

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: Diseño de una planta industrial de
elaboración de aceite de oliva

Autora: M^a Luisa DELGADO BARAJAS

Fecha: Marzo 2007





Elaboración de Aceite de Oliva en una Planta Industrial

La elaboración del aceite de oliva se inicia en el propio árbol y finaliza con el almacenamiento en bodega; por tanto, es de fundamental importancia controlar todas las fases del proceso, ya que las características del aceite están condicionadas por todas y cada una de ellas.

1. OPERACIONES PRELIMINARES

- Recolección
- Recepción
- Limpieza y lavado
- Pesado
- Almacenamiento

El proceso comienza con la recolección de la aceituna del árbol, con alguno de los sistemas de recolección existentes. Preferiblemente se elegirá un sistema que no dañe la aceituna, para evitar mermas en la calidad del aceite que se va a producir.

Tanto la recepción como la limpieza, el lavado y el almacenamiento se realizan en la planta de extracción.

La recepción se realiza en el patio de almazara, al descargar las aceitunas desde los remolques a las tolvas de recepción existentes. Esta sería la entrada de la materia prima en la planta.

A partir de la recepción de la aceituna, se procede a su limpieza, a esto se produce de forma automática y continua a partir de la entrada de aceituna a la tolva de recepción.

En la limpieza de la aceituna, el proceso esta basado en la utilización de una corriente de aire.

El fruto pasa por una criba en la que se eliminan las impurezas más ligeras, como: hojas, tallos, etc.

Después de la limpieza se procede a pesar el volumen de aceituna decepcionada mediante tolvas de pesada continua.

De la tolva de pesada automática, las aceitunas son enviadas a tolvas de almacenamiento a la espera de su entrada en la zona de molturación. Para evitar que las aceitunas se alteren han de permanecer poco tiempo en espera. Lo aconsejable es molturarlas dentro de las 24 horas siguientes a su recepción.

2. PREPARACIÓN DE LA PASTA

- Molienda
- Batido

La molienda tiene como fin la rotura de los tejidos donde se aloja la materia oleosa y debe realizarse con la mayor uniformidad posible. Esta operación se puede realizar con varios tipos de molinos. Pero los más usados en la industria para procesos de separación por centrifugación son los molinos de martillos.

La misión del batido es reunir las gotas líquidas dispersas en la pasta molida, en fases continuas afines, con el fin de facilitar y aumentar la separación sólido-líquido en las siguientes operaciones de elaboración.

Para ello es necesario tener en cuenta una serie de factores:

- El material de la pared y paletas de la batidora debe ser de acero

inoxidable.

- Control esmerado de temperatura.
- La temperatura óptima es de 25-30° C en la masa final del batido
- La duración del batido, debe ser suficiente para conseguir el mayor porcentaje posible de aceite suelto.

3. SEPARACIÓN DE FASES SÓLIDAS Y LIQUIDAS

- Centrifugación

Este sistema de separación sólido-líquido, está basado en el efecto clasificador que produce la fuerza centrífuga generada por un rotor, que gira aproximadamente a 3.000 R.P.M., en los constituyentes de la masa de aceitunas batida.

Para un sistema de dos fases, el decánter (que produce la centrifugación) tiene dos salidas independientes de productos: *aceite* y *alperujo* (orujo mas agua de vegetación).

Este equipo no utiliza generalmente agua de adición y no produce alpechín líquido, quedándose esta fase líquida ocluida en el orujo producido. Con este nuevo sistema se reduce significativamente parte del efluente y su carga contaminante en las almazaras, produciéndose a cambio un subproducto sólido con mayor grado de humedad.

4. SEPARACIÓN DE FASES LIQUIDAS

- Centrifugación

Basada también en la separación de las diferentes fases por diferencia de densidades, aumentando la gravedad con el centrifugado.

5. ALMACENAMIENTO

El almacén o bodega es el lugar donde el aceite va a permanecer hasta su comercialización.

Las características que debe reunir una buena bodega son las siguientes:

- Las paredes y techos deben ser aislantes de las temperaturas y no aportar olores extraños.
- Debe disponer de un sistema de calefacción que no desprenda olores.
- Debe mantener una temperatura uniforme, alrededor de 15-22 °C, que permita una maduración de los aceites, sin favorecer la oxidación.
- Poca luminosidad.
- Fácilmente limpiable.
- El material de construcción de los depósitos debe ser inerte.

Entre los materiales que cumplen estos requisitos se encuentra el acero ANSI 304, que será el utilizado en la mayoría de los tanques de almacenamiento de aceite, por su precio y sus características.

Los depósitos no deben tener en general un tamaño superior a 50 Tm. para poder realizar una diferenciación de calidades. Deben tener el fondo cónico para realizar un buen sangrado, ya que los aceites pasan a la bodega con cierta humedad e impurezas, estas precipitan, fermentan y aportan a los aceites olores y sabores anómalos.

6. RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

- **Residuos Sólidos**

Se producen durante el proceso de limpieza de la aceituna. Estos residuos son hojas, ramas, pequeños trozos de materiales que se pueden desprender del árbol.

Normalmente este tipo de materiales son recogidos para ser enviados a vertederos, o en algunos casos, se procede al envío de los mismos a plantas de compostaje para su utilización como recurso energético.

- **Residuos Líquidos**

Se generan durante el proceso de extracción por centrifugación en el decanter, son los alperujos.

Estos pueden ser enviados a una deshuesadora, para su separación del hueso y luego pueden ser reenviados a una termobatidora, para una segunda extracción, ya que después de la primera se queda un 2% de aceite en el alperujo.

De la segunda extracción podemos obtener un 1,8% del 2% existente en el alperujo “repasado”.

El alperujo obtenido después del “repaso”, es enviado a un tanque de aguas residuales, junto con el agua procedente de la limpieza del aceite en las centrifugas verticales.

Estas aguas deben ser procesadas, ya que la DBO y DQO que poseen es superior a la permitida, por lo que deben ser tratadas como aguas contaminantes.

El producto de salida de la planta es el aceite de Oliva Virgen.

Los subproductos que se generan en una planta de estas características son:

- **Residuos sólidos de limpieza de aceituna (hojas, ramas, etc.)**
- **Alperujillo, para la alimentación de la caldera**
- **Aguas de limpieza de aceite**
 - **Aguas de salida del decánter de “repaso”**
 - **Aguas de salida de las centrifugas verticales**

ÍNDICE

1. PROPUESTA PROYECTO FIN DE CARRERA.....	12
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	15
3. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	16
3.1 DEFINICIONES CODEX ALIMENTARIUS	16
3.2 EL OLIVO.....	14
3.3 EL ACEITE DE OLIVA.....	55
3.4 PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA.....	70
3.5 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL ACEITE DE OLIVA.....	78
3.6 PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VÍRGEN.....	82
3.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN.....	128
3.8 VALORACIÓN Y SELECCIÓN DEL PROCESO.....	139
3.9 PROCESO DE ALMAZARA SELECCIONADO.....	141
4. CONCLUSIÓN DEL PROCESO.....	167

5. ANEXOS MEMORIA DESCRIPTIVA.....	168
5.1 Anexo I (A).....	168
5.2 Anexo I (B).....	169
5.3 Anexo II.....	225
5.4 Anexo III.....	230
5.5 Anexo IV.....	245
5.6 Anexo V.....	260
5.7 Anexo VI.....	264
5.8 Anexo VII.....	270
5.9 Anexo VIII.....	275
5.10 Anexo IX.....	281
5.11 Anexo X.....	287
5.12 Anexo XI.....	319
5.13 Anexo XII.....	338
5.14 Anexo XIII.....	353

5.15 Anexo XIV.....	379
5.16 Anexo XV.....	383
5.17 Anexo XVI.....	386
5.18 Anexo XVII.....	395
5.19 Anexo XVIII.....	420
5.20 Anexo XIX.....	441
5.21 Anexo XIX (A).....	442
5.22 Anexo XIX (B).....	443
5.23 Anexo XX.....	444
6. PLANOS.....	448
6.1 Disposición General.....	448
6.2 Recepción Limpieza y Pesado.....	448
6.3 Tolvas de Almacenamiento.....	448
6.4 Sala de extracción.....	448
6.5 Área de Primera Extracción.....	448
6.6 Área de Segunda Extracción.....	448

6.7	Sala de Caldera.....	448
6.8	Almacén de aceite.....	448
6.9	Tanque Agua Residual.....	448
6.10	Disposición General.....	448
7. PLIEGO DE CONDICIONES		
7.1	Descripción del proyecto.....	449
7.2	Pliego de Condiciones Generales.....	454
7.3	Pliego de Condiciones Particulares.....	480
8.	SISTEMA APPCC.....	519
8.1	Anexo I.....	588
8.2	Anexo II.....	607
8.3	Anexo III.....	610
8.4	Anexo IV.....	621
9.	PRESUPUESTO.....	627
9.1	Anexo I.....	643

9.2	Anexo II.....	643
9.3	Anexo III.....	648
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	663

**SOLICITUD DE ASIGNACIÓN DE PROYECTO FIN DE
CARRERA**

D^a. _____ M^a LUISA DELGADO
BARAJAS _____, con
DNI_30.95.17.22_____ y residencia en___c/. Gallinero,
37 – 1º B_____ Puerto Real -
11510_____

_____ Tfno:___646.21.36.19_____, e-
mail__marialuisa.delgadobarajas@alum.uca.es___ alumno del
Título de Ingeniero Químico de la Universidad de Cádiz,

EXPONE: que cumple los requisitos necesarios para que se le asigne el Proyecto Fin de Carrera.

SOLICITA: Se le asigne el trabajo correspondiente al PFC de tipo específico cuyos detalles adjunta.

Puerto Real, 27 de octubre
de 2005

Fdo.: M^a Luisa Delgado Barajas

PROPUESTA DE PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente.

TÍTULO: Diseño de una planta industrial de elaboración de aceite de oliva.

TUTOR(ES): Ildfonso Caro Pina

DESCRIPCIÓN (Breve información sobre el objetivo del PFC)

Diseño de una planta industrial para la extracción de aceite de oliva compuesta de las siguientes fases: limpieza, lavado, clasificación, molturación, batido, separación de fases y almacenamiento de producto.

La planta tendrá ubicación en una zona de importante producción oleícola situada en la campiña sur cordobesa.

REQUISITOS (Capacidad, producción, energía, normativa, legislación....)

Capacidad media de producción en campaña: 300-350 Tm/día.

Capacidad máxima de producción: 500 Tm/día.

Instalación de agua de red, instalación de agua caliente e instalación eléctrica de potencia.

Será de aplicación la normativa medioambiental y de seguridad (RD 308/1983), el reglamento comunitario de regulación específica (CEE 2568/91), y la normativa del Codex Alimentarius (CODEX 1989).

Puerto Real, 27 de octubre de 2005 Vº Bº del Tutor

Fdo.

VºBº del Director del Departamento

Fdo.:

VºBº del Decano

Fdo.:

2. OBJETO DEL PROYECTO.

Diseño de una planta industrial para la extracción de aceite de oliva compuesta de las siguientes fases:

- Limpieza
- Lavado
- Clasificación
- Molturación
- Batido
- Separación de fases
- Almacenamiento del producto

Título del proyecto: “Diseño de una planta industrial de elaboración de aceite de oliva”

La planta tendrá ubicación en una zona de importante producción oleícola situada en la campiña sur cordobesa.

La capacidad media de producción en campaña será de 300 - 350 toneladas/día.

La capacidad máxima de producción será de 500 toneladas/día.

Constara de instalación de agua de red, instalación de agua caliente e instalación eléctrica de potencia.

Será de aplicación la normativa medioambiental y de seguridad (RD 308/1983), el reglamento comunitario de regulación específica (CEE 2568/91), y la normativa del Codex Alimentarius (CODEX 1989).

Ha sido autorizado por el profesor del Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de los Alimentos y tecnologías del Medio Ambiente:

- Dr. D. Ildefonso Caro Pina

DOCUMENTO N° 1
MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

3. MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1 DEFINICIONES CODEX ALIMENTARIUS

El aceite de oliva es el aceite obtenido únicamente del fruto del olivo (*Olea europaea L.*) con exclusión de los aceites obtenidos usando disolventes o procedimientos de reesterificación y de cualquier mezcla con aceites de otro tipo.

- *Los aceites de oliva vírgenes* son los aceites obtenidos del fruto del olivo únicamente mediante procedimientos mecánicos u otros medios físicos en condiciones, particularmente térmicas, que no produzcan alteración del aceite y que no hayan tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado.
 - *Aceite de oliva virgen extra:* Aceite de oliva virgen con acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más de 0,8 gramos por 100 gramos y cuyas demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.
 - *Aceite de oliva virgen:* Aceite de oliva virgen con acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más de 2,0 gramos por 100 gramos y cuyas demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.
 - *Aceite de oliva virgen corriente:* Aceite de oliva virgen con acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más de 3,3 gramos por 100 gramos, y cuyas demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.2.
 - *Aceite de oliva refinado:* Aceite de oliva obtenido de aceites de oliva vírgenes mediante técnicas de refinado que no provocan alteración en

la estructura glicerídica inicial. Tiene una acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más de 0,3 gramos por 100 gramos y sus demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.2.

- ***Aceite de oliva:*** Aceite constituido por la mezcla de aceite de oliva refinado y aceites de oliva vírgenes aptos para el consumo humano. Tiene una acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más del gramo por 100 gramos, y sus demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.3.
- ***El aceite de orujo*** es el aceite obtenido mediante tratamiento con disolventes u otros procedimientos físicos del orujo de oliva, con exclusión de los aceites obtenidos por procedimientos de reesterificación y de cualquier mezcla con aceites de otra naturaleza.
 - ***Aceite de orujo de oliva refinado:*** Aceite obtenido a partir del aceite de orujo de oliva crudo mediante métodos de refinado que no provocan alteraciones en la estructura glicerídica inicial. Tiene una acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más de 0,3 gramos por 100 gramos y sus demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.1.
 - ***Aceite de orujo de oliva:*** Aceite constituido por la mezcla de aceite de orujo de oliva refinado y de aceites de oliva vírgenes. Tiene una acidez libre, expresada en ácido oleico, de no más de 1 gramo por 100 gramos, y sus demás características corresponden a las estipuladas para esta categoría.

3.1.1 Características de los aceites según el Codex Alimentarius

- **Características organolépticas (olor y sabor) de los aceites de oliva vírgenes**

Mediana del defecto Mediana del atributo frutado

Aceite de oliva virgen extra	Me = 0 Me > 0
Aceite de oliva virgen	0 < Me ≤ 2,5 Me > 0
Aceite de oliva virgen corriente	2,5 < Me ≤ 6.0 ¹

Composición en ácidos grasos por cromatografía de gases (% de ácidos grasos totales):

Ácido Graso	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva refinado	Aceite de orujo de oliva refinado
C14:	0,0 - 0,05	0,0 - 0,05	0,0 - 0,05
C16:0	7,5 - 20,0	7,5 - 20,0	7,5 - 20,0
C16:1	0,3 - 3,5	0,3 - 3,5	0,3 - 3,5
C17:0	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3
C17:1	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3
C18:0	0,5 - 5,0	0,5 - 5,0	0,5 - 5,0
C18:1	55,0 - 83,0	55,0 - 83,0	55,0 - 83,0
C18:2	3,5 - 21,0	3,5 - 21,0	3,5 - 21,0
C18:3(4)			
C20:0	0,0 - 0,6	0,0 - 0,6	0,0 - 0,6
C20:1	0,0 - 0,4	0,0 - 0,4	0,0 - 0,4
C22:0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,3
C24:0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2

¹ Cuando la mediana del defecto sea inferior o igual a 2,5 y la mediana del frutado sea igual a 0.

<i>Ácidos grasos trans</i>			
C18:1 T	0,0 - 0,05	0,0 - 0,20	0,0 - 0,40
C18:2 T + C18:3 T	0,0 - 0,05	0,0 - 0,30	0,0 - 0,35

Fig.1. Tabla porcentaje de ácidos grasos totales.

- **Composición en esteroides y en dialcoholes triterpénicos**

- **Composición en desmetilesteroides²(% total de esteroides)**

Colesterol	≤ 0,5
Brassicasterol	< 0,2 para el aceite de orujo de oliva < 0,1 para las demás categorías
Campesterol	≤ 4,0
Estigmasterol	< campesterol
Delta-7-stigmastenol	≤ 0,5
Beta - sitosterol + delta - 5 - avenasterol + delta - 5 - 23 - estigmastadienol + clerosterol + sitostanol + delta - 5 - 24 - estigmastadienol	} ≥ 93,0

- **Contenido mínimo en esteroides totales**

Aceites de oliva vírgenes	} 1000 mg/Kg
Aceite de oliva refinado	
Aceite de oliva	

² Quedan pendientes los resultados de las encuestas del COI (Consejo Oleícola Internacional) y las consideraciones tomadas sucesivamente por el Comité de los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva

Aceite de orujo de oliva refinado	1.800 mg/kg
Aceite de orujo de oliva	1.600 mg/kg

○ **Contenido máximo en eritrodiol y uvaol (% total de esteroides)**

Aceites de oliva vírgenes	} ≤ 4,5
Aceite de oliva refinado	
Aceite de oliva	

• **Contenido en ceras**

	<u>Nivel</u>
Aceites de oliva vírgenes	≤ 250 mg/kg
Aceite de oliva refinado	≤ 350 mg/kg
Aceite de oliva	≤ 350 mg/kg
Aceite de orujo de oliva refinado	> 350 mg/kg
Aceite de orujo de oliva	> 350 mg/kg

• **Diferencia máxima entre el contenido real y el contenido teórico en triglicéridos con ECN 42**

Aceites de oliva vírgenes	0,2
Aceite de oliva refinado	0,3
Aceite de oliva	0,3
Aceites de orujo de oliva	0,5

- **Contenido máximo en estigmastadienos**

Aceites de oliva vírgenes 0,15 mg/kg

- **Índice de peróxidos**

Máximo Nivel

Aceites de oliva vírgenes ≤ 20 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

Aceite de oliva refinado ≤ 5 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

Aceite de oliva ≤ 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

Aceite de orujo de oliva refinado ≤ 5 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

Aceite de orujo de oliva ≤ 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

- **Absorbencia en el ultravioleta K 270**

	<u>Absorbencia a 270 nm</u>	<u>Delta K</u>
Aceite de oliva virgen extra	$\leq 0,22$	$\leq 0,01$
Aceite de oliva virgen	$\leq 0,2$	$\leq 0,01$
Aceite de oliva virgen corriente	$\leq 0,30^3$	$\leq 0,01$
Aceite de oliva refinado	$\leq 1,10$	$\leq 0,16$

³ Tras haber pasado la muestra a través de alúmina activada, la absorbencia a 270 nm deberá ser igual o inferior a 0,11.

Aceite de oliva	$\leq 0,90$	$\leq 0,15$
Aceite de orujo de oliva refinado	$\leq 2,00$	$\leq 0,20$
Aceite de orujo de oliva	$\leq 1,70$	$\leq 0,18$

3.1.2 Otros factores de Composición y Calidad

3.1.2.1 Características de Calidad

- **Contenido en agua y materias volátiles**

	<u>Nivel máximo</u>
Aceites de oliva vírgenes	0,2 %
Aceite de oliva refinado	0,1 %
Aceite de oliva	0,1 %
Aceite de orujo de oliva refinado	0,1 %
Aceite de orujo de oliva	0,1 %

- **Impurezas insolubles**

Aceites de oliva vírgenes	0,1 %
Aceite de oliva refinado	0,05 %
Aceite de oliva	0,05 %
Aceite de orujo de oliva refinado	0,05 %
Aceite de orujo de oliva	0,05 %

- **Oligoelementos metálicos**

Hierro (Fe)	3 mg/kg
Cobre (Cu)	0,1 mg/kg

- **Características organolépticas**

- **Aceites de oliva vírgenes** (ya especificadas arriba)
- **Otras**

	<u>Olor</u>	<u>Sabor</u>	<u>Color</u>
Aceite de oliva refinado	Aceptable	Aceptable	Amarillo claro
Aceite de oliva	Bueno	Bueno	Entre amarillo claro y verde
Aceite de orujo de oliva refinado	Aceptable	Aceptable	Entre amarillo claro y amarillo oscuro
Aceite de orujo de oliva	Aceptable	Aceptable	Entre amarillo claro y verde

Fig.2. Tabla de características organolépticas.

- **Aspecto a 20 °C durante 24 horas**

Aceite de oliva refinado, aceite de oliva,
 aceite de orujo de oliva refinado y aceite
 de orujo de oliva

} *Limpido*

3.1.2.2 Características de composición

- Contenido en ácidos grasos saturados en posición 2 en los triglicéridos (suma de los ácidos palmítico y esteárico):

	<u>Nivel máximo</u>
Aceites de oliva vírgenes	1,5%
Aceite de oliva refinado	1,8%
Aceite de oliva	1,8%
Aceite de orujo de oliva refinado	2,2%
Aceite de orujo de oliva	2,2%

3.1.2.3 Características Químicas y Físicas

- **Densidad relativa** (20 °C/agua a 20 °C) 0,910-0,916

- **Índice de refracción** (n 20D)

Aceites de oliva vírgenes	}	1,4677 – 1,4705
Aceite de oliva refinado		
Aceite de oliva		
Aceites de orujo de oliva		1,4680-1,4707

- **Índice de saponificación** (mg KOH/g de aceite)

Aceites de oliva vírgen	}	184 - 196
Aceite de oliva refinado		
Aceite de oliva		
Aceites de orujo de oliva		182-193

- **Índice de yodo (Wijs)**

Aceites de oliva vírgenes	}	75 – 94
Aceite de oliva refinado		
Aceite de oliva		
Aceites de orujo de oliva		75-92

- **Materia insaponificable**

Nivel máximo

Aceites de oliva vírgenes	}	15 g / Kg
Aceite de oliva refinado		
Aceite de oliva		
Aceites de orujo de oliva		30 g/kg

- **Absorbencia en el ultravioleta K 232**

Absorbencia a 232 nm

Aceite de oliva virgen extra	$\leq 2,505$
Aceite de oliva virgen	$\leq 2,605$

Las distintas normativas, como pueden ser: Consejo Oleícola Internacional, Comisión de Regulación de la CEE, se complementan entre si.

3.2 EL OLIVO

El olivo, cuyo nombre botánico es *Olea Europea Sativa*, pertenece a la familia de las Oleáceas y al orden de los Ligustrales, es una planta de hoja perenne que, según las áreas geográficas de crecimiento, presenta variedades diferentes.

EL OLIVO, LA ACEITUNA Y EL ACEITE DE OLIVA EN DISTINTOS IDIOMAS			
ESPAÑOL	Olivo	Aceituna	Aceite de oliva
LATÍN	<i>Olea europæa</i>	Oliva	Olivum / Oleum
ITALIANO	Olivo	Oliva	Olio di oliva
ALEMÁN	Olive	Olive	Öl, Olivenöl
INGLÉS	Olive-tree	Olive	Olive oil
FRANCÉS	Olivier	Olive	Huile d'olive
PORTUGUÉS	Oliveira	Azeitona / Oliva	Azeite
CATALÁN	Olivera	Oliva	Oli d'oliva
EUSKERA	Olibondo	Oliba	Oliba-olioa
GALLEGO	Oliveira	Azeitona	Azeite
ÁRABE	Aotoun	Azeituna	Azeit / Zite

Fig.3. Aceite en diferentes idiomas.

Existen dos hipótesis sobre el origen del olivo, una que postula que proviene de las costas de Siria, Líbano e Israel y otra que lo considera originario de Asia menor. La llegada a Europa probablemente tuvo lugar de mano de los fenicios.

Los primeros indicios de la presencia del olivo en las costas mediterráneas españolas coinciden con el dominio romano, aunque fueron posteriormente los

árabes los que impulsaron su cultivo en Andalucía, convirtiendo a España en el primer país productor de aceite de oliva a nivel mundial.

Su cultivo fue introducido en lugares tan dispares como Estados Unidos, Nueva Zelanda o Australia y Argentina. Actualmente el cultivo del olivar se extiende por todos los países cuyo clima lo permite.

El olivo llega a desarrollarse y a conseguir una completa maduración de sus frutos hasta los 600-700 metros sobre el nivel del mar, aunque en algunas regiones de España y Marruecos también se cultiva más allá de los 1000 m. de altura.

El olivo es un árbol que puede tomar dimensiones y formas muy variables. Tiene hojas largas de una media de 5 a 8 centímetros, verdes en la parte superior y grises plata en la parte inferior, que viven una media de unos 3 años.

El tronco aparece gris-verde y liso hasta aproximadamente los diez años; luego se vuelve nudoso, con surcos profundos y retorcidos y toma color oscuro, casi negro. Las raíces tienen muchas ramificaciones superficiales que desarrollan la mayor parte de la actividad de absorción nutritiva. Se extienden horizontalmente hasta 2-3 veces la altura de la planta y penetran en el suelo, en los suelos más fértiles, hasta 1,5 ó 2 metros de profundidad.

El olivo es un árbol robusto, capaz de resistir, en invierno, temperaturas por debajo de los 6/7 grados bajo cero, y de soportar largas sequías en verano. Es cultivado en áreas con pluviosidad mediana de 350/400 mm. Anuales y temperaturas veraniegas de hasta 40 grados.

El aceite obtenido de sus frutos, que etimológicamente proviene de la palabra árabe “az-zait”, que quiere decir el jugo de la oliva, ha servido durante siglos como alimento, materia prima para alumbrado, ungüento medicinal y líquido revitalizador del organismo humano.

El presente del olivar es excepcional debido a su gran demanda y alta rentabilidad, gracias a la exitosa campaña alimentaria que resalta las propiedades terapéuticas y nutritivas. Presenta un futuro alentador y una superficie de cultivo creciente. España e Italia son los principales productores a nivel mundial, seguidos de Grecia, Turquía y Túnez. En España la región olivarera por excelencia es Andalucía.

3.2.1 El cultivo del olivo

3.2.1.1 Morfología y Taxonomía

- **Familia:** Oleaceae.
- **Nombre científico:** *Olea europaea sativa*.
- **Origen:** Eminentemente mediterráneo.
- **Planta:** Árbol Perennifolio que puede alcanzar alturas considerables, aunque se prefiere en formas bajas. La base del tronco se denomina peana.
- **Sistema radicular:** Raíz pivotante que se ramifica mucho.
- **Hojas:** Lanceoladas, decusadas y coriáceas.
- **Flores:** Perfectas (masculinas con distintos grados de desarrollo del pistilo). Especie andromonóica, lo cual es un carácter varietal y nutritivo (el factor limitante es el agua). Flores gamopétalas con cuatro pétalos blancos y dos anteras, dispuestas en inflorescencias que salen de las axilas de las hojas de los ramos fructíferos (ramos de un año de edad). Ovario con cuatro óvulos y pistilo muy corto. En las semanas posteriores a la floración tiene lugar la caída de flores y pequeños frutos, de forma que el cuajado es del 1-2%.
- **Fruto:** Drupa de color vinoso negro al madurar y alto contenido energético.

- **Polinización:** Especie anemófila y parcialmente autocompatible. Es recomendable la polinización cruzada y la colocación de polinizadores, aunque las plantaciones monovarietales son la norma.

3.2.1.2 Requerimientos edafoclimáticos

Especie muy rústica, de fácil cultivo, por lo que se ha instalado en terrenos marginales. No tolera temperaturas menores de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. No presenta problemas de heladas, con excepción de las variedades muy tempranas, en las que el fruto se ve muy dañado. Escasos requerimientos de horas frío y elevados de calor (entre la brotación y la floración transcurren 3-4 meses y de la floración hasta la recolección, 6-7 meses).

Los agentes meteorológicos mas graves son los vientos secos y las temperaturas elevadas durante la floración, de forma que se produce el aborto ovárico generalizado, resintiéndose seriamente la producción. Es muy resistente a la sequía, aunque el óptimo de precipitaciones se sitúa entorno a los 650mm bien repartidos. En casos de extrema sequía se induce la producción de flores masculinas.

Es resistente a los suelos calizos, aunque existen diferencias de carácter varietal (Hojiblanca se comporta muy bien). Es muy tolerante a la salinidad.

Es una planta ávida de luz, de forma que una deficiencia de ésta reduce la formación de flores o induce que éstas no sean viables, debido a la insuficiencia de asimilados en la axila de las hojas.

3.2.1.3 Ciclos de vida de la planta

- *0-7 años:* Planta joven, no tiene producción. Se trasplanta a los 5 años aproximadamente, hasta ese momento suele estar en viveros.
- *7-15 años:* Crecimiento de la planta, con el tiempo se va aumentando continuamente de la producción. Con los métodos de producción actuales la edad de madurez ha disminuido considerablemente. La planta posee un ciclo de producción bianual.
- *15-100 años:* madurez de la planta. La producción de la misma se vuelve mas uniforme entre sus ciclos de producción.
- *100 años en adelante:* La planta pasa a su periodo de envejecimiento, en el cual la producción disminuye visiblemente.

3.2.2 Variedades de aceituna

Existen numerosas variedades locales y muy antiguas que se han ido trasladando a distintos ámbitos geográficos. Pueden clasificarse en dos grupos: variedades de mesa y variedades para aceite.

Variedades españolas de olivos (fig.4.):

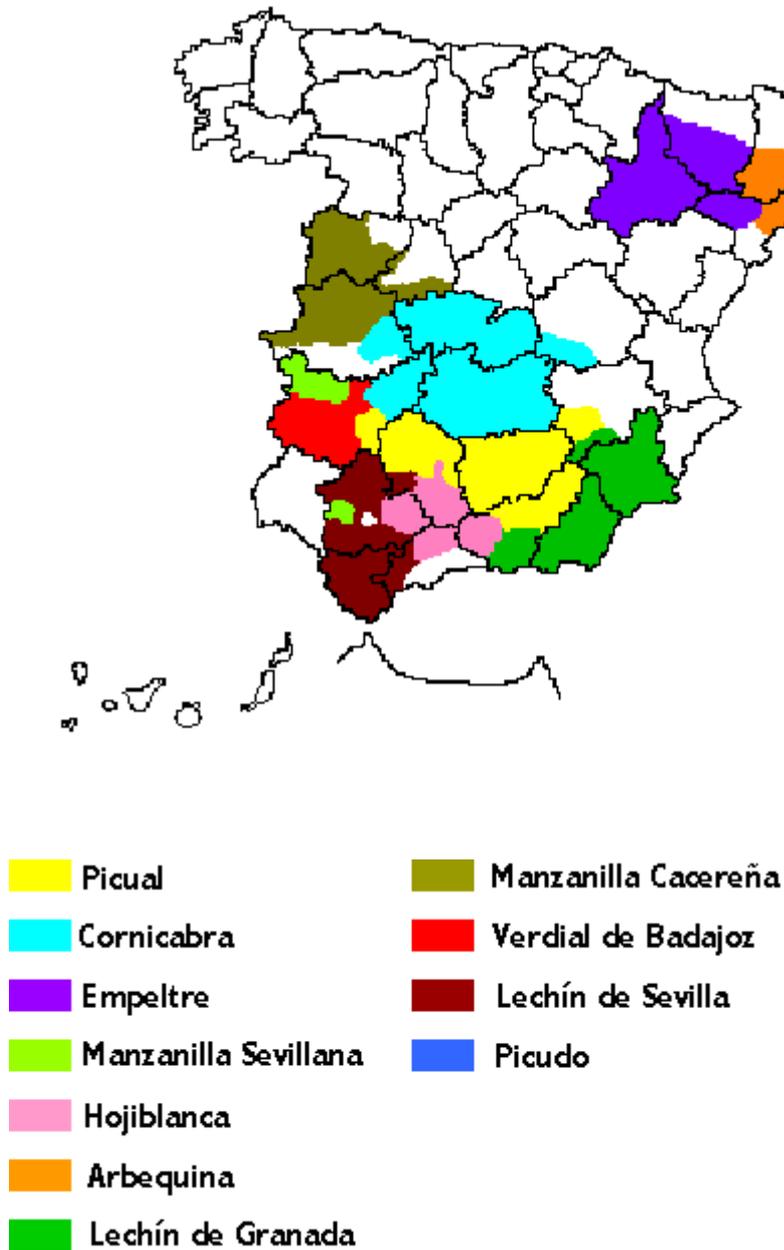


Fig.4. Principales variedades de aceituna y su área de cultivo en España.

