínimo tiempo de almacenamiento	Molturación en < 24h	Observación visual	Diaria	Reclasificar la aceituna	Ficha recepción aceituna
		Correcto mantenimiento de tolvas y cintas	Ausencia de fallos o desperfectos en tolvas y cintas.	Observación visual	Según plan de mantenimiento	Corregir defectos y desperfectos.	Ficha control mantenimiento
		Mantener separación de aceitunas por calidades	Aislar aceitunas de inferior calidad	Observación visual	Cuando se trabaje	Reclasificar aceituna	Ficha recepción aceituna
4.- Molturación	Químicos: trazas metálicas	Correcta limpieza y mantenimiento del molino y las cribas.	Ausencia de cribas obturadas y elementos oxidados o deteriorados	Revisión del molino	Cada limpieza	Limpieza de molino y/o sustitución de criba y/o pastillas	Ficha control LD
	Físicos: restos de piezas.						
5.- Batido	Químicos: residuos de limpieza y desinfección	Adecuado proceso de LD (*) y aclarado suficiente.	Ausencia de suciedad y de residuos de productos de LD	Observación visual y control pH en agua aclarado	Cada limpieza	Modificar protocolo de limpieza y/o Volver aclarar con agua potable	Ficha control LD
		Adecuada relación tiempo/Temperatura de proceso.	T < 40°C (ver explicación)	Control tiempo/T	Diaria	Reducir temperatura y/o tiempo.	Ficha control proceso

LD: Limpieza y desinfección

FASE	PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS	LIMITE CRITICO O NIVEL OBJETIVO	VIGILANCIA	FRECUENCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTRO
6.- Separación sólido-líquido (Decanter)	Químicos: residuos de LD Residuos de lubricantes	Adecuado proceso de LD y aclarado suficiente	Ausencia de suciedad y de residuos de LD	Observación visual y control pH en agua aclarado	Cada Limpieza	Modificar protocolo de limpieza y/o Volver aclarar con agua potable	Ficha control LD
	Físicos: restos de la fase sólida	Uso de lubricantes alimentarios Regular diafragma	Lubricantes aptos para uso en industria alimentaria Según características del aceite	Control documental Verificar salidas del decanter	Cada nuevo proveedor o lubricante Cuando se trabaje	Rechazar lubricantes no autorizados Ajustar diafragma o regular caudal de agua añadida.	Documentación del proveedor Ficha control procesos
7.- Tamizado	Físicos: residuos de fase sólida	Mantenimiento correcto del tamiz	Tamiz sin colmatar	Observación visual	Semanal	Limpiar el tamiz con agua caliente a presión	Ficha control LD
8.- Separación líquido-líquido (Centrifuga vertical)	Químicos: residuos de LD, agua en el aceite	Adecuado proceso de LD y aclarado suficiente	Ausencia de suciedad y de residuos de LD	Observación visual y control pH en agua aclarado	Cada Limpieza	Modificar protocolo de limpieza y/o volver aclarar con agua potable	Ficha control LD
		Regulación del anillo	Según características del aceite	Verificar aceite en salida	Cuando se trabaje	Ajustar anillo o regular caudal y temperatura de agua añadida	Ficha control proceso

FASE	PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS	LIMITE CRITICO O NIVEL OBJETIVO	VIGILANCIA	FRECUENCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTRO
9.- Decantación natural	Químicos: Residuos de LD	Adecuado proceso de LD y aclarado suficiente	Ausencia de suciedad y de residuos de LD	Observación visual y control pH en agua aclarado	Cada Limpieza	Modificar protocolo de limpieza y/o Volver aclarar con agua potable	Ficha control LD
10.- Recepción y almacén de coadyuvantes	Químicos: coadyuvantes no autorizados o contaminados	Uso de coadyuvantes autorizados y en dosis adecuadas	Certificado de aptitud para uso en extracción de aceite de oliva virgen	Control documental	Cada recepción o cambio de coadyuvante	Rechazo de coadyuvantes no autorizados para extracción de aceite de oliva virgen	Certificado de autorización del coadyuvante

3. 2 CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS TABLAS DE GESTIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN:

1. Recepción de materias primas

La obtención de aceites de oliva vírgenes de calidad viene determinada por la calidad de los frutos que se molturan.

En este sentido resulta esencial, además de efectuar la recolección en el momento óptimo de maduración de la aceituna, evitar que ésta llegue dañada a la Almazara, por lo que el transporte deberá realizarse justo tras su recolección para molturar en las mismas 24h

y en adecuadas condiciones, preferentemente cajas y en ningún caso sacos de plástico, evitando de esta manera atrojamientos. La aceituna recogida de suelo resulta de muy inferior calidad que la del árbol, por lo que resulta conveniente diferenciar ambas calidades de forma visual a la recepción en el patio de la Almazara.

Malas prácticas de cultivo y recolección derivan en frutos dañados, atacados por microorganismos, e inadecuados para obtener aceites de calidad.

Las Almazaras deberán controlar en la medida de sus posibilidades la correcta aplicación de fitosanitarios, a fin de controlar el respeto riguroso de los tiempos de supresión desde su aplicación por parte de sus proveedores.

Estudios realizados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación bajo el “programa de mejora de la calidad del aceite de oliva” denotan que entre los residuos de fitosanitarios detectados en el aceite se encuentra el Fosmet como más habitual, y por el contrario mínimas cantidades de dimetoato. El cobre es otro elemento no biodegradable que permanece hasta el producto final.

Fomentar entre los agricultores la aplicación de buenas prácticas agrarias, así como rechazar aquellos frutos de agricultores que se confirmen no respetan los tiempos de espera, son medidas encaminadas a minimizar la presencia de residuos de estas sustancias en los aceites, así como la aplicación controlada de tratamientos, evitando la aplicación masiva e indiscriminada.

2. Limpieza y lavado de aceituna

En esta etapa vamos a eliminar gran parte de los sólidos que acompañan a la aceituna, como hojas, tierra, tallos, piedras, etc.

También se eliminará mediante lavado algunos de los posibles residuos fitosanitarios hidrosolubles. Para la mayor eficacia del lavado resulta esencial la renovación periódica del agua incluso cada 24h en casos de gran producción, debiendo ajustarse al estado de limpieza de la aceituna y características de los equipos. Puede resultar útil en caso de disponer de varias líneas, emplear una de ellas para aceituna más sucia, como la de suelo.

Un mantenimiento adecuado de la maquinaria al final de campaña evita oxidaciones y deterioros al tiempo que alarga su vida útil.

El agua debe ajustarse al R.D. 1138/90 en lo referente a su potabilidad.

3. Almacenamiento de aceituna

La aceituna se almacenará el menor tiempo posible hasta su molturación, preferentemente no más de 24h. En caso de no disponer de capacidad de proceso suficiente es preferible almacenar más tiempo la aceituna de suelo y de peor calidad y molturar la aceituna sana. Mantener la aceituna durante un tiempo prolongado en tolva causa su fermentación por lo que se desechará totalmente la práctica de mantener algo más de tiempo la aceituna en tolva de modo que un ligero atrojamiento facilite su posterior batido. Esta práctica no es admisible en la obtención de aceites de oliva virgen de calidad.

La aceituna que permanezca almacenada más de 48h o sea mezcla de aceitunas sanas con otras deterioradas debe ser reclasificada como aceituna de calidad inferior y procesada como tal.

Para separar lo más posible las distintas calidades recomendamos disponer de un número suficiente de tolvas así como de más de una línea de proceso, siempre que la capacidad de producción de la almazara lo haga necesario.

Las tolvas se limpiarán al menos semanalmente procediendo a su vaciado completo, eliminando de sus paredes las aceitunas que puedan quedar adheridas provocando que solo circule la aceituna fresca.

4. Molturación

Lo más habitual es el uso de molinos de martillos. Las piezas metálicas del molino pueden ceder trazas metálicas a la pasta, que llegarán hasta el aceite final.

El correcto mantenimiento del molino, en todas sus partes, principalmente pastillas y cribas es importante para evitar deterioros y paradas de proceso.

Resulta muy útil colocar imanes en las salidas de las tolvas y así impedir el paso de trozos de metal al molino que deteriorarán o incluso pueden llegar a romper las cribas o las pastillas de acero.

Con el uso se acumula cierta cantidad de pasta y restos en los orificios de la criba y en los brazos del molino, con lo que en caso de uso diario, en campaña, es conveniente efectuar al menos una limpieza semanal. De esta forma logramos una molturación más higiénica y eficaz.

Es desaconsejable la instalación de los molinos sobre las batidoras, dentro de la Almazara, ya no sólo por su inaccesibilidad sino por el ruido, lo que supone una importante molestia para los trabajadores. Resulta mucho más cómodo y efectivo situarlos fuera de la zona de producción, justo a continuación de las tolvas pulmón, donde son de más fácil acceso al tiempo que se reduce el ruido generado dentro de la zona de extracción.

5. Batido

Normalmente será al final de campaña cuando se llevará a cabo una limpieza exhaustiva de la termobatidora, en la que podrán emplearse productos altamente alcalinos. En estos casos el aclarado deberá ser abundante, con agua potable hasta alcanzar valores de pH próximos a la neutralidad, de manera que se eliminen los posibles restos de los productos de limpieza utilizados.

La pasta permanece en la batidora un tiempo que oscila entre 1-2 h, y no deben superarse temperaturas por encima de los 40°C. Las altas temperaturas derivan en mayores rendimientos pero también en oxidaciones importantes del aceite, pérdida de polifenoles y formación de alcoholes de cadena larga y en consecuencia de aceite de muy baja calidad, lampantes no aptos para su consumo directo. Temperaturas próximas a 30°C con aceitunas sanas en óptimo grado de maduración conlleva a la obtención de aceite de oliva virgen de alta calidad higiénica y organoléptica.

6. Separación sólido-líquido

Es en esta etapa donde se procede a separar las fases, sólida y líquida, se presentan dos tipos de peligros:

1) Peligros físicos por una deficiente separación de fases, lo que deriva en un aceite con gran cantidad de partículas. Estos sólidos son eliminados en fases posteriores del proceso.

2) Peligros químicos debidos bien a residuos de limpieza y desinfección si se utilizan productos químicos y no se aclara suficientemente y lubricantes que deberán ser de calidad alimentaria. La limpieza exhaustiva con productos alcalinos normalmente se realiza al final de campaña.

7. Tamizado

Resulta un punto de control importante para minimizar la cantidad de partículas que acompañan al aceite al salir del decánter pues facilita enormemente las siguientes etapas.

Se deben limpiar los tamices frecuentemente, simplemente con agua caliente a presión para que no se obturen sus poros.

8. Separación líquido-líquido

Bien sea en dos o en tres fases, los platos que conforman las centrífugas verticales se acaban colapsando, debiendo proceder a su limpieza. En campaña, para garantizar un adecuado funcionamiento de las centrífugas, se debe realizar esta operación frecuentemente y siempre que en el aceite se detecte una excesiva turbidez. Para limpiarlo correctamente es recomendable desmontar los platos e introducirlos en una solución alcalina, aclarando posteriormente con agua caliente potable abundantemente. Si la industria dispone de una única centrífuga vertical deberá parar su producción, salvo que disponga de un depósito de

regulación de aceite, por lo que es conveniente disponer de dos centrífugas o un juego de platos de repuesto e intercambiarlas para limpiar y poder seguir trabajando.

La adición de agua en demasiada cantidad o excesivamente caliente en la centrifuga vertical elimina parte de los polifenoles del aceite y afecta a otras de sus características naturales, debiendo controlarse por tanto esta proporción.

9. Decantación natural

Previo almacén en depósitos en muchos casos suele decantarse el aceite en pocillos de decantación bien de obra o de diseño en fibra de vidrio y poliéster o en el mejor de los casos de acero inoxidable.

En cualquier caso deberán mantenerse en buen estado de conservación y procederse a una limpieza exhaustiva al final de campaña y a un purgado semanal de los mismos.

10. Recepción y almacén de coadyuvantes

En caso de pastas difíciles, muy habitual en variedades como picual, se pueden emplear coadyuvantes (sin actividad biológica, bioquímica o química) siendo el más común el talco. Recomendamos dosis no superiores al 2%, pues dosis más elevadas ocasionan que se absorba aceite, con perdidas de rendimiento considerables. Sanitariamente el control de este coadyuvante es importante, debiendo procederse a verificar la documentación del proveedor, su ficha técnica, características de pureza y número de registro sanitario del mismo.

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE Prensado AL SISTEMA
DE DOS FASES**

ANEXO

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

ANEXO

ÍNDICE

1. MATERIA PRIMA: LA ACEITUNA.....3

1. 1 COMPOSICIÓN Y PROCESO DE MADURACIÓN DE LA
ACEITUNA

1. 2 VARIEDADES ESPAÑOLAS DE ACEITUNAS PARA
ALMAZARAS

2. PRODUCTO ELABORADO: EL ACEITE DE OLIVA.....10

2. 1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE OLIVA

2. 2 CONSERVACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA

2. 3 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE OLIVA

2. 4 CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA

2. 4. 1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA

2. 4. 2 PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD EN EL ACEITE DE
OLIVA

2. 5 ATRIBUTOS DEL ACEITE DE OLIVA

2. 6 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

ANEXO

1. MATERIA PRIMA: ACEITUNA

Con la idea de tener una visión más detallada y profunda del aceite de oliva, vamos a hacer un estudio del fruto que lo compone.

La **aceituna** u **oliva** es el fruto del olivo y es la materia prima que requiere la fábrica en estudio (Almazara).

Es una pequeña drupa carnosa con una sola semilla en el interior. Pertenece a la familia de las oleáceae. Es un fruto con drupa comestible, de tamaño variable, siendo en la estirpe natural (*Olea Europaea* variedad *Sylvestris*) de unos 18-20 mm de largo por 10 mm de ancho. Sus tejidos almacenan aceites en forma de ácidos oléicos en una proporción de un 40% y hasta un 60%. (Esta proporción se refiere al ácido oleico y no al aceite propiamente dicho que se saca finalmente de la aceituna para su consumo).

1.1 COMPOSICIÓN Y PROCESO DE MADURACIÓN DE LA ACEITUNA:

La composición química de las aceitunas consiste en el 45-50% de agua, 18-25% de aceite o materia grasa, 20% carbohidratados, 6% celulosa y 1,5% proteínas.

El proceso de maduración de la aceituna, llamado *envero*, consiste en el cambio gradual de coloración del verde al violáceo y del morado oscuro hasta el negro. En el transcurso de este tiempo el aceite de oliva se va generando en la pulpa de la aceituna, lo que se conoce como lipogénesis. El grado de madurez de los frutos condiciona su sabor, y así, según la variedad, la zona y su finalidad (para utilizar en conservas o para consumo en crudo), se cosecha en el momento adecuado.

La aceituna solo madura tras los meses de verano y su recolección se realiza entre los meses de otoño e invierno.

El Consejo Oleícola Internacional ha sugerido una técnica para el cálculo del índice de madurez para optimizar el momento de la recolección. El procedimiento consiste en recoger frutos en las ramas exteriores del olivo y a diferentes alturas,

pasando a separar 100 unidades y a clasificarlas según la siguiente tabla:

Tabla 2.4. Escala para obtención del índice de madurez

Color de las aceitunas	Número	Valor
Verde intenso	a	0
Verde amarillento	b	1
Verde con manchas rojizas	c	2
Rojiza	d	3
Negra con pulpa entera blanca	e	4
Negra con pulpa morada sin llegar a la mitad	f	5
Negra con pulpa morada sin llegar hasta el hueso	g	6
Negra con pulpa morada en su tonalidad	h	7

Siendo a, b, c, d, e, f, g, h, el número de aceitunas de cada grupo y

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, sus coeficientes respectivos.

Así se define como índice de madurez (Im):

$$Im = \frac{a.0 + b.1 + c.2 + d.3 + e.4 + f.5 + g.6 + h.7}{100}$$

100

Se establece como momento óptimo de recogida cuando Im= 3. En aquellas variedades más verdes el Im debe ser 2. Considerar también la diferente resistencia al desprendimiento según las distintas variedades.

Tendencias actuales recomiendan en exceso la recogida de frutos con un índice de madurez inferior al óptimo, para obtener amargores más acentuados.

Esto en el caso de variedades con un amargor elevado de por sí, puede llegar a producir aceites que sean rechazados por el consumidor medio.

El crecimiento del olivo es lento. En condiciones favorables da fruto al cabo de cinco años desde su plantación y no alcanza su pleno desarrollo hasta los veinte años de edad. Desde los 35 hasta los 150 está en su período de madurez y de plena producción. Después, envejece y sus rendimientos son desiguales.

1. 2 VARIEDADES ESPAÑOLAS DE ACEITUNAS PARA ALMAZARAS:

La diferencia de sabores entre unos aceites y otros depende, entre otras cosas, de la variedad de aceituna utilizada y de las condiciones climáticas variables a las que cada año es sometida la aceituna. Conocer las características sensoriales "tipo" de cada variedad, permiten hacernos una idea previa sobre los aromas y sabores que pueden deparar nuestros aceites.

Según el área geográfica de difusión las aceitunas se denominan:

- **PICUAL:**

Es la variedad más importante del mundo. Representa el 20% del olivar mundial y en España alcanza el 50%. Su difusión geográfica está ligada a Andalucía, principal región productora del mundo y, en concreto, a las provincias de Jaén, Córdoba y Granada. También está presente en Málaga, Ciudad Real y Badajoz. Los olivos picuales tienen una alta productividad, siendo ésta una de las razones por las que se han intensificado tanto sus plantaciones. Es un tipo de árbol que se adapta a diversas condiciones de clima y suelo y es tolerante a las heladas, pero poco resistente a la sequía y a los terrenos muy calizos. La maduración de sus frutos transcurre desde la segunda semana de noviembre hasta la tercera de diciembre.

Tiene un rendimiento graso elevado (puede alcanzar hasta el 27%), un elevado índice de estabilidad y un alto contenido en ácido oleico. También ofrece una elevada resistencia al enranciamiento provocado por la cantidad de antioxidantes naturales que contiene. Su elevado contenido en polifenoles, lo convierten en el aceite más estable que existe.

Desde el punto de vista organoléptico, habría que diferenciar entre el de llano y el de montaña. Los aceites de llano son aceites de gran cuerpo, normalmente amargos, con cierto sabor a madera. Los de montaña, suelen ser más suaves aunque con un flavor "a fresco" y agradable. Esta variedad está amparada en las DO de Sierra Mágina, Sierra Segura, (en estas dos como variedad principal). También en Priego de Córdoba, Sierra de Cazorla y Montes de Granada (estas dos últimas en proceso de tramitación).

- **HOJIBLANCA:**

Su área de influencia se extiende por Andalucía, en las provincias de Málaga, Córdoba, Cádiz y Granada, siendo los focos más importantes la zona de las Alpujarras, la sierra de Cádiz y la zona de Antequera. Puede suponer el 16 % del olivar andaluz. También se la conoce en Andalucía bajo el nombre de Lucentino, por los reflejos metalizados que tienen sus hojas cuando les da el sol. Las aceitunas hojiblanca sirven tanto para aceitunas de mesa negra por la firme textura de su pulpa, como para la producción de aceite. La maduración de sus frutos es algo tardía, desde finales de noviembre a finales de diciembre y una vez maduro el fruto presenta resistencia al desprendimiento, con lo que su recolección es dificultosa. Su rendimiento en aceite es bajo, con una media entre 17-19%. Presenta una composición de ácidos grasos muy equilibrada con ácidos saturados relativamente más bajos que en el resto de los aceites de otras variedades. La estabilidad ante la oxidación no es elevada y se recomienda mantener estos aceites al amparo de la luz y sin excesiva oxigenación durante el almacenamiento. Desde el punto de vista organoléptico, presentan una inmensa gama de sabores, aunque predominan los sabores vegetales. Son valores comunes los atributos de dulzura al inicio de la cata, frutado de hierba fresca en el aroma, ligero amargor a fruta verde y otras frutas que a veces recuerdan a una macedonia, ligero picante en garganta y regusto final almendrado.

- **PICUDO:**

La picuda o picudo, también conocida como carrasqueña de Córdoba, es seguramente la variedad más emblemática de Córdoba y está amparada por la DO de Baena y Priego de Córdoba. En el pueblo de Luque se le llama "pajarero". Este nombre le viene porque se dice que su aceite es tan dulce que en el momento de la maduración los pájaros pican los frutos. Esta variedad se encuentra muy difundida en las provincias de Córdoba, Granada, Málaga y Jaén. La maduración de sus frutos transcurre entre la cuarta semana de noviembre hasta final de diciembre y el rendimiento graso es alto, sin llegar a los valores de la picual, pero con cifras cercanas al 20%. Las aceitunas picudas también se destinan para aceitunas de mesa. Las características organolépticas de la variedad picudo son muy buenas, con un equilibrio y dulzura inmejorables, sin sabores duros. A veces se puede encontrar ligeros sabores y aromas que recuerdan a frutas exóticas, así como manzana y almendrados. Por su composición en ácidos grasos, la

picudo se coloca en la gama de aceites delicados ante la oxidación, por lo que se complementa con otras variedades como la picual.

- **LECHÍN:**

Esta variedad se extiende por las provincias de Sevilla, Córdoba, Cádiz, Málaga y Huelva. Su nombre corresponde al color blanquecino de su pulpa y de su mosto oleoso (mezcla de agua de vegetación y aceite). Es una variedad vigorosa. Es capaz de soportar bien las sequías y los fríos invernales y se adapta a los terrenos calizos y pobres. Sin embargo, su contenido en aceite (ácido graso) no es muy alto, en torno al 18 %. Desde el punto de vista organoléptico, es un aceite fluido de sabores vegetales, amargor medio y un postgusto a almendra verde en boca. Por lo general no se suelen comercializar aceites monovarietales de Lechín, pero si interviene para complementar a otras variedades como la hojiblanca y picual.

- **VERDIAL:**

Es una variedad típica de la zona de la comarca de la Axarquía, en el Sureste de la provincia de Málaga. Esta zona está en trámites para la obtención de la Denominación de Origen "Axarquía". Los aceites son afrutados con sabor muy dulce y agradable sin ningún tipo de amargor o picante. Su composición hace que se sea necesario protegerlos del calor, luz y aire para su mejor conservación. En Málaga es posible encontrar monovarietales de Verdial, pero lo normal es que se mezclen con los de la variedad hojiblanca resultando un coupage organoléptico perfecto y con una estabilidad media.

- **ARBEQUINA:**

Se halla entre las variedades españolas más conocidas. Es originaria de la localidad de Arbeca, en la comarca leridana de Les Garrigues, de donde le viene el nombre. Su origen según la historia está en Mallorca. Cuenta la tradición que el Rey Jaime I la trajo a Cataluña desde Mallorca y que uno de sus súbditos, el Señor de Arbeca, plantó esta variedad en su feudo. Otros consideran que llegó a la península a través de los templarios. Se extiende por las provincias de Tarragona (DO Siurana) y

Lérida (DO Les Garrigues) ambas en la comunidad de Cataluña . También está presente en las provincias de Zaragoza, Huesca, Teruel. Los aceites amparados bajo la DO del Bajo Aragón admiten hasta un 20% de arbequina. Últimamente, se ha extendido su cultivo en Andalucía. Las arbequinas son aceitunas pequeñas, pero muy apreciadas por su precoz entrada en producción, con un periodo medio de maduración entre la segunda semana de diciembre y la segunda de enero, elevada productividad y buen rendimiento graso, sobre 20,5 % de aceite, que lo sitúa entre las variedades con mayor porcentaje de extracción de aceite. Son aceites que presentan un olor afrutado fresco con aromas a almendras y otras frutas. Amargan y pican muy poco sino nada, la nota de astringencia no aparece nunca y de entrada presentan una gran suavidad y ofrecen una sensación táctil de almendrado muy agradable y delicada. Los podríamos describir como aceites de características armoniosas, suaves, ligeros, delicados, dulces, casi siempre almendrados y con un aroma a frutos maduros (papilla de frutas y manzana), en los que a veces se atisban aromas exóticos. Sin embargo, también se da el tipo de aceite frutado ligeramente verde y medianamente amargo, picante y dulce. Este aceite corresponde al de principio de campaña, cuando las aceitunas están todavía verdes y esta característica se refleja lógicamente en el perfil organoléptico del aceite. Por su composición son algo más delicados que otras variedades frente a la oxidación y una vez envasados es muy importante que estén al resguardo de la luz y el calor.

- **CORNICABRA:**

Esta variedad es, en número de hectáreas cultivadas, la segunda en importancia, pero la tercera en producción. Originaria de Mora de Toledo, su área de cultivo abarca las provincias de Toledo y Ciudad Real, en la Comunidad de Castilla la Mancha. Su nombre proviene de la característica forma de cuerno de su fruto. También llamada cornezuelo, es variedad principal de la DO Montes de Toledo. Tiene una gran resistencia a las sequías, heladas y fríos invernales, lo que nos indica que siendo árbol mediterráneo se ha adaptado perfectamente a un clima continental. Al final de su maduración se caracteriza por un intenso color violáceo. Tiene un rendimiento graso en torno al 19%. Son aceites frutados y aromáticos, mostrando valores medios de amargo y picante. Cuando se obtienen de aceitunas más maduras, al final de la cosecha, es característica la aparición de distintos sabores y texturas a frutos exóticos como el aguacate. Los aceites de Cornicabra presentan un notable equilibrio entre el dulce a la

entrada, amargo a hojas verdes y el picante de intensidad media. Son aceites estables debido a su alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados.

- **EMPELTRE:**

La variedad Empeltre es característica de la comunidad de Aragón. Su área de cultivo se extiende desde las provincias de Logroño y Teruel por el Valle del Ebro hasta la provincia de Tarragona, dándose incluso en las Islas Baleares. Ocupa casi el 85% de las comarcas del Bajo Aragón Turolense, extendiéndose a través de las tierras de Alcañiz, Calaceite, Valderrobres, Castellote y la Serranía de Montalbán, situadas en el límite entre Aragón y Cataluña. Es uno de los olivos más antiguos de España. Puede alcanzar una gran envergadura, aunque su capacidad de enraizamiento es baja, lo que obliga a practicar el injerto como principal método de propagación. De hecho, parece ser que su nombre deriva de la palabra catalana "empelt" que significa injerto, ya que esta variedad se injertó sobre otras más antiguas. Sus hojas son de color verde oscuro y muy brillantes; sus aceitunas de tonalidad negra azabache. Las aceitunas tienen un rendimiento graso en torno al 18,3%. La maduración de sus frutos es temprana, desde la primera semana de Noviembre a la primera de diciembre. Su aceite es de textura fluida, con un olor afrutado suave y de sabor delicado, dulce y algo almendrado. Casi nunca presentan amargor ni picor. Son aceites muy agradables en boca, muy dulces y suaves.

- **MANZANILLA CACEREÑA:**

Esta variedad conocida en Portugal como "negrinha y azeitera" se cultiva en la Alta Extremadura (Sierra de Gata, Las Hurdes, Valle del Jerte y la Vera). Ocupa una superficie del 95% del olivar de esta zona y es la variedad protegida de la Denominación de Origen, - actualmente en trámite-, Gata-Hurdes.

Se destina tanto a mesa como a almazara. Da unos aceites que exhiben bastante cuerpo, con aromas herbáceos, picante y amargor en el rango medio-alto y aromas a otros frutos/as maduros, especialmente plátano dulce.

- **VERDIAL:**

Esta variedad, muy resistente a la sequía, se extiende por la provincia de

Badajoz, en lo que es la Baja Extremadura, ocupando el 53% del olivar de la comarca pacense de Tierra de Barros. En Portugal ocupa la zona del Alentejo y el Algarve. La verdial se utiliza tanto para aceituna de mesa como para Almazara, donde son muy apreciadas por su alto rendimiento graso en torno al 22%. Son aceites con un frutado medio- alto y su sabor es algo amargo y picante.

- **BLANQUETA:**

Es la variedad principal del Levante español, cuyo nombre hace referencia al color claro de la aceituna. Muy productiva, pero sensible a los cambios bruscos de temperatura y a los inviernos duros, el aceite es muy aromático y con un elevado índice de ácido linoleico. Los aceites más reconocidos proceden de las comarcas de Sierra del Espadán y de la montaña de Alicante.

2. PRODUCTO ELABORADO: ACEITE DE OLIVA:

El aceite de oliva es un producto natural que cuando se extrae por procedimientos físicos, a partir de aceitunas de buena calidad y con la madurez adecuada, posee cualidades excepcionales que lo hacen ideal para el aderezo de alimentos y para frituras. Es prácticamente el único aceite vegetal que puede consumirse crudo, conservando íntegramente sus vitaminas, ácidos grasos esenciales y otros productos de gran importancia dietética. Sin embargo, grandes cantidades de este producto han de ser destinadas a la refinación por deterioro de sus características organolépticas o químicas.

El aceite de oliva refinado pierde prácticamente en su totalidad las propiedades que lo diferencian del resto de aceites vegetales.

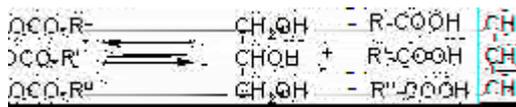
2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE OLIVA:

Los compuestos químicos del aceite oliva pueden integrarse en dos grupos: **fracción saponificable e insaponificable.**

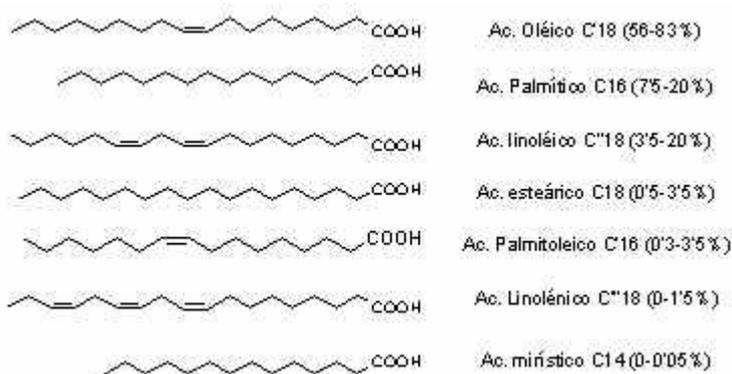
• FRACCIÓN SAPONIFICABLE:

Glicéridos y ácidos grasos

Los glicéridos, también conocidos por GRASAS, son ésteres de ácidos grasos con la glicerina.



R, R' y R'' son ácidos grasos que bien pueden ser el mismo o distintos.



También puede darse el caso de que la glicerina esté esterificada con una sólo molécula de ácido (monoglicéridos), con dos (diglicéridos) o con tres (triglicéridos).

En el caso del aceite de oliva es la trioleína (triglicérido siendo R, R' y R''= ácido oleico) el componente mayoritario (40% del total del aceite).

Las grasas se hidrolizan según el esquema anterior liberando los ácidos grasos culpables del grado de acidez del aceite. El causante de este proceso puede ser la propia abrasión o rotura del epicarpio (piel) de la aceituna que genera, sobre todo en contacto con el suelo, una serie de reacciones enzimáticas que alteran el aceite de las células. Se han comprobado reacciones de hidrolisis y de autooxidación enzimática cuyos productos dan mal sabor al aceite.