3.2.2.1 Principales variedades de mesa (fig.6.)

- **Manzanilla Sevilla.** Distribuida en todo el mundo; muy productiva; buena relación pulpa / hueso y sin adherencia. Presenta un buen vigor, una buena producción y frutos de buen tamaño y buena forma, lo que la hace apreciada para aceituna de mesa, especialmente en negro. Sin embargo, en las comarcas en las que no está arraigada la tradición del aderezo, también se emplea para la obtención de aceite.
- **Gordal Sevillana.** De frutos muy grandes y de pobre calidad. El origen se sitúa en Sevilla, siendo esta su area de cultivo. El vigor de la planta es medio y su vegetación es en ramos gruesos, más bien largos con pocas ramificaciones. Los frutos son aislados y bien esparcidos. La forma de la hoja es recta, alargada, polimorfa y algo ensanchadas uniformemente. La forma de la aceituna es algo alargada, ovalada- acorazonada y en ocasiones algo asimétrica.

3.2.2.2 Principales variedades de aceite (fig.5.)

- **Picual o Marteña.** Extraordinaria por su rendimiento graso, su rápida entrada en producción y su fácil mecanización durante la recolección; aceite muy estable; planta muy susceptible a Verticillium. Variedad que ocupa aproximadamente el 30 % de la superficie olivarera española (alrededor de 600.000 Has) y que produce el 50 % del aceite nacional. En Jaén supone casi la totalidad del olivar, extendiéndose su cultivo, sobre una superficie significativa, a las provincias limítrofes de Granada y Córdoba.

Gracias al Plan de Reconversión y Reestructuración productiva del olivar, se cultiva también en otras provincias andaluzas, ya que fue la

variedad más utilizada en las nuevas plantaciones y replantaciones, dada su productividad y su precocidad de entrada en producción.

En cuanto a la calidad del aceite, destaca su gran estabilidad (171,9 E.R.) y su riqueza en ácido oleico (78,93 %). Su alto contenido en polifenoles, además de corroborar su alta estabilidad, indica la existencia de aceites muy afrutado y de gran personalidad. Si se hace un uso correcto de las técnicas de cultivo y un cuidadoso manejo de la industria de elaboración, se consiguen aceites de muy buena calidad y con apreciadas características en el comercio.

- **Arbequina.** Muy buen rendimiento graso y muy buena calidad de aceite; presenta el inconveniente de los frutos muy pequeños y ramos que transmiten muy mal la vibración durante la recolección; porte arbustivo que permite mayores densidades de plantación. Ocupa una superficie aproximada de 75.000 Has y es la variedad más extendida en Cataluña. También se cultiva en Huesca y Zaragoza y se está introduciendo con éxito en Andalucía.

Es un árbol de vigor medio, de porte abierto y forma globosa, con ramas abiertas y, a veces, péndulas. Los frutos son pequeños, esféricos y se presentan arracimados, con un buen rendimiento en aceite (20-22 %).

Es una variedad muy productiva, poco vecera y de entrada en producción precoz. Es rústica y resistente a las heladas. Se comporta muy bien en la olivicultura intensiva, con densidades ligeramente superiores a las normales (250-300 árboles/Ha). Madura a partir de la segunda quincena de noviembre.

Produce un aceite de excelente calidad, muy estimado para la composición de aceites o coupages y se destina fundamentalmente a la

exportación. En las diversas comarcas olivareras se distinguen distintos tipos de aceite según sea la época de recolección.

- **Hojiblanca.** Variedad de doble aptitud, aunque mediocre en los dos casos; como variedad de mesa se conoce con el nombre de perlas del Guadalquivir; alta tolerancia a suelos calizos; fruto de tamaño aceptable. Variedad que se cultiva principalmente en el sur de la provincia de Córdoba y que se adentra en algunas comarcas de las provincias limítrofes, Loja (Granada), Norte de Málaga y comarca de Estepa (Sevilla), en una extensión de 220.000 Has.

Los árboles son vigorosos, de porte erguido, con frutos de buen tamaño, resistentes a la caída natural, pero aptos para la mecanización, debido a su buena calidad de transmisión de la vibración.

Es una variedad de doble aptitud, por lo que se emplea tanto para la producción de aceite como para aderezo. El rendimiento en aceite es bajo (18-20 %) y es muy vecera en su producción como consecuencia de su tardía recolección, pero es productora de aceites de excelente calidad, de colores amarillo al verde, según la época de recolección, muy suaves y aptos para envasar directamente y muy apreciados por el consumidor. Posee un elevado contenido en vitamina E y, aunque su nivel de polifenoles no es alto, su resistencia al enranciado es superior a lo que podría indicar su estabilidad (E.R. 40,9).. Tiene un K_{270} de 0,10, lo que indica un aceite de excelente calidad y un k_{225} muy bajo (0,15) que confirma su suavidad al paladar.

- **Picudo.** Variedad que vegeta muy bien y produce un aceite de excelente calidad. Presenta un fruto grande que termina en un pezón que le hace merecedor de su nombre, y que se dispone de forma asimétrica. También se caracteriza por la aparición de hojas bífidias u hojas dobles, aunque de

forma general son ovaladas y de gran tamaño. Esta variedad recibe su nombre por la forma del fruto, que presenta un pico o pezón característico en su ápice. En algunos lugares se denomina Carrasqueño, Picudo Blanco o Paseto. Ocupa una superficie de algo más de 60.000 Has, la mayor parte en la provincia de Córdoba y algo en las provincias de Granada, Málaga y Jaén. En Córdoba ocupa la zona sureste de la provincia, en la comarca de la Penibética.

El árbol es de buen vigor, rústico y de buena tolerancia a las heladas y sequía. La producción es aceptable, aunque se trata de una variedad vecera, sensible al *repilo* y a la *tuberculosis*.

Los frutos son de maduración tardía y de gran resistencia a la caída, por lo que su recolección es resulta costosa. Tiene un buen rendimiento en aceite, el cual presenta buenos contenidos en vitamina E y en polifenoles. Su estabilidad es de tipo medio y la absorbancia al ultravioleta muestra unos índices de aceites vírgenes de alta calidad y muy suaves al paladar.

- **Cornicabra o cornezuelo.** Del fruto, muy alargado y asimétrico, se obtiene un elevado rendimiento graso con muy buena calidad de aceite, pero tiene muy mal comportamiento frente a las principales plagas y enfermedades. Esta variedad ocupa una superficie de alrededor de 300.000 Has y es la principal productora de aceite de oliva de Castilla-La Mancha, donde se producen aceites de oliva vírgenes de excelente calidad. Es sensible a la tuberculosis.

El árbol presenta un vigor medio, con copas de ramas péndulas y el fruto es de tamaño medio-grande y de buen rendimiento graso (superior al 22 %). El aceite de Cornicabra presenta un bajo contenido en tocoferoles, aunque su alto contenido en polifenoles compensa al anterior, dando lugar a un elevado índice de estabilidad (148,3).

- **Lechín.** Esta variedad también tiene las sinonimias de Ecijano, en la comarca de Écija y Zorzaleño en el área de la aceituna de mesa sevillana y en la provincia de Cádiz.

Se cultiva en una superficie aproximada de 200.000 Has, aunque en la actualidad está en regresión. Ocupa fundamentalmente la provincia de Sevilla, las comarcas limítrofes de Córdoba y la provincia de Cádiz. También se adentra un poco en Málaga por la Serranía de Ronda.

El árbol es vigoroso y de porte aparasolado. Es una variedad resistente al *repilo*, apta para suelos muy calizos, productiva aunque vecera, de maduración temprana y se considera un excelente patrón para Gordal Sevillana.

Al igual que ocurre con los aceites de la variedad Cornicabra, su bajo nivel de α -tocoferol se compensa con un alto contenido en polifenoles, proporcionando un aceite muy estable, con un índice de 72,4 E.R. El valor de k_{270} indica que es un aceite de gran calidad con un toque de amargo importante, 0,55 para el índice k_{225} . Es un aceite de personalidad, que puede mejorar los procedentes de otras variedades.

- **Empeltre.** Variedad de origen muy antiguo, cuyo nombre proviene de la palabra catalana “empelt” (injerto), que parece que fue la forma en que se introdujo en la zona del Bajo Aragón. En Cataluña se conoce con el nombre de Aragonesa. Ocupa una superficie de cultivo de aproximadamente 65.00 Has, principalmente en Aragón y también en La Rioja y Tarragona.

El árbol es de gran desarrollo, cuando se cultiva en buenas condiciones ecológicas, de porte erguido y presenta ramas con fuerte

tendencia a la verticalidad. Los frutos, de tamaño medio y pedúnculo muy largo, se encuentran poco visibles en el interior de la copa, debido al espeso follaje y alcanzan un color negro intenso en la maduración.

Se trata de una variedad productiva, aunque su entrada en producción se retrasa un poco, por lo que resulta sensible a las heladas. Su maduración es temprana y tiene lugar durante la primera quincena de noviembre.

Produce aceites de gran calidad, especialmente en el Bajo Aragón (Alcañiz). Presenta un buen rendimiento en aceite (20-23 %) y el k_{720} de 0,06 indica que se trata de aceites inmejorables. Dichos aceites tiene un atractivo color entre amarillo dorado y oro viejo. Su gusto es frutado al principio de la campaña y recuerda, al igual que su aroma, a la fragancia del fruto del olivo. Posteriormente, en el transcurso de la campaña, se vuelve ligeramente dulce, transparente y con un sabor suave y muy agradable.

- **Verdial**

- **Verdial de Vélez-Málaga.** Se cultiva en las comarcas de Vélez-Málaga y Centro-Sur de la provincia de Málaga, donde alcanza una superficie de cerca de 21.000 Has. Es una variedad vigorosa y productiva, pero de vecería acusada. Su maduración es temprana y su recolección es costosa a causa del pequeño tamaño del fruto. El rendimiento en aceite es excelente, cercano al 30 %. El aceite puede alcanzar una calidad extraordinaria si se protegen sus frutos de la mosca. Es dulce y suave, grato al paladar y de color oro viejo. Se consume en el mercado interior y puede emplearse para encabezar otros aceites.

- **Verdial de Huévar.** La denominación de Verdial hace referencia a que los frutos no llegan a adquirir el color negro en la madurez. También se denomina Verdial Real, en Marchena. Se extiende por las provincias de Sevilla y Huelva ocupando aproximadamente 35.000 Has. Es una variedad vigorosa, poco productiva y vecera. Se adapta tanto a terrenos húmedos como a la sequía y tiene buena resistencia a las heladas. Es poco propensa a la caída natural y sus frutos poseen una excelente riqueza grasa. En la comarca de Aljarafe, en Sevilla, y el Condado, en Huelva, se cultiva asociada a la variedad Manzanilla. Produce unos aceites muy frutados, de color verdoso y apropiados para encabezar. En algunas áreas se obtiene aceites más suaves, aptos para el consumo directo.

Aceituna	Variedad	Zona de producción	Peso medio	Rendimiento graso
	Picual	Jaén y zonas limítrofes	0,80- 1,20g.	17,2- 19,5%
	Arbequina	Provincia de Lleida y Tarragona	m:0,80-1,20g.	17,2-19,5%
	Hojiblanca	Córdoba y Málaga	m:1,4 - 4,3g.	23,5-28,6%

	Picudo	Córdoba, Granada, Málaga y Jaén	m: 1-3,5g	
	Cornicabra	Provincias de Toledo y Ciudad Real	m:3,06-3,51g.	21,8-27%
	Lechín	Sevilla y Granada	m:3,58-3,80g	23,5-26,8%
	Empeltre	La Rioja, por el valle del río Ebro, hasta Tarragona.	m: 2,52 g.	19,7-27,5%
	Verdial	Málaga, Sevilla y Huelva	m: 1,5-4,5g.	22-31%

Fig.5. Tabla de principales variedades de aceitunas de producción de aceite.

Aceituna	Variedad	Zona de producción	Peso medio y % Pulpa	Rendimiento graso
	Manzanilla	Sevilla	m: 3,1g. %: 85,1%	19,6%
	Gordal	Sevilla	m:1,28 g. %: 86,5%	22,1%

Fig.6. Tabla de principales variedades de aceitunas de mesa.

3.2.3 Particularidades del cultivo

3.2.3.1 Nutrición

Normalmente sólo se lleva a cabo el abonado nitrogenado, en forma de urea al 4% y en cantidades de 0.5-1 Kg. por árbol, que pueden aportarse por vía foliar para homogeneizar el reparto. La respuesta al abonado potásico es tardía y se aportan de 300-400 g. /árbol.

3.2.3.2 Riego

Se practica, sobre todo, en los olivares de reciente creación. La mayor parte de los olivares afrontan los meses veraniegos sin integraciones hídricas y por lo tanto sufren las consecuencias de la sequía: caída de los frutos, disminución de velocidad de la maduración, largos intervalos dentro de los años plenamente productivos. Las plantas regadas regularmente pueden llegar a duplicar el volumen del fruto. Los sistemas de riego varían según las áreas y, por lo tanto, en base a la disponibilidad, al alcance, al coste de abastecimiento del agua, a la orografía del terreno y la dimensión de la superficie de olivar de regar.

El 95% del olivar se cultiva en secano, pero los rendimientos aumentan con el riego, ya que por debajo de los 800 mm. de precipitación la irrigación se hace necesaria, siendo el sistema más adecuado el riego localizado por goteo a razón de 1800-1900 litros por árbol y año, repartidos durante los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre a razón de 100 litros diarios/árbol.

Otra alternativa quizás más eficaz es concentrar los riegos en los meses más calurosos así quedarían:

- 70 litros diarios/árbol en Abril
- 90 litros diarios/árbol en Mayo
- 110 litros diarios/árbol en Junio
- 130 litros diarios/árbol en Julio
- 110 litros diarios/árbol en Agosto
- 90 litros diarios/árbol en Septiembre

El riego a goteo consiste en una distribución localizada, "a gota". Conductos de plástico con suministrador a distancias variables proveen pequeñas cantidades de agua (de 2 a 10 litros por hora) que permiten afrontar las necesidades de la planta con un ahorro del 10 al 30% con respecto de los métodos tradicionales.

3.2.3.3 Marcos de Plantación

Tradicionalmente se han venido utilizando marcos de plantación muy amplios de forma injustificada; la densidad media de plantación en España es de 72 árboles por hectárea, aunque actualmente se están recomendando valores de 312 árboles por hectárea, llegando hasta 400 en régimen de regadío. En secano no deben sobrepasarse los 300 árboles por hectárea. Los marcos de plantación son rectangulares de:

- 7 X 5
- 6 X 4

3.2.3.4 Mantenimiento del Suelo

Tradicionalmente se realizaban labores repetidas para la eliminación de las malas hierbas, lo cual ha originado graves problemas de erosión y pérdida de fertilización del suelo. El no laboreo total, con eliminación de malas hierbas mediante el empleo de herbicidas, permite la obtención de mayores rendimientos y disminuye los costes, pero presenta el inconveniente de inducir la formación de cárcavas debido a la escorrentía del agua de lluvia. Entre estos dos sistemas se sitúa el laboreo mínimo, que consiste en la realización de una labor muy superficial para romper la costra, siendo el más recomendado actualmente, ya que evita los problemas anteriormente mencionados.

3.2.3.5 Poda

Tradicionalmente, la formación se realizaba a 3-4 patas, mientras que actualmente se tiende a un solo tronco en vaso. La poda de regeneración se realiza de forma bianual, siendo desaconsejables las podas severas. Anualmente se eliminan las ramas que aparecen en la base del tronco de nominándose el proceso “desvaretar”.

Existen dos podas importantes:

- La poda de instalación, que permite determinar la forma de la cabellera y la postura del árbol adulto (en cono, en maceta, etc.) y se realiza en los primeros años después del trasplante definitivo.
- La poda de producción, que debe ser efectuada justo después del fin del período de las heladas, ya que el frío obstaculizaría el proceso de cicatrización de los cortes sobre la madera. La poda permite extirpar, con adecuados instrumentos de corte, las ramas para renovar y favorecer el desarrollo de las ramas frutales de la planta, de intervenir modelando la forma de la planta para también regular con ello el crecimiento y de distribuir de modo homogéneo y rectificado la iluminación sobre las

varias partes de la cabellera. Objetivo de todas estas intervenciones es favorecer la productividad y aumentarla en relación equilibrada al desarrollo anual de la planta

3.2.3.6 Alternancia ó Vecería

El olivo es una especie extremadamente alternante: una abundante cosecha precede a otra con escasa floración, debido a la inhibición de la inducción floral de la cual es responsable la semilla en desarrollo. Esta última emite giberalinas que hacen que las yemas se queden en estado latente o que broten como vegetativas.

3.2.4 Plagas y enfermedades

3.2.4.1 Plagas

- **Arañuela del olivo (*Liothrips oleae*).** Adulto: longitud 2-2.5 mm., color negro brillante y antenas amarillas en el extremo. Pasa el invierno en estado adulto entre las arrugas de la corteza. Al principio de la primavera recobra su actividad, picando hojas y brotes; en este periodo se realiza la oviposición. Las formas jóvenes atacan a los brotes, que se marchitan. El número de generaciones anual es 2-3. Los adultos de la última generación son los que causan mayores daños en inflorescencias y frutos.
 - Métodos de lucha: sólo se realizarán tratamientos en casos de fuerte infección, empleando productos organofosforados en primavera y verano. Así mismo, deberán efectuarse algunas prácticas culturales que mantengan las plantas en buenas condiciones de desarrollo (abonado, labores, podas, etc.)

- **Polilla del olivo (*Prays oleae*).** Adulto: pequeña mariposa con alas de 14-14 mm. de anchura, de color gris con reflejos plateados. Larva: 7-8 mm. de longitud y color avellana. Hiberna en forma de larva minadora en las hojas. En primavera se dirige hacia los nuevos brotes, a los que daña. Los órganos afectados son numerosos: las flores aparecen rodeadas de hilos de seda, los frutos jóvenes sufren daños causados por las larvas que permanecen en su interior largo tiempo y excavan galerías al salir.
 - Métodos de lucha: el desarrollo de la polilla está controlado por un importante número de insectos parásitos. A pesar de ello en muchos casos es necesario emplear los medios químicos, realizando tratamientos a base de compuestos organofosforados (dimetoato) con efecto larvicida y adulticida. En caso de necesidad el tratamiento debe efectuarse antes de la floración, y eventualmente, sobre las pequeñas aceitunas en fase de crecimiento.

- **Mosca del olivo (*Dacus oleae*).** Es el insecto (díptero) que produce mayor daño en olivares. Adulto: longitud de 5-6 mm., envergadura alar 12 mm., color castaño claro y alas transparentes con un par de pequeñas manchas en su extremo. En condiciones favorables pueden originarse 6-7 generaciones, mientras que normalmente se desarrollan 3-4 al año. Las hembras ponen sus huevos en las aceitunas cuando estas alcanzan el tamaño de un guisante, dejando el fruto marcado. A los pocos días nace la larva que excava una galería tortuosa hacia el centro del fruto. Cuando la aceituna está próxima a la madurez, se dirige hacia la superficie pupando en la epidermis. El insecto adulto sale al exterior.

- Métodos de lucha: Las altas temperaturas estivales, la reducida actividad atmosférica, así como la acción de los enemigos naturales, limitan su desarrollo. En caso de no ser suficientes estos factores habrá que recurrir a los tratamientos químicos con dimetoato y diazinon.

- **Escarabajo picudo (*Coenorrhinus cribripennis*).** Adulto: pequeño cuculionido de unos 5 mm. de longitud, color marrón rojizo y cubierto por una pubescencia gris. Larva: 7 mm. de longitud y color blanco-amarillento. Una generación anual: en primavera los adultos se dirigen al olivo y se alimentan de las aceitunas y las hojas, en las que practican pequeñas erosiones. Las hembras empiezan a poner sus huevos en las aceitunas cuando el endocarpio (huevo) aún no está lignificado. La larva practica un agujero en la zona ecuatorial de la aceituna.
 - Métodos de lucha: empleo de ésteres fosfóricos inmediatamente después del cuajado del fruto.

- **Barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides*).** Adulto: pequeño coleóptero de unos 2mm de longitud y color negro. Los adultos forman galerías radiales en las ramas donde ponen los huevos; las larvas excavan sus galerías en dirección perpendicular a las primeras. Los últimos daños los causan los adultos de las siguientes generaciones que excavan galerías en las pequeñas ramas y en las proximidades de las infrutescencias, las cuales se marchitan y caen al suelo.

- Métodos de lucha: lo más sencillo y eficaz es dejar esparcidos montones de ramas recién podadas, que tienen un gran poder atractivo para el barrenillo. Posteriormente se retiran las ramas y se procede a su quema o tratamiento fitosanitario con productos organofosforados.

- **Cochinilla del tizne (*Saissetia oleae*)**. Adulto: hembra inmóvil, negra, con dorso saliente en forma de Cruz de Lorena. Invernan, contemporáneamente, hembras adultas larvas a mitad de desarrollo, por lo que pueden encontrarse dos generaciones juntas. Las plantas fuertemente atacadas aparecen recubiertas de abundante melaza en la que se instala la fumagina.
 - Métodos de lucha: tratamientos fitosanitarios con carbaril en agosto.

3.2.4.2 Enfermedades

- **Repilo (*Cyloconium oleaginum*)**. Las lesiones se presentan principalmente en la cara superior de las hojas, aunque puede afectar a frutos, ramas, etc. La presencia del hongo en la hoja se reconoce por una mancha oscura con halo amarillo. Las hojas enfermas caen, limitando la formación de flores. Los frutos aparecen con manchas parduscas ligeramente deprimidas. Para la dispersión del hongo la humedad relativa tiene que ser muy elevada y su desarrollo óptimo requiere además temperaturas próximas a los 20 °C.
 - Métodos de lucha: son muy efectivos los productos cúpricos, por regla general en las regiones olivareras españolas se dan dos tratamientos; uno en primavera y otro en otoño, aunque en áreas de menor

incidencia de la enfermedad se dará un solo tratamiento en otoño. Estos tratamientos, además de ser eficaces contra el hongo, poseen cierta acción desfoliadora útil para eliminar las hojas enfermas.

- **Caries de la madera (*Fomes*, spp., *Polyporus* spp., *Stereum birsutum*).** Reciben el nombre de caries de la madera una serie de podredumbres secas del tronco que se manifiestan en éste y en las ramas principales de árboles viejos que han sido podados en numerosas ocasiones. Estos hongos, después de haber penetrado en el tronco y en las ramas a través de las heridas, recorren la planta de arriba abajo, causando la despitalización de la zona del cambium y la muerte de la corteza.
 - Métodos de lucha: aplicaciones con pincel de Cldo Brdelés o mástix cicatrizante. Puede hacerse un descortezado para aumentar la efectividad del tratamiento.

- **Micosis de la aceituna (*Sphaeropsis dalmatica*).** Enfermedad bastante extendida que ataca a las aceitunas de mesa que aparecen con una mancha hendida de color pardo oscuro. En la superficie de la mancha aparecen pequeños puntos que constituyen fructificaciones de los parásitos. El hongo se sitúa preferentemente en aceitunas dañadas por otras causas. Parece ser que el principal agente de la enfermedad es un insecto parásito de los huevos de *Dacus oleae*.

- Métodos de lucha: los tratamientos con funguicidas dan resultados modestos, pues es más importante combatir los insectos vectores.

- **Lepra de las aceitunas (*Gleosporium olivarum*)**. Más conocida por el nombre de enfermedad de las aceitunas jabonosas, debido al aspecto que toman; dicha enfermedad está bastante difundida en España, existiendo zonas donde se presenta de forma endémica, como ocurre en la provincia de Córdoba. Las aceitunas afectadas presentan primero una mancha redondeada ligeramente deprimida que se extiende por todo el fruto, ennegreciendo después del ataque. Las aceitunas enferman cuando están a punto de madurar, por lo que las aceitunas de mesa no son comerciables y las de aceite dan un producto de inferior calidad, muy ácido y con un menor rendimiento. En general la virulencia es mayor en tiempo lluvioso o en años muy húmedos.
 - Métodos de lucha: son necesarios 2-3 tratamientos con productos cúpricos, aunque también son muy útiles las prácticas que reducen la humedad alrededor de la planta (labores, podas, etc.).

- **Cescorporiosis del olivo (*Cescorpora cladosporioides*)**. Se manifiesta preferentemente en plantas debilitadas por otros factores. Afecta principalmente a las hojas y en raras ocasiones a ramas y frutos. La hoja aparece deprimida en el envés, con manchas irregulares, a menudo circulares y, a veces confluyentes, de color gris plomo. En el haz, aparecen aureolas cloróticas que se van volviendo pardas y necróticas. El hongo tiende a perpetuarse tanto en las hojas caídas al suelo como en las que permanecen en el árbol.

- Métodos de lucha: elección de variedades resistentes o tratamientos a base de Caldo Bordelés en otoño y primavera.

- **Fumagina** (*Alternaria tenuis*, *Capnodium olaeophilum*, *Cladosporium herbarum*, etc.). También recibe el nombre de negrilla, tizne, etc. Se manifiesta en los órganos aéreos de la planta bajo la forma de un revestimiento fuliginoso de consistencia seca o blanda, constituida por los elementos vegeto-reproductivos del hongo. Los agentes de la fumagina viven saprofiticamente en materiales azucarados (melaza) que pueden encontrarse por causas diversas (insectos fitófagos, metabolismos alterados) en los órganos del olivo.
 - Métodos de lucha: en primer lugar, la lucha debe realizarse contra los insectos fitófagos y, sucesivamente, con tratamientos funguicidas a base de compuestos orgánicos o cúpricos.

3.2.5 Recolección

La aceituna, durante la maduración, pasa del color verde a lo morado y por fin al negro o casi, mientras que la pulpa se vuelve bastante blanda. El proceso de maduración sucede progresivamente y es muy lento, sobre todo cuando la irradiación solar es menor. La aceituna tiene que ser recogida cuando se ha desarrollado plenamente, pero antes de que la caída de los frutos maduros haya hecho disminuir la cantidad.

Las técnicas adoptadas varían de región en región, en relación a las características de los árboles, a la poda y a la consiguiente altura de las frondas:

- Deshoje: recogida a mano, puede ser efectuada, sobre todo, en plantas bajas, podadas a propósito y situado en llano. Cada obrero recoge de media unos 10 Kg. de aceitunas a la hora.
- Peinado: los frutos son desprendidos de las ramas a través de un tipo de peines, que pueden ser también accionados mecánicamente, y caen en las redes extendidas sobre el terreno.
- Vareo: las frondas son sacudidas a través de bastones más o menos largos, hasta provocar la caída de las aceitunas. Existen bastones con extremidad accionada mecánicamente que, sin embargo, provocan daños a las hojas y a las frondas.
- Sobre redes permanentes: las aceitunas se desprenden espontáneamente y acaban sobre las redes que están montadas durante todo el período de la colección. Este sistema es apto para los olivares con plantas espesas y en pendiente; sin embargo, a menudo las aceitunas quedan demasiado tiempo en el árbol y resultan excesivamente maduras.
- Sacudida mecánica: la separación de las aceitunas es provocada sometiendo el tronco y las ramas a la acción de un sacudidor. Éstos se enganchan con unas mordazas a la planta y la hacen vibrar hasta hacer desprender las aceitunas y hacerlas caer sobre las redes. Este sistema requiere árboles con postura adecuada para el uso de la maquinaria, pero esta cada vez mas difundido en las zonas de mayor producción agrícola.

3.2.6 Olivicultura

El olivo a pesar de su antigüedad (8.000 años) sigue siendo un cultivo importante sometido a cambios. En estos momentos, se estudian los períodos de entrada en producción de los olivos, se seleccionan nuevas variedades más productivas, se mecaniza la explotación, etc. El objetivo es aprovechar la ventaja que representa la producción de aceite de oliva, cada día más apreciada por su sabor y por su contribución a una dieta equilibrada y saludable.

La obtención de aceite de oliva de calidad es un proceso en cadena, que comienza en el árbol y termina en el envasado. La calidad nace en el campo por una combinación de suelo, clima, variedad, técnicas de cultivo y recolección, confiando en las restantes operaciones del proceso de extracción (transporte, almacenamiento, elaboración y conservación del aceite), la misión de mantener íntegras las características cualitativas del aceite contenido en la aceituna.

Las enfermedades y plagas del olivo juegan, por tanto, un papel importante como agentes influyentes y concretamente aquellas que, por alguna causa, producen daños al fruto.

3.2.6.1 El fruto: *La aceituna*

El fruto del olivo es una drupa y está formada por tres partes: la parte exterior o esocarpo o cáscara, la parte mediana o mesocarpo o pulpa de la que se saca el 70% del aceite y la parte interna o endocarpo o avellano de que se saca el restante 30% acerca de del aceite.

Desde el punto de vista de la elaboración de aceite, la composición de fruto en el momento de la recolección la composición es la siguiente:

COMPOSICIÓN DE LA ACEITUNA	
Agua de Vegetación	40 - 55%
Aceite o materia grasa	18-32%
Hueso	14 - 22%
Almendra o semilla	1 - 3%
Epicarpio y resto de pulpa	8 - 10%

Fig.7. Tabla de composición de la aceituna.

El Aceite de Oliva Virgen se extrae exclusivamente por procedimientos mecánicos u otros medios físicos en condiciones -especialmente térmicas- que no produzcan la alteración del aceite, que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado. Resultan, por lo tanto, extremadamente importantes la salud del fruto y la corrección de todas las operaciones que van de la cosecha al producto elaborado que llega sobre nuestras mesas.

En función de la corrección de los distintos pasos de la elaboración, nace un buen Aceite de Oliva, apto para una larga conservación, durante la que el producto mantendrá buenas características organolépticas. De otro modo sólo es posible empeorar el aceite, sea con una mala elaboración o con una inadecuada conservación. De frutos sanos y con procedimientos correctos se consigue un Aceite de Oliva Virgen Extra, mientras que de frutos que contienen un aceite ordinario se consigue un aceite no comestible (evidente) que tiene que ser encaminado a la refinación.

3.2.6.2 Maduración de la Aceituna

Durante la maduración se producen diferentes fenómenos asociados que dan lugar a los cambios en las aceitunas:

- Contenido en azúcares, como pueden ser, glucosa, fructosa y pequeñas cantidades de sacarosa, y en otros compuestos orgánicos, va disminuyendo disminuyendo a medida que aumenta la cantidad de aceite en el fruto.
- Durante la fase del crecimiento se va produciendo un ablandamiento de la pulpa, por causa de una disminución en las protopectinas.
- La coloración del fruto está ligada a la maduración, normalmente en el inicio de la maduración empieza a disminuir la clorofila del fruto y a acumularse la antocianina. La variación o presencia de estos pigmentos influyen en la coloración de la aceituna. La antocianina es la responsable del color púrpura y azul. El color negro se debe a la oxidación de compuestos fenólicos, incluida la oleuropeína.
- El contenido en aceite va aumentando desde el inicio del desarrollo del fruto, siguiendo unos ritmos de crecimiento. La cantidad de aceite contenido en los frutos es uno de los principales valores a tener en cuenta para fijar el momento de la recolección de aceitunas destinadas a la elaboración de aceite. El seguimiento se hace en muchas ocasiones midiendo el *Rendimiento de las aceitunas*⁴. Como el peso de los frutos desciende desde el momento del ennegrecimiento, a consecuencia de las deshidrataciones, se puede llegar a pensar que un rendimiento más elevado significa mayor cantidad de aceite por olivo o por hectárea, cuando no es así. El método que se debe utilizar para conocer el *Momento Crítico de Recolección (MCR)* sería la relación entre el

⁴ Rendimiento de las aceitunas: Porcentaje de aceite total respecto al peso en húmedo de los frutos.

contenido de Aceite total y Materia Seca expresada en porcentaje, que orienta mejor sobre el aceite contenido en la aceituna. Pudiendo relacionar esto con el Rendimiento (fig.8.).

$$\frac{\text{Aceite_total_s}}{\text{Materia_seca_}(\%)} = 100 \times \frac{\text{Rendimiento}(\%)}{(100 - H)}$$

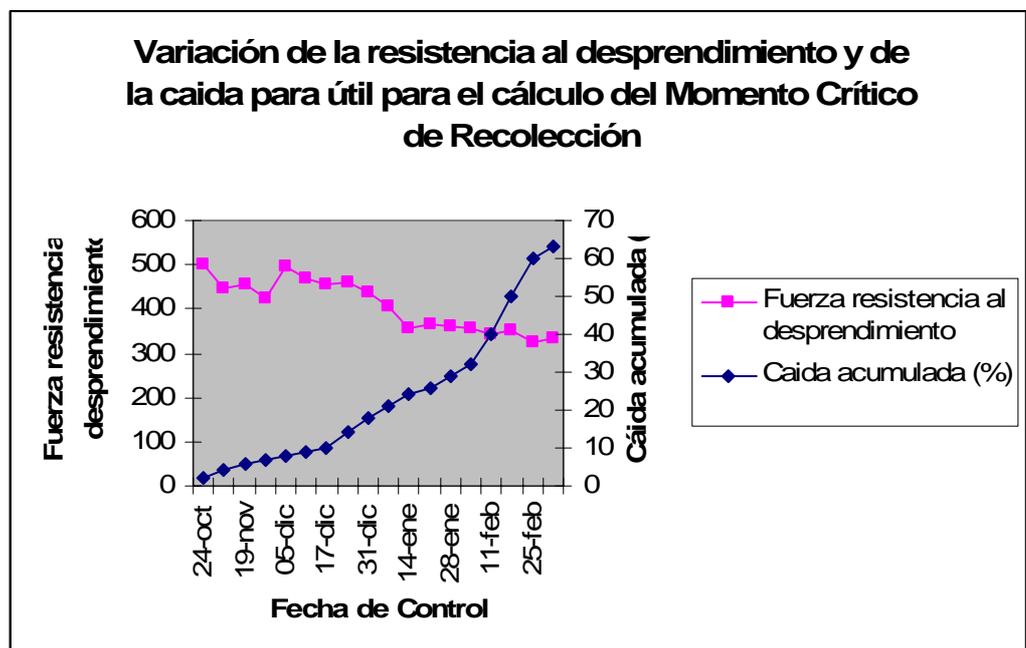


Fig.8. Gráfica donde se observa como va evolucionando el momento crítico de recolección (MCR).