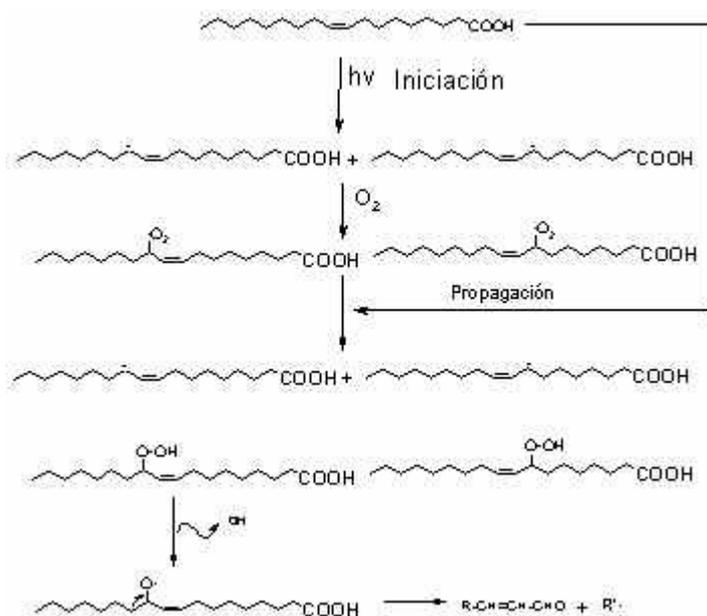
La mosca del olivo también es otro factor que aumenta la acidez del aceite. Asociados al estado larvario se encuentran microorganismos que liberan enzimas hidrolíticas.

Una de las ventajas del aceite de oliva es su alto contenido en ácido oléico. En

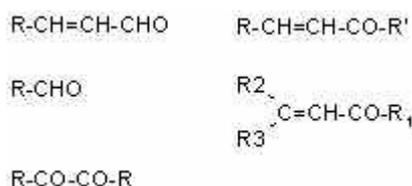
su estructura encontramos una insaturación.

Esta insaturación junto con el grupo carboxilo (-COOH) son los responsables de la reactividad de los ácidos grasos.

En presencia de luz y oxígeno atmosférico se da el siguiente **proceso de autooxidación** (conjunto de reacciones que se inician por la adición del oxígeno atmosférico a un ácido graso y que posteriormente llevan a la formación de compuestos volátiles que confieren al aceite malos olores y sabores):



Productos de las oxidaciones y degradaciones como los que siguen le dan al aceite rancio su desagradable sabor:



Los ácidos grasos poliinsaturados presentan menos estabilidad en los metilenos (-CH₂-) situados entre dobles enlaces no adyacentes, lo que favorece el inicio del proceso de formación de radicales libres y por tanto de la oxidación.

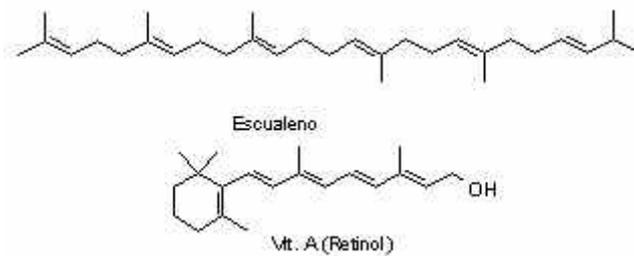
El ácido oleico, ácido monoinsaturado y mayoritario en el aceite de oliva, es menos propenso a oxidarse que los ácidos poliinsaturados. Por lo tanto, cuanto mayor es el contenido de ácido oleico, a igualdad de ácidos saturados, menos oxidable es el aceite, como ocurre en el aceite de oliva en comparación con los otros aceites vegetales.

La oxidación es la causa de que los aceites se enrancien confiriéndoles mal sabor y olor debido a los productos volátiles que se generan.

• FRACCIÓN INSAPONIFICABLE

Hidrocarburos

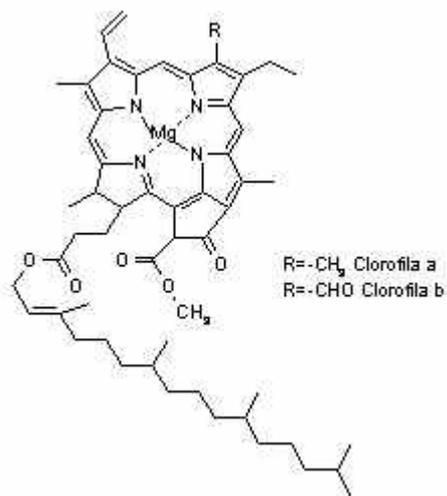
Entre los hidrocarburos más importantes se encuentran el Escualeno (utilizado en cosmética) y el β -Caroteno (precursor del retinol o Vitamina A)



Pigmentos no terpénicos

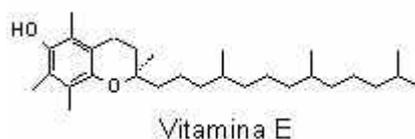
Aquí podemos encontrar la Clorofila que se encuentra más abundante en los aceites de comienzo de temporada al encontrarse una mayor proporción de aceituna verde que al final.

Si el aceite se conserva en lugar oscuro se comporta como antioxidante, pero a la luz acelera la oxidación del aceite.



Tocoferoles

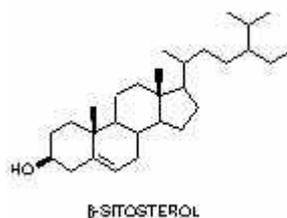
El más importante es el alfa-tocoferol o Vitamina E (150-300ppm).



Es un antioxidante por lo que protege al aceite de oliva de la oxidación. En la elaboración del Aceite de Oliva Virgen, es muy importante mantener la temperatura por debajo de los 35°C en la etapa de termobatido ya que por encima de esta temperatura la Vitamina E se descompone eliminando del aceite uno de sus antioxidantes más importantes.

Esteroles

Uno de ellos es el β -sitosterol. Su importancia radica en que compite con el colesterol en la absorción intestinal.



Fracción esterólica

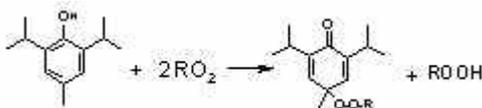
	OLIVA	COLZA	SOJA	GIRASOL
Colesterol	-	-	-	-
Brasicasterol	-	11	-	-
Campesterol	2	29	23	11
Estigmasterol	1	-	19	10
β -Sitosterol	97	60	56	62
Delta 7 Estigmasterol	-	-	2	17

Polifenoles

El Aceite de Oliva posee un elevado contenido de fenoles (hidroxitirosol y oleuropeína). En un reciente estudio se ha comprobado el efecto antioxidante de estos compuestos ya que bloquean el proceso en la etapa de iniciación bien oxidándose ellos

mismos con formación de compuestos peroxídicos de naturaleza más estable o bien actuando sobre los radicales ya formados evitando la etapa de propagación.

La forma de actuación de estos compuestos viene dada por la siguiente reacción:



Parece ser que se atribuye a estos compuestos el picor y amargor característicos de algunos aceites.

Productos volátiles

Son alcoholes, cetonas, ésteres... que influyen sobre todo en el aroma del aceite.

2.2. CONSERVACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA:

Para que un aceite se conserve en buen estado es necesario que no sufra alteraciones en la composición química de sus componentes, pero existen algunos agentes que pueden provocar alteraciones, como por ejemplo:

- **Temperatura:** El aceite de oliva virgen posee componentes que se desnaturalizan si se llega a una cierta temperatura. Esto ocurre con la vitamina E entre otros. Es conveniente, por tanto, conservar el aceite en lugar fresco.
- **Luz:** Como comentábamos anteriormente, la luz es uno de los causantes de la etapa de iniciación en la autoxidación del aceite. Conviene envasarlo en recipientes opacos (el ideal es el tetrabrik aunque los envasadores reusan utilizarlo por una asociación con los vinos baratos).
- **Trazas metálicas:** Metales como Co, Cu, Mn, Fe, Ni, Cr... son nefastos a concentraciones mayores a 2ppm.
- **Aire:** Se debe evitar la aireación del aceite por su contenido en oxígeno. Envases herméticos y evitar los espacios de cabeza reducen este riesgo.
- **Catalizadores orgánicos:** Ácidos grasos libres, restos de peróxidos y

clorofila aumentan el riesgo de autooxidación.

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE OLIVA:

Los aceites de oliva se diferencian según sus características de calidad, estando éstas establecidas legalmente.

Actualmente el Reglamento (CE) N° 1513/2001 del Consejo de 23 de julio de 2001 que modifica el Reglamento N° 136/66/CEE y el Reglamento N° 1638/98, en lo que respecta a la prolongación del régimen de ayuda y a la estrategia de la calidad para el aceite de oliva, establece las definiciones y modificaciones siguientes:

Podemos distinguir **dos fracciones** en el proceso de elaboración del aceite, el **aceite de oliva virgen y el orujo** (orujo húmedo o alpeorujo). Esta es la diferencia, gran diferencia, entre el aceite de oliva virgen y los aceites refinados (girasol, soja, maíz, semillas...) en la que estos últimos sufren adición de disolventes, sosa, ácido fosfórico, etc. antes de adaptarse al consumo humano.

Dentro de los aceites de oliva se pueden distinguir:

A. Aceite de Oliva Virgen: El **aceite de oliva** se denomina **virgen** cuando es **zum de aceituna** sin haber pasado por tratamiento químico alguno. Proviene, simple y llanamente, de exprimir la aceituna a una temperatura tal que le permita conservar intactas todas sus magníficas propiedades. A su vez se clasifica en:

- **Extra**, presenta un sabor y aroma excepcional y posee una acidez (expresada en ácido oleico), no superior a 1 grado. Es el de mayor calidad.
- **Fino**, de gusto irreprochable y con acidez situada entre 1° y 1,5°. Este aceite, aunque de calidad inferior al anterior, es excelente para el consumo.
- **Semifino**, cuya acidez se sitúa entre 1,5° y 3°. Estos aceites no está permitido envasarlos, salvo autorización expresa.
- **Lampante**, con una acidez superior a los 3°. Estos aceites no están autorizados para el consumo directo.

B. Aceite de Oliva Refinado: Es el aceite procedente de la refinación por procedimientos químicos, de aceites de oliva vírgenes de alta acidez. Estos aceites han perdido sus características organolépticas (color, olor y sabor) y sus propiedades naturales.

C. Aceite de Oliva: Mezcla de aceites de Olivas vírgenes distintos al lampante y de oliva refinado, con acidez no superior a 1,5°. (Este es el producto más consumido en España).

D. Aceite de Orujo Crudo: es el obtenido por medio de disolventes de orujo de oliva, un subproducto de la aceituna, con exclusión de los aceites obtenidos por procedimientos de reestirificación y toda mezcla de aceites de otras naturalezas.

E. Aceite de Orujo refinado: es el obtenido por refinación de este aceite de orujo crudo y con acidez no superior a 0,5°.

F. Aceite de Orujo de oliva: Mezcla de aceite de orujo refinado y de aceite de oliva vírgenes distintos al lampante, con acidez no superior a 1,5°.

2. 4. CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA:

Según el diccionario de la Real Academia de la lengua Española, *la calidad se define como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie.*

La calidad del aceite de oliva, viene condicionada por multitud de variables, pero que en definitiva tienen que satisfacer al consumidor.

Una definición más precisa es aquella que nos indica que la calidad del aceite de oliva es el conjunto de propiedades o atributos que él posee y que determina el grado de aceptación del consumidor respecto a un determinado uso.

La calidad más sencilla de definir es la reglamentada, por estar claramente establecida en el reglamento CE nº 2568/91, modificado por el CE nº 656/95 y que clasifica los aceites de oliva según el valor de determinados parámetros físico-químicos como son acidez, índice de peróxidos, la absorbancia en el ultravioleta (K_{270}) y

contenidos en determinados componentes (Ácidos grasos saturados e insaturados, tocoferoles, polifenoles y caroténos) y su puntuación organoléptica. Esta calidad da lugar a los distintos tipos de aceites de oliva.

2. 4. 1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA:

Existen multitud de factores que influyen en la calidad final del aceite, y que van desde su cultivo en el campo, la recolección, el transporte, la transformación y por último el almacenamiento.

Factores agronómicos.

Entre ellos encontramos *la variedad de aceituna y el medio* en el que se cultivan. Cualquier variedad y medio puede dar aceite de oliva virgen extra. Sin embargo dependiendo de la variedad cultivada y de las características del medio encontraremos diferencias en la composición del aceite (fracción ácida y contenidos en polifenoles, tocoferoles y carotenoides) y por lo tanto en su caracterización sensorial.

Las prácticas culturales, como son poda, riego, abonado tiene poca significación sobre la calidad del aceite. Sin embargo es necesario el control del las plagas y enfermedades para la obtención de un aceite de calidad.

En la recolección hay que tener en cuenta tres factores que influyen en la calidad, el momento, la procedencia del fruto y el método empleado. La composición de los aceites varía a lo largo del proceso de maduración disminuyendo la relación de los ácidos monoinsaturados/poliinsaturados y aumentando los polifenoles (responsables de las características organolépticas) hasta un punto en que empiezan a decaer, por lo que cada vez tienen aromas más apagados y pasando de más amargos a más dulces.

Otro factor a tener en cuenta en la obtención de la calidad es la separación de la aceituna recolectada del suelo de la del árbol, ya que al caer rompen la epidermis y comienzan en la aceituna procesos de oxidación y por lo tanto de alteración del aceite (aumento de la acidez).

En cuanto a la recolección el mejor método sería el de ordeño a recogida manual, pero esto tiene elevados costes, por lo que habría que decantarse siempre que

fuese posible por la recogida mecanizada y en último término por el vareo.

Factores industriales

El transporte debe hacerse con cuidado. En la recepción del fruto en la almazara debe separarse el suelo y el vuelo. Posteriormente tiene lugar un proceso de limpieza de ramas y hojas.

Las aceitunas deben molturarse dentro de las 24 horas siguientes a su recepción en almazaras y evitar el atrojado lo máximo posible. En el proceso de extracción del aceite hay que mantener la máxima limpieza posible y siguiendo una serie de normas. El batido de la masa tiene que hacerse a una temperatura que no sobrepase los 25 a 30 ° C para no alterar la calidad. El batido tiene que tener una duración aproximada de hora y media. La cantidad de agua que se debe añadir a los decanter debe ser solo la necesaria ya que se pierden los polifenoles. La temperatura de todo el proceso de extracción no debe ser superior a 30 ° C.

Los depósitos deben de ser preferentemente de un material inerte, como el acero inoxidable y tener fondo con inclinación o cónico.

Como factor esencial para obtener un aceite de calidad es la limpieza, en toda las fases procesado de la aceituna.

2. 4. 2. PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD EN EL ACEITE DE OLIVA VIRGEN:

Los parámetros principales son:

1. Grado de acidez

Mide la cantidad de ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico. Es un parámetro negativo, ya que a partir de ciertos límites, constituye un inconveniente para su empleo en alimentación.

Según la reglamentación técnica sanitaria, es apto para el consumo humano hasta 3,3 g. por 100 g.

La acidez es una anomalía resultante, entre otras, del mal estado de

los frutos, mal tratamiento o mala conservación.

2. Indice de peróxidos

Mide el estado de oxidación inicial, también indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos componentes de interés nutricional como es la vitamina E. Sus límites para consumo son de 20 m.e.q. de O₂ activo/Kg.

3. Absorbancia en el ultravioleta (K-270)

Se utiliza en especial para detectar los componentes oxidados anormales en un aceite virgen.

En un aceite obtenido de una aceituna sana, que no haya sido sometida a ningún tratamiento diferente de las operaciones físicas propias de su extracción, su valor, es generalmente inferior a los límites establecidos (+/- 0,25).

4. Humedad y materias volátiles

Para el aceite virgen no debe sobrepasar el 0,2 %, lo que se logra con facilidad en los aceites filtrados y secos. Aunque el agua y el aceite son incompatibles, puede existir emulsión de agua estabilizada por ciertos compuestos.

5. Impurezas insolubles en el éter de petróleo

En el aceite virgen debe ser inferiores a 0,1%.

En la tabla 1.1 se indican los parámetros de calidad establecidos legalmente y de obligado cumplimiento para cada tipo de aceites anteriormente definidos.

Es suficiente que un aceite no cumpla una de estas características para ser descalificado.

Tabla 1.1

Categoría	Acidez (%)	Indice de peróxidos (mgO ₂ /kg)	K ₂₇₀	K ₂₃₂	Δk	Panel test
Aceite de oliva virgen extra	M 0,8	M 20	M 0,20	M 2,40	M 0,010	≥ 6,5
Aceite de oliva virgen	M 2	M 20	M 0,25	M 2,50	M 0,010	≥ 5,5
Aceite de oliva lampante	> 2	> 20	> 0,25	M 3,70	-	< 3,5
Aceite de oliva refinado	M 0,3	M 10	M 1,20	M 3,40	M 0,160	-
Aceite de oliva	M 1	M 15	M 1,00	M 3,30	M 0,130	-
Aceite de orujo de oliva crudo		-	-	-	-	-
Aceite de orujo de oliva refinado	M 0,3	M 10	M 2,50	M 5,50	M 0,250	-
Aceite de orujo de oliva	M 1	M 15	M 2,00	M 5,30	M 0,200	-

Notas:

- Para la determinación de la pureza, en caso de que el K₂₇₀ sobrepase el límite establecido para la categoría correspondiente, deberá efectuarse una nueva determinación del K₂₇₀ después de ser tratados con alúmina.
- Para descalificar un aceite bastará con que una sola de las características no se ajuste a los límites fijados

2. 5. ATRIBUTOS DEL ACEITE DE OLIVA:

1. Negativos

Atrojado

Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas amontonadas que han sufrido un avanzado grado de fermentación anaerobia.

Moho-humedad

Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas en las que se han desarrollado abundantes hongos y levaduras a causa de haber permanecido amontonadas con humedad varios días.

Borras

Flavor característico del aceite que ha permanecido en contacto con los lodos de decantación en trujales y depósitos.

Avinado-avinagrado

Flavor característico de algunos aceites que recuerda al vino o vinagre. Es debido fundamentalmente a un proceso fermentativo de aceitunas que da lugar a la formación de ácido acético, acetato de etilo y eternos.

Metálico

Flavor que recuerda a los metales. Es característico del aceite que ha permanecido en contacto, durante tiempo prolongado con superficies metálicas, durante los procesos de molienda, batido, prensado o almacenamiento.

Rancio.

Flavor de los aceites que han sufrido un proceso oxidativo.

2. *Atributos positivos***Frutado**

Conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, dependientes de la variedad de las aceitunas, procedentes de frutos sanos y frescos, verdes o maduros y percibidos por vía directa o retronasal.

Amargo

Sabor característico del aceite obtenido de aceitunas verdes o en envero.

Picante

Sensación táctil de picor, característica de los aceites obtenidos al comienzo de la campaña, principalmente de aceitunas todavía verdes.

3. *Otros atributos negativos*

Cocido o Flavor

Característico del aceite originado por un excesivo y/o quemado. prolongado calentamiento durante su obtención, muy particularmente durante el termo-batido de la pasta, si éste se realiza en condiciones térmicas inadecuadas

Heno – madera

Flavor característico de algunos aceites procedentes de aceitunas secas.

2. 6. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS:

El color de los aceites de oliva vírgenes puede variar del dorado al verde oscuro, dependiendo de la variedad de aceituna empleada. El sabor puede ser más o menos amargo, más o menos afrutado y más o menos "dulce". El aceite de oliva (a secas) al ser en su gran mayoría aceite de oliva refinado, no posee ninguna propiedad organoléptica mínimamente comparable a cualquier aceite de oliva virgen o virgen extra. El poco sabor u olor que tiene un aceite de oliva (no virgen) procede de la pequeña cantidad de aceite de oliva virgen o virgen extra que lleva.

Según el tipo de aceituna predominante pueden variar las propiedades, así por ejemplo:

- 1 La aceituna **picual**, que representa el 50% de la producción española y un 20% de la mundial, da un aceite de tonos verdes y con predominio de los sabores amargos.
- 2 La aceituna **hojiblanca** y **picuda** dan generalmente aceites de tonos dorados y de sabor suave.
- 3 La aceituna **arbequina** y la **empeltre**, ambas dan lugar a aceites muy aromáticos, afrutados, un tanto dulces.
- 4 La aceituna **cornicabra**, da aceites de sabor fuerte y muy aromáticos

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS DE PUERTO REAL



**MODIFICACIÓN DE UNA ALMAZARA DE
ACEITE DE OLIVA CON SISTEMA
TRADICIONAL DE Prensado AL SISTEMA
DE DOS FASES**

BIBLIOGRAFÍA

INGENIERÍA QUÍMICA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

BIBLIOGRAFÍA:

- (Civantos, 1999). Obtención del aceite de oliva virgen. 2ª edición.
- (Amirante, 1993). Evolución tecnológica de las instalaciones de extracción del aceite de oliva. *Olivae*, nº 48.
- (Amirante, 1995). La extracción de aceite de oliva virgen por centrifugación: aspectos fluidodinámicos y valoración de nuevas soluciones en materia de instalaciones de oleifacción. *Olivae*, nº 57, Junio 1995.
- (Boskou, 1998). Química y tecnología del aceite de oliva.
- (Cantos, 1983). Características físicas de la pasta de aceituna. *Grasas y aceites*. Vol, 34, Fasc. 1 (1983).
- (John Harwood y Ramón Aparicio). Manual del aceite de oliva. 1ª edición, 2003.
- (UFA, 1996). Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Junta de Andalucía.
- (COI, 1992). Enciclopedia del olivo. Consejo Oleícola Internacional.
- (COI, 2003). Consejo Oleícola Internacional. Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva.
- (Cimato, A. 1988). LA calidad del aceite de oliva virgen y los factores agronómicos. *Olivae*, abril, 1990. Pág. 20 – 31. Madrid.
- (Di Giovacchino, L. 1994). Resultados obtenidos de la extracción del aceite de las aceitunas con un nuevo decantador de dos fases. *Olivae*, nº 50. Febrero. Pág. 42 – 44. Madrid.
- (Hermoso, M; Uceda, M; García-Ortiz, A; Morales, J; Frías, L; Fernández, A. 1995). Elaboración de aceites de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1994 a 1997. Mejora de la calidad del aceite de oliva.
- (Espínola, 1995). Simulación del decantador centrífugo en la extracción de aceite de oliva virgen, VII simposio andaluz del alimento.
- (Martínez, 1974). Elaboración del aceite de oliva por centrifugación en continuo. *Grasas y aceites*, Vol. 25, Fasc. 3 (1974).
- (McCabe, 1998). Operaciones unitarias en Ingeniería Química.

- (Pérez, 1998). Química Industrial. Universidad de Sevilla.
- (Perry, 2001). Manual del Ingeniero Químico.
- (Toro, 2003). Estudio de las características de las almazaras andaluzas. Junta de Andalucía.
- (Ortiz Berrocal, L. 2002). Resistencia de materiales. 2ª edición. Ed. McGraw-Hill, 2002. Madrid.
- (Cervera Ruiz, M; Blanco Díaz, E. 199). Fundamentos de resistencia de materiales y cálculo de estructuras. Barcelona.
- (Colman, J. P. 1998). Transferencia de calor. 8ª Ed. Ed McGraw – Hill. 1998. Madrid.
- (Rodríguez Avial, F. 1990). Resistencia de Materiales. Bellisco, 4ª edición, 1990.
- (Welty, J.R.). Transferencia de calor aplicada a la Ingeniería. Limusa, Grupo Noriega Editores.
- (Cueli, J.R.; Bordóns, C.). Modelado y control de una termobatidora para extracción de aceite de oliva. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.

FACULTAD DE CIENCIAS
DE PUERTO REAL



INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

DOCUMENTO N° 2
PLIEGO
DE
CONDICIONES

AUTORA: ISABEL M^a GONZÁLEZ APRESA

JULIO 2006

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS.....	4
1.1 DISPOSICIONES GENERALES	
1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	
1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES	
1.4 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS	
1.4.1 LICENCIA DE OBRAS	
1.4.2 DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA	
1.4.3 RESPONSABILIDADES ADMINISTRATIVAS	
1.5 CONDICIONES DE CONTRATACIÓN	
1.5.1 DEL CONTRATISTA	
1.5.2 DEL CONTRATO	
1.5.3 DEL PRESUPUESTO	
1.5.4 RESCISIÓN DEL CONTRATO	
1.5.5 SUBCONTRATACIONES DE OBRAS	
1.5.6 FIANZA	

1.6 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

1.6.1 CONDICIONES GENERALES

1.6.2 INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS QUE SE ORIGINEN CON MOTIVO DE
LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1.6.3 MEDIOS AUXILIARES

1.6.4 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS TERMINADAS

1.6.5 MODO DE ABONAR LAS OBRAS DEFECTUOSAS PERO ADMISIBLES

1.6.6 MODO DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS

1.6.7 ABONO DE OBRAS ACCESORIAS

1.6.8 VICIOS Y DESPERFECTOS DE CONSTRUCCIÓN

1.6.9 RECLAMACIONES

1.7 DISPOSICIÓN FINAL

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES.....17

2.1 NORMAS DE APLICACIÓN Y CONDICIONES QUE DEBEN
CUMPLIR LOS MATERIALES

2.1.1 NORMAS Y PLIEGOS DE APLICACIÓN

2.1.2 EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO

2.1.3 CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SATISFAGAN LAS
CONDICIONES

2.1.4 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

2. 2 CONDICIONES PARTICULARES DE LAS INSTALACIONES

2. 3 CONDICIONES PARTICULARES DE LOS EQUIPOS DE
PROCESO

2. 4 LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

2. 4. 1 DISPOSICIONES GENERALES COMUNITARIAS

2. 4. 2 REGLAMENTACIÓN ESTATAL

2. 4. 3 REGLAMENTACIÓN AUTONÓMICA

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS:

Este Pliego de Condiciones determina los resultados necesarios hacia la ejecución de la instalación para la reforma de la Almazara proyectada, cuyas características técnicas están especificadas en el presente proyecto.

Afectará a todas las obras que comprende el proyecto; señalarán las normas a seguir para la ejecución de las obras, los criterios a aplicar, las pruebas a realizar, el plazo de garantía y abono de las obras, etc.

Así pues son objeto del presente Pliego de Condiciones todas las obras que para los distintos oficios de la construcción con inclusión de materiales y medios auxiliares sean necesarias para llevar a término la obra proyectada que se detalla en los planos y demás documentación, así como todas otras que por el carácter de reforma surjan durante el transcurso de las mismas, y aquellas que en el momento de la redacción del proyecto se pudiesen omitir y fuesen necesarias para la completa terminación de la obra.

Si en el transcurso de los trabajos fuese necesario ejecutar cualquier clase de obras que no estuviese especificada en este Pliego de Condiciones, el constructor se verá obligado a ejecutarlas con arreglo a las condiciones e instrucciones que al efecto recibirá de la Dirección Facultativa.

1.1 DISPOSICIONES GENERALES:

El contratista o persona que lleve a cabo la ejecución de las obras está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, contratación de seguro obligatorio, seguro de enfermedad, subsidio familiar y otras disposiciones de carácter social vigentes.

Se entregará al contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra. El contratista podrá sacar copias a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Los originales serán devueltos al Director de Obra después de la utilización, responsabilizándose el contratista de su conservación. El contratista no hará alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

Tras la terminación de la obra, el contratista actualizará los documentos y planos existentes, entregando al Director de Obra los expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados en un plazo máximo de dos meses.

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN:

Las condiciones aquí establecidas se exigen para proporcionar las garantías suficientes de buen funcionamiento de todos los elementos integrantes en las instalaciones, asignando asimismo, las normas de seguridad y duración, tanto a los componentes del proyecto, como de su ejecución o montaje, admitiendo para los mencionados elementos el uso normal en este tipo de instalaciones.

Se indican en este pliego, los certificados oficiales exigibles previamente al suministro, y por consiguiente a la colocación de los materiales, así como los ensayos oficiales o pruebas que la dirección facultativa de la obra estime convenientes a realizar

con los materiales suministrados para comprobar que la calidad de los mismos corresponde con la avalada por los certificados oficiales facilitados.

También se recogen las verificaciones a realizar, referentes al funcionamiento de las instalaciones con los resultados consignados en acta firmada por el ingeniero director de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de obra.

Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc. serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1% del presupuesto.

1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES:

Las obras del proyecto se regirán por lo especificado en:

- Directiva Europea sobre maquinas 89/392/CEE.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre).
- Ley de Protección Ambiental y Reglamentos para su desarrollo y ejecución. (Ley 7/1994, de 18 de Mayo).
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (BOE de 7 y 30 de Diciembre de 1961 y de 2 y 7 de Mayo de 1962).
- Instrucciones complementarias para la aplicación del reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Orden del ministerio de la gobernación de 15 de Marzo de 1963 (BOE de 2 de Abril de 1963).
- Protección del medio ambiente atmosférico. Ley 38/1972 de la Jefatura de Estado de 21 de Diciembre de 1972.

- Normas del Ministerio de Trabajo sobre seguridad e higiene (B.O.E. de 12 y 16 de Marzo de 1971).

En caso de discrepancia entre el contenido de los documentos, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aprobación posterior, salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación.

1.4 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS:

1.4.1 LICENCIA DE OBRAS:

La licencia de obras se entiende que se refiere única y exclusivamente a las obras que se reseñan en el presente proyecto; toda obra o parte no considerada en el mismo y que se llevase a efecto se entiende que es por cuenta y riesgo y responsabilidad del propietario no responsabilizándose el autor del proyecto ni civil ni criminalmente ni ante la administración de la ejecución de las mismas ni de los accidentes o daños que sucediesen en esas obras o partes de obra. Lo mismo se entiende para obras o modificaciones que se llevasen a efecto con posterioridad a las inspecciones oficiales.

1.4.2 DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA:

Cuando se dé comienzo a las obras y durante el transcurso de las mismas deberá estar en la obra la documentación completa de la misma o en su defecto, fotocopia de todos los documentos que pudieran ser solicitados por los representantes de la autoridad.

1.4.3 RESPONSABILIDADES ADMINISTRATIVAS:

Cuando el técnico director reciba la comunicación del propietario indicando que se da comienzo a las obras, éste tiene derecho a suponer, y así supondrá, que el propietario se encuentra en posesión de la licencia de obras u otras autorizaciones que fuesen necesarias, no siendo obligación suya el pedir que le sean mostradas, toda vez que para ello están los Agentes de la Autoridad.

Se entiende, por tanto, que la responsabilidad total por el comienzo de las obras sin licencias y autorizaciones del reglamento recaen totalmente sobre el propietario, no teniendo, por tanto, derecho a reclamar de la Dirección Facultativa gestión alguna ante la administración para mitigar o anular las sanciones que por causa le fueran impuestas.