- H⁵

De lo anterior se deduce que se pueden utilizar como indicios del MCR los parámetros: Coloración externa, Índice de Madurez, Relación entre Aceite total y Materia Seca, o Peso del aceite en 100 aceitunas.

⁵ H= Humedad de la aceituna (%).

3.3 EL ACEITE DE OLIVA

Para definir el aceite vamos a estudiar su composición química, es decir, vamos a estudiar las características del aceite de oliva en función de análisis químicos.

De forma general, la calidad de un producto viene determinada por el conjunto de características propias que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que los restantes de su especie. En el caso concreto del aceite de oliva el patrón que define la calidad viene representado por un zumo oleoso obtenido de aceitunas en perfectas condiciones de madurez, procedentes de un olivo sano; además, la extracción se habrá realizado a partir de un fruto fresco, evitando toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes tanto a lo largo de dicha extracción como en el transcurso de su almacenamiento (**Anexo I A**).

3.3.1 Los criterios de calidad

Estos, generalmente se refieren a:

- **Grado de acidez**

Cantidad de ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico. El valor máximo admitido por la reglamentación técnico-sanitaria apto para el consumo humano es de 3,3 g por cada 100g de ácidos grasos. La acidez es una anomalía que tiene su origen principalmente en el mal estado de los frutos, mal tratamiento o mala conservación.

El valor es:

$$\text{Grado de acidez} = \frac{282Vc}{10p}$$

Siendo:

V= Volumen de la solución de KOH en ml.

c = la concentración molar de KOH

P = peso en gramos de la muestra de aceite.

- **Índice de peróxidos**

Su valor determina el estado de oxidación e indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos componentes de interés nutricional, como es la vitamina E. Se mide en meq de oxígeno activo por Kg. y el valor limitante para el consumo es de 20.

$$IP = \frac{1000NV}{P} meqO_2 / Kg$$

Siendo:

V = solución de tiosulfato sódico 0.002 N consumida (ml).

P = peso de la muestra de aceite (g).

N= normalidad exacta de la solución de tiosulfato.

- **Absorbancia en el ultravioleta (k_{270})**

Parámetro que se utiliza para detectar los componentes anormales en un aceite virgen y mide la absorbancia de un aceite a la longitud de onda de 270 nm. Generalmente, siempre que la extracción se realice a partir de aceituna sana, que no haya sido sometida a ningún tratamiento diferente a las operaciones físicas propias de su extracción, su valor será inferior al límite establecido (0,25).

La técnica analítica indica que del aceite filtrado se pesen 0.25 g, se disuelven en isooctano, ciclohexano u otro disolvente adecuado rellenando el matraz hasta el enrase de 25 ml. La lectura en el espectrofotómetro ultravioleta debe estar comprendida entre 0.1 y 0.8, en caso contrario se diluirá o concentrará convenientemente.

La extinción específica se mide en cubeta prismática de cuarzo de 1 cm. de paso óptico.

El valor es:

$$K(l) = CE/A$$

Siendo:

$K(l)$ = extinción específica a la longitud de onda l .

C = concentración de la solución del aceite en el disolvente (g/100 ml).

E = Espesor de la cubeta en cm.

La normativa de la Comisión Europea requiere que el K_{270} , después de pasar el aceite por una columna de alúmina activada, no exceda de 0.10 en los aceites vegetales comestibles.

Así mismo hay que determinar el **Delta K** que expresa la variación del coeficiente de extinción en la zona de los 270 nm.

Este valor está definido por:

$$\text{Delta } K = K_m - 0.5 (K_{m-4} + K_{m+4})$$

Siendo:

K_m = coeficiente de extinción a la longitud de onda del máximo de la curva de absorción en la zona de los 270 nm.

K_{m-4} ; K_{m+4} = los coeficientes de extinción a las longitudes de onda inferior y superior en 4 nm a la longitud de onda m .

El examen espectrofotométrico del aceite de oliva para su clasificación por categorías o para detectar la presencia de aceite refinado o de orujo, puede basarse también en la medida de las relaciones K_{232}/K_{270} , los valores absolutos de extinción a 315 nm (absorción por tetraeno), coeficientes de extinción a 262, 268 y 274 nm, y derivados de segundo orden de coeficientes espectrofotométricos.

La norma a aplicar es UNE 55.047

- **Coefficiente de Extinción Específica a 232 nm (K_{232})**

Este índice, evalúa la alteración oxidativa del aceite en sus primeros estadios.

Sucede que los cromóforos, asociaciones moleculares capaces de absorber la luz, de tipo peroxídico procedentes del ácido linoleico, absorben en la región de los 232 nm.

Cuando se cuantifican la luz que absorben estos compuestos a 232 nm se obtiene el denominado K_{232} , que el Consejo Oleícola Internacional no tiene legislado, pero si la CEE en sus reglamentos.

Éste índice, junto con el índice de peróxidos se utiliza como medida de la oxidación primaria del aceite.

La clasificación de los aceites según la normativa europea se fundamenta estos cuatro parámetros analíticos junto con el análisis sensorial.

Existen otros parámetros de interés para evaluar la calidad de los aceites:

- **Estabilidad oxidativa**

La estabilidad oxidativa proporciona una buena estimación de la susceptibilidad de los aceites y grasas a la degradación autooxidativa, que en los aceites de oliva vírgenes conduce a su enranciamiento. Este parámetro se define como el tiempo necesario para que el aceite comience a presentar síntomas de rancidez.

- **Coefficiente de extinción específica a 225 nm (K_{225})**

El amargor es uno de los atributos del aceite de oliva virgen, su intensidad es muy variable e influye en la aceptación o preferencia de los aceites por parte del consumidor. En un principio la medida de este atributo se realizaba mediante análisis sensorial y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), pero en el 1992 se demostró una correlación de $r = 0.91$ entre este atributo evaluado por un método sensorial y la absorbancia en el ultravioleta a 225 nm de los componentes fenólicos del aceite, extraídos mediante metanol acuoso. Normalmente se puede considerar que aceites con K_{225} superiores a 0.250 son rechazados.

- **Contenido en polifenoles totales**

Éste parámetro está muy relacionado con la calidad sensorial y es responsable del amargor y del flavor afrutado de los aceites de oliva vírgenes.

- **Humedad y materias volátiles**

La legislación española establece una tolerancia en los aceites comestibles de humedad y materiales volátiles de un 0.1 % como máximo. Mide la presencia de productos que deberían haber sido eliminados en una decantación adecuada.

La determinación se realiza siguiendo las normas 55.020 y 55.022 sobre muestras bien homogeneizadas de las que se toman entre 5 y 10 gr. de aceite. Se colocan en estufa a 105 °C durante 30 minutos, enfriando en secador y pesando, se repite el proceso hasta diferencia máxima entre pesadas del 0.05 %.

Se calcula:

$$H = [(Ps - Ph) / Pm] 100$$

Siendo:

H = humedad y materias volátiles (%).

Ph = peso de la cápsula con la muestra al principio.

Ps = peso e la cápsula con la muestra después de secada.

Pm = peso de la muestra de aceite.

- **Pigmentos**

El color característico del aceite de oliva se debe a las clorofilas y feofitinas.

Las clorofilas afectan negativamente a la estabilidad del aceite de oliva cuando están expuestas a la luz, pero cualquier intento de eliminarlas alteraría la calidad del aceite. Las clorofilas se determinan extrayéndose los pigmentos y midiendo su absorción a 660-670 nm o con HPLC con mayor precisión debido a su capacidad para separar y cuantificar los pigmentos individualmente.

- **Análisis sensorial**

La sensación que causa el aceite de oliva en el paladar del consumidor no puede ser valorada a través de ensayos químicos o físico-químicos. Los sentidos detectan niveles muy bajos a menores concentraciones que los métodos analíticos.

La sensación que producen en el paladar: frutado, agrio, áspero, dulce, amargo, picante, puede modificar la impresión adquirido por el olor. En el análisis sensorial se somete la muestra al juicio de expertos catadores en condiciones tipificadas, el juicio de cada uno tiene un alto componente de subjetividad, pero cuando el número de catadores que constituyen el panel aumenta los resultados se objetivan y permiten fijar límites de error. Las muestras de aceite, identificadas por una clave que solo conoce el jefe de panel, se sitúan en copas de cristal coloreado de dimensiones establecidas, 15 ml por copa a 28 °C, que es ideal para percibir los aromas que desprenden los aceites.

Cada catador está situado en una cabina aislado, en un ambiente relajado, para percibir las sensaciones olfativas, gustativas, táctiles y quimínestéticas que experimenta ante cada muestra, anotando la presencia o ausencia de las distintas cualidades o defectos y valorando su intensidad.

Siendo atributos favorables:

- *Frutado de aceituna madura.*
- *De otros frutos.*
- *De hoja.*
- *De hierba.*
- *Sabor dulce.*
- *Sabor amargo.*
- *Sabor picante.*

Atributos desfavorables:

- *Agrio.*
- *Avinado.*
- *Avinagrado.*
- *Ácido.*
- *Basto.*
- *Metálico.*
- *Moho.*
- *Humedad.*
- *Borras.*
- *Turbios.*
- *Atrojado.*
- *Rancio.*
- ...

Los estímulos percibidos para cada atributo se puntúan proporcionalmente a la intensidad, en una escala de 0 a 5 (extremo).

El catador da una puntuación única y global de la muestra sobre una escala de nueve puntos.

- **Características organolépticas**

Conjunto de sensaciones detectables por los sentidos: olor, sabor y color.

Se puede decir que la calidad de un aceite depende fundamentalmente de la variedad y luego de las técnicas de cultivo empleadas y del medio en que se desarrolla el olivar.

El SENPA (Servicio Nacional de Productos Agrarios), siguiendo instrucciones de Bruselas, también realiza periódicamente inspecciones y análisis de aceite a las empresas de los estados miembro que reciben ayudas de la Unión Europea en el marco de la Organización Común de Mercados de Aceite de Oliva (OCM).

3.3.2 Composición del aceite de oliva

Vamos a considerar dos grandes grupos de compuestos químicos:

- **Componentes Mayores (insaponificables)**

Estos compuestos están formados por triglicéridos ⁶, diglicéridos ⁷, monoglicéridos, fosfatidos y algunos ácidos grasos libres (fig.9.)

⁶ El porcentaje de triglicéridos sobre % de ácidos grasos totales es de 1,3%

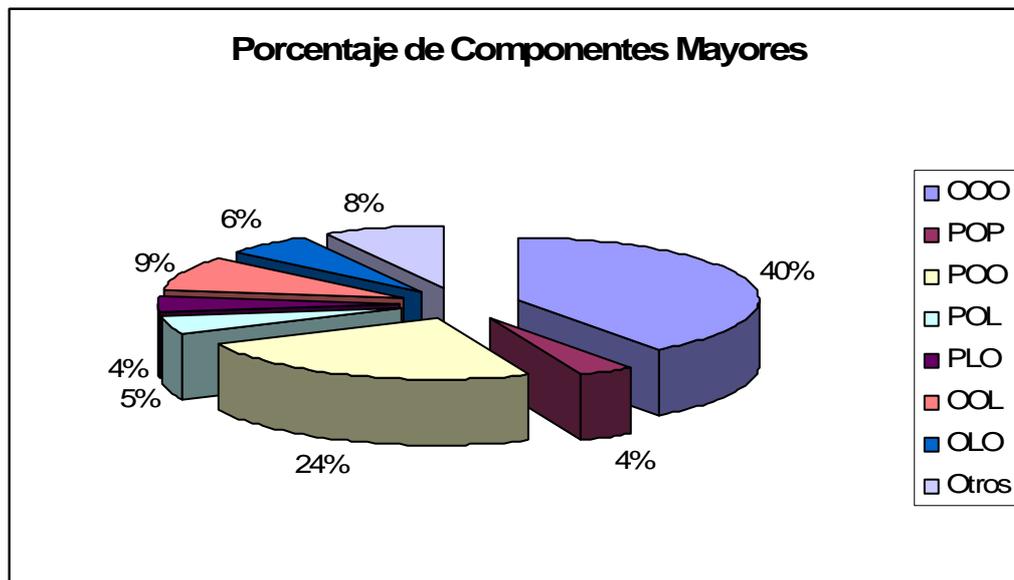


Fig.9. Composición en ácidos de los triglicéridos del aceite de oliva: O, oleico; P, palmítico; L, linoleico. (Ejemplo OOO= trioleina.)

Estos componentes representan el 98,5% y el 99,5% del peso del aceite de oliva.

Hay que considerar que los triglicéridos son una combinación de la glicerina con ácidos grasos. Caracterizando los aceites en función de los ácidos grasos que forman la combinación en los triglicéridos.

Podemos diferenciar entre:

- Ácidos grasos saturados (fig.10.). Sin ningún enlace doble. El porcentaje de este tipo de Ácidos grasos se encuentra en un rango de 7.5 – 23.5%, en función del tipo de aceituna y del tratamiento que se le de a la misma.

⁷ El porcentaje de diglicéridos sobre % de ácidos grasos totales es de 0,2%

ácidos Grasos Saturados	% en el aceite de oliva
Ácido Mirístico (C14:0)	Hasta 0.05%
Ácido Palmítico (C16:0)	7 al 18%
Acido Esteárico (C18:0)	0.5 a 5%
Acido Aráquico (C20:0)	Hasta 0.5%
Suma de ácidos grasos saturados:	7.5 – 23.5%

Fig.10. Tabla de ácidos grasos saturados en el aceite de oliva.

- Ácidos grasos monoinsaturados (fig.11.). Presentan un doble enlace en la cadena de átomos de carbono. El porcentaje de este tipo de ácidos grasos esta en un rango entre 61 – 86%.

ácidos Grasos Monoinaturados	% en el aceite de oliva
Ácido Palmítoleico (C16:1)	0.3 - 3%
Acido Oleico (C18:1)	61 - 83%
Suma de ácidos grasos monoinsaturados:	61.3 – 86%

Fig.11. Tabla de ácidos grasos monoinsaturados en el aceite de oliva.

- Ácidos grasos poliinsaturados (Fig.12.), que tienen más de un doble enlace en la cadena de átomos de Carbono.

ácidos Grasos Poliinsaturados	% en el aceite de oliva
Acido Linoleico (C18:2)	2 – 18%
Ácido Linolénico (C18:3)	Hasta 1.5%
Suma de ácidos grasos poliinsaturados:	7,5 – 23,5%

Fig.12. Tabla de ácidos grasos poliinsaturados en el aceite de oliva.

Una de las características importantes de los ácidos grasos es que se presentan en estado líquido a una temperatura que depende de la longitud de la cadena de carbonos, a mayor longitud más elevado es el punto de fusión, por el contrario el mayor número de dobles enlaces produce el efecto contrario, es decir, disminuye la temperatura de fusión.

El contenido de ácidos grasos combinados en el triglicérido caracteriza a los aceites, dentro de ciertos límites. Los porcentajes de oleico y de linoleico y la relación entre ambos, son parámetros que pueden definir tipos de aceite de oliva. A mayor valor de la relación entre estos, mayor estabilidad de los aceites, y por tanto mayor resistencia al enranciamiento por oxidación de dobles enlaces (fig.13.).

Variedad	Ácido Oleico (%)	Ácido Linoleico (%)	O/L ⁸
Picual	78,3	5,1	15,4
Hojiblanca	75,7	9,2	8,2
Lechín	69,7	13,3	5,2
Picudo	66,6	14,7	4,5
Cornicabra	80,3	5,6	14,3
Arbequina	70,2	11,4	6,1
Empeltre	74,6	9,4	7,9

Fig.13. Componentes Mayores.

- **Componentes Menores**

Son una gran cantidad de componentes muy importantes para el comportamiento de los aceites, para su calidad, y muy útiles para la caracterización

⁸ Relación entre Ácido Oleico y Linoleico.

de los mismos. Suponen entre el 1.5% y el 0.5% del peso del aceite de oliva. Se pueden agrupar en varios grandes grupos:

- *Escualeno* (32 - 50% de los componentes menores). Es un hidrocarburo terpénico muy característico del insaponificable del aceite de oliva. Es un precursor bioquímico de los esteroides.
- *Otros hidrocarburos* como pueden ser, carotenos (especialmente el beta-caroteno) que previene la foto oxidación de los aceites.
- *Esteroides* (20 – 30% de total de componentes menores). Son alcoholes superiores, entre los que se encuentran el beta-sitosterol, campesterol, estigmasterol, delta-5 avenasterol.
- *Fracción triterpénica* procedente principalmente del epicarpio de las aceitunas, por lo que aparece en mayor proporción en el aceite de orujo. Destacan el eritrodiool y el uvaol (dihidroxi-tri-terpenos).
- *Otros alcoholes* como son los alifáticos con número par de carbonos, concentrándose más en los aceites extraídos por disolventes.
- *Tocoferoles* como el alfa-tocoferol (vitamina E). Su presencia está relacionada con la estabilidad del aceite, y se va perdiendo a medida que se avanza en el proceso de extracción del aceite. Tiene carácter antioxidante.
- *Fenoles* que se encuentran en el mesocarpio de las aceitunas. Estos son solubles en agua. En los aceites están en menor proporción. Los más importantes son el tirosol, el hidroxitirosol, ácidos benzoicos y cinnámico. Poseen características antioxidantes.

- *Componentes menores polares*, siendo estas familias de ésteres del tirosol y del hidroxitirosol con ácidos orgánicos. Algunos aceites son amargos o picantes por la presencia de estos glucósidos.
- *Clorofilas y pigmentos* como las feofitinas, tienen un efecto oxidante en presencia de luz pero en la oscuridad actúan como antioxidantes.
- *Componentes aromáticos*, entre ellos los más importantes presentes en el aceite de oliva son: el exanal, hexanol y el metilbutanol. La hidrólisis de las aceitunas, consecuencia de la humedad, temperatura y/o presencia de microorganismos ocasiona el deterioro del sabor a causa de la aparición de ácidos grasos libres.

El equilibrio y armonía entre las fracciones saponificables e insaponificables del aceite de oliva virgen tiene una gran influencia en las cualidades beneficiosas del mismo. El predominio de triglicéridos con ácido oleico complementado con una pequeña proporción de poliinsaturados, así como la protección que aporta el tocoferol y de los polifenoles que atenúan los procesos de oxidación, es un aspecto muy beneficioso del aceite de oliva.

Los principios volátiles son causas del aroma y los polifenoles del sabor. La proporción entre carotenos y clorofila, define la tonalidad. Y el alto contenido en ácido oleico de este es favorable en el comportamiento del aceite de oliva ante la salud, tanto en su uso en crudo como en frituras, porque es mucho más estable que los demás aceites vegetales, ante las elevadas temperaturas que se alcanzan y que potencian la oxidación y la alteración de los aceites.

3.3.3 Alteraciones en los aceites de oliva

Las alteraciones del aceite de oliva se deben principalmente a:

- Fermentaciones que dan lugar a enzimas lipolíticas que producen procesos de hidrólisis sobre los triglicéridos. Hay separación de ácidos grasos y descomposición en otros de cadena más corta, con aumento de la acidez libre y de malos olores sabores y que estos ácidos grasos ocasionan.
- Las fermentaciones desencadenan sobre los frutos (en el campo, en el trojeo durante otras manipulaciones en las almazaras), en los orujos y en las materias extrañas que acompañan a los caldos y a los aceites durante la elaboración.
- Procesos oxidativos sobre los aceites obtenidos. Estas oxidaciones se potencian por la presencia de luz, del aire, del calor y de trazas metálicas procedentes de la maquinaria o de los depósitos. La oxidación produce compuestos que forman parte del enranciamiento.
- Pérdidas de sustancias volátiles causantes de los aromas, como consecuencia de la aireación, a la exposición en grandes superficies, por lavados, y muy especialmente por el calentamiento excesivo de masas, caldos y aceites.

3.4 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA

3.4.1 Situación de la producción oleícola mundial

El patrimonio oleícola existente se estima en aproximadamente 750 millones de olivos, de los que unos 715 millones (el 95% del total) se sitúan en los países de la cuenca mediterránea, ocupando una superficie de 8.2 millones de hectáreas de cultivo especializado. Se observa la superficie de olivar de los principales países oleícolas (fig.14.), observándose que todos o casi todos pertenecen a la cuenca mediterránea.

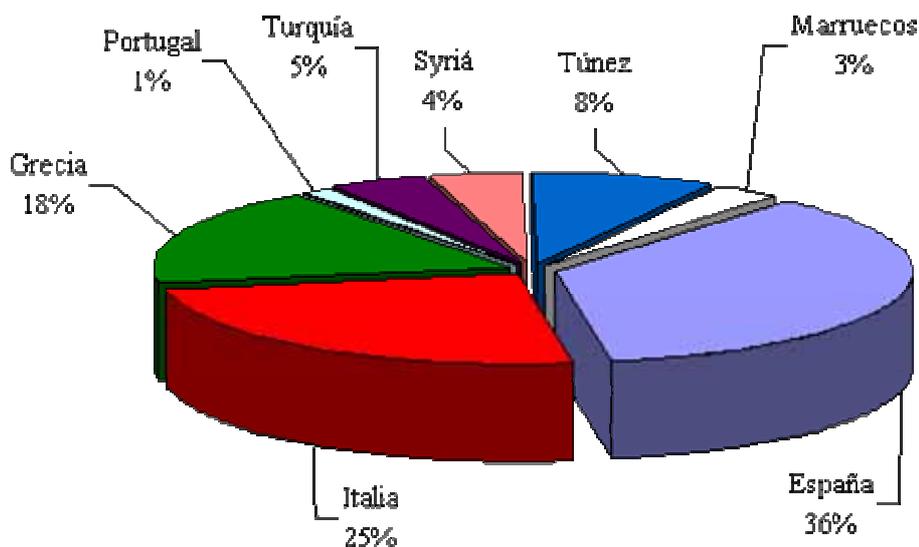


Fig.14. Superficie de olivar de los principales países oleícolas.

La producción del olivar alcanza una media anual del orden de 10 millones de toneladas de aceitunas, de las que el 90% se destinan a la obtención de aceite y el 10% se consumen elaboradas como aceitunas de mesa.

Si se tiene en cuenta no solo la producción si no los países consumidores (fig.15.), se observa que la gran mayoría de los países consumidores son países productores.

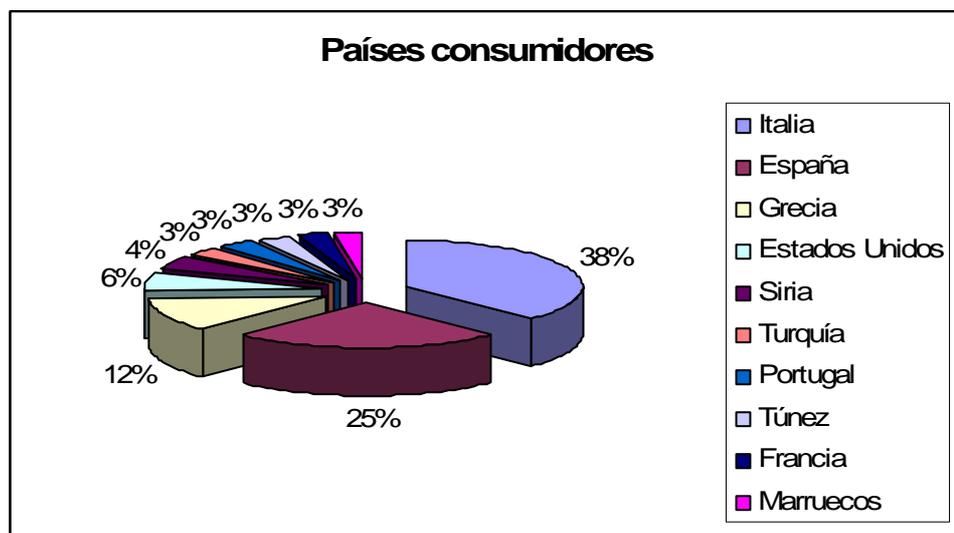


Fig.15. Países Consumidores.

El comercio exterior del aceite de oliva está dominado por la Unión europea que es la mayor exportadora, pero aún se producen importaciones de aceite desde Túnez (fig.16.).

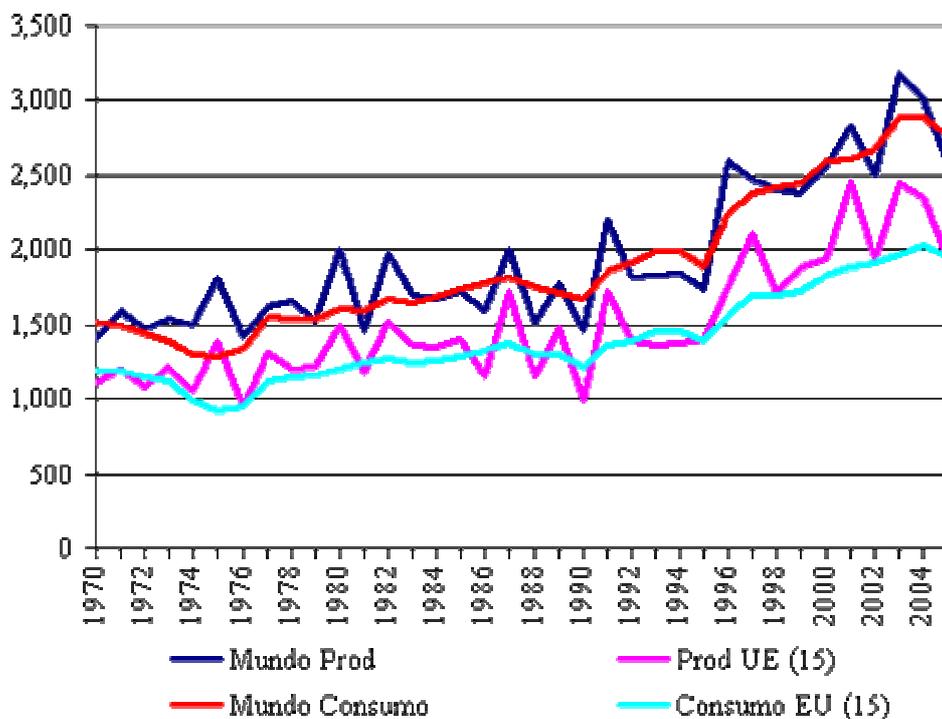


Fig.16.Gráfica de consumo y producción.

El hecho de que la Unión Económica europea sea la mayor exportadora, se produce a partir de la adhesión de España y Portugal en la misma. Antes de este de su adhesión, esta era importadora en la práctica totalidad del aceite de consumo.

3.4.2 La producción Española de aceite de oliva

España cuenta con olivares repartidos por casi todo el territorio nacional, lo que la lleva a la cabeza de la producción de aceitunas en el mundo. La práctica totalidad de las Comunidades Autónomas son productoras de aceituna, solo Galicia, Asturias y Cantabria no tienen una producción propia (fig.17.).

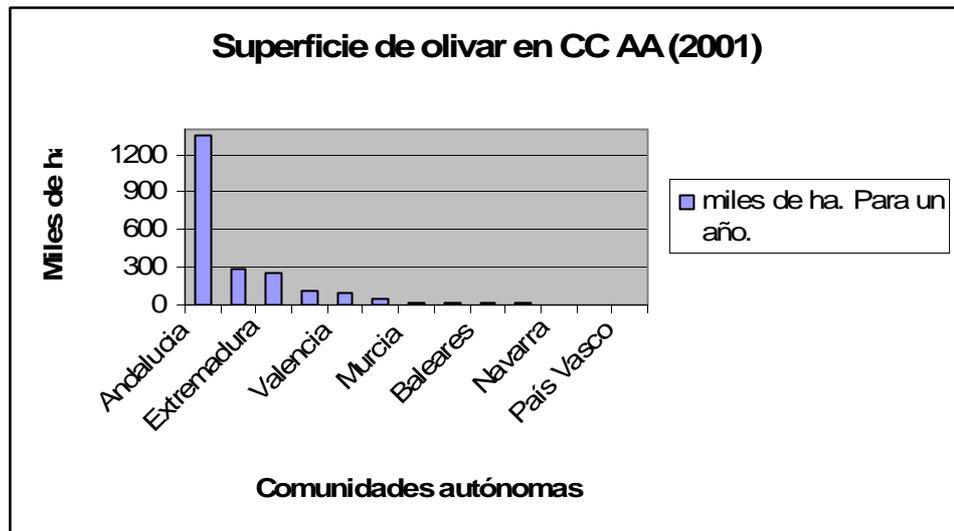


Fig.17. Superficie de olivar por comunidades autónomas.

A lo largo del tiempo la producción de aceite de oliva en España ha ido aumentando gradualmente, salvo en el periodo de finales de los ochenta, donde se produjo un retroceso de la producción por una disminución de la superficie de olivos. En la actualidad existen nuevas plantaciones de olivar y esta tendencia parece que seguirá aumentando en los próximos años (fig.18.).

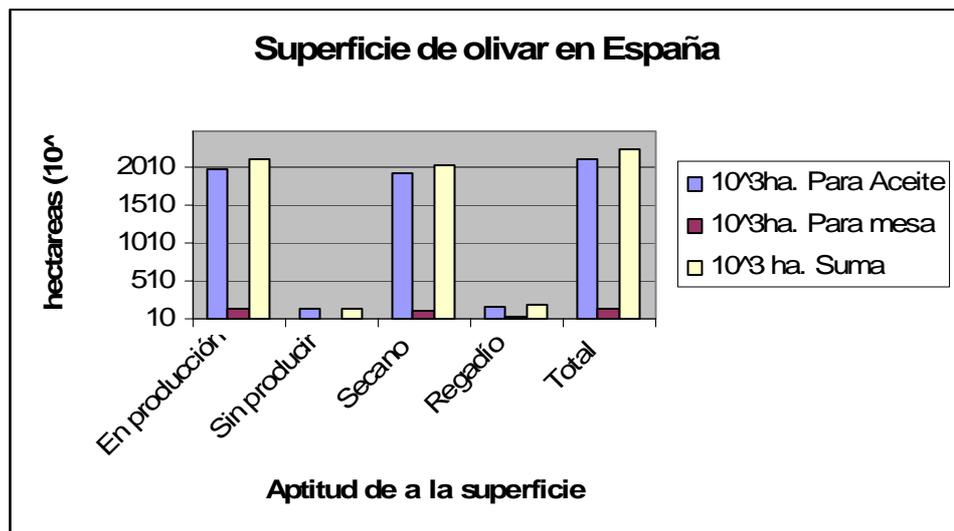


Fig.18. Superficie de olivar en España en función de la utilización de su superficie.