1.5 CONDICIONES DE CONTRATACIÓN:

1.5.1 DEL CONTRATISTA:

El contratista se compromete a ejecutar las obras ajustándose en todo momento al presente proyecto, a las instrucciones que le serán facilitadas por la Dirección Facultativa y a la legislación vigente sobre este particular. Se entiende en este Pliego de Condiciones que el contratista, constructor o albañil que se hiciese cargo de las obras conoce perfectamente su oficio y se compromete a construir dentro de las buenas normas de la edificación. Debiendo recurrir en caso de duda a la Dirección Facultativa o bien al técnico titular de la obra para que verbalmente o por escrito le den las instrucciones necesarias para la buena ejecución de la misma.

El contratista cuidará de tener operarios expertos y el material adecuado. Siendo facultativo de la Dirección de Obras el pedirle el historial de los trabajos realizados por el contratista y su equipo e incluso indicar al propietario la conveniencia de no firmar contrato, si a la vista de los trabajos no pareciese capacitado para la realización del presente proyecto.

1.5.2 DEL CONTRATO:

Para la ejecución de la obra, deberá existir un contrato entre el propietario y el contratista. En dicho contrato deberán figurar: nombre y dirección de ambos (propietario y contratista), debiendo acreditar este último su capacidad legal para realizar el trabajo, nombre y dirección de los técnicos que intervienen en la instalación, pliego de condiciones por el que se rige la instalación, revisión de precios aplicables, fianza establecida, trabajos especiales no contratados, beneficio industrial, forma de pago y plazos de ejecución y recepción.

El contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas. Es obligación del propietario facilitar al contratista la lectura total del presupuesto, de los planos y del presente Pliego.

1.5.3 DEL PRESUPUESTO:

Se entiende en este Pliego, que el presupuesto base para la obra es el que figura en el presente proyecto, redactado por el Ingeniero autor del mismo. Sobre el coste de ejecución del material el proyectista puede cargar su beneficio industrial autorizado.

Si el contratista se comprometiese a hacer las obras en precio menor al fijado, se entiende que reduce su beneficio, sin mengua de la calidad de la obra no pudiendo en este caso reclamar al autor del proyecto gestión alguna ante el propietario si este se mostrase disconforme por ser la calidad de la obra inferior a la proyectada.

Si en la redacción del proyecto, con su presupuesto base correspondiente, y la firma del contrato de construcción hubiese transcurrido largo tiempo, o el nivel de precios medios hubiese sufrido notables alteraciones, tanto el propietario como el contratista podrán solicitar al autor del proyecto la redacción de nuevo presupuesto base.

1.5.4 RESCISIÓN DEL CONTRATO:

El contrato puede ser rescindido por cualquiera de las causas reconocidas como válidas en las cláusulas del mismo o en la vigente legislación. Toda diferencia o falta de acuerdo en el cumplimiento del contrato será resuelta por vía judicial, pudiendo no obstante, si ambas partes convienen en ello, acatar el fallo dictado por un tercer ingeniero o tribunal nombrado a tal efecto.

Podrán ser causas de resolución del contrato unilateralmente por parte del propietario, sin que medie indemnización ninguna a la Empresa contratista cuando se cometa reincidencia alguna de las faltas que a continuación se exponen:

- Si la empresa contratista no respetase las prescripciones de la oferta.
- Si la Empresa Contratista no mantuviera sus compromisos en realización de las obras.
- En general, si la Empresa Contratista no cumpliera cualquiera de las restantes especificaciones acordadas.
- La no observancia de las medidas de seguridad en el trabajo.
- Causar daños o perjuicios a las instalaciones o servicios de la sociedad.
- El incumplimiento de las leyes laborales vigentes, en especial, el impago de impuestos y seguros sociales.

1.5.5 SUBCONTRATACIONES DE OBRAS:

Salvo que el contrato disponga lo contrario, que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra. Estas subcontrataciones estarán sometidas al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.
- En cualquier caso el contratista no quedará vinculado en absoluto ni recogerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

Cuando las contratas sean parciales o por oficios, se entiende que cada contrato parcial estará sujeto a las condiciones estipuladas en este Pliego, y lo mismo se entiende para los subcontratistas.

Los contratistas parciales (de partes de obra) y los subcontratistas se consideran como contratistas a todos los efectos y obligaciones previstas en los diversos apartados del presente Pliego de Condiciones.

1.5.6 FIANZA:

El propietario puede exigir del contratista una fianza o aval bancario del 5% del valor de las obras como máximo. Si el contratista se negara a efectuar los trabajos necesarios para ultimar las condiciones contratadas o con las deficiencias habidas en la recepción provisional, podrá ordenarse la ejecución a un tercero, abonando en su nombre la fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario.

La fianza deberá ser abonada al contratista en un plazo no superior a 15 días, contada desde la fecha del acto de recepción definitiva, devengando a partir de ese momento un interés del 1% mensual.

1.6 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS:

1.6.1 CONDICIONES GENERALES:

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios ofertados en el presupuesto. Para aquellos materiales cuya medición se haya de realizar en peso, el contratista deberá situar en los puntos que indique el director de la obra, las básculas o instalaciones necesarias cuyo empleo deberá ser precedido de la correspondiente aprobación del citado director de obra. Cuando se autorice la conversión de peso a volumen o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el director de la obra.

Las dosificaciones que se indican en el presente proyecto se dan tan solo a título de orientación, y podrán ser modificadas por el director de obra. Se entenderá que todos los precios contratados son independientes de las dosificaciones definitivas adoptadas y que cualquier variación de las mismas no dará derecho al contratista a reclamar abono complementario alguno.

1.6.2 INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS QUE SE ORIGINEN CON MOTIVO DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:

El contratista deberá adoptar en cada momento todas las medidas que estime necesarias para la debida seguridad de las obras, solicitando la aprobación del ingeniero director, en el caso de no estar previstas en el proyecto. En consecuencia, cuando por motivo de la ejecución de los trabajos o durante el plazo de garantía, a pesar de las precauciones adoptadas en la construcción, se originasen averías o perjuicios en instalaciones o edificios, públicos o privados, el contratista abonará el importe de los mismos.

1.6.3 MEDIOS AUXILIARES:

Se entenderá que todos los medios auxiliares están englobados en los precios de las unidades de obra correspondientes así como el consumo de energía eléctrica, etc. Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de la única exclusiva responsabilidad del contratista.

1.6.4 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS TERMINADAS:

La medición será realizada por la dirección de la obra y tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista o de aquel a quien delegue, entendiéndose en éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente no compareciese a tiempo. En tal caso será válido el resultado que la dirección de obra consigne.

El pago de obras se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubiesen ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figura en las certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10%, con los planos y referencias necesarios para su comprobación.

Los precios a que se abonarán serán los correspondientes a los precios unitarios del presupuesto o cuadro de precios del proyecto o precios unitarios contratados, resultantes en caso de haberse aplicado la baja de la licitación. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la realización de las unidades de obra correspondientes. Asimismo, se entenderá que todos los precios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transportes, herramientas y toda clase de operaciones directas o incidentales necesarias para dejar las unidades de obra total y correctamente terminadas. También se entienden incluidas cualquier norma de seguridad, señalización, desvío de tráfico, mantenimiento de conducciones de servicio, desvíos y reparaciones provisionales y definitivas de los mismos, seguros de accidentes, responsabilidades civiles, etc.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar determinados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

1.6.5 MODO DE ABONAR LAS OBRAS DEFECTUOSAS PERO ADMISIBLES:

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuese sin embargo admisible a juicio de la administración, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la administración apruebe, salvo en caso en que el contratista prefiera demolerla a su coste y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

1.6.6 MODO DE ABONAR LAS OBRAS INCOMPLETAS:

Cuando por consecuencia de rescisión o por otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida. En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación deduciendo la baja de subasta, aunque el abono de las diversas unidades de obra certificadas no presuponga la recepción de dichas unidades en la de los materiales que la constituyen, que no tendrá lugar hasta la recepción definitiva de las obras.

1.6.7 ABONO DE OBRAS ACCESORIAS:

El adjudicatario adquiere la obligación de ejecutar todos los trabajos que se le ordenen, aún cuando no se hallen expresamente estipulados en el proyecto, siempre que los disponga así la dirección de obra, sin que ello de lugar a reclamación alguna por parte del contratista. Estas obras se ejecutarán con arreglo a los proyectos de detalle caso de que su importancia lo exija, o con arreglo a las instrucciones de la dirección de obra.

No tendrá derecho el contratista al abono de obras ejecutadas sin orden concreta comunicada por escrito.

Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista se abonarán a los precios contratados si fueran aplicables. Si contienen materiales o unidades no previstas en el proyecto y que por tanto, no tienen señalado preciso en el presupuesto, la dirección de obra determinará previamente a la ejecución el correspondiente precio contradictorio.

1.6.8 VICIOS Y DESPERFECTOS DE CONSTRUCCIÓN:

Cuando la administración o dirección de obra presumiesen la existencia de vicio o defectos de construcción, sea en el curso de la ejecución de las obras o antes de

su recepción definitiva se podrá ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria siendo los gastos de estas operaciones por cuenta del contratista.

1.6.9 RECLAMACIONES:

En el caso de que el contratista formule reclamaciones contra las valoraciones efectuadas por la dirección de obra, esta pasará dichas reclamaciones con su informe correspondiente, a la administración quien posteriormente a los asesoramientos que estime oportunos, resolverá como considere conveniente. Contra esta resolución caben recursos propios de la vía administrativa.

1.7 DISPOSICIÓN FINAL:

El presente pliego de condiciones generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES:

2.1 NORMAS DE APLICACIÓN Y CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES:

2.1.1 NORMAS Y PLIEGOS DE APLICACIÓN:

A los materiales utilizados en este proyecto se les exige que cumplan las normas UNE en vigor y de obligado cumplimiento.

Las normas relacionadas completan las prescripciones del presente pliego en lo referente a aquellos materiales y unidades de obra no mencionados expresamente en él, quedando a juicio del ingeniero director, dirimir las posibles contradicciones existentes.

2.1.2 EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO:

Para garantizar las calidades exigidas, la Dirección Facultativa podrá exigir certificado de calidad en origen de todo el material empleado en la construcción.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de obtener cuantas muestras estime oportunas para realizar cuantos análisis o pruebas considere necesario, tanto en Taller como "in situ". La toma de muestras se extenderá al 5% de los elementos a examinar; caso de que no se encuentre defecto inadmisibles según las normas reseñadas, se dará el lote por bueno. Si se hallase un defecto, la revisión se extenderá a otro 10% dándose por bueno el lote si no se encontrase defecto inadmisibles.

En caso de hallarse un nuevo defecto, la toma de muestras podría extenderse al total de los materiales. Todos los lotes defectuosos deberán ser sustituidos por el suministrador, lo cual no representará ninguna modificación de las condiciones de contratación (precio, plazo de entrega, etc.). Solamente el primer muestreo será con cargo a la propiedad, siempre que el resultado sea satisfactorio, siendo los otros por cuenta del suministrador.

Tanto en Taller como en montaje, el adjudicatario deberá disponer de los medios que la Dirección Facultativa considere como más adecuados para realizar las comprobaciones geométricas.

2.1.3 CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SATISFAGAN LAS CONDICIONES:

Cuando los materiales no satisfagan las condiciones a las que para cada caso particular se determine en los artículos anteriores, el contratista se atenderá a lo que sobre este punto ordene por escrito el ingeniero director para el cumplimiento de lo preceptuado en los respectivos artículos del presente pliego.

2.1.4 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA:

El empleo de los materiales no excluye la responsabilidad del contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras en que dichos materiales se hayan empleado.

Asimismo la vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

2. 2 CONDICIONES PARTICULARES DE LAS INSTALACIONES:

- **Fontanería:**

Normativa básica:

- NTE – IFA: “Instalaciones de Fontanería”
- NTE – IFC: “Instalaciones de Fontanería. Agua caliente”
- NTE – IFF: “Instalaciones de Fontanería. Agua fría”
- IT. IC. 02: “Exigencias ambientales y de confortabilidad”

- **Saneamiento:**

Normativa Básica:

- NTE – ISS: “Instalaciones de salubridad y saneamiento”
- NTE – ISD: “Depuración y vertido”
- NTE – ISA: “Alcantarillado”

- **Instalación Eléctrica:**

Normativa Básica:

- Decreto 2413/1973 de 20 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (R.B.T.T.)
- Decreto 2295/1985 de 9 de Octubre, por el que se modifica la orden de 31-10-1973, por la que se aprueban las instrucciones complementarias, con posteriores modificaciones.

- Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de las líneas aéreas de Alta Tensión.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre, por el que se aprueba el reglamento sobre acometidas eléctricas.
- Decreto 3275/1982 de 12 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones térmicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, complementado por la orden de 6-7-1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias, con posteriores modificaciones.
- Orden de 9 de Marzo de 1971, por el que se aprueba la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas UNE referenciadas en las disposiciones anteriores:
Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento electrotécnico de Alta y Baja Tensión y normas MBT complementarias. Asimismo se adoptarán las diferentes condiciones previstas en las normas:
 - * NTE – IEB: Instalación eléctrica de Baja Tensión.
 - * NTE – IEI: Alumbrado interior.
 - * NTE – IEP: Puesta a tierra.
 - * NTE – IER: Instalaciones de electricidad. Red exterior.

- **Red Contra Incendios**

Normativa Básica:

- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden de 9 de Marzo de 1971.
- Norma Básica de la edificación NBE CPI – 91. Condiciones de protección contra incendios en los edificios. Real Decreto 279/1991 de 1 de Marzo. Ministerio de obras públicas y urbanismo. En el apéndice 4 de la NBE CPI – 91 se incluye un índice de disposiciones

legales relacionadas con la protección contra incendios en los edificios.

- Norma básica de la edificación NBE CPI – 82. Condiciones de protección contra incendios en los edificios. Real Decreto 1587/1982 de 25 de Junio. Ministerio de obras públicas y urbanismo.
- Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en los locales y edificios. Orden de 29-11-1974. Ministerio del Interior.
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo. Real Decreto 1403/1986 de 9 de Mayo. Ministerio de Presidencia.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Instrucción complementaria MIBT 026. Prescripciones para locales con riesgo de incendio o explosión.
- ITC – MIE – APQ 001. Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. Orden del Ministerio de Industria y Energía. 26-01-1983.

2. 3 CONDICIONES PARTICULARES DE LOS EQUIPOS DE PROCESO:

Normativa Básica:

- Real Decreto 394/1997 de 2 de Febrero.
- Real Decreto 754/1981 de 13 de Marzo.
- Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos a presión modificado por el Real Decreto 507/1982 de 15 de Enero, por el Real Decreto 1504/1990 de 23 de Noviembre. Complementado mediante las siguientes instrucciones técnicas complementarias:

- * ITC – MIE – AP1: Calderas, economizadores, sobrecalentadores y recalentadores.
- * ITC – MIE – AP2: Tuberías para fluidos relativos a calderas.
- Real Decreto 473/1988 de 30 de Marzo, en el que se dicta disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 76/767 CEE, sobre recipientes de presión.
- Real Decreto 1495/1991 de 11 de Octubre, por el que se dicta disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 87/404 CEE, sobre recipientes de presión simples.

2. 4 LEGISLACIÓN APLICABLE EN LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN:

2. 4. 1 DISPOSICIONES GENERALES COMUNITARIAS:

- Reglamento básico (CEE) 136/66, de 22 de Septiembre. (DOCE L 172 de 30 de Septiembre), por el que se establece la organización común de mercados en el sector de las materias grasas. Modificado por los reglamentos:
 - * 1915/87, de 2 de Julio (DOCE L 183, de 2 de Julio), 356/92, de 10 de Febrero (DOCE L 39, de 15 de Febrero), 1638/98, de 20 de Julio. (DOCE L 210, de 28 de Julio) y 1513/01, de 23 de Julio (DOCE L 2001, de 26 de Julio).
- Reglamento (CEE) 2568/91, de 11 de Julio (DOCE L 248, de 5 de Septiembre), relativo a las características de los aceites de oliva y de los

aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis. Modificado por los Reglamentos:

- * 2472/97, de 11 de Diciembre (DOCE L 341, de 12 de Diciembre), 2248/98, de 19 de Octubre (DOCE L 282, de 20 de Octubre), CEE 379/1999, de 19 de Febrero, CE 455/2001 y 796/2002.
- Reglamento (CE) 2815/1998, de 22 de Diciembre (DOCE L 349 de 24 de Diciembre), relativo a las normas comerciales del aceite de oliva. Modificado por los Reglamentos (CE) 640/1999 y (CE) 2152/2001.
- Reglamento (CE) 1019/2002 de 13 de Junio de 2002, sobre las normas de comercialización del aceite de oliva. Modificado por el Reglamento 1964/2002, de 4 de Noviembre.

2. 4. 2 REGLAMENTACIÓN ESTATAL:

- Real Decreto 3000/1979, de 7 de Diciembre, sobre regulación de procesos industriales en el sector del aceite de oliva (BOE 18.01.80).
- Real Decreto 308/1983, de 25 de Enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles. ((BOE 21.02.83). Modificaciones:
 - * Real Decreto 2813/19, de 13 de Octubre, por el que se modifica el último párrafo del apartado d) del punto 2.1, “Etiquetas”, y del epígrafe VI, “Envasado, etiquetado y rotulación”, de la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles, aprobada por el Real Decreto 308/1983, de 25 de Enero (BOE 11.11.83).
- Real Decreto 2511/1986, de 21 de Noviembre, por el que se regula la elaboración y comercialización de aceites de orujo refinado y de oliva (BOE 18.12.86).

- Real Decreto 702/1988, de 24 de Junio, por el que se establece el período de vigencia de las denominaciones y definiciones de los aceites de oliva y de orujo de oliva (BOE 07.07.88).
- Real Decreto 2207/1995, normas de higiene relativas a productos alimenticios.
- Real Decreto 202/200, por el que se establecen las normas relativas a manipulaciones de alimentos (BOE nº 48, de 25 de Febrero de 2000).
- Orden de 12 de Diciembre de 1984 sobre entrega de aceites de oliva virgen por las almazaras a sus cosecheros para autoconsumo (BOE 05.01.85).
- Orden de 26 de Enero de 1989 por la que se aprueba la norma de calidad para los aceites y grasas calentados (BOE 31.01.89). Modificación:
 - * Orden de 1 de Febrero de 1991 por la que se amplía la norma de calidad de los aceites y grasas calentados. (BOE 07.02.91).
- Orden de 15 de Noviembre de 2000, por la que se designa el organismo encargado de verificar las características organolépticas del aceite de oliva. (BOE 24.11.2000).

2. 4. 3 REGLAMENTACIÓN AUTONÓMICA:

- Decreto 68/2000. Junta de Andalucía, 23 de Marzo de 2000, nº 35/2000. Regula la designación del origen de los aceites vírgenes envasados.

ARCOS DE LA FRONTERA, JULIO 2006

LA INGENIERA QUÍMICA

Fdo: Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS
DE PUERTO REAL



INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

DOCUMENTO N° 3
PRESUPUESTO

AUTORA: ISABEL M^a GONZÁLEZ APRESA

JULIO 2006

PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO DE LA TERMOBATIDORA

PROYECTADA.....3

1. 1 COSTE DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA
TERMOBATIDORA

1. 2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1. 2. 1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE UN CUERPO DE
BATIDO

1. 2. 2 COSTE DE ELEMENTOS COMUNES A LOS TRES CUERPOS

1. 2. 3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL DE LA
TERMOBATIDORA

**2. PRESUPUESTO DE LA MAQUINARIA QUE SE PROYECTA
INSTALAR EN LA ALMAZARA.....7**

2. 1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

2. 1. 1 PROCESO 1: COSTES DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS A
INSTALAR EN LA ZONA EXTERIOR: RECEPCIÓN,
LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO DEL FRUTO

2. 1. 2 PROCESO 2: COSTES DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS A
INSTALAR EN LA NAVE PRINCIPAL: PLANTA DE
EXTRACCIÓN

2. 1. 3 PROCESO 3: COSTES DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS A
INSTALAR PARA EL ALMACENAMIENTO DEL
ALPEORUJO

2. 1. 4 SUMA DE LOS COSTES DE CADA PROCESO

2. 2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO**1. PRESUPUESTO DE LA TERMOBATIDORA****PROYECTADA:****1.1 COSTE DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA TERMOBATIDORA:**

Elemento	Precio unidad (Euros)	Unidades	Total (Euros)
Motor asíncrono de aleación ligera - 5,5 CV a 1.500r.p.m.	276,47	1	276,47
Reductor sinfín y corona, embriado de eje hueco - Salida 8 r.p.m.	913,54	1	913,54
Lateral de batidora, realizado en chapa de acero inox. AISI-304 de 8 mm. espesor	811,37	2	1.622,74
Chapa interior de cuerpo de batido, construida en acero inox. AISI-304 de 3 mm. de espesor	240,40	2	480,80
Chapa exterior de cuerpo de batido, construida en acero F-1110 de espesor de 4 mm. de espesor	186,31	2	372,62
Eje de batidora, de acero F-1140 calibrado de 70 mm. de diámetro	177,30	1	177,30
Funda de eje de batidora, de acero inox. de 1,5 mm. de espesor	98,57	1	98,57
Pala helicoidal de	45,68	4	182,72

batido,, hecha de pletina 50 x 10 mm. de acero inox., longitud 2,5 m.			
Brazo en cruz de paletas centrífugas, de pletina 50 x 15 mm. de acero inox. AISI-304	72,72	6	436,32
Brazo de palas helicoidales, de pletina 50 x 15 mm. de acero inox. AISI-304	67,61	8	540,98
Rodamiento rígido de bolas FAG-52312 A, con soporte	87,60	1	87,60
Soporte central de eje de batido, incluyendo cojinete	64,91	1	64,91
Soporte para prensaestopas del eje de batidora	75,13	1	75,13
Soporte en extremo del eje de batido	75,13	1	75,13
Prensaestopas de acero F-1140	27,65	1	27,65
Tubería de distribución de agua caliente 1 1/2 " y 3/4 " de diámetro, de acero inox.	53,49	2	106,98
Tabique intermedio de rebose, de acero inox. 4 mm. de espesor	138,23	1	138,23
Compuertas interiores de circulación de pasta de aceituna	27,05	2	54,10
Tapaderas en acero inox. de cuerpo de batidora	126,21	1	126,21
Tornillería de acero inox. (M8, M12, M14 y M16)	51,69	1	51,69

TOTAL EUROS.....5.909,60

TOTAL COSTE DE MATERIALES.....5.909,60

1. 2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:

1. 2. 1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE UN CUERPO DE BATIDO:

- Coste de materiales y accesorios.....5.909,60

TOTAL EUROS.....5.909,60

1. 2. 2. COSTE DE ELEMENTOS COMUNES A LOS TRES CUERPOS:

Elemento	Precio unidad (Euros)	Unidades	Total (Euros)
Conducción de unión entre cuerpos, de acero inox. AISI-304	282,48	2	564,96
Conductos de entrada/salida de pasta en termobatidora	53,49	2	106,98
Sonda térmica PT-100 detección de temperatura de pasta de aceituna y agua de caldeo	49,28	2	98,56
Detector de nivel mínimo/máximo en último cuerpo	33,06	2	66,12

TOTAL EUROS.....836,61

1. 2. 3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL DE LA
TERMOBATIDORA:

El equipo completo de la batidora horizontal de este proyecto consta, para una producción normal de 100 ton/día de aceituna, de tres cuerpos de batido más los accesorios comunes a ellos, siendo el valor total de la máquina:

Concepto	Total (Euros)
Presupuesto de tres cuerpos de batido	3 x 5.909,60 = 17.728,8
Presupuesto de elementos accesorios comunes	836,61

VALOR TOTAL.....18.565,41 Euros

PRESUPUESTO TOTAL.....18.565,41 Euros
--

2. PRESUPUESTO DE LA MAQUIARIA QUE SE PROYECTA INSTALAR EN LA ALMAZARA:

2.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:

2.1.1 PROCESO 1: Costes de la maquinaria y equipos a instalar en la Zona Exterior: Recepción, Limpieza y Almacenamiento del fruto.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UD. (Euros)	TOTAL (Euros)
Tolva de recepción de 3 * 3 m ² .	1	2.500,00	2.500,00
Rejilla para el paso de vehículos pesados sobre la tolva de recepción	1	1.700,00	1.700,00
Cinta transportadora fija de 9m de longitud con estructura tubular reticulada, banda elástica de goma de 500 mm. de anchura, con resaltes laterales e interiores	1	2.150,00	2.150,00
Máquina limpiadora	1	9.600,00	9.600,00
Cinta transportadora fija de 9,50 m., con banda elástica de caucho de 500 mm., con resaltes laterales e interiores, para el transporte desde la limpiadora a la lavadora.	1	2.270,00	2.270,00

Máquina lavadora	1	14.300,00	14.300,00
Cinta transportadora fija de 6,50 m. de longitud, con banda elástica de caucho de 500 mm., con resaltes laterales e interiores, para el transporte desde lavadora hasta la tolva de recepción y pesaje.	1	1.552,78	1.552,78
Tolva de recepción y pesaje	1	10.400,00	10.400,00
Cinta transportadora de 14 m. de longitud, con banda nervada de 500 mm de ancho.	1	3.344,46	3.344,46
Cinta transportadora de 3 m. de longitud, con banda lisa de 500 mm. de ancho.	1	1.000,00	1.000,00
Tolva para el almacenamiento de aceituna	2	7.612,00	15.224,00
Transportador espiral	1	4.100,00	4.100,00

PRECIO TOTAL DEL PROCESO 1.....68.141,24 Euros

**2. 1. 2 PROCESO 2: Costes de la maquinaria y equipos a instalar en la
Nave Principal: Planta de Extracción:**

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UD. (Euros)	TOTAL (Euros)
Molino de martillos, con sistema estrella, con cabezas intercambiables de acero extraduro al Cromo, Vanadio y Manganeso, y criba perforada.	1	9.200,00	9.200,00
Termobatidora Horizontal construida en acero inoxidable de tres cuerpos.	1	26.500,00	26.500,00
Dosificador de talco para adicción a la termobatidora con tolva metálica y grupo dosificador con arrastre a termobatidora.	1	3.584,33	3.584,33
Bomba de masa.	1	5.250,00	5.250,00
Centrífuga Horizontal (Decánter de 2 fases).	1	90.500,00	90.500,00
Transporte del alpeorujo desde salida del decánter al exterior de la fábrica mediante transportador helicoidal, con motor-reductor acoplado.	1	4.100,00	4.100,00
Centrifugación vertical para aclarado del aceite formado por bomba de aceite para alimentación de la centrífuga, centrífuga vertical y grupo de trasiego del aceite a la bodega, construido todas las partes en	1	11.746,98	11.746,98

contacto con el aceite en acero inoxidable			
Vibrofiltro.	1	4.000,00	4.000,00

PRECIO TOTAL DEL PROCESO 2.....154.881,31 Euros.

**2. 1. 3. PROCESO 3: Costes de la maquinaria a instalar para el
almacenamiento del alpeorujos:**

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UD. (Euros)	TOTAL (Euros)
Tolva de Alpeorujos	1	6.500,00	6.500,00

PRECIO TOTAL DEL PROCESO 3.....6.500 Euros.

2. 1. 4 SUMA DE LOS COSTES DE CADA PROCESO:

PROCESO	TOTAL PROCESO
PROCESO 1	68.141,24 Euros
PROCESO 2	154.881,31 Euros
PROCESO 3	6.500 Euros
<u>TOTAL PRESUPUESTO de ejecución material</u>	229.522,55 Euros

2. 2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:

Presupuesto de ejecución material	229.522,55 €
13 %Gastos generales	29.837,93 €
6 % Beneficio Industrial	13.771,35 €
I.V.A. (16%)	36723.608 €
TOTAL PRESUPUESTO	<u>309.855,43 €</u>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS NUEVE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS DE EUROS.

ARCOS DE LA FRONTERA. JULIO 2006
LA INGENIERA QUÍMICA

Isabel María González Apresa

FACULTAD DE CIENCIAS
DE PUERTO REAL



INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

DOCUMENTO Nº 4
PLANOS

AUTORA: ISABEL M^a GONZÁLEZ APRESA

JULIO 2006

PLANOS

PLANO N° 1: PLANTA GENERAL, ESTADO ACTUAL

PLANO N° 2: PLANTA GENERAL, ESTADO REFORMADO

PLANO N° 3: TERMOBATIDORA DE TRES CUERPOS

PLANO N° 3. 1: CONJUNTO DE CUERPOS DE BATIDO

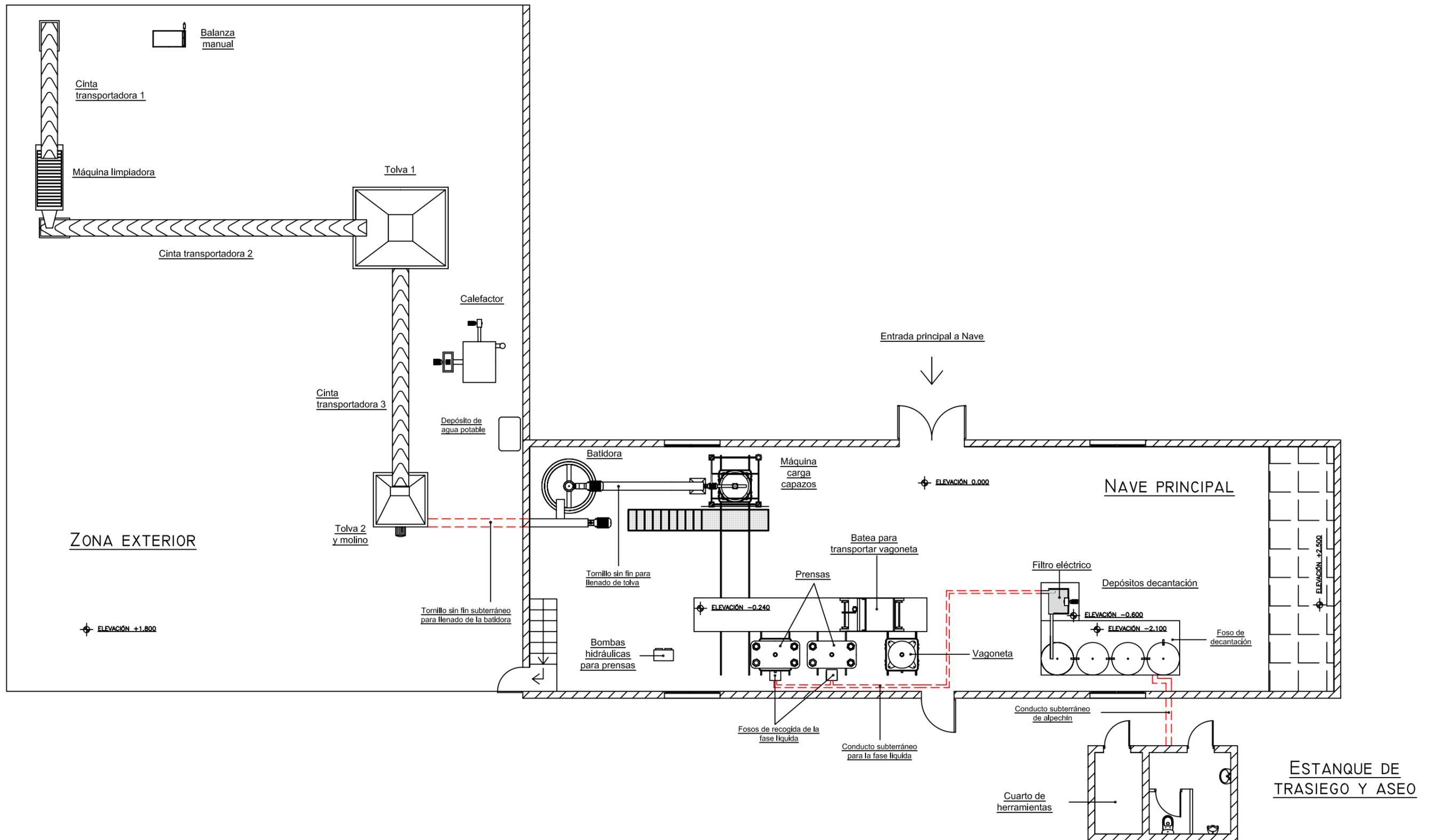
PLANO N° 3. 2: CUERPO SUPERIOR DE LA BATIDORA