En Andalucía se encuentra el 60% de la superficie olivarera española, principalmente en las provincias de Jaén, Córdoba, seguidas por las provincias de Sevilla, Málaga y Granada.

En España podemos considerar diez zonas olivareras:

- Zona 1ª: Picual.- Con predominio de esta variedad de aceituna. Es la de mayor extensión. En ella se encuentran las denominaciones de Origen *Sierra de Segura* y *Sierra Mágina*.
- Zona 2ª Hojiblanco.- Cuya variedad predominante es el Hojiblanco, pero que coexiste con otras variedades de aceitunas como la picual, la picudo y otros. Las denominaciones de origen de pertenecen a esta zona son *Baena* y *Priego*.
- Zona 3ª Andalucía Occidental.- Predomina la variedad Lechín de Sevilla, junto con Hojiblanco, Verdial de Huévar, Manzanilla Serrana, etc.
- Zona 4ª Andalucía Oriental.- Las principales variedades son Lechín de Granada, Verdial de Vélez-Málaga, Aloreña y Picual de Almería.
- Zona 5ª Oeste.- En ella destacan las variedades Manzanilla Cacereña, Carrasqueña de Badajoz, Morisca, Verdial de Badajoz y Cornicabra. Entre estas variedades encontramos dos que son de aceituna de mesa, Cacereña y Carrasqueña.
- Zona 6ª Centro.- Predominan Cornicabra seguida de Castellana, Alfafara y Gordal de Hellín.
- Zona 7ª Levante.- En esta existe un gran mosaico de variedades, entre ellas la Blanqueta, Villalonga, Changlot Real, Lechín de Granada, Cornicabra, etc.

- Zona 8ª Valle del Ebro.- La variedad más extendida es la Empeltre acompañada, según zonas, de Verdeña, Farga, Royal de Calatayud, etc.
- Zona 9ª Tortosa-Castellón.- Coexiste las variedades Farga, Morrut , Sevillena, Empeltre, etc.
- Zona 10ª.- de la Arbequina.- Junto con la variedad Arbequina, aparecen localmente Verdiell, Empeltre, Argudell.

El olivar español ha estado sometido a un proceso de renovación que está dando lugar al aumento de su productividad. Plantaciones viejas, otras que ocupaban terrenos poco aptos para el olivo fueron arrancadas durante las décadas de los 60 y de los 70 y sustituidas por otros cultivos más adecuados a estos emplazamientos.

Simultáneamente la administración española estableció un plan de *Reestructuración Productiva y de Reconversión del Olivar* (1972-1986), en el que se estimulaban una serie de actuaciones para mejorar o para incrementar la productividad del olivar especializado.

En las zonas más adecuadas para el cultivo del olivar se favoreció el establecimiento de plantaciones densas como premisa para la existencia de una olivicultura intensiva. Esto hizo que en las zonas menos adecuadas se produjera una desaparición de olivares, mientras que en las de mayor vocación olivarera se ha incrementado la extensión y la producción.

En Andalucía, con el 60% de la superficie y el 80% de la producción, es la mayor productora de España y una de las mayores regiones productoras mundiales (fig.19.).

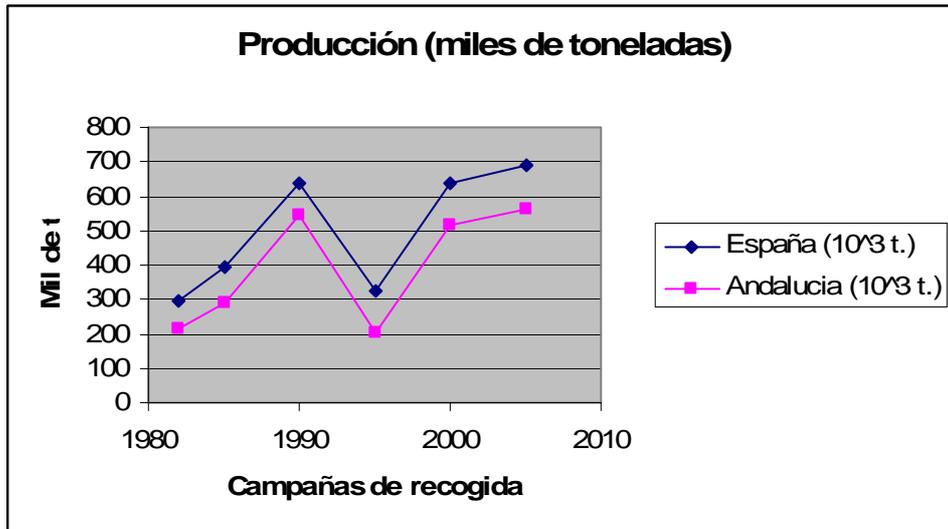


Fig.19.Relación entre la producción española y la andaluza.

Después de analizar la producción y su tendencia en las comunidades Autónomas, podemos extraer que Andalucía (fig.20.), y en especial las provincias de Jaén y Córdoba. En ellas la producción aumenta a razón de 5.300 t/año en el caso de Jaén y de 2.350 t/año en Córdoba.

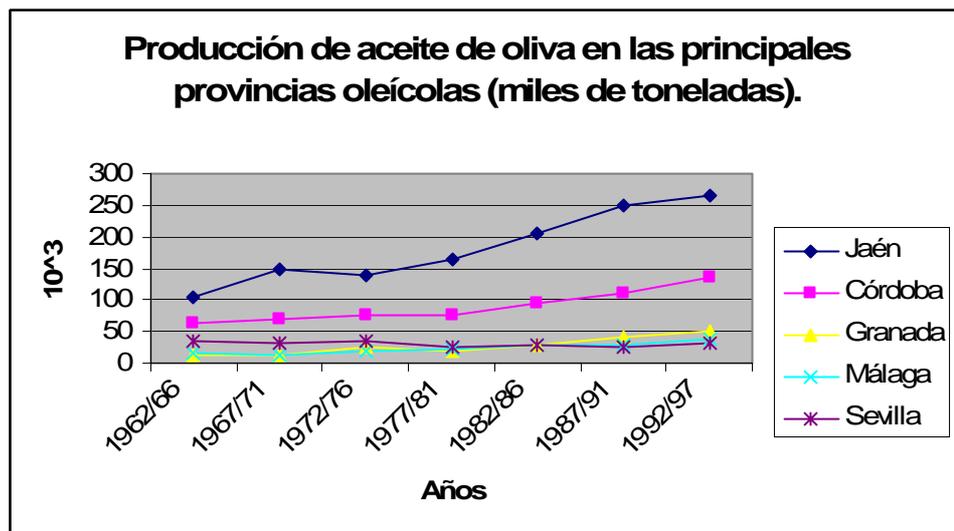


Fig.20. Producción de aceite de oliva en provincias andaluzas.

Siendo gestionada la producción del aceite, mayoritariamente, por cooperativas agrícolas que se encargan de proteger los derechos de los productores asociados y de equilibrar los precios, además de gestionar la elaboración del aceite desde las almazaras (planta de elaboración de aceite) que, general poseen las mismas.

Este aumento de la producción se debe además a una mejora en la producción del aceite de oliva en las almazaras. Esta evolución en el aumento de producción va ligada, además del aumento de producción de aceituna, a la mejora de los métodos de extracción.

3.5 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL ACEITE DE OLIVA

Los hábitos alimenticios de las personas de los países desarrollados están cambiando mucho en estos últimos años. Hay más alimentos para consumir de los que se necesitan, ya que la actividad de las personas es más sedentaria, pero también más estresante. Las nuevas costumbres alimentarias se sustentan en dietas ricas en grasas (saturadas y poliinsaturadas), ricas en colesterol y en proteínas de origen animal, y bajas en fibra e hidratos de carbono complejos.

Los países mediterráneos tienen una esperanza de vida superior a los países del norte de Europa y a la de Estados Unidos. Esto es debido fundamentalmente a factores ambientales y especialmente a la alimentación. Existen evidencias científicas que demuestran como el aceite de oliva es beneficioso en la prevención de las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y el cáncer.

Para muchas personas, la grasa tiene connotaciones negativas sobre la salud. Sin embargo, es un nutriente esencial e imprescindible para la vida. Además de hacer las comidas más apetitosas y de su función energética, la grasa también tiene una función plástica, incorporándose a los tejidos y órganos corporales y determinando la funcionalidad de las membranas celulares. También regula el metabolismo del colesterol, aporta ácidos grasos esenciales y vitaminas, y es necesaria para mantener una piel saludable. Por otro lado, consumido regularmente evita el estreñimiento y tomado en ayunas tiene un efecto laxante.

En la dieta diaria es necesario consumir un 10% de lípidos y lo recomendable es que en su mayor medida sean grasas insaturadas, como el aceite de oliva.

No sólo tiene un buen sabor, sino que además existe una clara evidencia de que una dieta basada en el **aceite de oliva** va directamente relacionada con una esperanza de vida más larga y con una disminución de las enfermedades causadas en gran parte por nuestros malos hábitos culinarios occidentales. Los antioxidantes

ayudan a prevenir el daño causado por unas moléculas conocidas con el nombre de "radicales libres" a los tejidos corporales.

El cuerpo produce estos radicales libres porque necesita oxígeno, y la cantidad se incrementa a medida que envejecemos. Los radicales libres se han relacionado con enfermedades del corazón, cáncer y envejecimiento. A pesar de que el cuerpo produce sus propios antioxidantes, los alimentos que comemos son una importante fuente.

El aceite de oliva, que se produce a partir de un fruto que es la oliva, contiene una amplia variedad de valiosos antioxidantes que no se encuentran en otros aceites. Los antioxidantes juegan un papel importante en las arterias. Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) o colesterol malo, son sólo realmente nocivas cuando se oxidan. Si esto ocurre, se forman unas partículas que crean una placa que se acumula y aumentan increíblemente las posibilidades de bloquear una arteria. **El aceite de oliva**, como antioxidante natural, ayuda a prevenir que ocurra esta oxidación.

3.5.1 Utilidades del aceite de Oliva

Sucesivas investigaciones, han venido demostrando que las grasas monoinsaturadas son mejores que las poliinsaturadas porque reducen las lipoproteínas de baja densidad (LDL o colesterol malo), sin afectar las protectoras lipoproteínas de alta densidad (HDL o colesterol bueno). Además del efecto beneficioso del **aceite de oliva** de reducir el LDL, el ácido oleico también se ha destacado por disminuir la probabilidad de coágulos de sangre en las arterias. *Las virtudes del aceite de oliva* van más allá de la protección contra las enfermedades cardiovasculares.

Algunos de los antioxidantes llamados "polifenoles" en el aceite de oliva pueden tener la habilidad de destruir sustancias que lideran la proliferación de células cancerígenas. Evidentemente, la investigación es necesaria para resolver de que

modo se produce esta protección, pero la evidencia muestra que las mujeres en los países mediterráneos sufren menos cáncer de mama que en países como Estados Unidos y Australia, donde el porcentaje es muy alto.

El **aceite** de oliva también juega un importante papel en la diabetes. La investigación ha demostrado que las personas que en su dieta disfrutaban del aceite de oliva, tienen un mejor control sobre su diabetes y niveles más bajos de algunas grasas en la sangre, cuando comparamos con la dieta rica en carbohidratos normalmente recomendada para este tipo de diabetes.

El **aceite de oliva** tiene un efecto protector definitivo en el metabolismo, las arterias, el estómago y bilis. Promueve el crecimiento durante la infancia y alarga la esperanza de vida en los ancianos. Tiene un efecto único sobre los lípidos del suero sanguíneo. Además, el **aceite de oliva** parece tener un efecto colagógico (expulsión de la bilis) y un efecto terapéutico sobre las úlceras pépticas.

Si clasificamos sus beneficios en los distintos niveles del organismo, nos encontramos con:

- **Aparato circulatorio:** ayuda a prevenir la arteriosclerosis y sus riesgos.
- **Aparato digestivo:** mejora el funcionamiento del estómago y páncreas, el nivel hepatobiliar y el nivel intestinal.
- **Piel:** efecto protector y tónico de la epidermis. El **Aceite de Oliva Virgen Extra Ecológico** es un elemento natural rico en vitaminas y antioxidantes que combinados de forma correcta y aplicado diariamente ofrece una acción *relajante, suavizante, protectora e hidratante en nuestra piel.*

Hoy en día, el aceite de oliva se utiliza con fines cosméticos en infinidad de mascarillas capilares, en cremas hidratantes, exfoliantes.

Podemos decir, que el aceite de oliva, es toda una fuente natural de beneficios muy próxima a nuestros hábitos y a nuestra cultura.

El aceite de oliva tiene innumerables propiedades cosméticas, entre las que destacamos:

- Restaura los niveles de humedad de la piel, ya que el aceite de oliva posee grandes dosis de ácidos grasos esenciales.
 - Reconstruye las membranas celulares de la piel, gracias a la acción del ácido oleico.
 - Se utiliza como emoliente corporal para realizar masajes.
 - Tonifica la epidermis y le da firmeza.
 - Protección de la piel contra agentes ambientales externos.
-
- **Sistema endocrino:** mejora las funciones metabólicas.

 - **Sistema óseo:** estimula el crecimiento y favorece la absorción del calcio y la mineralización.

Con esto vemos que el aceite de oliva no solo se produce para el consumo alimentario, sino que debido a sus propiedades se puede usar en un amplio abanico de productos.

Esto nos da una mayor amplitud de mercado a la hora de la venta de la producción obtenida de la almazara.

3.6 PLANA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN POR MÉTODOS MECÁNICOS: ALMAZARA

La calidad de un aceite de oliva viene determinada por muy diversos factores entre los que destacan: estado de madurez de los frutos, su estado sanitario, la forma en que se manejan, proceso de extracción empleado y la manera en que se conserve el aceite.

Esta es la tendencia que debe mantenerse, aunque también existe la otra alternativa que es plantearse una disminución de costos y dirigir los esfuerzos hacia un mayor agotamiento de la pasta y la obtención de unos mayores rendimientos. Lo ideal sería llegar a un compromiso entre las dos tendencias cuidando ambos factores, ya no sólo por asegurar que obtenemos un aceite con una adecuadas características higiénico-sanitarias sino por cuanto nos determina la calidad del mismo y su aptitud para la comercialización.

Hoy día para la extracción del aceite de oliva se emplean dos procesos, uno de ellos se basa en una separación en una centrífuga horizontal (“decánter”) de las tres fases presentes en la aceitunas (aceite, agua de vegetación y sólido), el otro (de dos fases) se separa el aceite del resto de componentes presentes en los frutos (sólido y agua de vegetación).

Ello, influye significativamente en la cantidad y composición de los distintos subproductos que se generan. Además, todavía en algunos lugares se emplea el llamado "proceso tradicional" en el que el aceite se extrae mediante prensas. En la figura.21., se muestra un esquema de las diferentes operaciones que se realizan para la extracción del aceite de oliva para cada uno de los tres de sistemas.

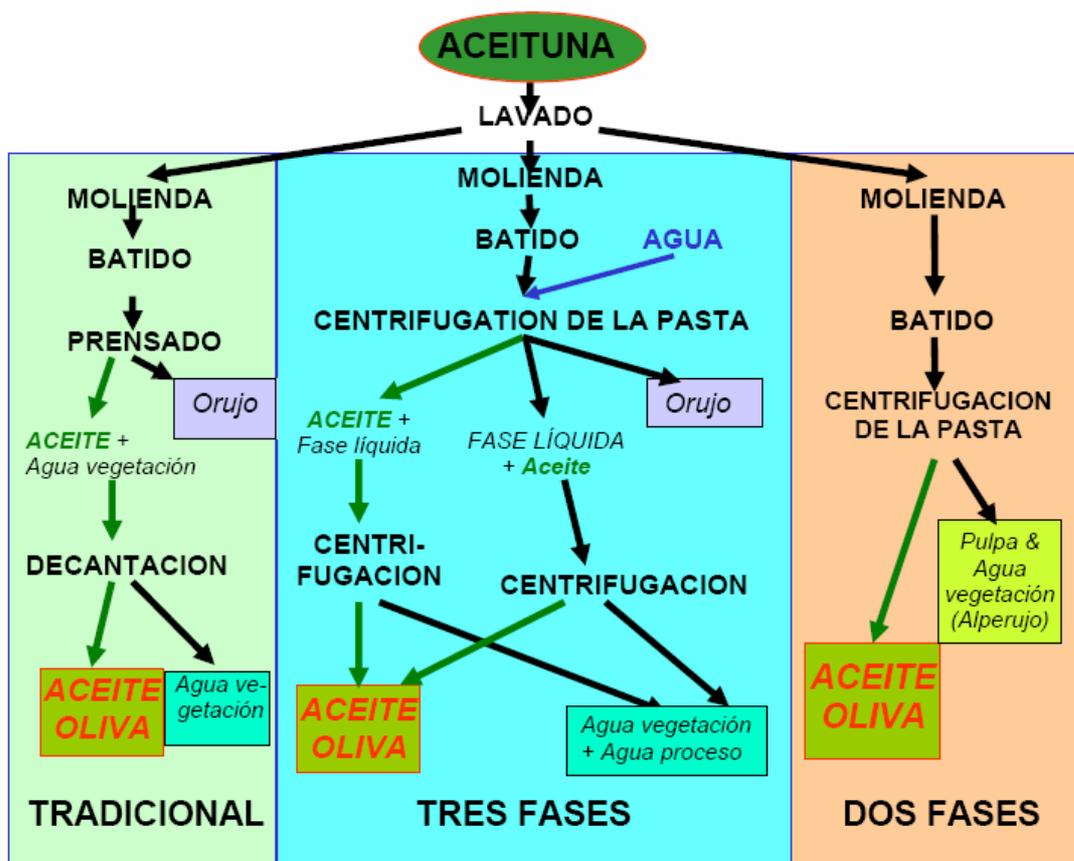


Figura.21. Diagrama de flujo de las distintas operaciones que se realizan en cada uno de los tres procesos de extracción de aceite de oliva.

3.6.1 Espacios de trabajo

Las almazaras modernas se componen, habitualmente, de tres espacios de trabajo diferenciados según la fase de producción, que son:

- **Patio de Recepción** o zona donde la aceituna se recibe, limpia (limpiadora), lava (lavadora), pesa (pesadora) y almacena a la espera de su molturación en las llamadas tolvas pulmón. Los patios de recepción normalmente son abiertos y únicamente se dispone una cubierta para proteger la aceituna de la lluvia.

- **Nave de elaboración**, constituida por un espacio cerrado donde la aceituna se muele (molino de martillos) y la masa resultante se bate (termobatidora), centrifuga (centrifugadora horizontal o decanter) y finalmente se limpia de aguas (centrífuga vertical). Posteriormente el aceite se decanta en decantadores de acero inoxidable.
- **Bodega**, espacio cerrado donde se almacena el aceite en depósitos. Los depósitos, para la buena calidad del aceite, deben ser de acero inoxidable, fácilmente limpiables y con fondo inclinado o cónico para su sangrado o limpieza de fondos. Además de lo expuesto las almazaras tienen instalaciones propias para la eliminación o almacenamiento de subproductos o residuos como tolvas de alperujo, balsas de alpechín o alternativamente depuradoras.
- También se dispone una **sala de caldera** para producir calor y que normalmente se alimentan de orujillo o hueso de aceituna.

3.6.2 Transporte a la almazara

El primer aspecto a considerar en el transporte de aceituna es que éste debe realizarse de forma inmediata tras su recolección, llevándose toda la aceituna a la almazara para que pueda ser procesada lo antes posible. Se debe desechar la práctica de almacenar aceituna durante varios días antes de su transporte a la almazara.

Para obtener aceites de calidad tan importante es una recolección adecuada como el estado en que los frutos llegan a la almazara. Se debe tender a separar la aceituna de suelo y vuelo en el momento de la recolección, a fin de mantener esta diferenciación durante su almacenamiento y procesado.

No solo por cuestiones de calidad del aceite, sino también por consideraciones tecnológicas del proceso de extracción, pues la aceituna de suelo tiene un menor porcentaje de humedad que la de árbol, lo que implica un control distinto en los parámetros de procesado.

La mejor forma de mantener la completa integridad de los frutos es transportarlos evitando que se produzcan roturas y fermentaciones. Normalmente se usa el transporte a granel en remolques debido al menor coste económico en el que se incurre y las pérdidas por fermentaciones y roturas son poco relevantes.

El uso de sacos de plástico o cualquier otro material no transpirable deteriora la aceituna, rompiéndola y produciéndose fermentaciones que generan la disminución del contenido en polifenoles a la vez que producen un incremento de compuestos como el 2-metil-1-propanol y 3-metil-1-butanol que junto con el n-octano y el ácido láctico son los responsables de la aparición del sabor a “moho”. Si los sacos además contenían abonos pueden incorporar sustancias tóxicas.

Para reducir calentamientos y deterioros del fruto, sobre todo en aquellos casos en los que la aceituna se transporta desde largas distancias, se cuidarán especialmente sus condiciones de transporte, empleando remolques basculantes y no cargados en exceso o bien cajas perforadas.

3.6.3 Operaciones en la almazara

Un buen aceite de oliva se obtiene de la aceituna sana, madura y entera, conforme se reciben debe ser procesada, sin esperar, porque los procesos fermentativos comienzan pronto y deterioran la calidad suministrando al aceite mal olor, sabor o elevando la acidez. Las operaciones previas a la llegada de la almazara, recepción y almacén de la aceituna antes de su procesado son comunes en los tres procesos de producción.

3.6.3.1 Recepción

En este punto es donde la almazara se hace cargo de la aceituna, por lo que el primer control que deberá realizar es la verificación del estado higiénico-sanitario del fruto y su procedencia. Se separarán los frutos procedentes del suelo o dañados de los del árbol, o bien por variedades en su caso.

Se suele disponer de al menos dos tolvas de recepción (fig.22.), independientemente de que tan solo exista una única tolva de recepción en la que los camiones descargan la aceituna, por lo que sí se pueden separar calidades de fruto, almacenando aquellos que proceden del suelo o están deteriorados y molturando los frutos sanos, procediendo a procesar los de mala calidad en los momentos de menor producción. En cualquier caso es conveniente molturar por separado las diferentes calidades de aceituna.

La realidad de las industrias hace que estos controles a la recepción así como las separaciones de calidades en las almazaras sea complejo de aplicar debiendo ser el agricultor el que realice esta primera separación. Esto demuestra que la eficacia de cualquier sistema de control está condicionada a su aplicación en la totalidad de la cadena alimentaría, empezando en este caso por concienciar al sector productor.

De igual forma, frutos sanos almacenados por el agricultor durante varios días ocasionan fermentaciones y atrojamientos de la aceituna, con lo que ésta deberá ser tratada como si estuviera dañada o procediera del suelo. La aceituna se debe molturar al día, desechando la práctica de algunos pequeños agricultores de almacenar el fruto durante varios días hasta que los llevan a la almazara.

Haciendo hincapié en la necesidad de separar aceitunas de suelo y vuelo comentar que en las procedentes del suelo la extracción del aceite resulta más fácil debido a que se han iniciado fermentaciones, dando agotamientos mayores del orujo.

En cuanto a índices de calidad de aceite, diferentes estudios han demostrado que se produce un incremento en la acidez, índice de peróxidos y absorbancia a 270nm en los aceites procedentes de aceitunas de suelo. En aceites obtenidos de aceitunas de vuelo se detectan mayores índices en cuanto a su estabilidad, mayor nivel de polifenoles y absorbancia a 225nm, lo que implica claramente unas mejores características organolépticas y en conclusión unos aceites de mayor calidad.



Fig.22. Tolva de almacenamiento

3.6.3.2 Limpieza y lavado de aceituna

Al llegar las aceitunas a las plantas procesadoras se les debe quitar el polvo que traen los frutos, así como otras sustancias extrañas que puedan traer (tierra, piedras, ramas y otras materias sólidas).

En estas operaciones se realiza la eliminación de las hojas, el lavado de las aceitunas mediante una corriente de agua (recirculada) y en el que se separan los materiales más pesados, si procede.

En esta etapa se dispone básicamente de tres tipos de equipos, limpiadora, despalladora y lavadora a fin de separar las impurezas que acompañan al fruto. Estas operaciones se realizan en el patio de la almazara.

Es preciso considerar como puede afectar la operación de lavado a las características del aceite y a los procesos posteriores. En aceitunas lavadas se ha detectado un menor porcentaje de extractabilidad, quizás ocasionado porque el agua que se queda adherida a la piel del fruto ocasiona emulsiones en la etapa posterior de batido. Por este motivo es recomendable la instalación de ciclones para secar la aceituna. De igual forma se da una pérdida de compuestos beneficiosos en cuanto a características de calidad del aceite como son una disminución del contenido en polifenoles, del amargor y la estabilidad.

En este sentido existen industrias que cuando manejan frutos sanos procedentes exclusivamente del árbol no lavan el fruto o de hacerlo lo realizan de forma somera y siempre seguida de un escurrido o secado. De esta forma se dejaría el ciclo completo de limpieza, despalillado y lavado para aquellos frutos de suelo o de peor calidad, cuyo porcentaje de impurezas, moho, etc. Es mucho más elevado.

Otra finalidad de las operaciones de limpieza y lavado es que al eliminar las impurezas como hojas, piedras y tallos, evitamos daños en el sinfín del decanter, así como roturas en las pastillas del molino.

Sanitariamente consideraremos el lavado como la etapa en que se van a poder eliminar no solo impurezas como tierras, hojas, trozos metálicos, tallos, o piedras, sino también algunos de los posibles residuos de productos fitosanitarios o abonos que pudieran acompañar al fruto y solubles en agua.

La última consideración higiénica es la renovación periódica del agua, a fin de no contaminar la aceituna, al tiempo que se evita el desarrollo de mohos y microorganismos que pudieran originar defectos organolépticos en el aceite. Se debe renovar, en función del estado de los frutos y volumen de producción, como mínimo cada dos días.

El equipo de limpieza consta de:

- Una o dos tolvas de entrada empotradas bajo rasante sobre las que se basculan las aceitunas. Que sean dos tolvas facilita la descarga, lo que va en beneficio del buen funcionamiento en las horas punta de entrada. Las tolvas de descarga al paso de los remolques simplifican la entrega del fruto. El diseño de la tolva debe facilitar un tránsito del fruto poco traumático para su integridad (pendientes, tamaño de la boca de descarga).
- Cintas transportadoras entre tolvas y máquinas. Las caídas desde gran altura producen roturas del fruto.
- Máquina limpiadora. Despalilladora.
- Máquina lavadora.
- Pesadoras automáticas de aceitunas limpias.
- Cintas transportadoras para llevar las aceitunas hasta el punto de espera o de fabricación.

Es recomendable simplificar al máximo el transporte de frutos porque el movimiento y las caídas magullan las aceitunas de forma muy apreciable. Las tolvas deben vaciarse íntegramente antes de volver a llenarlas para evitar almacenamientos de frutos no deseados.

3.6.3.2.1 Limpiadoras de aceitunas

Se instalan para quitar parte de las impurezas que acompañan a la aceituna en la recolección, principalmente hojas y ramillas, que pueden representar entre el 5% y el 10% del peso del fruto en el momento de entrar en almazara. Eliminan piedras y terrones pequeños (de menor tamaño que el fruto), aceitunas defectuosas de escaso tamaño, huesos, etc.

La aceituna, elevada por una cinta transportadora, cae en cascada sobre una tolva o placa oscilante que facilita la exposición de aceitunas, hojas y ramas a una fuente a contracorriente de aire provocada por un ventilador o ciclón. Las materias más pesadas principalmente aceitunas, caen sobre una criba, zaranda, rodillos giratorios o cualquier otro sistema que facilite la separación y el deslizamiento. Los materiales de menor dimensión que la separación entre barras van a la parte inferior y se eliminan. Un segundo ventilador completa, en muchos casos, la separación de elementos livianos.

Hay limpiadoras con muy diferente capacidad de trabajo, entre 5t/h y 40t/h. Las capacidades están referidas a aceitunas sucia a al entrada de la línea de limpieza con funcionamiento continuo. Las limpiadoras incorporan, en ocasiones un sistema de despallado para eliminar ramas y ramones de gran tamaño y poco peso. Todas las partidas que entren en la almazara deben pasar por el equipo de limpieza.

3.6.3.2.2 Lavadoras de aceitunas

Responden a muy diversas concepciones, pero todas tienen en común que las aceitunas se ponen en contacto con un caudal de agua que las arrastra y en el que flotan gracias a sal disuelta, aire insuflado, u otro método para diferenciar densidades. Los elementos más pesados, como es el caso de las piedras y cualquier tamaño o trozos de metal, se van al fondo del líquido desde donde son extraídos por tornillos helicoidales o cintas metálicas con resaltos.

Parte de la tierra queda en el agua, aunque como el contacto entre aceituna y agua es muy breve, una cantidad considerable de barro adherido no se elimina del todo. A la salida de la máquina hay algún dispositivo para facilitar el escurrido o el secado, aunque parcial, de las aceitunas (cribas perforadas o de barras, ventiladores o cualquier otro tipo de sistema mecánico que facilite el secado).

Las aceitunas que se muelen de inmediato deben de estar secas para evitar emulsiones.

El agua de lavado, en circuito cerrado se va cargando de tierra, por lo que se debe sustituir al cabo del tiempo. En ocasiones pasa por pozuelos desatadores para dejar los elementos más pesados. Recomiendan los fabricantes el cambio entre 150 t. y 300 t. de aceituna lavada aunque estará en función del barro y tierra que acompañe al fruto.

Las aguas de vertido procedentes de lavadoras llevan un cierto contenido de grasa, entre uno y cinco por mil, y algo de alpechín, resultando con una capacidad contaminante (DQO comprendida entre 1.000 y 10.000 mg/l) equivalente al 2% - 15% del alpechín procedente de una línea de decanters de tres fases, lo que hay que tener en cuenta, junto con los sedimentos, en el momento de hacer su transporte hacia una planta de residuos contaminantes.

Las lavadoras se usaran para aceitunas sucias, nunca para aceituna limpia, ya que supondría un consumo de agua y gasto energético innecesario, además de generar pérdidas de cualidades de la aceituna por emulsionado del agua en el lavado de la misma.

El lavado de aceitunas limpias es de dudoso interés porque el agua residual interfiere las operaciones de extracción citándose disminuciones de la extractabilidad del 0,3% con incremento de la riqueza grasa del orujo, y pérdidas en la estabilidad y

menor intensidad en los atributos organolépticos de los aceites, sobre todo en el frutado. Sin embargo, habrá que buscar una solución de compromiso, porque el lavado actúa como medida correctora para evitar contaminaciones procedentes de residuos de productos depositados en los frutos durante las operaciones de cultivo. Un lavado ligero seguido de secado u oreo de la humedad, puede ser esta solución.

La capacidad de las lavadoras existentes en el mercado es muy variable. Las más eficientes van desde las 20 t/h a las 30 t/h, pesadas a la entrada de la línea (aceituna sucia) y en funcionamiento continuo, por lo que la capacidad efectiva depende de los porcentajes de impurezas que las acompañan, que está relacionado con el sistema de recolección, y que en aceitunas del suelo recogidas mediante barrido, pueden superar el 100% (fig.23).

Las lavadoras pueden ser el cuello de botella de la recepción, por lo que es muy importante proyectar con holgura esta sección y tener en cuenta que las entradas se concentran en pocas horas.



Fig.23. Limpiadora y Lavadora.

3.6.3.3 Pesado: Tolvas automáticas de pesada

El pesado de la aceituna, es el complemento funcional de los equipos de limpieza y lavado y de la recepción en general, porque al concluir la operación de entrega se obtiene directamente el peso del fruto limpio; esto ahorra tiempo, reduce la superficie necesaria para la zona de recepción y simplifica el movimiento de vehículos.

Este es el momento en el que debe realizarse la toma de muestras, no sólo para el rendimiento, sino medidas de calidad como acidez y de control como contenido de humedad, sobre todo en procesos continuos de dos fases para conocer como ajustar los parámetros del proceso de batido y separación centrífuga.

El rendimiento de aceitunas de suelo es mucho más elevado, pero esto se debe únicamente a que han perdido gran parte de su humedad, siendo la cantidad de aceite la misma y siempre de peor calidad.