PLANO N° 3. 3: CUERPO INTERMEDIO DE LA BATIDORA

PLANO N° 3. 4: CUERPO INFERIOR DE LA BATIDORA

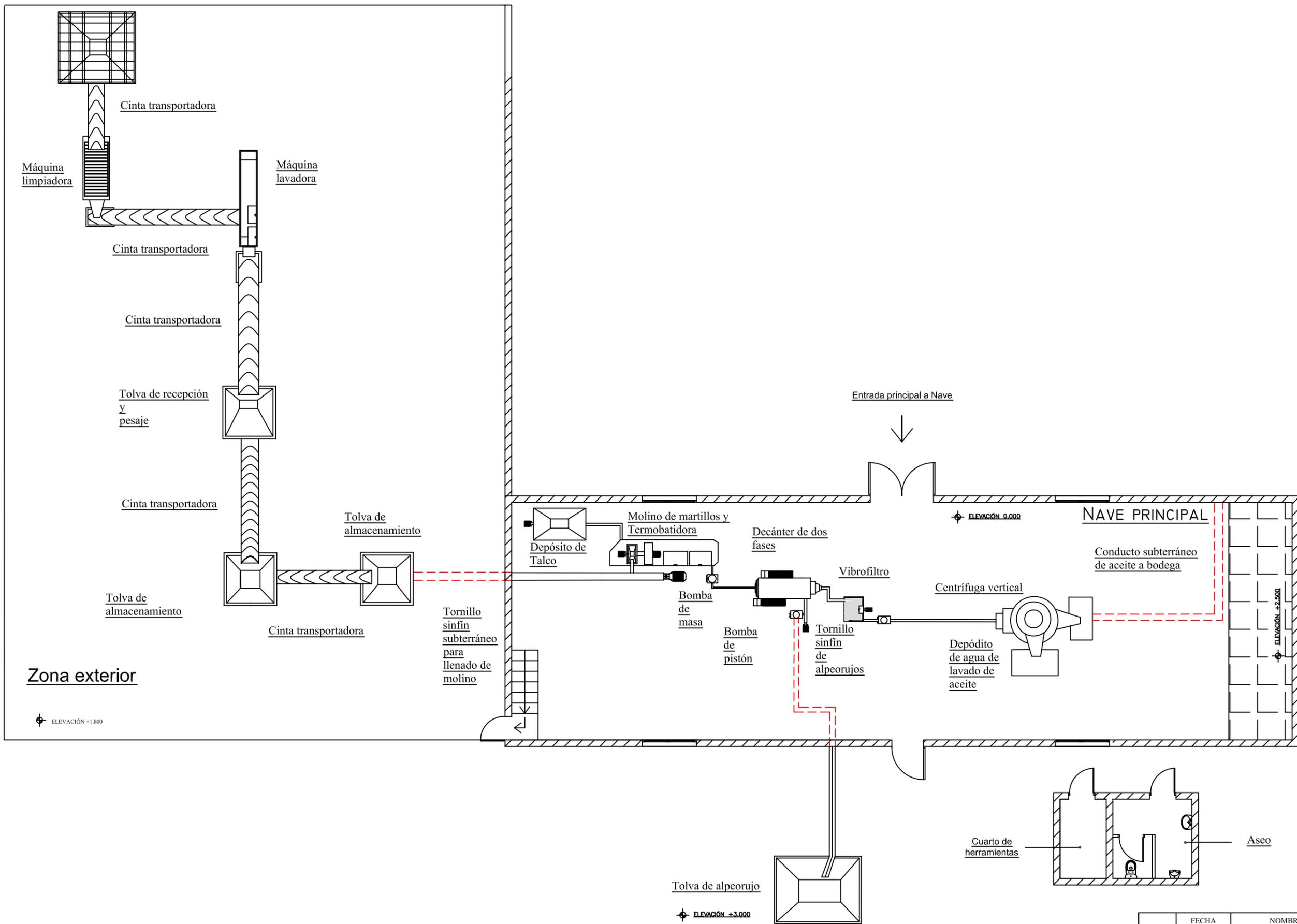
PLANO N° 3. 5: ROTOR DE LA BATIDORA. VISTA
TRANSVERSAL

PLANO N° 3. 6: CIRCULACIÓN DE LA PASTA

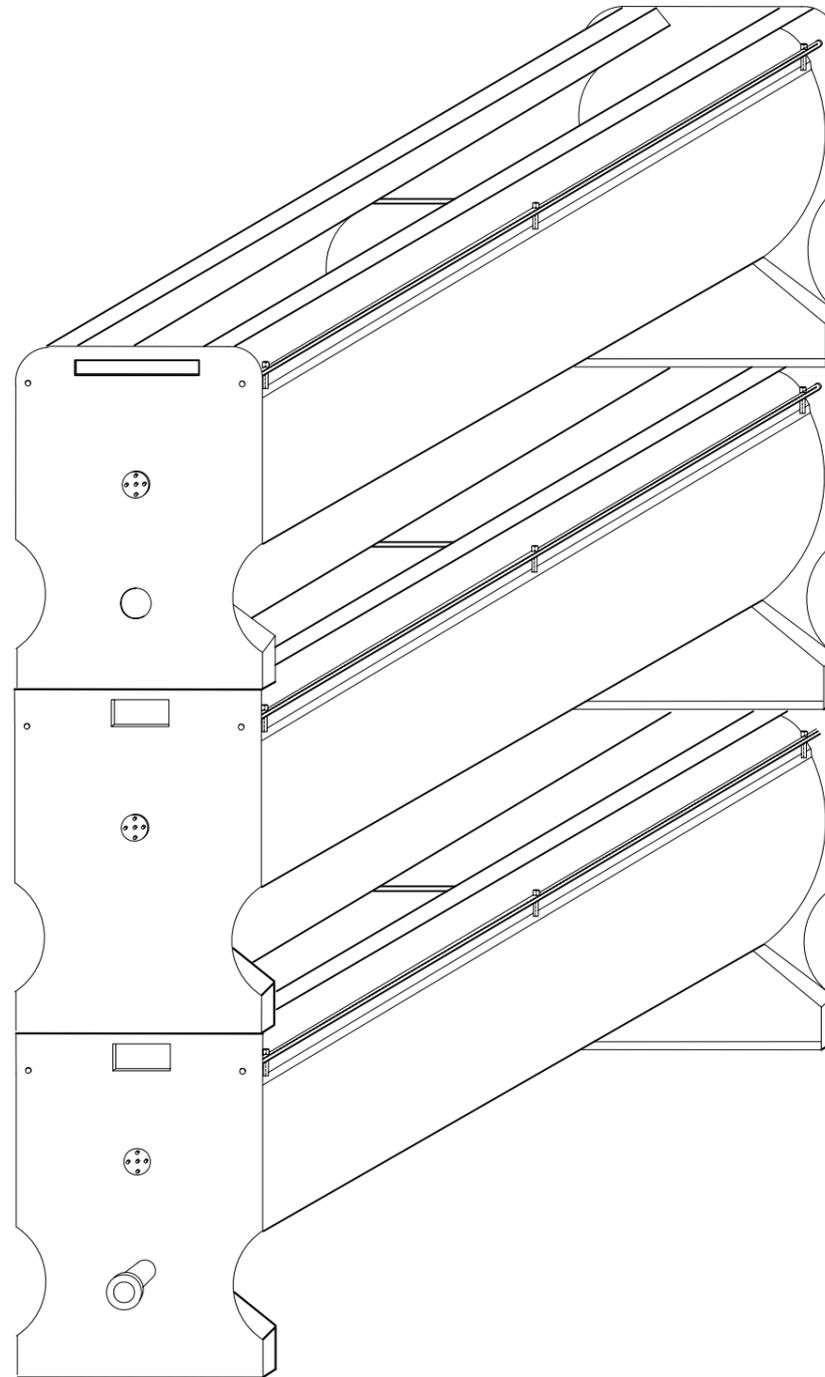


* Debajo del aseo se encuentra el estanque de trasiego de alpechín

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS	
AUTORA	15-05-2006	Isabel M ^a González Apresa			
TÍTULO:	Planta General, Estado Actual			ESCALA:	PLANO N°:
				1:100	1

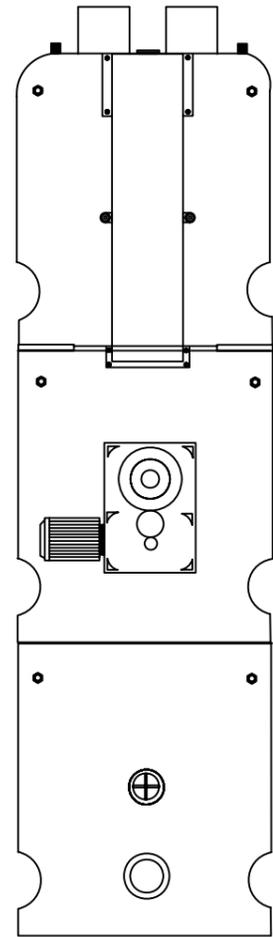


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel M ^o González Apresa		
TITULO:	Planta General, Estado Reformado			
	ESCALA:	1:100	PLANO N ^o :	2



TERMOBATIDORA
TRES CUERPOS

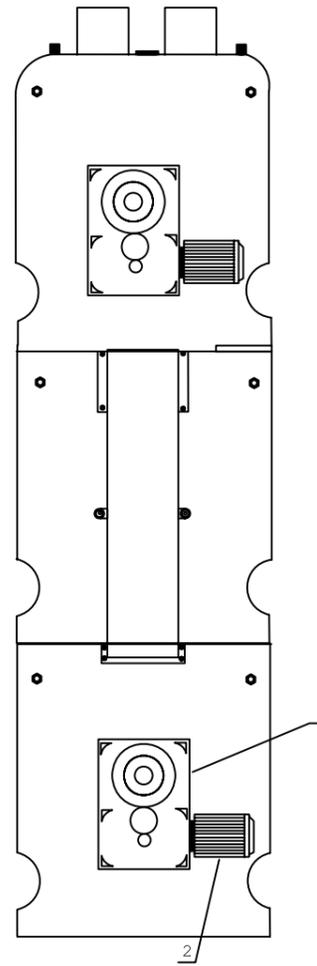
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS	
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel María González Apresa			
TÍTULO:	TERMOBATIDORA DE TRES CUERPOS DE BATIDO			ESCALA:	PLANONº:
				1:20	3



CUERPO SUPERIOR

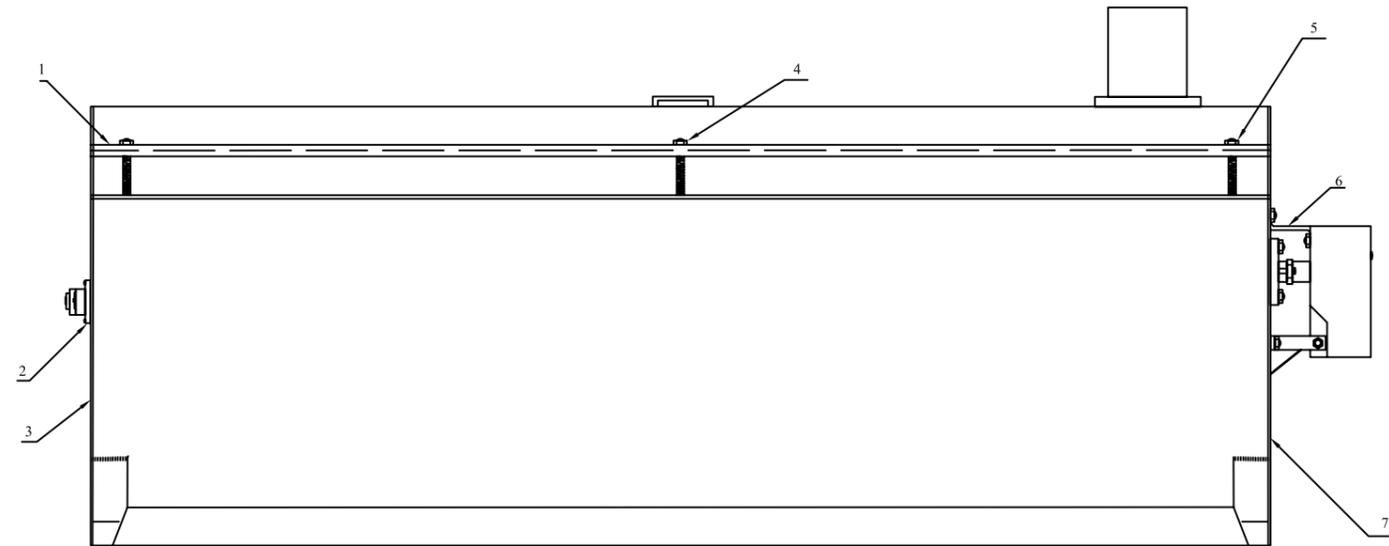
CUERPO INTERMEDIO

CUERPO INFERIOR



Nº DE PIEZAS	DENOMINACIÓN	MARCA	
1	Reductor embriado sinfin y corona (8 rpm)	1	
1	Motor asincrono de aleación ligera (5,5 CV)	2	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel Mª González Apresa	
TÍTULO: CONJUNTO DE CUERPOS DE BATIDO			ESCALA: 1:50
			PLANONº: 3.1

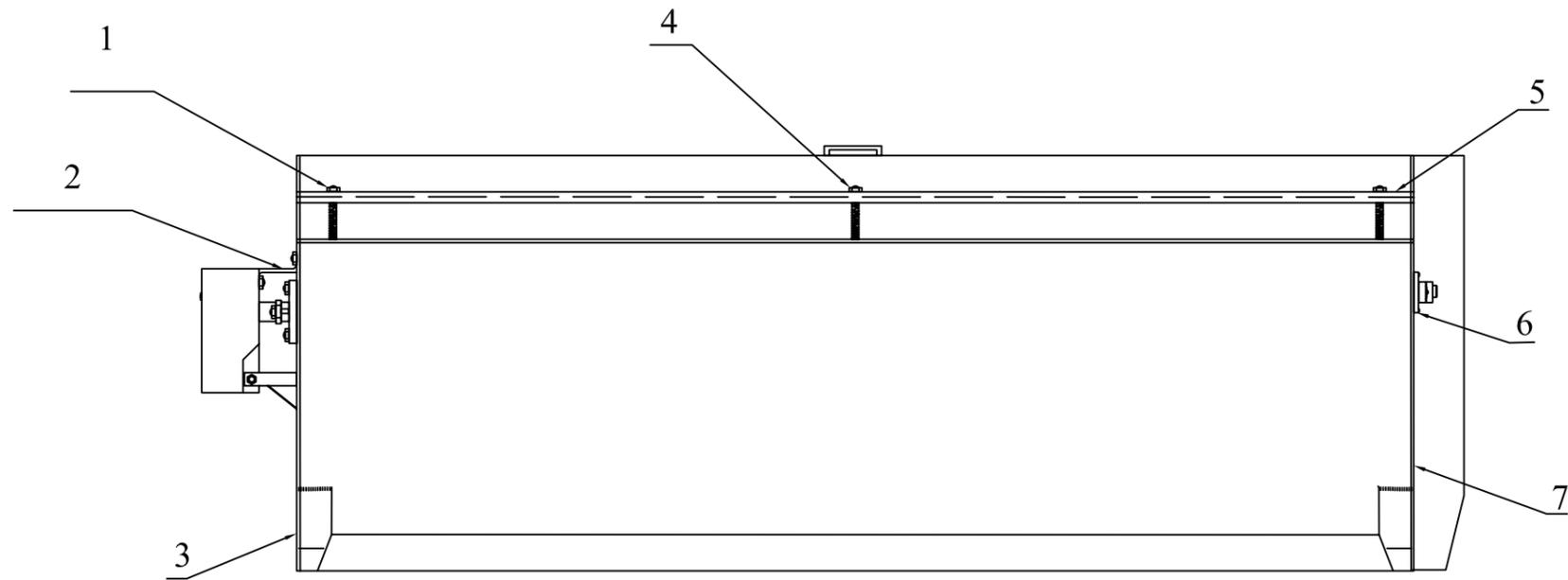
FACULTAD DE CIENCIAS



Nº DE PIEZAS	DENOMINACIÓN	MARCA	MATERIAL
2	Tubería alimentación agua caliente	1	Inox. AISI 306
1	Soporte extremo eje	2	Inox. AISI 306
1	Lateral izq. de cuerpo superior	3	Inox. AISI 306
1	Válvula respiradero 1/2"	4	
4	Tapón roscado 1/2"	5	
1	Brida de acoplamiento de reductor	6	
1	Lateral dcho. de cuerpo superior	7	Inox. AISI 306

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel Mª González Apresa		

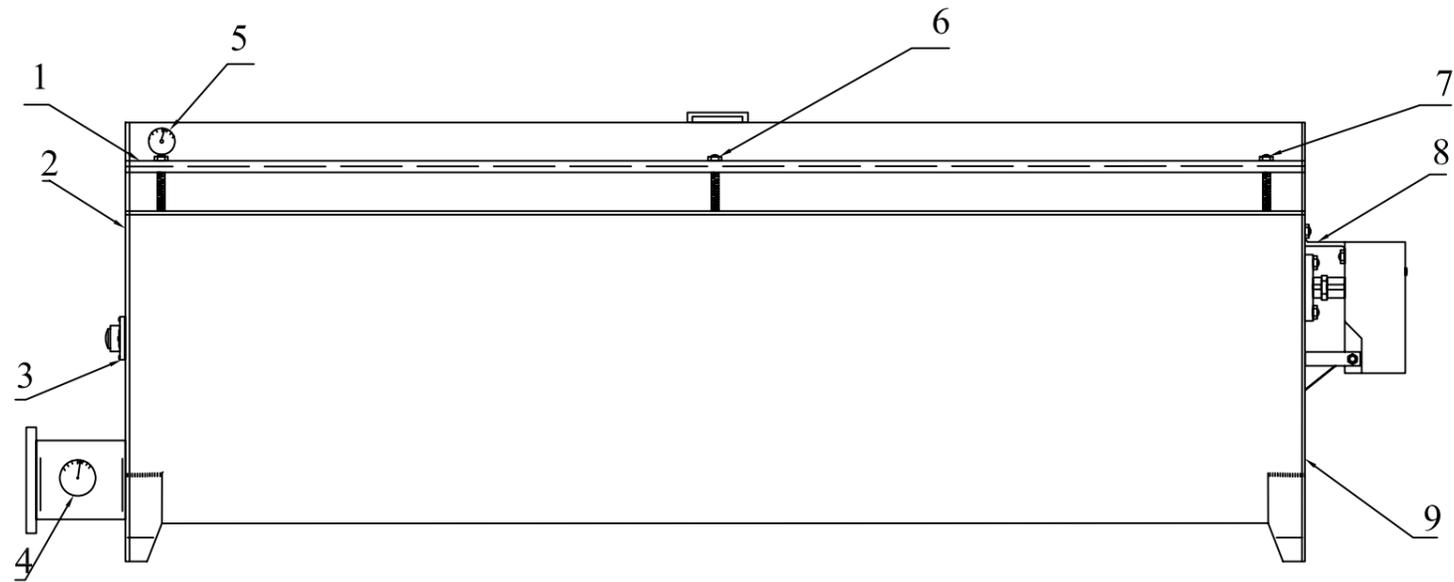
TÍTULO:	ESCALA:	PLANO Nº:
CUERPO SUPERIOR DE LA BATIDORA	1:10	3.2



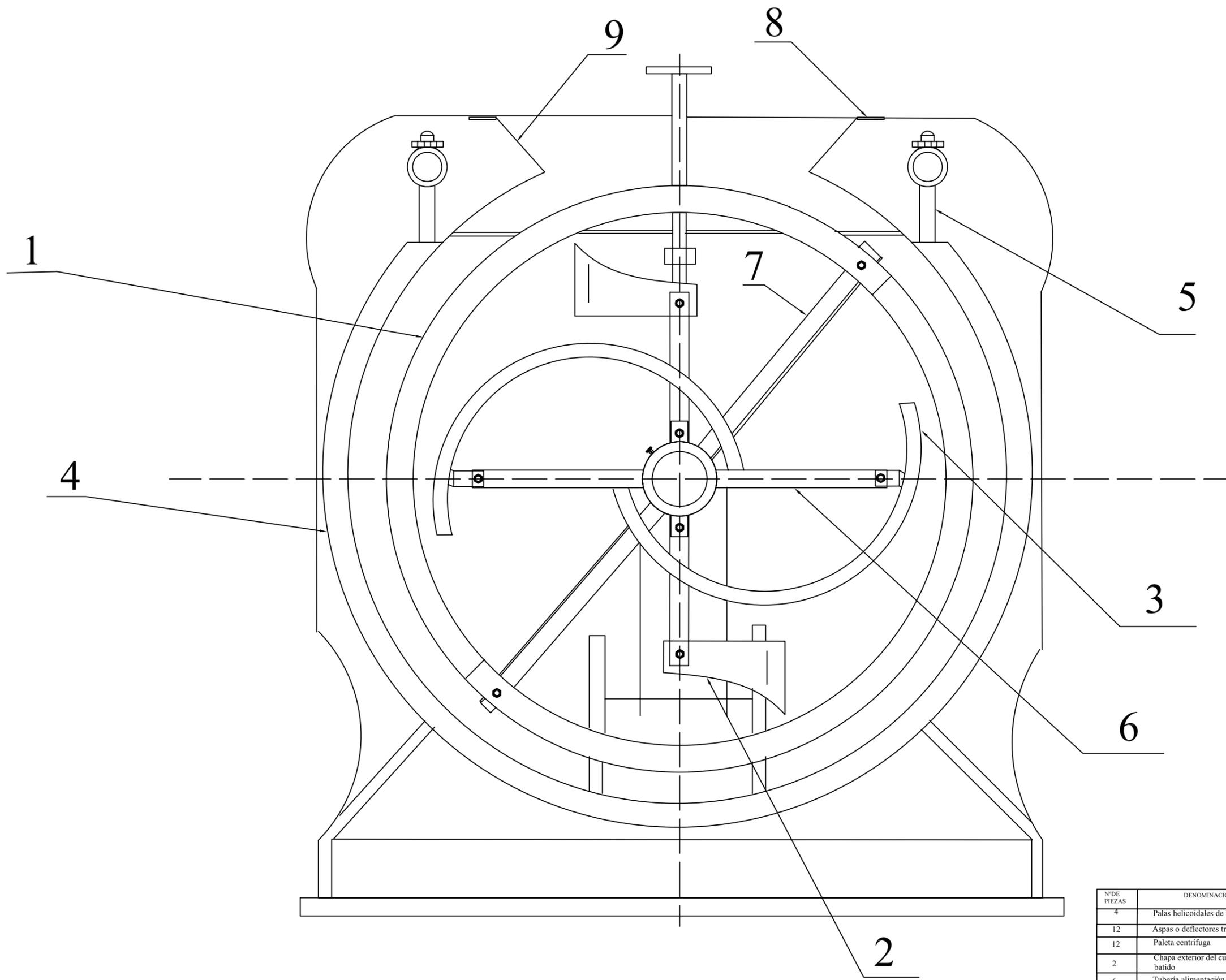
Nº DE PIEZAS	DENOMINACIÓN	MARCA	MATERIAL
4	Tapón roscado 1/2" limpieza tubos	1	
1	Brida de acoplamiento de reductor	2	
1	Lateral dcho. de cuerpo intermedio	3	Inox. AISI 306
1	Válvula respiradero 1/2"	4	
2	Tubería de alimentación agua caliente	5	Inox. AISI 306
1	Soporte extremo eje	6	Inox. AISI 306
1	Lateral izq. de cuerpo intermedio	7	Inox. AISI 306

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel María González Apresa		

TÍTULO:	ESCALA:	PLANO Nº:
CUERPO INTERMEDIO DE LA BATIDORA	1:10	3. 3



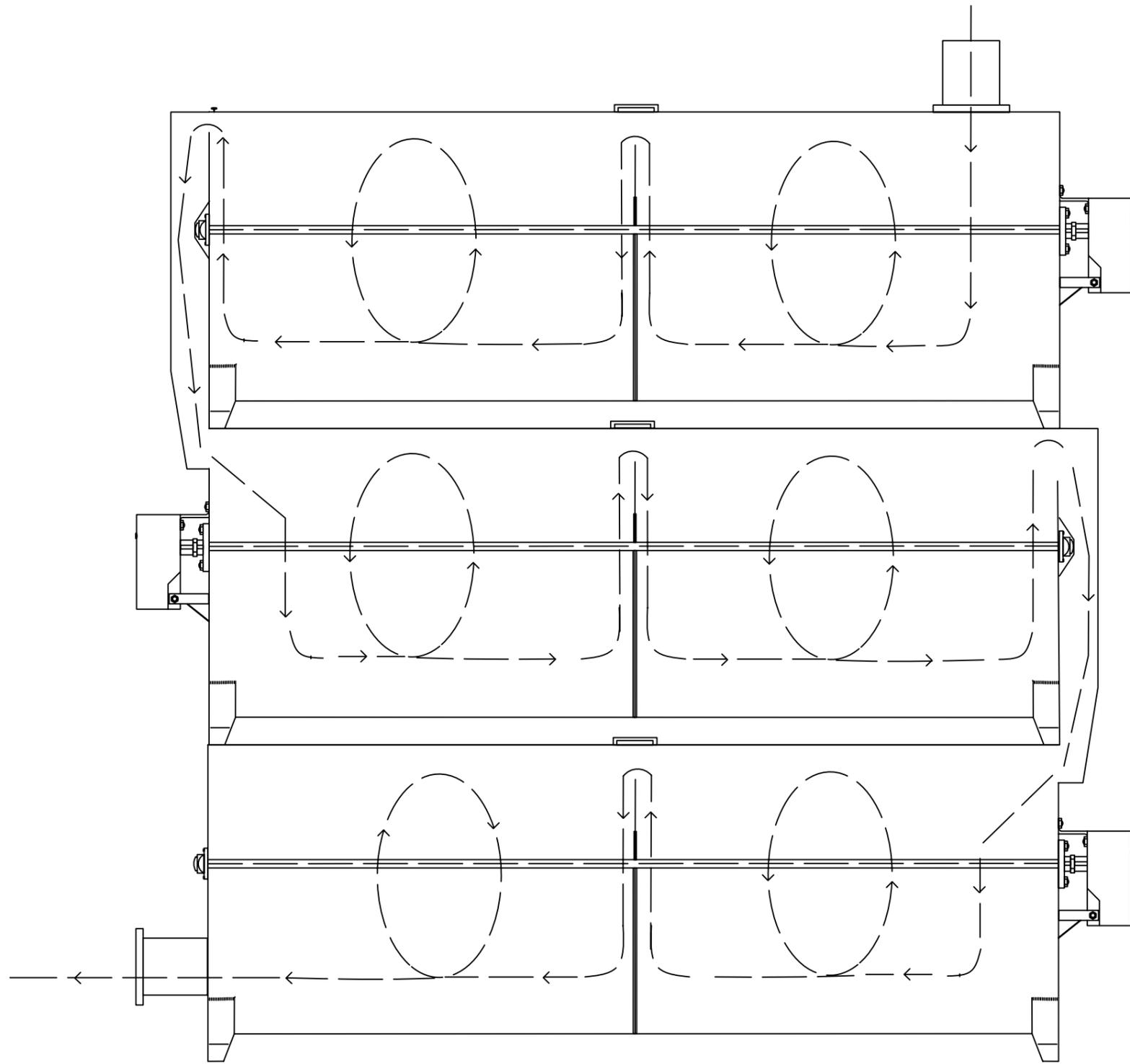
Nº DE PIEZAS	DENOMINACIÓN	MARCA	MATERIAL	
2	Tubería de alimentación agua caliente	1	Inox. AISI 306	
1	Lateral izq. de cuerpo inferior	2	Inox. AISI 306	
1	Soporte eje extremo	3	Inox. AISI 306	
1	Sonda PT-100 de temperatura salida de pasta	4		
1	Sonda PT-100 de temperatura salida de agua	5		
1	Válvula respiradero 1/2"	6		
4	Tapón roscado 1/2" limpieza tubos	7		
1	Brida de acoplamiento de reductor	8		
1	Lateral dcho. de cuerpo inferior	9	Inox. AISI 306	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel María González Apresa		
TÍTULO: CUERPO INFERIOR DE LA BATIDORA			ESCALA: 1:10	PLANO Nº: 3.4



Nº DE PIEZAS	DENOMINACIÓN	MARCA	
4	Palas helicoidales de batido	1	
12	Aspas o deflectores triangulares	2	
12	Paleta centrífuga	3	
2	Chapa exterior del cuerpo de batido	4	F-1110
6	Tubería alimentación, 3/4"	5	
6	Brazo de paletas centrífugas	6	
8	Brazo de paletas helicoidales	7	
2	Pletina 50 x 15	8	
2	Chapa interior del cuerpo de batido	9	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel Maria González Apresa	
TÍTULO: ROTOR DE LA BATIDORA. VISTA TRANSVERSAL			ESCALA: 1:50
			PLANO Nº: 3. 5

FACULTAD DE CIENCIAS

ENTRADA PASTA DE
ACEITUNA



SALIDA PASTA
DE ACEITUNA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FACULTAD DE CIENCIAS	
AUTORA	15 - 05 - 2006	Isabel M ^o González Apresa			
TÍTULO:	CIRCULACIÓN PASTA DE ACEITUNA			ESCALA:	PLANO N°:
				1:20	3.6