Los sistemas más utilizados son las básculas de pesada continua. En ellas va entrando el fruto hasta que se alcanza el peso de 250 Kg. o 500 Kg. (según la capacidad de la báscula), descargándose automáticamente y continuando sin interrupción la carga mediante un sistema de doble tolva incorporada (fig.24.1 y fig.24.2.).



Fig. 24.1. Tolva de pesado, toma de muestra



Fig. 24.2. Tolva de pesado, recepción.

Durante este paso se realiza la toma de muestras (fig.25.) que van a ser enviadas al laboratorio para su análisis de grado de acidez y otros parámetros que menden la calidad de la aceituna decepcionada.



Fig. 25. Bolsa de muestra para el laboratorio

3.6.3.4 Almacenamiento

Una parte importante de las aceitunas que se procesan en una almazara entran en un periodo relativamente corto. Las producciones de las distintas campañas

difieren mucho entre sí con variaciones que pueden alcanzar el doble o la mitad de la cosecha media.

Es difícil, por todo ello, que la capacidad de elaboración de una almazara esté proporcionada con las máximas entradas de fruto, por lo que, en muchas ocasiones, se produce la necesidad de almacenar aceituna durante más o menos tiempo. Aspectos como la conveniencia de tener una reserva de fruto para conseguir el funcionamiento sin interrupción durante toda la campaña, son estrategias que han llegado a las almazaras a considerar como conveniente un cierto volumen de almacenamiento de aceituna.

Cada vez están más superados estos criterios y la capacidad de trabajo de las almazaras se aproxima a las entradas de frutos previstas en el momento álgido de la recolección.

En las aceitunas separadas del árbol comienza, desde el primer momento, una descomposición de la materia orgánica, con desintegración de las paredes celulares y el epicarpio pierde la cualidad de barrera antimicrobiana.

Lo ideal es procesar las aceitunas tan pronto lleguen a la almazara, o bien en un tiempo que no sea superior a 24h.

Un almacenamiento prolongado ocasiona el atroje de la aceituna, lo que deriva en una importante disminución de las características sensoriales del aceite así como un incremento de la acidez por el desarrollo de microorganismos y descenso en la cantidad de polifenoles y por tanto en la estabilidad del aceite, incluso un aumento del contenido en alcoholes grasos superiores.

Las causas de alteración de las materias grasa contenidas en las aceitunas pueden ser debidas a una hidrólisis espontánea, una lipólisis enzimática o microbiana, y una oxidación del aceite. La causa más frecuente es la producida por la

acción de los microorganismos, principalmente mohos y levaduras, que se desarrollan sobre las aceitunas y que tienen efectos lipolíticos.

En el almacenamiento, cuando se amontonan las aceitunas, se produce una clara elevación de la temperatura, mayor en las capas intermedias (de 30 cm. A 80 cm.), que en la superficial, muy aireada, o que en las profundas, donde se dan condiciones para la anaerobiosis.

La acidez es más alta en la capa superficial (fig.26.), aunque los malos sabores y olores adquiridos afectan a los aceites procedentes de todas las aceitunas atrojadas.

Duración del Atrojado	Capa	Procedencia de las aceitunas		
		Córdoba	Sevilla	Jaén
Sin atrojado		0,8°	2,1°	1,2°
Un mes	Superior	5,3°	4,8°	4,8°
	Media	2,7°	3,3°	2,0°
	Inferior	3,4°	2,7°	2,2°
Dos meses	Superior	8,5°	8,2°	6,9°
	Media	5,0°	3,2°	
	Inferior	4,3°	2,9°	3,0°
Tres meses	Superior	12,3	7,5°	5,3°
	Inferior	7,1°	3,0°	2,6°

Fig.26. Atrojado

Se han hecho numerosos estudios para encontrar procedimientos que atenúen los efectos negativos del atrojado.

Cuando el objetivo se reduce a que no suba la acidez del aceite contenido en la aceituna almacenada, se puede actuar con éxito con tratamientos con sal (ClNa) o con inmersión en salmuera, ya que el cloruro sódico controla el desarrollo de la mayor parte de los microorganismos, aunque no el Lactobacilo que, en caso de tratamiento salino, predomina sobre los demás, provocando problemas debido a que carece de acción lipolítica.

Pero nuestro objetivo no es solamente que no suba la acidez, sino que no se pierdan las demás propiedades organolépticas producidas por el troje.

Podemos llegar a la conclusión de que el único sistema válido para que no se altere el aceite es la molturación de las aceitunas conforme entran en fábrica.

Se puede proceder a la molturación al día las aceitunas sanas de vuelo, almacenando si no hay otra opción, las aceitunas de suelo o aquellas de las que se obtendrán aceites de peor calidad.

La existencia de diferentes tolvas permite almacenar por separado suelo y vuelo o bien variedades o calidades de fruto distintas. Esto nos hace tener canales de circulación independientes de elaboración. Esto puede complicar y encarecer el patio de almazara pero es un factor fundamental para la calidad del aceite. La separación de los aceites obtenidos de las aceitunas de cada uno de los citados grupos se continuará a lo largo de todo el proceso (fig.27.).

Profundidad de las aceitunas en el troje (cm.)	Temperatura (°C)
0	22
10	38
30	45
50	42
80	45
120	32
150	32

Fig.27. Aumento de la temperatura en función de la profundidad en la tolva de almacenamiento.

3.6.3.5 Proceso tradicional

En este proceso la fase líquida (aceite de oliva + agua de vegetación) se separa de la fase sólida de las aceitunas por presión. Seguidamente, se realiza la separación del aceite de oliva contenido en el líquido obtenido en el prensado por decantación.

Procesos:

- **Molienda**

Las aceitunas se trituran en molinos. El objetivo que se pretende en esta operación es romper las células de la pulpa para dejar que el aceite salga de las vacuolas, permitiendo así la formación de gotas más grandes que puedan separarse de las otras fases. Generalmente, en este proceso tradicional las aceitunas se trituran en molinos de piedra o empiedros.

Estos empiedros son los molinos de piedra utilizados en las almazaras clásicas.

Pueden ser de dos tipos:

- Empiedros de rulos cónicos.
- Empiedros cilíndricos, o tipo italiano.

La alimentación de las aceitunas tiene lugar a través de la tolva situada en el eje del moledero. El movimiento circular de los rulos tiene una componente de traslación y otra de resbalamiento, produciendo el dilacerado de los frutos. La velocidad de los rulos es del orden de 10 – 14 r.p.m.

Este sistema de molido, a nivel industrial, produce grandes inconvenientes ya que es necesaria una gran superficie de molienda (favoreciéndose la evaporación de componentes volátiles) y necesita un elevado tiempo de permanencia de la pasta en el molino. Por lo que solo se usa en almazaras tradicionales.

En estos dispositivos los frutos se muelen sin una excesiva tensión mecánica, no formándose emulsiones que dificulten la separación del aceite, además no hay riesgo de contaminación metálica. Generalmente, constan de una base cilíndrica de granito sobre la que se disponen de 2 a 4 piedras cilíndricas (fig.28.1.) o troncocónicas (en España fundamentalmente) (fig.28.2.) que giran alrededor de un eje a una velocidad de 12-15 r.p.m.



Figura .28.1. Molino de piedras cilíndricas



Figura .28.2. Molino de piedras troncocónicas

- **Batido**

Una vez molidas las aceitunas, la pasta obtenida tiene que ser agitada lentamente (batido). Este es un proceso en el que unas palas mueven continuamente la pasta en unos recipientes semicilíndricos o semiesféricos (batidora). Estos equipos disponen de un sistema calentador en sus paredes interiores por el que circula agua caliente; sus paredes interiores son de acero inoxidable para evitar la posible contaminación metálica.

El objeto de esta etapa es aumentar el tamaño de las gotas de aceite para que puedan separarse más fácilmente; además, se rompen las emulsiones aceite/agua.

Cuando se usan prensas para la extracción del aceite, la duración del batido se limita a 10-20 minutos.

El uso de agua como coadyuvante es frecuente, siendo recomendable el empleo de dosis no superiores al 10 %, dependiendo del estado de la pasta, y resultando muy útil sobre todo cuando la aceituna contiene poca humedad.

Es necesario evitar las corrientes de masa que provocan una disminución del tiempo de batido. En este sentido resultan muy útiles las batidoras con placas perforadas, con lo que la pasta circula también entre ellas, evitándose el problema de la formación de corrientes dentro de la batidora.

Termobatidoras de eje vertical son las más usadas en el sistema tradicional. Las palas son de mayor diámetro, girando en torno a un eje que es perpendicular a la base de la batidora. Pueden ser individuales o conectadas en batería. Aunque también pueden usar termobatidoras de eje horizontal mejor rendimiento y porque mejoran el dilacerado, la uniformidad de la temperatura y la regulación del tiempo de tratamiento.

- **Prensado**

La extracción por presión es el método más antiguo usado para extraer el aceite de oliva. Se basa en el principio de que cuando se aplastan las aceitunas (prensado) se libera la fase líquida (el agua de vegetación y el aceite), separándose de la fase sólida.

Este sistema es el procedimiento más antiguo y, debido a que el rendimiento es superado por los sistemas en continuo, esta en desuso. Solo es utilizado en almazaras antiguas, almazaras de poca producción de aceite o en almazaras que intentan mantener los antiguos sistemas tradicionales de extracción de aceite de oliva. En la prensa, la extracción consiste en la aplicación de presión a una pila de discos filtrantes ("capacho" en España), entre cada dos de ellos se dispone una capa de pasta de aceituna. Todo ello, se coloca sobre un carro que lleva un eje central (fig.29., .30. y .31.).

La prensa puede aplicar una presión de 120-200 kg /cm² y el proceso de extracción dura unas 1,0-1,5 horas.

La introducción de maquinaria semiautomática para cargar y limpiar las pilas de capachos origina unos costos significativamente menores que cuando se opera de una forma manual.



Figura.29. Carro con "capacho"



Figura .30. Prensas y carros



Figura.31. Extracción de aceite mediante prensas

- **Decantación**

Al prensar la pasta de aceitunas se obtiene un líquido que contiene aceite de oliva, agua de vegetación y una cantidad pequeña de sólidos que se escapan en la prensa. La primera operación que se debe realizar es el retirar estos sólidos; para ello, se emplea un tamiz vibratorio en el que quedan

retenidos (fig.32.). Si se deja reposar la mezcla líquida que se obtiene en el prensado, el aceite se queda en la superficie debido a que es menos denso (alrededor de 0.91 kg /l) que el agua de vegetación (aproximadamente 1.01 kg/l). Por ello, desde tiempo inmemorial se ha empleado la decantación para separar el aceite del agua de vegetación.

El procedimiento consiste en disponer una serie de depósitos conectados mutuamente. El aceite pasa de depósito en depósito por la parte superior, teniendo lugar la sedimentación del agua (fig.33.). El agua de vegetación circula en el sentido opuesto, por medio de sifones en la parte inferior de los depósitos; con ello, se retiene en la superficie la mayor cantidad posible de aceite.



Figura .32.Tamiz vibratorio



Figura.33.Conjunto de decantadores

3.6.3.6 Procesos en continuo

Dentro de la denominación de sistemas continuos de extracción de aceite de oliva se agrupan las instalaciones que realizan este proceso con una doble característica:

- Utilización de la fuerza centrífuga como elemento fundamental para la separación de las diferentes fases que se distinguen en la pasta, y posteriormente para la separación de fases líquidas.
- El proceso de extracción se lleva a cabo de forma continua, sin necesidad de detener la maquinaria. Hemos visto anteriormente que este proceso puede ser de dos tipos: en decánter de tres salidas o en decánter de dos salidas. Anteriormente se realizó la selección del decánter de dos salidas, por lo que vamos a describir este proceso, ya que es la separación que se realiza en la actualidad en todas las plantas modernas de producción de aceite de oliva.

Para los dos procesos en continuo tanto la molienda y como el batido se realizan en equipos similares.

Este proceso se realiza en plantas modulares que trabajan en continuo (fig.34.).



Figura .34. Planta continua de centrifugación para la extracción de aceite de oliva

3.6.3.6.1 Molienda

La finalidad de esta etapa es la rotura de los tejidos del fruto, para obtener una pasta de la que se extraerá la fase oleosa. Este proceso debe realizarse con la mayor uniformidad. Por ello se someten las aceitunas a la acción de molinos trituradores.

Los aspectos fundamentales son:

- *Uniformidad.* Consiguiendo una eficacia en el batido máxima, un buen reparto de masa en los capachos, con mayor agotamiento, al distribuirse la presión de forma homogénea en todos los puntos de la pasta.
- *Grado de molienda.* Indica el tamaño medio en el que se quedan las partes más duras de la pasta. El grado de molienda se va a controlar mediante el tamaño de las perforaciones de la criba, es regulable el diámetro de los orificios de las cribas. Una molienda “gruesa” ocasionará orujos con un alto contenido graso mientras que una molturación “fina” generará emulsiones en el batido,

reduciéndose el contenido en polifenoles. En función del tipo de aceituna que se desee molturar se aplicará un distinto grado de molienda, siendo más fina para aceituna de principio de campaña y menos para aceituna de final de campaña. El uso de molinos metálicos facilita la salida de los pigmentos de clorofila del fruto, mientras que con sistemas tradicionales de empiedro resultaba más complicado.

- *Aireación.* Deberá limitarse en lo posible mediante la reducción de la superficie y del tiempo de contacto de la pasta con el aire, ya que éste provoca la iniciación de la oxidación que enrancia el aceite. También es conveniente reducir la superficie de contacto con el aire para evitar pérdida de aromas.
- *Velocidad.* Debe de estar bajo control; velocidades altas producen calentamiento de la masa que facilitan las reacciones bioquímicas en la pasta en detrimento de la calidad del aceite.

La limpieza y mantenimiento del molino es imprescindible para evitar restos adheridos de aceituna y pasta atrojada, cesión de trazas metálicas y roturas de las pastillas y cribas. El tiempo de molturación no debe ser muy elevado pues se origina una aireación excesiva de la pasta perdiéndose aromas e iniciándose reacciones de oxidación.

Una buena molienda es el punto de partida para obtener un aceite de calidad. Si se descuidan los factores expuestos e los párrafos anteriores se favorece la formación de pastas difíciles o las alteraciones oxidativas.

3.6.3.6.1.1 Tipos de molinos metálicos

Realizan la molienda por impacto, cizallamiento o rozamiento. Cuando el interior no es de acero inoxidable, se produce una incorporación de trazas metálicas a la pasta.

- *Molinos de martillos.*

Están formados por:

- Eje de rotación que arrastra en su movimiento a los martillos.
- Cribas, existe un juego de cribas intercambiables que permiten modificar el grado de la molienda.

La velocidad de los martillos es superior a la de la caída libre de las aceitunas que penetran por la tolva superior. Los frutos son golpeados repetidamente y lanzados contra la criba, sufriendo sucesivas fracturas hasta que el tamaño es el suficiente para pasar por los orificios. El molino está provisto de un alimentador con motovariador de velocidad para graduar el caudal de entrada de fruto.

Las aceitunas deben llegar limpias, sin cuerpos extraños, para evitar posibles roturas.

- *Molinos de cilindros estriados.*

. Con dos rodillos iguales, con ejes horizontales, paralelos, que giran en sentido contrario. La superficie de los rodillos es acanalada de forma que desgarran y tritura las aceitunas desde la entrada hacia la salida donde el paso de las estrías es menor. La alimentación es por la parte superior y la salida es por la inferior. En algunos modelos la distancia entre rodillos es graduable con objeto de variar el grado de molienda.

- *Molinos de discos dentados.*

Están formados por dos discos enfrentados que giran en sentido contrario, a veces a distinta velocidad. Los discos están rodeados de una criba que gradúa la molienda.

A pesar de tener inconvenientes como, una elevada velocidad de molienda (facilitando la aireación y formación de emulsiones), calentamiento de la pasta (favorece la pérdida de aromas) y la posibilidad de incorporación de trazas metálicas, las ventajas que poseen este tipo de molinos, fácil regulación, alto rendimiento, reducido espacio y bajo coste, hacen, que habitualmente, se empleen en los sistemas continuos. Siendo el más usado el molino de martillo.

En estos molinos metálicos es posible fijar el tamaño de los fragmentos que salen del mismo, porque disponen de una rejilla que sólo permite la salida de partículas del tamaño elegido de acuerdo con el posterior sistema de extracción que se aplica (figura.35.).



Figura.35. Interior de un molino de martillos

3.6.3.6.2 Batido

El batido tiene como función principal favorecer la unión de gotas de grasa, formando una capa de aceite continua que facilite la siguiente etapa de separación sólido-líquido. El batido completa el efecto de cizallamiento de las partes insuficientemente tratadas en la molienda y reúne las gotas de aceite dispersas en la pasta molida.

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 dificultan el proceso de extracción.

En la operación de batido existen una serie de variables que modifican las propiedades de la pasta a la salida de la termobatidora:

- *Velocidad de las paletas móviles.* Si es excesiva se favorecen las emulsiones. La regulación se hace mediante un motovariador. La velocidad orientativa oscila entre 15 – 20 r.p.m. Debe reducirse en pastas difíciles, a la vez que se reduce el caudal de entrada.
- *Tiempo de batido.* Si es excesivo disminuye el contenido de polifenoles y la estabilidad. Al ser el batido complemento del dilacerado. El tiempo debe ser mayor para la pasta proveniente de molinos metálicos (tiempos que no sobre pasen de 1 – 1,5 h, sobre todo en las pastas difíciles), que de empietros (20 – 30 minutos).
- *Temperatura de la pasta.* La viscosidad del aceite es función de la temperatura: al aumentar ésta la viscosidad es menor y se facilita la separación del aceite. La temperatura adecuada recomendada para obtener aceites de calidad se encuentra en torno a 30°C. Si se aplican temperaturas demasiado elevadas se producirán oxidaciones y

formación de alcoholes grasos superiores y si el tiempo de permanencia de la pasta en la batidora es excesivo se reducirá el contenido en polifenoles además de producirse aireaciones que inicien reacciones de oxidación. Por tanto sólo se emplearán temperaturas más elevadas para frutos de suelo o de calidad inferior. En las almazaras lo más frecuente es usar agua caliente para la calefacción de las termobatidoras.

Todo lo anteriormente expuesto es orientativo y los parámetros se variaran en función de las pruebas de puesta en marcha de las diferentes almazaras, ajustándose los factores a las condiciones de la instalación y de las campañas (de una campaña a otra los parámetros de las aceitunas pueden variar y con ello debemos ajustar los distintos equipos a la nueva situación).

En muchas ocasiones se obtienen lo que se denominan “pastas difíciles”, principalmente en variedades picual y hojiblanca, cuyo procesado es complicado debido a que son más secas y forman emulsiones que dificultan la extractabilidad del aceite. También se producen en aceitunas de principio de campaña o bien cuando la recolección se retrasa demasiado y el olivo tiene de nuevo actividad vegetativa. En estos casos se pueden añadir en el primer cuerpo de la batidora agua o coadyuvantes tecnológicos como talco.

Las dosis de estos difieren sensiblemente según las características de la pasta. En ningún caso se incrementará el tiempo de almacenamiento de aceitunas en tolva a fin de lograr un ligero atrojado para facilitar su batido. Esta medida no es compatible con la obtención de aceites de calidad.

Por termino medio se recomienda una dosis de talco en torno a 1-2 %.

Dosis superiores aumentan el contenido graso de los orujos debido a que el talco absorbe algo de aceite. El talco es un mineral lipofílico que actúa rompiendo la emulsión aceite y agua, favoreciendo la formación de la capa oleosa y reduciendo las pérdidas de aceite en la fase acuosa.

El uso de agua como coadyuvante es frecuente, siendo recomendable el empleo de dosis no superiores al 10 %, dependiendo del estado de la pasta, y resultando muy útil sobre todo cuando la aceituna contiene poca humedad.

Es necesario evitar las corrientes de masa que provocan una disminución del tiempo de batido. En este sentido resultan muy útiles las batidoras con placas perforadas, con lo que la pasta circula también entre ellas, evitándose el problema de la formación de corrientes dentro de la batidora.

3.6.3.6.2.1 Tipos de termobatidoras

Se recomienda que las paredes de las termobatidoras que estén en contacto con la pasta sean de acero inoxidable, para evitar la incorporación de trazas metálicas.

Según su forma, se clasifican, en:

- De eje horizontal (fig.36.). Son las más usadas en la actualidad. Las paletas giran alrededor de un eje paralelo a la base de la termobatidora. Son más frecuentes las que varios cuerpos distribuidas en vertical (circulación de la masa en cascada), porque mejoran el dilacerado, la uniformidad de la temperatura y la regulación del tiempo de tratamiento.
- De eje vertical (fig.37.). Las palas son de mayor diámetro, girando en torno a un eje que es perpendicular a la base de la batidora. Pueden ser individuales o conectadas en batería.



Fig.36. Batidoras cilíndricas verticales



Fig.37. Termobatidora horizontal.

Las plantas modulares de extracción de aceite (procesos continuos), constan de dos o tres unidades de mezcla (batidoras) que consisten generalmente en cubas horizontales semicilíndricas que disponen de una cámara exterior por la que circula agua caliente para mantener la pasta a la temperatura prevista (figura 38). Dentro de la batidora, la pasta de aceituna se mantiene en movimiento por medio de un dispositivo (paletas u otro sistema) que giran alrededor de un eje (figura 39).

Un aumento de la temperatura a la que se realiza el batido incrementa el rendimiento de la extracción, especialmente cuando la pasta de aceituna no es manejable. La temperatura de trabajo más eficiente se encuentra sobre 30-35°C. Tratamientos más largos son particularmente efectivos cuando las aceitunas son "difíciles"; sin embargo, el aumento del tiempo de batido implica una disminución del contenido en polifenoles del aceite.



Fig.38. Batidora



Fig.39. Interior de una batidora

3.6.3.6.3 Proceso de tres fases

La extracción de aceite de oliva por centrifugación de la pasta de aceituna y la obtención separada de aceite, agua de vegetación y el residuo sólido (orujo) se efectúa en la centrífuga horizontal o decánter.

La pasta llega procedente de la termobatidora impulsada por una bomba, con posibilidad de regular el caudal de alimentación y que está formada por un cuerpo móvil helicoidal de acero inoxidable que hace el recorrido en el interior de un cuerpo fijo de goma sintética.

La pasta de las aceitunas fluidificada, con adición de agua, al someterse a la centrifugación se separa en tres fases en función de la diferente densidad de las mismas:

- Orujo
- Alpechín
- El aceite

La separación de las tres fases no es nítida, encontrándose zonas de transición.

- **Centrifugación de la pasta**

En este proceso las fases líquidas se separan de la fase sólida por medio de la aplicación de fuerzas centrífugas que aumentan las diferencias entre las densidades específicas del aceite, agua de vegetación y la materia sólida.

Esta operación se realiza en una centrifuga horizontal (decánter) (fig.40.). La pasta llega procedente de la termobatidora impulsada por una bomba, con posibilidad de regular el caudal de alimentación y que está formada por un cuerpo móvil helicoidal de acero inoxidable que hace el recorrido en el interior de un cuerpo fijo de goma sintética.

La pasta se fluidifica con una cantidad variable de agua, a una temperatura no superior a 35°C. Una mayor temperatura afectaría la calidad del aceite sin proporcionar un incremento significativo del rendimiento de extracción. La adición del agua es necesaria para facilitar el transporte de la pasta, mantener la temperatura de trabajo y crear capas de líquidos de suficiente espesor para una adecuada separación de las tres fases. La cantidad de agua de adición es un factor que dependerá de las características de la pasta.

La pasta de las aceitunas fluidificada, al someterse a la centrifugación se separa en tres fases en función de la diferente densidad de las mismas:

- Orujo, más pesado que el alpechín y el aceite.
- Alpechín, más ligero que el orujo pero más pesado que el aceite.
- El aceite, el más ligero de los tres.

Esta separación, como vimos anteriormente, no es clara, encontrándose zonas de transición para las tres fases, una entre la fase orujo- alpechín y otra entre la fase alpechín-aceite.

El orujo se almacena hasta que una empresa de tratamientos de residuos se hace cargo de su eliminación. El alpechín contiene además del agua de vegetación, una cantidad de grasa importante, por lo que es un subproducto a controlar para evitar pérdidas elevadas de aceite en el proceso.

Para obtener una mejor separación de los componentes es necesario agregar agua a la pasta que viene de la batidora.

La cantidad de agua que se adiciona influye en el rendimiento de la extracción. El volumen que debe añadirse depende del tipo de planta y de las características reológicas de las aceitunas: tanto mucha, como poca cantidad de agua reduce el rendimiento de la extracción. La relación óptima pasta/agua puede variar desde 1:0,7 a 1:1,2 y se determina empíricamente observando las características del aceite y el agua que salen del decantador centrífugo.

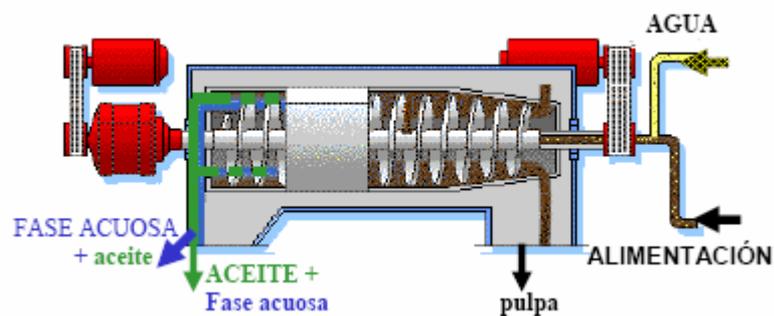


Fig.40. Diagrama de un decantador de tres fases

Del decantador centrífugo salen dos tipos de líquidos: uno de color verde formado por el aceite y algo de fase acuosa (agua de vegetación y la agregada en el

proceso) y el otro (en un volumen mayor) de color marrón constituido principalmente por la fase acuosa con algo de aceite.

Como los líquidos que salen pueden llevar partículas sólidas, se pasan a través de un tamiz vibratorio para separar los pequeños trozos de hueso o pulpa (fig.41.).

Dependiendo básicamente de su tamaño, las máquinas que se encuentran en el mercado pueden procesar entre 0.5 y 4.0 toneladas de aceitunas/hora.

El empleo de los decantadores centrífugos tiene las siguientes ventajas:

- es una maquinaria compacta y necesita poca superficie
- es un proceso semicontinuo y automatizado
- se obtiene un aceite de mejor calidad que en el sistema de prensas
- con una menor mano de obra.

Las mayores desventajas de este sistema respecto de la extracción con prensas son:

- es caro.
- requiere una mano de obra más especializada.
- necesita más consumo de energía y de agua caliente.
- produce un mayor volumen de agua residual que debe disponerse en balsas de evaporación.



Fig.41. Tamiz vibratorio en la salida de los líquidos del decantador centrífugo.

3.6.3.6.4 Proceso de dos fases

El elevado volumen de agua residual generada por el proceso de tres fases era un grave problema que tenían las industrias extractoras de aceite al principio de la década de 1990. Por ello, en 1992 algunas empresas fabricantes de maquinaria para las industrias oleícolas lanzaron al mercado nuevos modelos de decantadores centrífugos horizontales. Estos eran capaces de separar la fase aceitosa de la pasta de aceituna sin requerir la adición de agua caliente.

Esto implicaba que no se producían vertidos líquidos, ya que el agua de vegetación de las aceitunas permanecía junto con la pulpa, teniendo por tanto el residuo sólido un mayor contenido en humedad.

En el caso del decánter de dos salidas, la pasta no requiere adición de agua. Se inyecta en el interior del decánter tal como se encuentra al final del recorrido en la termobatidora. Como su nombre indica, este decánter lleva dos salidas. Después de someter la pasta a la acción de la centrifugación, por una salen los sólidos y el agua de vegetación; por la otra, la más interna, fluye el aceite.

En el sistema de dos fases el contenido en polifenoles es mayor al precisar menor adicción de agua que solubiliza estos compuestos, sin embargo presenta valores de acidez e índice de peróxidos ligeramente superiores.

En las pruebas de cata los aceites de dos fases presentan una mayor puntuación en el amargor mientras que en los de tres fases se dan puntuaciones superiores en el dulce. Los parámetros de control del proceso tienden cada vez más a automatizar todos los puntos que controlan la calidad en el producto final. En este sentido los parámetros de molturación los tiempos y temperaturas de batido así como el conocimiento del porcentaje graso en orujo hacen posible un control más eficaz de los procesos.

La extracción del aceite de oliva por el sistema de centrifugación de dos fases se efectúa según el diagrama de flujo de la Figura 1. Este proceso se realiza en plantas modulares que trabajan en continuo y en las mismas se obtiene separadamente, por una parte, el aceite y, por otra, una pasta fluida ("alperujo") que contiene el agua de vegetación y la pulpa.

Las dos primeras fases de este proceso se realizan de forma similar a las comentadas para el sistema de tres fases. La única diferencia se encuentra en la centrifugación de la pasta y la subsiguiente centrifugación del aceite resultante.

En cuanto a aspectos higiénicos los dos sistemas presentan las mismas características y consideraciones pues los equipos son similares. Respecto a la calidad del aceite obtenido, tampoco existen diferencias notables.

- **Centrifugación de la pasta.**

En este proceso la fase aceitosa se separa de la aceituna (pulpa + agua de vegetación) por efecto de la fuerza centrífuga que aumenta la

diferencias entre las densidades específicas del aceite y el “alperujo” (materia sólida más el agua de vegetación).

Los productos obtenidos son:

- Orujo, muy húmedo (55% - 60% de humedad), en cantidad elevada, un 60% más que en el decanter de tres salidas, con una densidad de $0,9 - 1,0 \text{ g/cm}^3$, consistencia similar a la de los lodos a causa del mayor contenido de azúcares reductores y de sólidos finos. En aceitunas con baja humedad se puede obtener un orujo con riqueza grasa elevada, lo que requiere un control constante de este parámetro.
- Aceite sucio, con presencia de humedad. Requiere un lavado en centrífuga vertical.

Esta operación se realiza en un decantador centrífugo horizontal similar al empleado en el sistema de tres fases (fig.42.1.; .42.2. y .43.). El valor de “G” aplicado es superior en la centrífuga de dos fases (3000- 3600) que en el proceso de tres fases (2000-2600). Este valor “G” depende de la velocidad de rotación y del diámetro interior del rotor.

En este caso no es necesario añadir agua para conseguir una mejor separación del aceite como ocurría en el proceso de dos fases.

Como la fase oleosa que sale del decantador puede llevar partículas sólidas, es conveniente disponer a la salida del aceite un tamiz vibratorio para separar los pequeños trozos de pulpa o hueso (fig.41.).

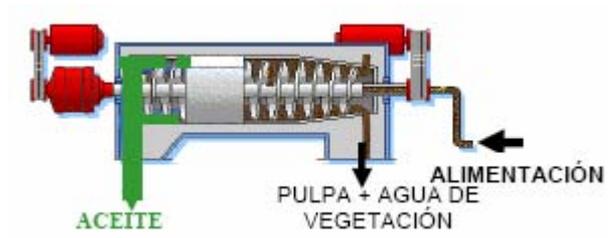


Fig.42.1. Diagrama de un decantador de 2 fases



Fig.42.2. Decantador de dos fases



Fig. 43. Decánter horizontal

3.6.3.6.5 Tamizado

Consiste en pasar la fase oleosa por un tamiz que elimina parte de sólidos que la acompañen. Son de acero inoxidable, siendo preciso un mantenimiento continuo, limpiándolos con frecuencia mediante agua caliente a presión, evitando que se obturen, y facilitando así la posterior separación líquido-líquido en las centrifugas verticales.

3.6.3.6.6 Separación líquido-líquido

3.6.3.6.6.1 Decantación natural

Para obtener una separación más fina del aceite de los restos de fase acuosa, sólidos, y para eliminar el contenido de aire del aceite, que puede ser un importante inductor de reacciones de oxidación, éste se somete a una decantación natural en pocillos (actualmente tanques de acero inoxidable o fibra de vidrio y poliéster). Los alpechines también se pueden someter a un sistema de decantación natural y recuperar parte del aceite que pueda todavía quedar en él (fig.44.).



Fig. 44. Decantación en pocillos

3.6.3.6.2 Centrifugación de líquidos para procesos continuos

La decantación natural requiere un gran espacio y un número elevado de depósitos. Por ello, a partir de la década de 1970 se aplica la fuerza centrífuga para separar el aceite.

Los factores que se deben tener en cuenta para una óptima separación son:

- homogeneidad del líquido
- caudal de alimentación
- temperatura
- volumen de agua agregada y
- tiempo entre descargas.

La centrifugación ha ayudado a aumentar la cantidad de aceite producido en áreas donde el rendimiento era mediocre o pobre.

- En sistemas de tres fases se utilizan dos centrifugas verticales, una para el lavado de aceite y otra para recuperación de aceite en el alpechín (fig.45.1.y .45.2.). De esta manera, se recupera la fracción de aceite que acompaña a la fase acuosa, y mediante la adición de una cierta cantidad de agua se retira parte de la humedad y se limpia el aceite de la fase oleosa (fig.45.1. y .45.2.) y se desgrasa el alpechín en la segunda centrifugadora. El aceite obtenido de la centrifugación de los alpechines es recomendable separarlo por ser de menor calidad.
- En sistemas de dos fases solo se necesita una centrifuga vertical de platos (fig.45.1. y .45.2.), para la limpieza del aceite por que solo tiene una fase oleosa. En esta operación se añade una cierta cantidad de agua al aceite con objeto de lavarlo y poder retirarle parte de la humedad que traía del decantador. Este agua es el único vertido que se genera en este proceso de extracción del aceite.

Esta fase oleosa contiene un mayor porcentaje de impurezas al estar directamente en contacto con el orujo, por lo que suele precisar cantidades superiores de agua. Sin embargo, es conveniente no añadir agua en exceso porque puede provocar la pérdida de polifenoles.

Los equipos actuales llevan un dispositivo de limpieza automática para eliminar los sólidos acumulados (descargas). Su uso es obligado en procesos continuos debido a la dificultad de separar la fase líquida del decanter por decantación natural.

La separación en las centrifugas verticales se puede regular mediante el anillo de regulación o también mediante la cantidad de agua añadida, aunque no debemos considerar esta posibilidad pues ésta debe ajustarse según las necesidades del aceite y no como regulador de la separación de fases.



Fig.45.1. Centrifuga Vertical.



Fig.45.2. Centrifuga Vertical

3.6.3.6.7 Almacenamiento de aceite

Las condiciones de almacenamiento de aceite son esenciales para mantener sus características de calidad.

Hay tres factores fundamentales que favorecen el proceso de deterioro de aceites que son: la luz, el aire y las altas temperaturas. Debemos incidir sobre el control de cada una de ellas a fin de garantizar la conservación del aceite en perfectas condiciones.

Las bodegas (fig.46.), deberán estar construidas de manera que la temperatura del aceite esté en torno a los 20 °C. Para lograr esto se deberán realizar construcciones adecuadas con aislantes térmicos que permitan reducir las diferencias térmicas, así como radiadores para subir las temperaturas en invierno. Para reducir o eliminar el contacto con el aire se recomienda tapar todos los depósitos, inertizarlos, realizar los trasiegos por las bocas inferiores de los depósitos. A fin de minimizar el contacto con la luz, también se recomienda mantener tapados los depósitos.

Los depósitos de hierro ceden trazas de este metal al aceite, cuyo contenido máximo está legislado (10ppm), actuando de catalizador de reacciones de oxidación del aceite. Aunque los aceites vengan de una etapa de centrifugación, incluso una decantación, contienen cierta cantidad de humedad y de impurezas que decantan en el fondo del depósito, lo que implica la realización de un purgado, o trasiego frecuente de los depósitos a fin de evitar fermentaciones y que los aceites adquieran olores a mohos, etc.

El almacén debe seguir una serie de pautas para favorecer la conservación de los aceites almacenados:

- Las paredes, cubierta y/o techos deben tener aislamiento térmico para mantener una temperatura adecuada y uniforme a lo largo del tiempo con el menor coste posible.
- El almacén deberá estar dotado de un sistema de calefacción que mantenga durante el invierno una temperatura uniforme de unos 18-23 °C, que permita una maduración adecuada y no favorezca la oxidación.
- Utilizar materiales antideslizantes en el suelo, y paredes que permitan una fácil limpieza. La luminosidad debe ser moderada.
- El almacén debe estar separado de focos de olores extraños.
- Clasificar el aceite según criterios de calidad, por lo que se debe de disponer un número de depósitos que permita la separación.



Fig. 46. Almacén

3.6.3.6.8 Filtración

Para eliminar impurezas del aceite cuando necesitamos que esto se realice rápidamente, se le somete a un proceso de filtrado.

Si al aceite se le da el suficiente tiempo se filtrará de manera natural por decantación de las partículas sólidas, sin embargo en ocasiones, comercialmente no se dispone de tanto tiempo. Se emplean diferentes medios filtrantes, siendo los más habituales las tierras de diatomeas y la celulosa. Se puede someter al aceite a un filtrado con diatomeas y posteriormente un abrillantado con papel de celulosa a baja presión (fig.47.).

Actualmente se comercializan aceites sin filtrar (en rama), debiendo cuidar en extremo la higiene en el envasado y permitiendo una decantación adecuada en el almacenamiento.

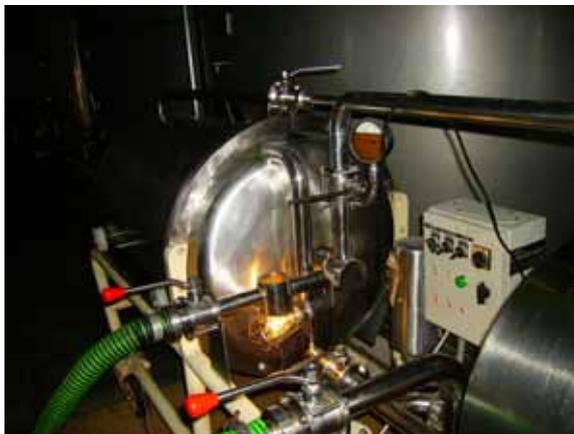


Fig.47. Filtro

3.6.3.6.9 Envasado

La zona de envasado debe estar separada de cualquier otra zona de la industria. Se cuidarán en extremo las condiciones higiénicas del local y de los manipuladores.

No se debe calentar el aceite previo su envasado, pues cabe la posibilidad de que se alteren las características del mismo por las altas temperaturas. En el envasado por volumen, al calentar el aceite, éste dilata, con lo que se cometería error en la medida de llenado del envase, siendo esto un fraude al consumidor si supera los márgenes establecidos legalmente.

Esto nos lleva a recomendar las envasadoras en función del peso. Todo el aceite que se vende se debe precintar. De igual forma cuando se vende aceite en cisternas, todas las bocas de éstas deberán ir precintadas. Es aconsejable el soplado de envases para detectar poros en el mismo, así como vigilarlos para no pasar por alto defectos u objetos en su interior.

3.6.3.6.10 Almacén de aceite envasado

El aceite envasado se almacenará en lugar fresco, aislado de la luz y en palets, evitando el contacto directo de éste con el suelo. La conservación del aceite envasado es fundamental para garantizar que mantenga sus características de calidad hasta su consumo.

Los puntos de venta deben asumir su responsabilidad en el mantenimiento de la calidad del aceite que expenden, no sometiendo el producto a temperaturas elevadas ni iluminación directa.

3.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN

- **Proceso de extracción de tres fases**

La calidad del aceite obtenido depende del sistema usado para procesar las aceitunas. En el proceso de tres fases se reduce la cantidad de antioxidantes naturales presentes en el aceite debido al agua agregada para diluir la pasta de aceituna. El agua disuelve una parte de los polifenoles del aceite, disminuyendo el tiempo de estabilidad oxidativa, que se correlaciona con la resistencia a la autooxidación. Sin embargo, el contenido en pigmentos clorofílicos es más alto en el aceite obtenido en las plantas modulares debido a que en la molienda en el molino de martillo se liberan más clorofilas que en el de piedras, disolviéndose en gran cantidad en el aceite.

El mayor problema del proceso de tres fases es el elevado volumen de agua residual que se genera ("alpechín") (1,2-1,3 litros/kilogramo de aceituna procesada). Ello es debido a la adición de agua que se realiza a la pasta de aceitunas antes de entrar en el decantador horizontal.

Este líquido tiene una alta contaminación (la demanda química del oxígeno es sobre 60-80 g O₂/l) y una elevada concentración de polifenoles que impiden su posible depuración por medios convencionales. Por ello, la única solución ha consistido en depositar este líquido en balsas de evaporación con el aumento consiguiente en costos, problemas de salud e impacto visual (fig.48.).



Fig.48. Balsa de evaporación de alpechín

- **Proceso de extracción de dos fases**

El rendimiento en el proceso de extracción de dos fases es superior que el que se tiene en el de tres fases. Ello se debe fundamentalmente al hecho de que en el nuevo sistema no se añade agua a la pasta y se evita la formación de emulsiones aceite/agua.

Este proceso no produce apenas vertidos, sólo se origina un pequeño volumen del agua añadida en el lavado del aceite en la centrifugación. Con ello, se evitan los problemas medioambientales que se originan por las grandes dimensiones que deben tener las balsas de evaporación en las que se debería verter el agua residual que se produce en los otros dos sistemas de extracción y el consiguiente aumento de los costos que ello origina.

La calidad del aceite producido es superior a la obtenida en el proceso de tres fases. Ello es debido a la mayor concentración de polifenoles y o-difenoles que se tiene con el nuevo sistema. Ello implica que dicho aceite es más estable durante el almacenamiento como lo indican los elevados valores del tiempo de estabilidad oxidativa que se tienen en los aceites obtenidos por este sistema.

3.7.1 Selección del proceso de extracción

La elección del sistema de extracción no resulta fácil porque todas presentan ventajas e inconvenientes. En muchos casos la elección se realiza a partir de una serie de circunstancias externas impuestas por razones de naturaleza no estrictamente oleícola. Vamos a estudiar una serie de parámetros que nos ayudaran en la elección de un sistema u otro.

3.7.1.1 Cantidad de Aceite Extraído

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

Nos encontramos con unas pérdidas de aceite nada despreciables producidas durante la recepción, limpieza, lavado y almacenamiento de las aceitunas. Estas pérdidas son independientes del sistema de extracción elegido, sólo debidas a la propia estructura, organización y manejo del patio.

Para comparar los distintos tipos de extracción vamos a tomar 1 tonelada de aceituna, con una composición:

- Agua: 400-500 Kg.
- Aceite: 200-280 Kg.
- Materia seca desgrasada: 280-350Kg.

De la que:

- Hueso: 140-200Kg.
- Semilla: 10-30Kg.
- Otros sólidos: 120-140Kg.

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

Producto o subproducto Composición		Prensas		Centrifugación			
		Ton. Producto	Ton. Aceituna	Tres Salidas		Dos Salidas	
				Ton. Producto	Ton. Aceituna	Ton. Producto	Ton. Aceituna
Orujo	Agua	260-285	80-100	470-520	230-275	540-620	420-520
	Materia grasa	50-80	16-23	30-45	15-23	23-346	18-28
	Materia seca	650-690	215-230	450-480	220-250	360-400	280-340
	Suma	1000	310-350	1000	490-520	1000	780-830
Alpechín	Agua	870-900	530-650	930-950	880-1140	975-985	225-300
	Materia grasa	3-10	2-8	4-9	4-11	1-3	1
	Materia seca	90-120	53-90	40-60	35-75	15-20	3-6
	Suma	1000	590-750	1000	920-1225	1000	230-310
Turbios Y Borrás	Materia grasa	4		4		4	
Aceite de oliva Virgen	Materia grasa	180-245		175-240		175-245	
Consumo de agua		270-350		750-1000		250-330	

Fig.49. Composición y subproductos del proceso (kg)

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

Subproducto	Prensas		Centrifugación			
	Producido	Pérdidas aceite kg	Tres Salidas		Dos Salidas	
			Producido	Pérdidas aceite kg	Producido	Pérdidas aceite kg
Orujo	310-350	16-23	490-520	15-23	780-830	18-28
Alpechín	590-750	2-8	920-1225	4-11	230-310	
Agua lavado						1
Turbios, borras						
Y otras		4		4		4
Suma	-	22-35	-	23-38	-	23-33

Fig.50. Pérdidas de aceite en subproductos, según sistema empleado en la molturación de una tonelada de aceitunas.

En todos los casos las cifras que expresan las pérdidas son similares, aunque permiten distinguir determinados puntos de riesgo en cada uno de los sistemas.

- Centrifugación en tres fases: nos encontramos con pérdidas de alpechín importantes, además hay que tener en cuenta que el caudal de este subproducto es superior que en los otros sistemas.
- Centrifugación en dos fases: nos encontramos el mayor riesgo en el orujo, ya que se produce mayor cantidad de este que en los demás sistemas.

En general, operando correctamente, se alcanzan rendimientos de extratabilidad del 86 – 87% del aceite contenido en las aceitunas.

3.7.1.2 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. El agua de adición, necesaria en el decánter de tres fases, arrastra componentes hidrosolubles del aceite en mayor proporción, resultando los aceites con menor contenido fenólico, disminuyendo su capacidad antioxidante y su estabilidad. En el sistema tradicional de prensas, los capachos ofrecen dificultades de limpieza, el contacto entre aceite y alpechín se alarga, por lo que la posibilidad de incremento de acidez es más probable.

Se reproducen datos comparativos de 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 condiciones básicas del proceso.

En los aceites obtenidos por centrifugación en decánter de dos y tres fases no se han apreciado diferencias en la composición de ácidos grasos y en alcoholes alifáticos, siendo mínimas en stigmasterol (más alta en tres fases) y en alcoholes triterpénicos (más alta en dos fases).

La valoración organoléptica de los aceites de centrifugación de dos y tres fases es similar, con diferencias según compañías, aunque siempre destaca en el perfil la mayor intensidad del amargo y del picante en los aceites obtenidos en dos fases.

3.7.1.3 Factores económicos

Además de la cantidad y de la calidad de los aceites obtenidos hay que considerar otros factores no menos importantes en el momento de la elección del sistema de extracción.

3.7.1.3.1 Superficie ocupada

Los sistemas continuos requieren menos espacio para su instalación que el tradicional de presión; esto se manifiesta sobre todo en los equipos de alto rendimiento. En el primer caso, la maquinaria de extracción, incluidas centrífugas verticales, ocupa entre 50 y 100 m² netos de planta, con una altura de 5 m, para capacidades de trabajo que varían entre 1.000Kg/h y 7.000Kg/h.

La almazara tradicional con prensas hidráulicas, para un módulo de cuatro prensas con formador de cargos (2.600 kg/h), necesita una superficie de unos 50 m², con altura útil de 5,50 m, a los que hay que incrementar el sistema de decantación elegido.

3.7.1.3.2 Continuidad del proceso

La extracción del aceite con prensas es una operación discontinua, aun en casos de instalaciones racionalizadas y con buen grado de mecanización. La centrifugación de masa es continua e incluye numerosos automatismos y controles.

3.7.1.3.3 Necesidades de mano de obra

Una instalación de prensas hidráulicas con formación manual de cargos exige una importante cantidad de operarios (de 2 h. a 2,5 h. por tonelada de aceituna procesada), con un coste que repercute notablemente en el escandallo. Si la instalación cuenta con cargador automático de capachos el requerimiento de mano de

obra descende (se necesita entre 1 h/t y 1,25 h/t con descapachado manual y entre 0,75 h/t y 1,0 h/t con descapachado mecánico).

En los sistemas continuos la atención al trabajo de los equipos de extracción puede variar entre 1,0 h/t en plantas de bajo rendimiento y 0,3 h/t con rendimientos de 75 toneladas/24 horas. Pero en cambio el grado de especialización que se requiere es muy superior al de las prensas.

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.

3.7.1.3.4 Potencia instalada

La centrifugación de masas requiere una potencia considerable, mientras que con prensas es menor. Por la misma razón el consumo eléctrico es más elevado en el primer caso que en el segundo.

Para una capacidad de trabajo de unas 3 t/h en sistema continuo, se instala en la sección del decánter unos 45 CV., mientras que con prensas y formador de cargos es suficiente con unos 30 CV. En la sección correspondiente. El consumo de energía eléctrica se incrementa en un 50% en los sistemas continuos.

3.7.1.3.5 Consumo de agua

Un factor importante a considerar en el proyecto de una almazara es la disponibilidad de agua para el proceso.

En el sistema de prensas se necesitan entre 270 litros y 350 litros por tonelada de aceituna. En el sistema de dos fases el volumen demandado es similar, 250 litros a 330 litros. Sin embargo en el sistema continuo de tres fases la cantidad de agua se eleva a 750 litros- 1000 litros por tonelada de aceituna. El volumen de agua necesario puede ser limitante en algún caso ante la escasez de agua.

3.7.1.3.6 Balance energético

El agua que se adiciona al decánter hay que calentarla hasta una temperatura máxima de 35°C, y la que va a las centrifugas verticales de aceite también se calienta entre 30°C y 35°C.

En el caso del sistema continuo de tres fases el volumen de agua a calentar es considerable, necesitando instalar una capacidad de calderas en consonancia con este consumo por lo que también se incrementa el coste del combustible. Tanto el sistema de prensas como el de centrifugación de dos fases tienen necesidades similares de agua caliente, notablemente inferior al continuo de tres fases.

3.7.1.3.7 Inversión en la instalación

Generalizado, para igual capacidad de trabajo, el equipo de una almazara continua cuesta más que el de una tradicional, y el período de amortización es más largo para esta última. En conjunto, el coste de amortización, de financiación y de mantenimiento de las instalaciones es más económico en el sistema tradicional.

3.7.1.4 Factores medioambientales

3.7.1.4.1 Características de los orujos

La humedad de los orujos tiene un carácter diferencial entre los sistemas de extracción. El orujo de prensas tiene una humedad del 26% - 29% y suponen un 31% - 35% del peso de las aceitunas.

En el sistema continuo de tres fases se produce un 49% - 52% de orujo con humedad 47% - 52%. El orujo del sistema continuo de dos fases representa el 78% - 83% de la aceituna y su humedad es 54% - 62%. Por cada 100Kg de orujo producidos en las prensas, habrá 150 kg de orujo en una almazara con decánter de tres fases y 250 kg de orujo en una almazara con decánter de dos fases.

En primer lugar, el transporte del orujo tal como sale de la almazara, se encarece; también se encarece si se contabiliza en función de la cantidad de aceite de transportado, porque la cantidad global de aceite que se lleva a la extractora al final de la campaña es similar en todos los sistemas.

En segundo lugar, para el aprovechamiento tradicional del orujo, extracción de la grasa contenida, hay que secarlo, siendo más costosa la operación cuanto mayor es el grado de humedad.

Por último, el orujo de dos fases varía notablemente en su composición porque lleva los componentes hidrosolubles de la aceitunas, que en los otros sistemas van en el alpechín; el manejo en general es más complicado, acentuándose por la capacidad de almacenamiento necesaria y en las operaciones de extracción del aceite.

Los ingresos obtenidos por la venta de orujo varían notablemente según los sistemas, siendo de mayor o menor: prensas, continuo de tres fases, continuo de dos fases. En campañas de abundante producción el valor del orujo de dos fases apenas costea los gastos de transporte.

Desde el punto de vista medioambiental, la emisión de humos en la operación de secado aumenta con la humedad del orujo, siendo preciso emplear medidas correctoras en función de las partículas sólidas en suspensión.

3.7.1.4.2 Volumen de alpechín producido

Las emisiones líquidas de las almazaras (agua de lavado de frutos, aceites e instalaciones; agua de adición y de vegetación en su caso) alcanzan volúmenes muy elevados en el sistema continuo de tres fases, del orden de 1.100 l/t de aceitunas, mientras que en prensas están en 650 l/t y en el decánter de dos fases 250 l/t.

El poder contaminante de estos líquidos es considerable en los procedentes de prensas y de tres fases, menor en dos fases, pero en ningún caso pueden ser vertidos a cauces públicos.

Las dificultades de depuración son manifiestas, no habiendo tenido amplia aceptación de ninguno de los sistemas propuestos, por lo que la medida correctora medioambiental es la acumulación en balsas de evaporación. El menor volumen de vertido del sistema continuo de dos fases le ha valido la denominación de ecológico, y es una de las principales razones para explicar la amplia difusión que está teniendo, a pesar de los inconvenientes que plantean sus orujos.

3.8 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS TRES SISTEMAS EXPUESTOS

Sistema de Extracción	Ventajas	Desventajas
Sistema tradicional de prensas	<ul style="list-style-type: none"> • Menor potencia instalada. • Menor coste de inversión. • Menor coste de energía eléctrica. • Orujos más secos. • Mayor valor del orujo. • Volumen de alpechín medio. • Menor volumen de agua que en tres fases. • Menor necesidad de agua caliente que en tres fases. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de abundante mano de obra. • Dificultad para mantener una correcta limpieza a lo largo del proceso. • Proceso discontinuo.
Sistema continuo de tres fases	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite con menor acidez que en prensas. • Mejora de los caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas. • Menor superficie que en prensas. • Continuidad en el proceso y posibilidad de automatización. • Menor necesidad de mano de obra que en prensas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor producción de alpechín, peligroso por contaminación en vertidos.

Sistema continuo de dos fases	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite con menor acidez que en prensas. • Mejora de los caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas. • Menor superficie que en prensas. • Continuidad en el proceso con posibilidad de automatización. • Menor necesidad de mano de obra que en prensas. • Menor volumen de agua que en tres fases. • Menor necesidad de agua caliente que en tres fases. • Volumen de alpechín pequeño. Se reduce la contaminación ambiental. • Mayor contenido de antioxidantes en el aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Orujo con más humedad. Mayor volumen. Mayor dificultad de extracción. • Menores controles visuales. Mayor control analítico. • Necesidad de personal más especializado.
--------------------------------------	--	---

Fig.51. Tabla de Ventajas-Desventajas de los sistemas de extracción.

A partir del estudio de las ventajas e inconvenientes de los tres sistemas antes expuestos en la fig.51.observamos que se obtiene un mayor rendimiento, una menor contaminación y un mayor control en los sistemas de dos fases. Por lo que nos parece adecuado seleccionar este sistema para el diseño de nuestra planta de elaboración de aceite de oliva.

3.9 PROCESO DE ALMAZARA SELECCIONADO

Hemos seleccionado, de los tres sistemas expuestos antes el sistema de dos fases, pero para poder obtener mayor rendimiento en este sistema vamos a hacer unas modificaciones.

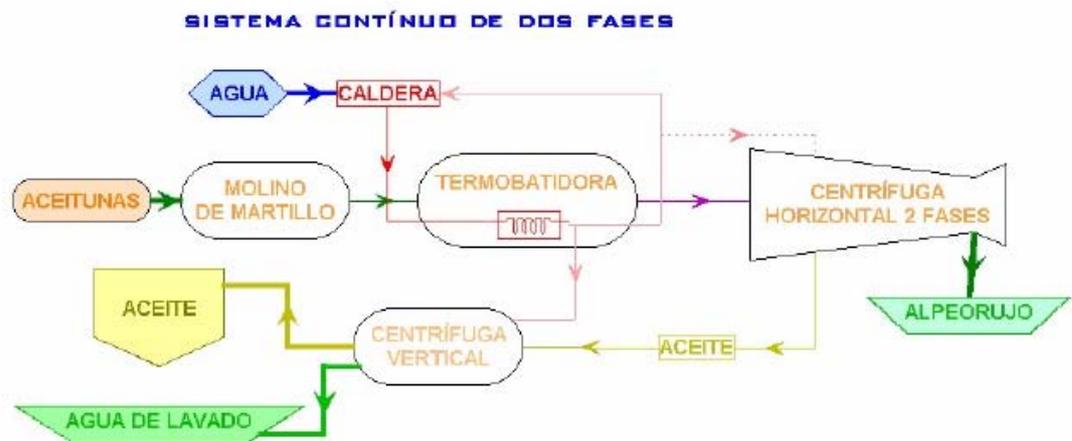


Fig.52. Esquema de un sistema continuo de dos fases.

En estas modificaciones vamos a realizar un **repasso** de dos pases a la salida del decánter.



Fig.53. Esquema de sistema continuo de dos fases con repaso de dos fases.

Pero por una serie de estudios podemos demostrar que si usamos el sistema de dos fases con repaso de dos fases pero **deshuesando la pulpa** antes de la entrada en el repaso obtenemos mejores resultados (fig.54.).

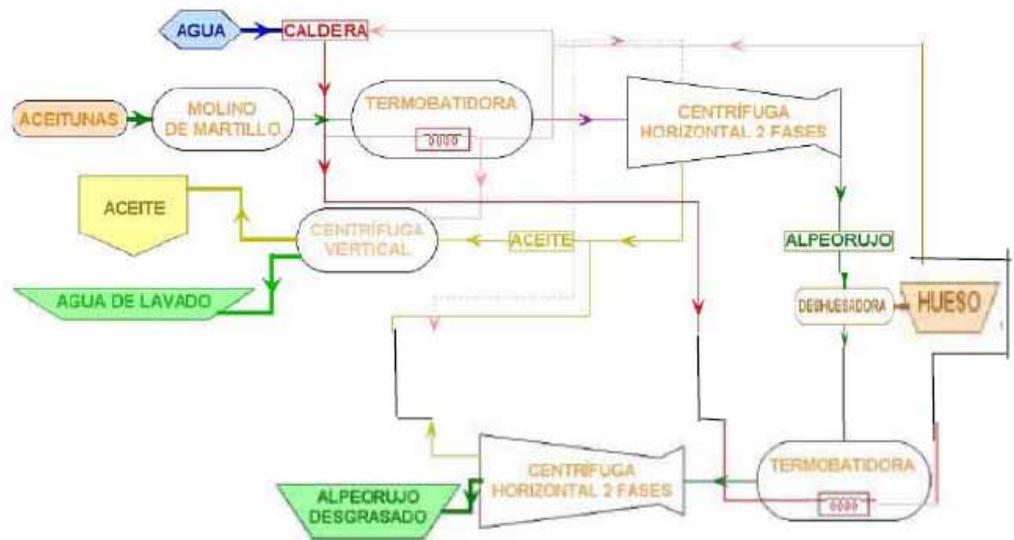


Fig.54. Esquema de un sistema de dos fases con repaso y con deshuesado de la pata antes de la entrada del alperujo en el repaso.

3.10 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

Vamos a iniciar la descripción de la planta a diseñar en función de los procesos que la forman.

Para ello lo primero que vamos a definir es **la materia prima** que se tratará en la planta.

3.10.1 Características de la materia prima

La materia prima, en nuestro caso, será la aceituna recepcionada en el patio, a través de remolques que provienen directamente (en la mayoría de los casos) del olivar.

Este aceituna será de las siguientes características:

- *Variedad Picual.*
- *Acidez media de aceituna del árbol: 0,4°-0,6°*
- *Valoración organoléptica: 6,0-7,0*
- *Porcentajes de la aceituna (estos porcentajes son una media aproximada de los porcentajes reales obtenidos en diferentes estudios realizados durante un periodo de 3 años en distintas almazaras en la zona de campiña sur cordobesa) :*
 - *23% Aceite*
 - *47% Agua*
 - *30% Sólidos*
- *Aceitunas de vuelo (vamos a aceptar en la almazara solo aceitunas de este tipo).*

3.10.2 Producción de la planta

La planta industrial esta diseñada para una trabajar con producción aproximada de 56.000 Toneladas/año de aceituna, siendo una industria temporal, de 112 días al año.

Se debe observar que el proceso durante esos 112 días es en continuo y al final de la temporada se procederá al mantenimiento de las instalaciones durante los 253 días restantes, para poder tener la planta en las condiciones adecuadas para la siguiente temporada.

3.10.3 Procesos de la planta

A la llegada de los vehículos a la planta se realiza la descarga de la aceituna procedente del remolque en el patio de almazara, en distintas tolvas de recepción.

El área del patio de almazara vendrá dada por el área ocupada por los elementos que se encuentran en ella, y por un área para la disposición de los vehículos de transporte de la aceituna (Plano de patio de almazara).

Este sistema de varias tolvas recepción, nos ayuda a una mejor continuidad en el proceso, y poder adaptar la planta a las diferentes fases de la recolección de aceituna. A lo largo de la recolección se produce una variación de la calidad de la aceituna que llega a la almazara.

Se observan tres fases durante la campaña:

- *Fase Inicial.* Donde entran menor cantidad de aceitunas pero con mayores índices de acidez. Al entrar menor cantidad de aceituna no vamos a

necesitar trabajar con todas las líneas de trabajo, por lo que solo se pondrán en marcha las necesarias.

- *Fase Intermedia o de plena campaña.* Donde se produce la mayor cantidad de aceite y necesitaremos que la planta funcione a pleno rendimiento.
- *Fase Final.* En la cuál la aceituna presenta una regresión de la acidez y la cantidad de aceituna empieza a disminuir por lo que necesitaremos menos líneas de trabajo, igual que ocurre con la fase inicial.

Se puede ver en la gráfica siguiente como, en función de los días de campaña (Inicios de campaña, Medios de Campaña o Finales de Campaña), varía el índice de madurez de las aceitunas.

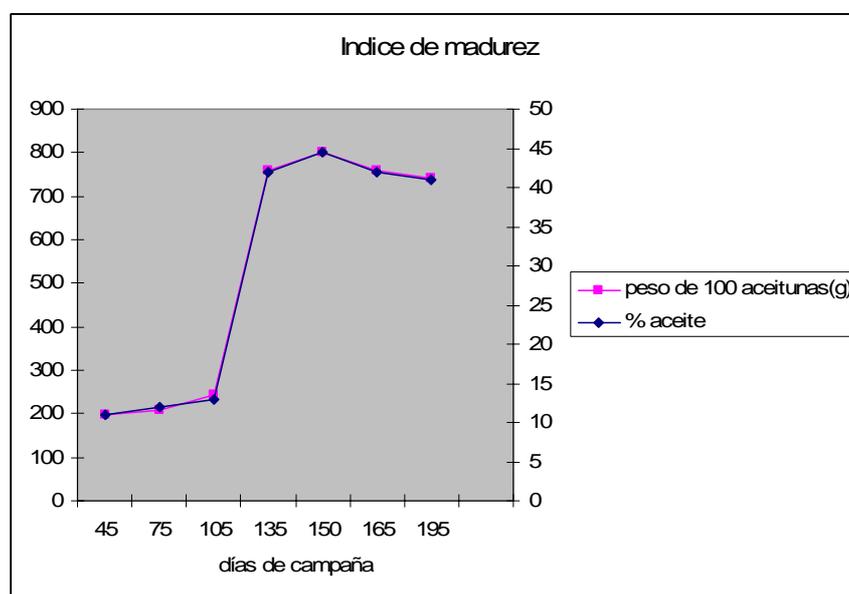


Fig.55. Índice de madurez en función de los días de campaña.

Estas tolvas se localizan en el patio de la planta, empotradas bajo rasante, siendo de una capacidad de **15 toneladas cada una**.

La recepción de aceituna se realizará en 6 líneas diferentes de entrada de la aceituna a la planta para favorecer el proceso en continuo. Se podrá realizar simultáneamente 6 descargas de vehículos, esto favorece la distribución de entrada de las aceitunas, en las diferentes líneas en función de su variedad, calidad o cualquier otro parámetro que afecte a la materia prima.

Debido a la que se realizará una selección muy exhaustiva de la aceituna que servirá de materia prima en la planta, se deberá realizar una trazabilidad en los olivares (producción) y del proceso, actualmente establecida por la Legislación andaluza y exigida por las normativas de la Unión Económica Europea (**Anexo I B**).

En el diseño de la planta se toman como *parámetros fijos (dentro de un rango especificado)*, la *variedad y la calidad de las aceitunas*, pero eso no impide que el diseño de la planta pueda favorecer este tipo de preselección.

Además nos facilita su adaptabilidad a posibles cambios en la producción en un futuro, sin acarrear gastos por cambio de mobiliario fijo o móvil.

3.10.3.1 Líneas de llegada, limpieza y pesado

Se diseñará la planta para poder trabajar de forma continua en plena campaña, por lo que vamos a tener 6 líneas compuestas de: **zona de recepción, zona de limpieza y zona de pesado**, siendo el paso, de una zona a otra, continuo.

Cada de las 6 líneas constará de:

- *Tolva de recepción de aceituna.*
- *Cinta transportadora de la tolva a la limpiadora.*
- *Limpiadora.*
- *Cinta transportadora de la limpiadora a una tolva de pesado.*
- *Tolva de pesado.*

En la zona de recepción de la aceituna en la almazara debe haber el suficiente sitio como para tener 6 vehículos, de hasta 25.000 Kg. de capacidad, en ella, sin obstruir ni entorpecer el proceso de la planta.

Cada una de las líneas posee una **tolva de recepción de 15.000 kg de capacidad**. En cada una de estas tolvas, el transporte de las aceitunas desde la tolva de llegada hasta la maquina limpiadora, se utiliza una cinta transportadora de **0,8 metros de anchura**[⊗].

El movimiento de la cinta lo produce una bomba de impulsión que hace que la cinta recoja las aceitunas de la tolva y las lleve hasta la parte superior, donde se encuentra la maquina limpiadora. El motor que impulsara a la cinta transportadora será un **motor reductor motovario de 2,50 kW de potencia (Anexo III)**.

La primera línea de cinta transportadora llevará las aceitunas recepcionadas a la zona de limpieza (**Anexo IV**), donde caerán por gravedad a la limpiadora. En esta zona se produce un limpiado y despalillado de la aceituna.

[⊗]La anchura de la cinta transportadora es de 0,8 m en todas las almazaras que se han estudiado, por lo que se a tomado como dato, además de ser la medida estándar para los fabricantes de maquinaria oleícola.

La zona consta de **6 limpiadoras-despalilladoras de 35 toneladas/ h de capacidad**, donde entran las aceitunas que vienen de las tolvas de recepción.

En muchas almazaras se realiza una operación de lavado de las aceitunas a través de una maquina lavadora, pero para nuestro caso no vamos a usar lavadoras de aceitunas, ya que este paso encarece demasiado el proceso y nosotros vamos a tomar solo aceitunas de vuelo, para garantizar la calidad del aceite en nuestra almazara.

Después de su limpieza la aceituna es enviada a una tolva de pesado automático, mediante cinta transportadora. Al igual que en el proceso anterior, las aceitunas, caerán por gravedad.

En la tolva de pesado se obtiene directamente el peso del fruto limpio; esto ahorrara tiempo y reducirá la superficie necesaria para la zona de recepción y simplifica el movimiento de vehículos. En el sistema de básculas de pesada continua (**Anexo V**), va entrando el fruto hasta que se alcanza el **peso de 250 kg**, descargándose automáticamente y continuando sin interrupción la carga mediante un sistema de doble tolva incorporada.

Durante el proceso de pesada a la salida de las aceitunas se realiza la toma de muestra de la partida (**Anexo VII**), para conocer el tipo de aceite que proporcionara a la planta. A la muestra se le realizan análisis de su rendimiento graso, variable en función de la cual se establecerán los pagos del producto recibido, en un laboratorio certificado. Además será conveniente la determinación de la humedad como parámetro importante para determinar las condiciones posteriores de trabajo.

Después de la pesada en la báscula automática, la aceituna es enviada mediante una cinta transportadora, de iguales características que las anteriores, para llevar las aceitunas hasta el punto de espera o de fabricación, esto es, las tolvas de almacenamiento (**Anexo VI**).

La planta constará de **15 tolvas de almacenamiento de aceituna de 70.000 kg cada una**. Esta capacidad de cuba de almacenamiento, se ha seleccionado debido al estudio de históricos de distintas almazaras en distintas áreas olivareras de Andalucía, y se ha visto que es la capacidad adecuada para una tolva de almacenamiento.

En estas tolvas de **almacenamiento**, previo a la molturación, las aceitunas ya se encuentran exentas de cualquier elemento extraño. Las tolvas están conectadas entre sí, desde donde se trasiegan las aceitunas impulsadas por tornillos sinfín a la entrada del molino molturador.

3.10.3.2 Líneas de primera extracción

Se debe tener en cuenta que se usarán 4 líneas de molienda-batido-separación (**Anexo VIII**), para primera extracción (fig.56.)

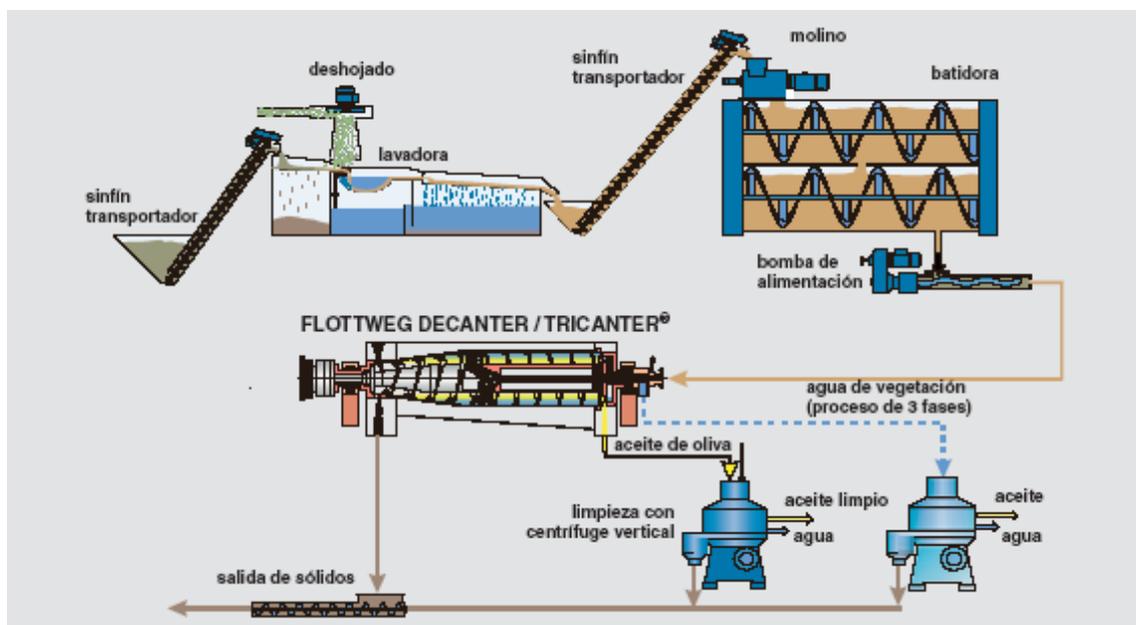


Fig.56. Esquema del tipo de instalación.

En cada una de estas líneas tendremos:

- ***Molino molturador.***
- ***Termobatidora.***
- ***Decánter horizontal.***
- ***Decánter vertical.***

El primer paso del proceso es la entrada al molino, a través de un tornillo sinfín, de la aceituna proveniente de las tolvas de almacenamiento. A partir de este momento la aceituna ya ha entrado en la línea de extracción para su transformación.

Se tendrá en cuenta a partir de este momento, que la entrada diaria de aceituna es de **500 t/día**, por lo que se producirán al día **109 toneladas de aceite en la almazara.**

Para poder conocer la maquinaria necesaria para esta producción, se observará:

- Las 109 toneladas de aceite diarias se producirán en continuo.
- Se realizara una segunda extracción a partir del alperujo obtenido de la primera extracción.
- Vamos a dimensionar la maquinaria para estas 109 toneladas de producción teniendo en cuenta que:
 - 100 toneladas se producirán de la primera extracción.
 - 9 toneladas de obtendrán de la segunda extracción.

- La maquinaria para estas líneas trabajara en continuo las 24 horas, durante los 112[⊗] días que se estiman de campaña.

Teniendo en cuenta estos parámetros (100 toneladas de aceite en la primera extracción), podemos estimar una primera extracción formada por cuatro líneas de procesado, formadas cada una por:

- Un molino molturador de 50 CV de potencia y 6 mm de malla (**Anexo IX**).
- Una termobatidora de tres cuerpos de batido con una capacidad de cada cuerpo de 4.000 kg cada uno de ellos y con una potencia de paletas de 341 W (**Anexo X**). Manteniendo la temperatura de la pasta entre 24-26 °C, y una entrada a la camisa calefactora de agua caliente a 50 °C y salida a 49,5 °C, con un caudal de 5 kg /s.
- Un decánter horizontal de 150 t/día de caudal de entrada de aceituna y una potencia de 30,75 kW (**Anexo XI**).
- Tamiz vibrador para aceite, con motovibrador de contrapesos regulables, fabricado en chapa de acero inoxidable con instalación para evacuación de líquidos. Con bomba para aceite. Recipiente de acero inoxidable para recogida de líquidos a tamiz. Potencia de 1,5 CV.
- Una centrifuga vertical de 7.000 rpm. Con una velocidad de limpiado de 1.041kg/h, un caudal de agua de limpieza de 200 kg/h y una potencia de 11 kW (**Anexo XII**).

[⊗] Los 112 días de campaña se obtienen de la media realizada a las campañas desde el 1999/00 al 2004/05, en la campaña sur cordobesa. Corresponden aprox. a 4 meses, iniciándose en finales de noviembre principios de diciembre, hasta finales de marzo.

El flujo a través de estos elementos se produce mediante:

- Traslado por **tornillos sinfín, para la retirada de masa desde los molinos a la termobatidora**, de 204mm de diámetro y 5 metros de longitud, de acero inoxidable, con paso de 190x180 mm. Manguetas y bridas de acero inoxidable, rodamientos de bolas en ambos extremos y motoreductor de 2 CV acoplado en punta.
- **Bombas de masa entre batidora y decánter**, siendo equivalentes entre sí y a su vez equivalentes al sinfín para retirada de masa y al sinfín para retirada de orujo.
- **Bomba de impulsión (pistón) para la entrada del aceite de la primera extracción a las centrifugas verticales**, siendo equivalente a la bomba de masa, al sinfín para retirada de masa y al sinfín para retirada de orujo.
- En las centrifugas verticales se producirá la limpieza del aceite, que pasará a un recipiente de aclarado para recogida de aceite de centrifuga, en acero inoxidable, con dos senos y rebosaderos, con **bomba de aceite a bodega** y bancada y una potencia de 1 CV.
- **Bomba de traslado a tanques de almacenamiento** en bodega del aceite de salida del tamiz vibrador, donde se producirá la sedimentación de las partículas sólidas que todavía pudieran aparecer en el mismo.

Se va introduciendo el aceite en los tanques, y cuando uno de los tanques ya está lleno se deja sedimentar los sólidos en suspensión que puedan existir y después de 24 horas se traslapan a otro tanque de almacenamiento, procediéndose después al purgado de los sólidos sedimentados en el primer tanque.

Este proceso se lleva a cabo en la bodega (**Anexo XIII**), donde se produce el almacenamiento del aceite obtenido en 100 tanques de 55.000 litros de capacidad, a la espera de ser recogido por camiones cisterna homologados para su traslado a una envasadora externa.

El transporte a envasadora se realiza a partir de tener 5.445.000 litros de aceite, realizándose un transporte diario de 6 camiones cisterna de 25.000 litros de capacidad (Subcontratados), saliendo de la almazara 150.000 kg de aceite al día.

Se tendrá en cuenta la clasificación de: **Aceite de Primera Extracción** y de **Aceite de Repaso**, para el transporte a envasadora.

No se podrán usar las mismas cisternas para el **Aceite de Primera Extracción** que para el **Aceite de Repaso**, debido a sus diferentes características (**Normativa Andaluza, Anexo I B**).

3.10.3.3 Líneas de segunda extracción

La segunda extracción, o repaso, se lleva a cabo a partir del alperujo procedente de la salida de los decánter de la primera extracción. Este alperujo posee todavía un 3% de aceite en su composición, por lo que para poder hacer más rentable el proceso podemos realizar este “repaso” del alperujo y así poder recuperar una mayor cantidad de aceite (**Anexo XVI**).

En este paso solo se extrae un 1,8% del 3% de aceite que queda en el alperujo, por lo que debemos asumir que un 1,2% del aceite se nos va en el alperujo de la segunda extracción.

Al igual que en el caso de la primera extracción, para poder conocer la maquinaria necesaria para esta producción, vamos a tener en cuenta que:

- De las 109 toneladas de aceite diarias, 9 se obtendrán de la segunda extracción.
- Vamos a dimensionar la maquinaria para estas 9 toneladas de producción.
- La maquinaria para estas líneas trabajara en continuo las 24 horas, durante los toda la campaña, como la maquinaria de la primera extracción.

Teniendo en cuenta la realización todo lo anterior, se estiman dos líneas de procesado, formadas cada una por:

- Deshuesadora de alperujo de 5.000 kg/h de capacidad, a la salida de cada uno de los decanters de primera extracción, para mejorar el repaso y disminuir la abrasividad del mismo debido a los trozos de hueso de aceituna que contiene (**Anexo XV**).
- Una termobatidora de tres cuerpos de batido con una capacidad de cada cuerpo de 4.000 kg cada uno de ellos y con una potencia de paletas de 341 W. Manteniendo la temperatura de la pasta entre 30-35 °C, y una entrada a la camisa calefactora de agua caliente a 50 °C y salida a 49,6 °C, con un caudal de 1,5 kg /s (**Anexo X**).
- Un decánter horizontal de 200 t/día de caudal de entrada de aceituna y una potencia de 60 CV. Donde extraemos 1,875 toneladas/h de aceite. Y obtendremos un residuo húmedo de 6,46 toneladas por hora.
- El aceite pasa, por bomba de trasiego, a una centrifugadora vertical, donde se produce la limpieza con agua en centrifuga vertical de 7.000 r.p.m. Con

una velocidad de limpiado de 270 kg/h y un caudal de agua de limpieza de 54 kg/h, y una temperatura del agua de limpieza de 46,52 °C (**Anexo XII**).

- El aceite obtenido se trasiega a tanques de almacenamiento en la bodega de 55.000 litros de capacidad, diferenciados de los de primera extracción. En estos tanques, al igual que en caso de la primera extracción, se realizara una decantación natural, de los sólidos en suspensión, en tanque y un posterior purgado de estos, después de traspasar el aceite a otro tanque limpio.

A la salida del decánter de primera extracción, el alperujo a la deshuesadora, que retira un 10% de la carga del alperujo, y después se pasa a una bomba de pistón para volver a entrar en la termobatidora de segunda extracción.

Después de pasar por la termobatidora a una temperatura superior (34°C) a la temperatura de las termobatidoras de primera extracción, para poder mejorar así la extracción de aceite en el alperujo se traspasa al decánter de segunda extracción a través de una bomba de masa.

Al salir del decánter de segunda extracción se observa un agotamiento de la pasta de un 1,8% de aceite, quedando en el alperujo del repaso un 1,2% muy difícil de extraer. Antes de pasar a la bomba de pistón se hace pasar el aceite por un tamiz vibrador, para eliminar los posibles sólidos que pudieran encontrarse a la salida del repaso.

A la salida del decánter de repaso, la fase oleosa pasa por un tamiz vibrador, con las mismas características que los usados en la primera extracción. Después pasa a la centrifuga para poder eliminar la humedad existente en este aceite (de peor calidad que el de primer extracción). De la centrifuga vertical, pasa a un recipiente de aclarado para recogida de aceite de centrifuga, en acero inoxidable, con dos senos y rebosaderos, con bomba de aceite a bodega y bancada y una potencia de 1 CV.

Hay que tener muy en cuenta que los aceites obtenidos de la segunda extracción no pueden ser mezclados con los obtenidos de la primera extracción. Estos aceites son almacenados en tanques diferentes y trasladados también mediante camiones cisterna a embotelladoras u otras empresas para su posterior utilización, pero sin la denominación de Aceite de Oliva Virgen[⊗].

A partir de ese momento el aceite de segunda extracción queda listo para ser enviado mediante camiones cisterna a otras plantas, ya sea para el procesado del mismo para obtener otros productos, o para su embasado y venta con la denominación[⊗] adecuada, según las propiedades que posea el aceite obtenido. Esto se podrá realizar mediante análisis de las distintas propiedades del aceite en laboratorios homologados y certificados.

3.10.3.4 Almacenamiento del aceite en la almazara

Las condiciones de almacenamiento de aceite son esenciales para mantener sus características de calidad (**Anexo XIII**).

Hay tres factores fundamentales que favorecen el proceso de deterioro de aceites que son: la luz, el aire y las altas temperaturas. Deberemos incidir sobre el control de cada una de ellas a fin de garantizar la conservación del aceite en perfectas condiciones.

Las bodegas deberán estar construidas de manera que la temperatura del aceite esté en torno a los 20 °C. Para lograr esto se deberán realizar construcciones

[⊗] Todo aceite producido en una almazara, por el método de dos fases anteriormente expuesto, antes de su salida de ella tiene la denominación de Aceite de Oliva Virgen. Solo a su salida se le da su nueva calificación, en función de las características que posea. (Normativa Europea sobre Cooperativas en Almazaras).

[⊗] La denominación del aceite obtenido de segunda extracción dependerá de lo que se obtenga en los análisis realizados al mismo en conjunto con las distintas denominaciones según propiedades del Codex Alimentarius.

adecuadas con aislantes térmicos que permitan reducir las diferencias térmicas, así como radiadores para subir las temperaturas en invierno.

Para reducir o eliminar el contacto con el aire se recomienda tapar todos los depósitos, inertizarlos, realizar los trasiegos por las bocas inferiores de los depósitos. A fin de minimizar el contacto con la luz, también se recomienda mantener tapados los depósitos.

Aunque los aceites vengan de una etapa de centrifugación, incluso una decantación, contienen cierta cantidad de humedad y de impurezas que decantan en el fondo del depósito, lo que implica la realización de un purgado, o trasiego frecuente de los depósitos a fin de evitar fermentaciones y que los aceites adquieran olores a mohos, etc.

El almacén debe seguir una serie de pautas para favorecer la conservación de los aceites almacenados:

- Las paredes, cubierta y/o techos deben tener aislamiento térmico para mantener una temperatura adecuada y uniforme a lo largo del tiempo con el menor coste posible.
- El almacén deberá estar dotado de un sistema de calefacción que mantenga durante el invierno una temperatura uniforme de unos 20-25 °C, que permita una maduración adecuada y no favorezca la oxidación.
- Utilizar materiales antideslizantes en el suelo, y paredes que permitan una fácil limpieza. La luminosidad debe ser moderada.
- El almacén debe estar separado de focos de olores extraños.

- Clasificar el aceite según criterios de calidad, por lo que se debe de disponer un número de depósitos que permita la separación.

La totalidad de los tanques necesarios en la almazara, será de 79 de primera extracción y 20 de repaso, es decir, 99 tanques de 55.000litros cada uno. Pero debido a la distribución del almacén se colocarán 100 tanques, esto me da 55.000 litros más, para almacenaje.

Se usará, para construcción de los tanques el acero AISI 304, que nos dará buenos resultados de calidad a un menor precio.

3.10.3.5 Emplazamiento e implantación de equipos

El emplazamiento de las líneas de limpieza será bajo un techado, al igual que las tolvas de almacenamiento, para evitar la entrada de agua en las máquinas, cintas transportadoras y las tolvas de almacenamiento, debido a la lluvia (fig.57. y fig.58.).



Fig.57. Zona de almazara cubierta.



Fig.58. Techado zona de limpieza y área de control de la zona de limpieza (izquierda, elemento blanco).

El emplazamiento de las líneas de extracción como de las de repaso se sitúan en un edificio, donde se contemplara la colocación de una sala de control donde se ubican los cuadros eléctricos de baja tensión y los ordenadores de control de la planta, y un edificio para la ubicación de la caldera (fig.59.).



fig.59.Edificio de las líneas de extracción.

La caldera se encontrará en una sala al norte de la planta y cerca de la zona de extracción, en ella estará la tolva de almacenamiento de orujillo para la alimentación de la misma (tolva de suministro automático a caldera).

Para el caso de la suciedad que se elimina en la limpieza de aceituna (7% - 15%) de hojas, ramas e incluso algo de barro u otro tipo de elementos sólidos (piedras, etc.) se almacenarán al aire libre en una zona delimitada en el patio de almazara donde cada cierto tiempo se realizará una recogida por parte de industrias dedicadas a la fabricación de compost u otro tipo.

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 de muy difícil evaluación, dada su dependencia de los sistemas de recolección utilizados. En peso, puede oscilar entre el 2% y el 15 % de la carga de aceituna, con una densidad del orden de 150-300 kg/m³.

Esto ya se realizara fuera de la planta, lo único que se debe seleccionar es, cada cuanto tiempo se debe recoger este residuo sólido vegetal.

Debido a que se genera al día 60 toneladas del mismo, se puede establecer una recogida del mismo por 12 camiones de 25.000 kg a la semana.

El almacenamiento se realiza en un área de 100 m² aproximadamente, ya que dependerá del área de patio de almazara disponible, ya que esta área no esta delimitada.

3.10.3.6 Caldera de almazara

La caldera, (**Anexo XIV**), en almazaras se utiliza para el calentamiento del agua para el encamisado de termobatidoras. Esta agua se calentará a 80 °C.

El agua de salida de la caldera, pasa por un intercambiador 1-2 para calentar el agua de consumo de la almazara, la temperatura de esta agua de salida deberá ser de 50 °C para entrar en las termobatidoras. El agua de salida de termobatidoras a 46,51 °C, se utiliza para calentar el agua de limpieza de las centrifugas verticales de 20 °C a 25 y después se aprovecha el calor residual para intercambio de calor en aerotermos (**Anexo XIII**) (entre 28-30 °C).

Este intercambiador regulara la temperatura de entrada de agua al circuito, para así poder mantener los equipos a las temperaturas estimadas.

Para la caldera, se utilizará como combustible el hueso o alperujillo obtenido de las deshuesadoras (**Anexo XIV**). El poder calorífico de este material es de PCI = 5.000 kCal/kg.

La caldera tendrá una potencia térmica útil de 900 kcal/h, un consumo de orujillo de 265 kg/h y un volumen de agua de 2,015 m³.

3.10.3.7 Tuberías y Accesorios

Las partes de un sistema de tuberías pueden agruparse en 4 grandes familias:

- Tuberías
- Accesorios
- Bridas
- Válvulas

Se seleccionaran los elementos del sistema de tuberías en función de: las dimensiones, calidad de los materiales de tuberías, accesorios, bridas y válvulas disponibles, para nuestro proceso, en el mercado.

Conociendo las características de los fluidos que se procesarán en la planta:

- Pasta de aceituna.
- Fase oleosa.
- Alperujo.
- Alperujillo.
- Aceite.
- Aguas de lavado de aceite.
- Agua.

Para una adecuada selección de la tubería, se utilizan tuberías de acero inoxidable 316 (AISI 316 g.). Debido a su menor coste y a que se ajustan perfectamente a los parámetros necesarios para el flujo de los fluidos anteriormente descritos (**Anexo XVIII**).

Para sistemas de tuberías de acero inoxidable, la norma de las dimensiones correspondientes sería la A.N.S.I. B36.19.

Para tuberías donde se produzca flujo de agua a temperatura menor a 100 °C y aceite a menos de 50 °C, se calcula un diámetro de tubería para cualquiera de los flujos de 90 mm de DN y un Schedule de 2,11 mm.

Si se estudian los accesorios necesarios en una planta se llega a la conclusión de que se deberán usar de casi todos los elementos (tes, bifurcaciones o-lets, codos, etc.), pero los que tendrán mayor importancia por las caídas de presión antes y después de los mismos, costes y seguimiento y control de los mismos, son:

- Bridas.
- Válvulas.

Para bridas se opta por una de cara plana (*flat face*) de la clase 150 lbs, por su mayor uso, facilidad de instalación y manejo, además de ser más económica que otras con sus mismas características.

Para el caso de las válvulas se seleccionan tres tipos:

- Válvula de control y retención:
 - Válvula de globo
 - Válvula de mariposa
- Válvulas de seguridad y alivio

Siendo las tres de acero inoxidable, por la norma ANSI 36.19, de 316 (AISI 316 g.) y con un rating de 150 lbs.

Las de control de globo y mariposa se usarán en el sistema de flujo de fluidos en la planta, por el contrario, las válvulas de seguridad-alivio, se utilizarán en los tanques de almacenamiento de aceite.

3.10.3.8 Tratamiento de aguas sucias de lavado de aceite

Las aguas sucias producidas por las cuatro centrifugas de primera extracción, las dos centrifugas de repaso, las aguas de salida de los decánter de repaso y las aguas de atrojado de los tanques de almacenamiento.

Se debe hacer una distinción entre aguas de salida de las centrifugas, tanto de las centrifugas de primera extracción como las centrifugas del repaso, y de aguas de salida de los decanters de repaso y de las aguas de atrojado.

Para las aguas de salida de centrifugas, realizando un estudio de su DBO y DQO a la salida de las mismas se podrá establecer su grado de contaminación. Si tanto la DBO como la DQO, están por debajo de los valores que impone la Junta de Andalucía (Normativas de contaminación de aguas (**Anexo I B**)), como máximos, para ser consideradas aguas contaminantes, serán enviadas al alcantarillado para su depuración en una planta depuradora de la zona, pagando un canon de vertido de aguas.

Por el contrario las aguas de salida de los decanters de repaso y de las aguas de atrojado tienen un alto poder contaminante, esto hace que se deba almacenarlas mediante bombeo a tanques, donde estarán almacenadas hasta que llegue un camión cisterna para recogerlas y llevarlas a una planta de tratamiento de aguas contaminantes.

Se procederá a una recogida diaria de estas aguas por un camión cisterna de una empresa para su envío a una planta de tratamiento de fluidos contaminantes.

Las dimensiones del tanque serán iguales a de los tanques de almacenado de aceite, pero con la salvedad de ser de un material más económico, ya que el producto a almacenar no tiene que permanecer inerte.

Se deben tener alejados estos tanques de las etapas de procesado de la almazara. Este punto es muy importante, porque cualquier fuga de uno de estos tanque provocaría la contaminación de toda la planta y por tanto la contaminación de la producción.

Para almacenar las aguas de limpieza de salida de los decaners de repaso y de los flujos producidos en el atrojado de las tolvas de almacenamiento se bombearán hacia tanque de almacenamiento de aguas residuales. Este tanque deberá tener unas dimensiones de:

- Caudal de aguas sucias de salida de decánter de repaso: 351,9 toneladas/día = 331,98 m³/día.
- Caudal de aguas de atrojado: 99 litros/día = 0,099 m³/día.
- Caudal total de aguas residuales: 332,08 m³/día.

Se seleccionará un tanque de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de aguas residuales de 13,5 metros de diámetro y 8,1 metros de altura con una capacidad de 1.226 m³ (**Anexo XIX A** y **Anexo XIX B**).

Cada día se procederá a la retirada de estas aguas de los tanques por medio de camiones cisterna de una empresa concertada de tratamiento de aguas contaminantes. Se procederá a la retirada de aguas cada 4 días.

El bombeo de esta agua a los tanques se producirá mediante bombas centrifugas portátiles.

Los Tanques de vidrio fusionado al acero son empernados y sellados con un compuesto humedecido de poliuretano.

4. CONCLUSION DEL PROCESO

Como se ha visto a lo largo del desarrollo de este texto, se ha intentado dar una exposición clara y sencilla del funcionamiento de una industria tan importante en nuestro país como es la producción de aceite de oliva, desde un punto de vista de la calidad y de la mejora continua.

Ha habido referencias, en los apartados anteriores, al concepto de la calidad del aceite de oliva, y se ha puesto de manifiesto que ésta, tiene numerosas caras, desde el cumplimiento de parámetros físico-químicos y químicos, el análisis de los caracteres sensoriales, la satisfacción que pueden producir a los consumidores, la seguridad higiénico-sanitaria, etc.

Todos los esfuerzos que las empresas del sector hacen en este sentido no tendrán gran trascendencia si no se les reconocen. Los sistemas de calidad recomendados están orientados a la homologación de las instalaciones, de los procesos, de productos, de gestión, en los que se encuentran implicados todo el personal de la empresa y todas sus actividades.

Los organismos internacionales se ocupan de elaborar unas normas que son reconocidas, que respaldan a las empresas que las ponen en práctica y que facilitan el intercambio comercial de bienes y servicios tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

Para este tipo de industria, sobre todo como actualmente se encuentra en Andalucía (la mayor productora), las aplicaciones de este tipo de sistemas de mejora es más lento debido a que las industrias de elaboración son, en general, cooperativas de una gran multitud de socios con diferentes cotas de producción, siendo estas normalmente pequeñas. Esto dificulta el seguimiento del producto desde la parcela donde se ha recogido hasta la planta y de ahí al aceite producido por esta aceituna.

Por estos motivos, la Unión Europea ha establecido una serie de ayudas y promociones a la mejora de instalaciones y a las implantaciones de sistemas de gestión integrados con la trazabilidad, la calidad, medioambiente y seguridad e higiene.

En la actualidad la mayoría de las almazaras se encuentran en un periodo de adaptación a estas necesidades de gestión integrada para productos alimentarios, para poder ampliar su difusión en el futuro, tanto en mercados donde ya están introducidas, y son competitivas (tanto en precio como en calidad), como en mercados nuevos, donde el hueco esta ocupado por otros países productores, e incluso de estudiar nuevos mercados todavía vírgenes.

ANEXOS A LA MEMORIA

5.1 ANEXO I (A)

5.1.1 CARACTERÍSTICAS ACEITE DE OLIVA

Índices y componentes del aceite de oliva en algunas variedades[⊗]

VARIEDAD	ÍNDICE DE MADUREZ	ÁCIDOS GRASOS							TOCOFEROLES	POLIFENOLES	ESTABILIDAD	K ₂₇₀	K ₂₂₅
		C16	C'16	C18	C'18	C''18	C'''18	C20	Vitamina E	P.F.	RACIMÁTICA ER.		
ESPAÑOLAS													
Picual	2,80	11,51	1,24	2,80	78,93	3,87	1,16	0,38	322	790	171,9	0,19	0,31
Hojiblanca	2,98	11,72	0,99	3,05	69,04	12,76	1,68	0,31	463	209	40,9	0,10	0,15
Cornicabra	2,08	13,69	1,74	2,77	75,43	4,32	1,32	0,52	193	809	148,3	0,19	0,47
Lechín	2,64	12,99	1,03	1,77	69,25	12,58	1,40	0,34	191	766	72,4	0,16	0,55
Arbequina	1,84	17,33	1,91	1,58	62,30	14,97	1,14	0,34	237	195	46,1	0,10	0,16
Picudo	2,38	14,67	2,06	1,42	66,60	12,28	1,84	0,28	426	445	45,8	0,16	0,09
Empeltre	3,06	13,23	1,33	1,83	61,97	19,22	1,63	0,33	340	195	29,0	0,06	0,14
Manzanilla	3,33	14,45	2,37	3,38	68,19	9,04	1,38	0,50	287	545	80,0	0,14	0,29
Lechín-Granada	2,54	13,92	1,16	2,88	70,10	9,93	1,38	0,45	367	423	58,2	0,15	0,43
EXTRANJERAS													
Frantoio	2,18	13,73	1,45	1,88	72,17	9,09	1,15	0,34	253	359	58,2	0,11	0,28
Negrinha	2,76	12,64	1,41	1,96	76,23	6,00	1,32	0,42	258	381	74,9	0,11	0,44
Coronoeiki	1,16	12,77	1,18	2,05	76,01	6,20	1,24	0,38	321	637	106,9	0,20	0,54
Chetoui	1,28	13,45	0,52	2,27	64,80	16,97	1,41	0,43	510	1347	64,6	0,23	0,95
Picholine Marocaine	2,94	9,29	0,92	2,61	72,89	12,11	1,69	0,31	260	791	78,0	0,21	0,30

[⊗] Obtención del Aceite del Oliva Virgen, Civantos L., 1992 Ed. Agrícola Española.
Anexo I (A)

5.2 ANEXO I B

5.2.1 MANUAL SOBRE PRODUCCIÓN INTEGRADA EN OLIVAR EN ANDALUCÍA

5.2.2 ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. MARCO NORMATIVO

2.1 Ámbito europeo y nacional

2.2 Comunidad Autónoma de Andalucía

2.3 Reglamentos específicos del sector oleícola

3. CULTIVO DEL OLIVAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA

3.1 Prácticas agronómicas

3.2 Nuevas plantaciones

3.3 Enmiendas y fertilización

3.4 Control integrado de plagas y enfermedades

3.5 Recolección

4. OBTENCIÓN DE ACEITE EN PRODUCCIÓN INTEGRADA

4.1 Transporte, manipulación, molturación y envasado

4.1.1 Transporte del fruto y contenedores

4.1.1.1 Transporte del fruto

4.1.1.2 Contenedores y receptáculos de vehículos

4.1.1.3 Recepción de aceitunas e instalaciones

- 4.1.1.3.1 Recepción de aceitunas**
- 4.1.1.3.2 Instalaciones y recepción**
- 4.1.2 Acondicionamiento del fruto, pesada, toma de muestras y control de calidad**
 - 4.1.2.1 Acondicionamiento del fruto**
 - 4.1.2.2 Pesado, toma de muestras y control de calidad**
- 4.1.3 Almacenamiento de la aceituna e instalaciones**
 - 4.1.3.1 Almacenamiento de la aceituna**
 - 4.1.3.2 Instalaciones de almacenamiento de aceituna**
- 4.1.4 Preparación de la pasta, molturación y extracción**
 - 4.1.4.1 Condiciones generales**
 - 4.1.4.2 Molturación**
 - 4.1.4.3 Preparación de la pasta**
 - 4.1.4.4 Instalaciones de preparación de pasta, molturación y extracción**
- 4.1.5 Separación de fases sólidas**
 - 4.1.5.1 Instalaciones de la separación de fases sólidas**
- 4.1.6 Separación de fases líquidas**
 - 4.1.6.1 Condiciones generales**
- 4.1.7 Almacenamiento, envasado y transporte de aceite**
 - 4.1.7.1 Condiciones generales**
 - 4.1.7.2 Instalaciones para el almacenamiento, envasado y transporte de aceites**
- 4.2 Identificación y Trazabilidad**
 - 4.2.1 Condiciones generales**
- 4.3 Instalaciones generales**
 - 4.3.1 Condiciones generales**
 - 4.3.2 Materiales**
 - 4.3.3 Características constructivas, de diseño y mantenimiento**
 - 4.3.3.1 Condiciones generales**
 - 4.3.3.2 Ventilación**

- 4.3.3.3 Iluminación**
 - 4.3.3.4 Desagües**
 - 4.3.3.5 Superficies**
 - 4.3.3.6 Zonas de almacenamiento**
 - 4.3.3.7 Suministro de agua**
 - 4.4 Higiene y mantenimiento sanitario de las instalaciones**
 - 4.4.1 Plan de limpieza y desinfección**
 - 4.4.1.1 Condiciones generales**
 - 4.4.1.2 Evacuación de desperdicios industriales**
 - 4.5 Equipos**
 - 4.5.1 Condiciones generales**
 - 4.5.2 Diseño**
 - 4.5.3 Superficies de trabajo**
 - 4.5.4 Carretillas**
 - 4.5.5 Máquinas y herramientas**
 - 4.6 Personal**
 - 4.6.1 Formación**
 - 4.6.2 Buenas prácticas de higiene y manipulado**
 - 4.6.3 Salud y seguridad**
 - 4.7 Control de calidad.**
 - 4.7.1 Calidad del producto**
 - 4.7.2 No conformidades**
 - 4.7.3 Reclamaciones de los clientes**
- 5. Control y seguimiento del programa de actuación**

1. INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación de la sociedad por la seguridad alimentaria y por el medio ambiente, especialmente el respeto a la biodiversidad y la lucha contra la erosión, exige tanto de la Administración Agraria como del sector científico, el diseño y fomento de técnicas de producción que respondan a las demandas de calidad, respeto al medio ambiente y rentabilidad de las explotaciones.

Estas demandas se satisfacen con la Producción Integrada que es el sistema agrícola de obtención de alimentos y otros productos derivados, que optimiza los recursos y los mecanismos de producción naturales, asegurando a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos biológicos de control, químicos y otras técnicas que compatibilizan las exigencias de la sociedad, la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, así como las operaciones realizadas para la manipulación, envasado, transformación y etiquetado de productos vegetales acogidos al sistema.

La FAO define en el año 1967 la Producción Integrada como *"el sistema de protección contra los enemigos de los cultivos que teniendo en cuenta la dinámica de las poblaciones de las especies consideradas, utiliza todos los medios y técnicas apropiadas, de forma tan compatible como sea posible, con el fin de mantener las poblaciones de las plagas a un nivel suficientemente bajo, para que las pérdidas ocasionadas sean económicamente tolerables"*.

La llamada Lucha Integrada o Control Integrado de plagas y enfermedades puede considerarse como el punto de partida y pilar básico de la Producción Integrada.

En la Directiva (CEE) del Consejo, de 15 de julio de 1991 (91/414/CEE), se define la Lucha Integrada como *"La aplicación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o selección de vegetales de modo que la utilización de productos*

fitosanitarios químicos se limite al mínimo necesario para mantener la población plaga en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde el punto de vista económico". Sin embargo la Producción Integrada es un concepto más amplio que se aplica a todo el conjunto de prácticas agrícolas con el objetivo de lograr una agricultura sostenible.

La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) concreta la Producción Integrada como "*el sistema de producción sostenible de alimentos de alta calidad, mediante métodos respetuosos con el medio ambiente y manteniendo los ingresos de la explotación*". Sus objetivos son la conservación de recursos (edafológicos, hidráulicos, genéticos), el uso racional de insumos (energéticos, fitosanitarios, fertilizantes), la gestión adecuada de residuos, tanto sólidos como líquidos y la conservación y mejora del medio ambiente (paisajes, ecosistemas, seguridad e higiene de la población rural, etc). Esta es la filosofía que inspira los sistemas de Producción Integrada.

A pesar del progresivo interés que manifiestan estas definiciones en el empleo de prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente, no existe ninguna normativa específica europea que regule la Producción Integrada. La legislación europea sobre sistemas de producción compatibles con el medio ambiente y su régimen de ayudas se recogen básicamente en el Reglamento (CE) N° 1257/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999 sobre la ayuda al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agrícola (FEOGA).

Actualmente, en el ámbito nacional, el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, regula la producción integrada de productos agrícolas. Con el fin de incorporar determinados aspectos básicos del Real Decreto se elabora en Andalucía el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados.

Para el cultivo del olivar, el Reglamento Técnico Específico que regula las prácticas agronómicas se aprobó mediante la Orden de 18 de julio de 2002 de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. En base a esta normativa, se estructuran dichas prácticas en obligatorias, prohibidas y recomendadas.

Posteriormente se aprueban otros dos Reglamentos Específicos de Producción Integrada en Andalucía; uno para la obtención de aceite de oliva (Orden de 24 de octubre de 2003) y otro para las industrias de obtención de aceituna de mesa (Orden de 16 de junio de 2004), ambos elaborados por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Estos reglamentos vienen a completar la normativa necesaria para abarcar todo el proceso productivo relacionado con el aceite de oliva y la aceituna de mesa.

En cuanto a la autorización de las identificaciones y distintivos de garantía y, particularmente, de la Marca de Garantía de Producción Integrada de Andalucía y los mecanismos adecuados de gestión y control de estas producciones mediante entidades de certificación independientes, debidamente autorizadas, que garanticen su trazabilidad, queda regulado en Andalucía mediante el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, ya mencionado.

En los siguientes capítulos se profundiza en la normativa citada y se recogen los pasos a seguir tanto por agricultores y técnicos, como por las almazaras y las industrias de aderezo en la incorporación o adaptación de su proceso productivo a las condiciones y exigencias de la Producción Integrada.

2. MARCO NORMATIVO

2.1 Ámbito europeo y nacional

Actualmente no existe ninguna normativa específica europea que regule la Producción Integrada. En el marco del Reglamento (CE) N° 1257/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999 sobre la ayuda al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agrícola (FEOGA) se encuadran las ayudas a la utilización de métodos de producción agraria compatibles con el medio ambiente, también denominadas ayudas agroambientales, que en el caso del olivar están destinadas tanto a la producción ecológica como a las explotaciones con parcelas sobre laderas o terrazas y banales localizadas en parcelas catastrales con pendiente superior al 8%.

En el ámbito nacional los antecedentes en la elaboración de unas normas de Producción Integrada son la Orden de 26 de Julio de 1983, por la que se establecían actuaciones de promoción de las Agrupaciones para Tratamientos Integrados de Agricultura (ATRIAS), (BOE de 5 de agosto de 1983), y la Orden de 17 de noviembre de 1989, por la que se establece un programa de promoción de la lucha integrada contra las plagas de los diferentes cultivos a través de las Agrupaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura (ATRIAS), (BOE n° 280 de 22 de noviembre de 1989).

En este momento, en el contexto nacional, la producción integrada de productos agrícolas viene regulada por el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, (BOE n° 287 de 30 de noviembre de 2002). El artículo 9 del citado Real Decreto establece la identificación de garantía nacional de producción integrada, que consiste en la expresión "producción integrada" y el logotipo que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación establezca.

Dicho logotipo se ha aprobado recientemente en la ORDEN APA/1/2004, de 9 de enero, por la que se establece el logotipo de la identificación de garantía nacional de producción integrada (BOE nº 9 de 10 de enero de 2004).

No existe en la actualidad normativa española específica sobre Producción Integrada en el olivar, siendo desarrollada dicha normativa por las Comunidades Autónomas.

2.2 Comunidad Autónoma de Andalucía

La Comunidad Autónoma andaluza es pionera en la implantación y regulación de la Producción Integrada.

Así en 1995 fue aprobado el **Decreto 215/1995, de 19 de septiembre**, sobre producción integrada en agricultura y su indicación en productos agrícolas, que crea la marca Producción Integrada de Andalucía (BOJA nº 125 de 26 de septiembre de 1995).

Posteriormente este Decreto es desarrollado en la **Orden de 26 de junio de 1996** (BOJA nº de 6 de julio de 1996) que establece los requisitos generales que deben cumplir las asociaciones que quieran acogerse a la Producción Integrada y hacer uso de la Marca de Garantía y las reglas generales válidas para todas las explotaciones integradas en dichas asociaciones.

Con el fin de incorporar determinados aspectos básicos del Real Decreto 1201/2002 y para realizar una regulación más detallada de la autorización de las identificaciones y distintivos de garantía y, particularmente, de la Marca de Garantía de Producción Integrada de Andalucía y, finalmente, establecer los mecanismos adecuados de gestión y control de estas producciones mediante entidades de certificación

independientes, debidamente autorizadas, que garanticen su trazabilidad, se elabora en Andalucía el **Decreto 245/2003, de 2 de septiembre**, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados (BOJA nº 174 de 10 de septiembre).

Este Decreto tiene por objeto, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Andalucía, la regulación de:

- Las normas de producción y requisitos generales que deben cumplir los *operadores* que se acojan a los sistemas de producción integrada de productos agrarios y sus transformados.
- El uso de las *identificaciones de garantía* que diferencien estos productos agrarios ante el consumidor y su control, así como la autorización de las entidades de certificación.
- El reconocimiento de las *Agrupaciones de Producción Integrada (API)*, y el fomento de este tipo producción agraria.

Posteriormente, el Decreto 245/2003 se desarrolla mediante la **Orden de 13 de diciembre de 2004** (BOJA nº 247 de 21 de diciembre).

2.3 Reglamentos específicos del sector oleícola

En cuanto a la normativa específica relacionada con el olivar en 1997 se publica el primer Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar mediante la **Orden de 12 de agosto de 1997** (BOJA nº 100 de 28 de agosto de 1997), reglamento que por **Orden de 18 de julio de 2002** ya ha sufrido una primera revisión, para adaptarse a los

nuevos conocimientos y a las demandas del sector (BOJA nº 88 de 27 de julio de 2002). Con esta normativa, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía regula las prácticas agronómicas en el cultivo del olivar estructurándolas en obligatorias, prohibidas y recomendadas.

Posteriormente se aprueba el **Reglamento específico** de producción integrada de Andalucía para **industrias de obtención de aceite de oliva**, mediante la **Orden de 24 de octubre de 2003** (BOJA nº 213 de 5 de noviembre de 2003).

3. CULTIVO DEL OLIVAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA

3.1 Prácticas agronómicas

El Reglamento Específico de Producción Integrada en Olivar recoge un conjunto de prácticas agronómicas clasificadas por temas en siete grupos; nuevas plantaciones, enmiendas y fertilización, manejo del suelo, poda, riego, control integrado de plagas y enfermedades y por último recolección. En cada uno de los grupos las prácticas se dividen a su vez en obligatorias, prohibidas y recomendadas.

3.2 Nuevas plantaciones

A la hora de crear nuevas plantaciones será **obligatorio**:

- Utilizar material vegetal exento de taques de ácaros, cóccidos, euzofera, glifodes, repilo, meloidogyne, verticilosis, tuberculosis y virosis. Ello queda garantizado mediante adquisición de plantas debidamente certificadas.
- Disponer las filas en el sentido que minimice la erosión en aquellas parcelas no abancaladas. En cuanto al marco de plantación la distancia entre líneas será como mínimo de 7 a 8 m y la distancia entre árboles será la necesaria para alcanzar las densidades recomendadas (entre 200 y 300 pies/ha) sin sobrepasar los 300 pies/ha.

Queda **prohibido**:

- Desinfectar lo suelos por métodos químicos.

- El cultivo asociado de otras especies distintas de olivar, con la excepción de los cultivos herbáceos utilizados como cubierta vegetal.
- Mezclar variedades distintas en la misma parcela homogénea, excepto en los casos de variedades polinizadoras.

Se **recomienda**:

- Utilizar material vegetal procedente de productores oficialmente autorizados, y obtenido por un método de enraizamiento bajo nebulización, con buen sistema radicular, formado por un solo eje con altura alrededor de un metro y una edad comprendida entre 1 y 1,5 años.
- Realizar la plantación en lomos con una altura de 0,50 m, aproximadamente, y 1 m de anchura en la parte superior, con pendiente suave hasta su base para evitar problemas de asfixia radicular en suelos con riesgo de encharcamiento.
- Densidades de plantación entre 200 y 300 pies/ha, respetando la distancia mínima entre líneas obligatoria.
- En suelos calizos con riesgo de clorosis férrica utilizar variedades tolerantes ('Nevadillo negro' y 'Cornicabra') y/o patrones tolerantes ('Hojiblanca', 'Cornicabra' y 'Nevadillo negro').
- En suelos salinos utilizar variedades tolerantes ('Picual', 'Lechín de Sevilla' y 'Arbequina').

- Realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel o situando las calles perpendiculares a la máxima pendiente.
- En plantaciones con riego utilizar variedades tolerantes a *Verticillium* (las variedades ‘Morisca’, ‘Empeltre’, ‘Manzanilla de Sevilla’, ‘Frantoio’ y ‘Oblonga’ son resistentes o moderadamente susceptibles al patotipo no defoliante de *Verticillium dahliae*).

3.3 Enmiendas y fertilización

Se fija como **obligatorio**:

- Realizar enmiendas orgánicas y minerales si proceden.
- Mantener el nivel de materia orgánica en el suelo.
- Realizar la fertilización mineral teniendo en cuenta las extracciones del cultivo⁶, el nivel de fertilidad del suelo, el estado nutricional de la planta⁷ y las aportaciones efectuadas por otras vías (agua, materia orgánica incorporada, etc.).
- Los análisis foliares se realizarán con carácter anual para conocer la respuesta de la planta al plan de abonado y corregir las carencias que puedan producirse. Se tendrán en cuenta los niveles críticos establecidos, con carácter orientativo ⁸.
- La toma de muestras de hojas se realizará a mediados de julio, de la siguiente forma:
 - 1) Seleccionar parcelas homogéneas representativas.

2) Muestrear de cada una de ellas 50 olivos tomados de forma aleatoria.

3) Elegir 4 hojas/árbol una por cada orientación, sanas, adultas y bien desarrolladas.

- En todo caso se deberá cumplir la normativa vigente, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación por nitratos de origen agrario.

Está **prohibido:**

- Superar, en el caso de secano, los 70 kg/ha de nitrógeno en olivar tradicional y los 100 kg, en olivar intensivo.
- Superar, en el caso de riego, los 120 y 150 kg, respectivamente, salvo en el caso de riego con alto contenido en cloruros y de cultivo con cubierta vegetal viva, en los que se seguirán las recomendaciones del técnico responsable.
- Aplicar los fertilizantes nitrogenados en los meses fríos del año (diciembre y enero) sobre suelo desnudo de vegetación.

Se **recomienda:**

- Alcanzar, mediante las correspondientes enmiendas orgánicas, el nivel de materia orgánica deseable, de acuerdo con las características físicas del suelo (secano 1% y regadío 2%).

- Aplicar los fertilizantes nitrogenados con el mayor grado de fraccionamiento posible.
- Alcanzar mediante las correspondientes enmiendas un pH comprendido entre 6,3 y 8,5.

Las extracciones, expresadas en kg/Tm de producción, se establecen en los cuadros de la figura 1 y 2:

NIVELES CRÍTICOS ORIENTATIVOS EN HOJAS DE OLIVO

ELEMENTO	Niveles nutritivos estándar sobre peso seco			
	Deficiente (MB)	Bajo (B)	Normal (N)	Alto (A)
N (%)	< 1,40	1,41 - 1,50	1,51 - 2,00	> 2,00
P (%)	< 0,05	0,06 - 0,09	0,10 - 0,30	-
K (%)	< 0,40	0,40 - 0,79	0,80 - 1,00	> 1,00
Ca (%)	< 0,30	0,30 - 1,00	> 1,00	-
Mg (%)	< 0,08	0,08 - 0,10	> 0,10	-
Mn (p.p.m.)	-	-	> 20	-
Zn (p.p.m.)	-	-	> 10	-
Cu (p.p.m.)	-	-	> 4	-
B (p.p.m.)	< 14	14 - 19	20 - 150	-

Para el Fe no es válido el análisis foliar como método de diagnóstico.

Fig.1. Cuadro de niveles críticos orientativos en hojas de olivo.

APLICACIÓN MÁXIMA DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA						
(Unidades de N/Unidad de producción).						
Cultivo	Unidad de Producción	N extraído Kg/Unidad de Producción	E (coeficiente de eficiencia)	N otros aportes Kg/Unidad de Producción	N aplicar Kg/Unidad de Producción	
Olivar Mesa						
Secano	Tm.	10	0.8	3	10	
Regadío	Tm.	20	0.7	15	14	
Olivar Almazara						
Secano	Tm.	20	0.8	3	14	
Regadío	Tm.	25	0.7	15	20	

De acuerdo con la Directiva Europea 91/676/CEE y el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, la cantidad específica máxima por hectárea de estiércol a aplicar al terreno será la que contenga 170 kg./año de nitrógeno.

Fig.2. Tabla de aplicación máxima de fertilización nitrogenada.

- En el caso de **carencias**, los tratamientos serán los siguientes:
 - **Nitrógeno:** Abonado del suelo y/o pulverización foliar de urea al 2-4%.
 - **Fósforo:** Pulverización foliar de fosfato monoamónico al 1-3%, teniendo en cuenta que no es compatible con las sales de cobre.
 - **Potasio:** Pulverización foliar de nitrato, cloruro o sulfato potásico al 2% o carbonato potásico al 1% corrigiendo el pH del caldo. Aplicar en primavera, verano y otoño, siempre que los árboles no padezcan estrés hídrico.

- **Magnesio:** Pulverización foliar de sulfato de magnesio al 2% empleando un mojante. Aplicación al suelo de 1-2 kg/árbol de sulfato de magnesio, en casos extremos.
 - **Hierro:** Inyección al suelo o mediante fertirrigación de quelatos Fe-EDDHA del 6% de hierro metal, a razón de 75-100 gr. de formulado por árbol. La inyección al suelo de fosfatos de hierro hidratados (vivianita) puede ser igualmente eficaz y persistente (3-4 años), una vez corregido el estado de clorosis aguda.
 - **Zinc y manganeso:** Pulverización foliar con sulfato de zinc o de manganeso a la dosis de 0,1-0,2%. Neutralizar el caldo con carbonato cálcico.
 - **Cobre:** Pulverización foliar con sales cúpricas, teniendo en cuenta que los tratamientos contra repilo resuelven el problema. **Boro:** Pulverización foliar de borato sódico al 0,5% antes de la floración o, mediante abonado del suelo, como abonado de fondo, en invierno, a la dosis de 200 gr/árbol, si el contenido del suelo fuese bajo.
- En secano, en especial, en suelos calizos y arcillosos, la aportación de fósforo y potasio, vía foliar.
 - La aplicación de fertilizantes nitrogenados a la salida del invierno incorporándolos cuando se prevean lluvias, y vía foliar, en años secos.
 - En fertirrigación, la distribución mensual de las necesidades totales se realizará de acuerdo con el Cuadro nº 3 del Reglamento Específico de Producción

Integrada de Olivar. En particular, durante los primeros años, se aplicará por vía foliar un 20-30% de las necesidades totales anuales de potasio, aportando el resto mediante fertirrigación en la forma indicada.

3.4 Control integrado de plagas y enfermedades

Es **obligatorio**:

- La estimación del riesgo en cada parcela se hará mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de las plagas y fauna útil, fenología del cultivo y condiciones climáticas, de acuerdo con la Estrategia de Control Integrado establecida en el Cuadro nº 5 del Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar.
- En la protección contra plagas y enfermedades se preferirán, siempre que sea posible, los métodos biológicos, biotécnicos, culturales, físicos y genéticos a los químicos.
- La aplicación de medidas directas de control de plagas se efectuará cuando los niveles poblacionales superen los umbrales orientativos de intervención establecidos en la Estrategia de Control Integrado (Cuadro nº 5 del Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar) y cuando la estimación del riesgo así lo indique en el caso de enfermedades.
- En el caso de resultar necesaria una intervención química, los productos fitosanitarios a utilizar serán exclusivamente los debidamente inscritos en el Registro Oficial correspondiente, formulados con las materias activas incluidas en la Estrategia de Control Integrado que han sido seleccionadas, entre las

autorizadas, de acuerdo con los criterios de menor impacto ambiental, mayor eficacia, menor clasificación toxicológica, menor problema de residuos, menor efecto sobre la fauna auxiliar y menores riesgos de fenómeno de resistencias.

- No obstante, si de la aplicación de los Reglamentos (CEE) de la Comisión que establecen las distintas fases del programa de trabajo, contempladas en el apartado 2 del artículo 8 de la Directiva 91/414/CEE, la Decisión de la Comisión fuera la no inclusión en el Anexo I, de la citada Directiva, de cualquiera de las materias activas que figuran en el presente Reglamento Específico, se considerarán excluidas automáticamente.
- Para la correcta aplicación de los tratamientos fitosanitarios se tendrán en cuenta las condiciones meteorológicas (temperatura, viento, iluminación, etc.).
- Debe protegerse la fauna auxiliar, en particular *Scutellista cyanea* y *Chrysoperla carnea*.
- La maquinaria utilizada en los tratamientos fitosanitarios se someterá a revisión y verificación periódica.

Está **prohibida**:

- La utilización de calendarios de tratamientos.

Se **recomienda**:

- Establecimiento de un inventario y valoración de la fauna auxiliar.

- Empleo de los métodos de control ecológicamente más respetuosos (culturales, físicos, biológicos, y biotecnológicos).
- En caso de tratamientos químicos:
 - Reducción del área tratada a focos o rodales cuando sea posible.
 - Alternancia de grupos químicos.

3.5 Recolección

Será **obligatorio**:

- En olivar de mesa, recolección manual ("ordeño") o mecanizada si no produce daño al fruto. La cosecha será transportada en cajas o contenedores adecuados.
- Tomar muestras en el período de recolección para analizar la posible presencia de residuos de productos fitosanitarios, garantizar que se han utilizado, exclusivamente, las materias activas incluidas en la Estrategia de Control Integrado y que se cumple lo establecido en la Legislación Española en relación con los LMR.

Está **prohibido**:

- Destinar a Producción Integrada frutos del suelo o procedentes de zonas o fincas gravemente afectadas por plagas y enfermedades que produzcan alteraciones en los frutos y pérdidas de calidad de los aceites.

- Aplicar herbicidas sobre frutos caídos al suelo que vayan a ser recolectados.
- En olivar de almazara, vareos que rompan ramas y derriben un exceso de brotes, que no deberán ser superiores al 10-15% en peso de la cosecha de frutos. En olivar de mesa, el vareo bajo ninguna circunstancia.
- Almacenamiento de frutos en la propia explotación.
- Transporte de frutos en sacos de plástico.

Se **recomienda**:

- Iniciar la recolección en el momento idóneo en función del previsible periodo de recogida, de modo que la mayor parte de la cosecha se haga en el momento óptimo. En olivar de almazara, empezar la recolección con índice de madurez 3, para que la gran mayoría de los frutos se cosechen en índice 4. En olivar de mesa, efectuar la recolección, como máximo, con índice 1 (Cuadro nº 6 del Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar).
- En olivar de almazara:
 - Recolecciones lo más tempranas posibles, evitando recolecciones tardías que puedan afectar negativamente a la calidad del aceite y a la cosecha del año siguiente.
 - Empleo de vibrador u ordeño de la cosecha.

4. OBTENCIÓN DE ACEITE EN PRODUCCIÓN INTEGRADA

4.1 Transporte, manipulación, molturación y envasado

4.1.1 Transporte del fruto y contenedores

4.1.1.1 Transporte del fruto

Es obligatorio:

- Realizar el transporte separado de frutos en función de su calidad (suelo, vuelo, etc.).
- Utilizar métodos que permitan mantener intacta la integridad del fruto y aseguren la respiración de la aceituna.

Queda prohibido:

- El transporte de cualquier material diferente a la aceituna: personas, herramientas, maquinaria.
- Utilización de sacos.

Se recomienda:

- Evitar sobrepresión en transporte a granel en remolques, que serán preferentemente basculares y sin que el fruto alcance gran altura.

- Utilización de cajas apilables, de capacidad reducida, que permitan la respiración del fruto.

4.1.1.2 Contenedores y receptáculos de vehículos

Es **obligatorio:**

- Que los contenedores y receptáculos de los vehículos utilizados para transportar las aceitunas se encuentren limpios y en condiciones adecuadas de mantenimiento, a fin de proteger de la contaminación de forma que permitan la limpieza o desinfección adecuadas.
- Cuando se haya utilizado receptáculos de vehículos o contenedores para el transporte de otra cosa distinta de las aceitunas o para el transporte de productos alimenticios distintos, deberá procederse a una limpieza eficaz entre las cargas para evitar el riesgo de contaminación.

Se **recomienda:**

- Establecer en el sistema de limpieza o mediante un protocolo las operaciones y periodicidad de limpieza de receptáculos y contenedores, así como datos del productor y transportista, conservándose los registros de las limpiezas efectuadas.

4.1.1.3 Recepción de aceitunas e instalaciones

4.1.1.3.1 Recepción de aceitunas

Será **obligatorio**:

- Realizar una declaración de responsabilidad del agricultor de identificación de los frutos procedentes de parcelas acogidas a Producción integrada.
- Tener un registro de partidas que entran, en el que figure: producto, cantidad, unidad de cultivo con tratamiento homogéneo de origen.
- Las entregas de aceitunas deben estar perfectamente diferenciadas; las procedentes de “suelo” de las de “vuelo”.
- Los vehículos que lleguen a las instalaciones deberán estar en adecuadas condiciones de higiene y cargados exclusivamente con aceitunas.
- Realizará una inspección visual de las partidas de aceituna aportadas a la almazara.
- Establecer un sistema para la verificación del índice de madurez y la calidad de los productos entrantes.
- Existirá un registro de incidencias en caso de incumplimiento. Las partidas que no cumplan los requisitos anteriores deben dejar de considerarse como productos de Producción integrada, recogándose en un procedimiento interno las posibilidades de otros cauces de comercialización.

Queda **prohibida**:

- La aceptación de frutos procedentes del suelo o que presentes algún tipo de deterioro que comprometa la calidad del aceite.

Se **recomienda**:

- Recolección temprana, una vez finalizada la lipogénesis.
- Toma de muestra de fruto sistematizada para la realización de determinaciones analíticas de calidad.
- Establecer un límite en el índice de madurez en el fruto para su aceptación.

4.1.1.3.2 Instalaciones de recepción

Es **obligatorio**:

- Utilización de tolvas de recepción que permitan una adecuada circulación del fruto y cuya capacidad no supere 20 toneladas.
- No se deben almacenar productos químicos, ni desechos en la zona de recepción de aceitunas.
- Separación real, definida y señalizada de líneas de recepción, limpieza y almacenamiento para aceitunas recibidas procedentes de Producción integrada.

- Pulcritud permanente en las zonas de recepción.
- Utilización de cintas transportadoras provistas de bandas de calidad alimentaria.
- Se dispondrá de un túnel de lavado y desinfección de cajas de campo en su caso, en local separado de las otras instalaciones de recepción.
- Las zonas de maniobra de los vehículos estarán pavimentadas, tendrán suficiente amplitud para la carga y descarga y con evacuación de las aguas pluviales.
- Las alternativas de recepción tendrán en cuenta las posibles adversidades climatológicas disponiendo de las oportunas protecciones para evitar el deterioro de la aceituna.

Está **prohibido**:

- Utilización de tolvas de recepción abiertas en tránsito.
- Recubrimiento interior de las tolvas de recepción con pinturas (excepción en las pinturas de calidad alimentaria).
- Utilización de aceites y lubricantes no alimentarios en aquellos elementos de los sistemas hidráulicos que puedan contaminar o entrar en contacto con los productos primarios.

Se **recomienda**:

- Utilización de tolvas de recepción construidas en material inerte.

- Diseño de tolvas que eviten, al máximo, el deterioro del fruto.

4.1.2 Acondicionamiento del fruto, pesada, toma de muestras y control de calidad

4.1.2.1 Acondicionamiento del fruto

Es obligatorio:

- Pasar los frutos, en su acondicionamiento, sólo por la limpiadora y la despalladora. En casos excepcionales se podrá realizar un pequeño lavado, garantizándose la limpieza del agua y el escurrido, dejando registros de las causas y partidas afectadas, así como de las condiciones del lavado efectuado (datos del agua, tiempo lavado, escurrido, etc.).

Está prohibida:

- La utilización de aguas sucias en el lavado del fruto.

Se recomienda:

- No lavar el fruto del árbol, salvo incidencias especiales y siempre con agua limpia en circuito abierto.

4.1.2.2 Pesado, toma de muestras y control de calidad.

Es obligatorio:

- Una vez limpiada y/o lavada en su caso la aceituna se procede a la toma de muestras y a su pesada, debiendo existir registros que garanticen la identificación de las muestras y las partidas recibidas.
- Todas las partidas recibidas deben tener un control de calidad, anotándose los datos del mismo en un registro que acompañará al muestra y que deberá conservarse, debiendo existir un procedimiento de toma de muestras que garantice la representatividad y que garantice la representatividad y que incluya circunstancias y situaciones excepcionales que pudieran producirse (variedad, sanidad, limpieza, etc.).
- Las determinaciones analíticas mínimas serán: humedad y contenido de aceite de éste, debiéndose conservar registro de los datos de las determinaciones efectuadas o boletín de análisis de cada muestra.

Se recomienda:

- Realizar determinaciones analíticas de acidez.

4.1.3 Almacenamiento de la aceituna e instalaciones

4.1.3.1 Almacenamiento de la aceituna

Es obligatorio:

- Realizar la molturación del fruto antes de 24 horas.

- En el caso de que las entregas de aceitunas se realicen en cajas de campo, éstas deben estar en adecuado estado de limpieza. La limpieza debe realizarse periódicamente con productos autorizados por la industria alimentaria.
- La evacuación de los desechos se realizará en recipientes exclusivos para este fin, que se limpiarán periódicamente.

Está **prohibido**:

- El atrojado del fruto.

4.1.3.2 Instalaciones de almacenamiento de aceituna

Es **obligatorio**:

- Almacenamiento en tolvas cuya capacidad no exceda del 50% de la capacidad nominal de la línea o líneas que alimenten.
- Utilización de tolvas de almacenamiento cuyo diseño permita una adecuada circulación de la aceituna.
- Empleo de vibradores que faciliten la salida del fruto almacenado.
- Utilización de cintas transportadoras provistas de bandas de calidad Alimentaria.
- Limpieza sistemática de las tolvas de almacenamiento.

- Instalación de mecanismos que eliminen posibles elementos metálicos que se puedan encontrar en el fruto.
- La zona de almacenamiento de desechos deberá limpiarse según lo establecido en el plan de limpieza.

Está prohibida:

- La utilización de tolvas de gran capacidad para el almacenamiento del fruto. Límite de 50 Tm de capacidad / tolva. La utilización de palas cargadoras o cualquier mecanismo de alimentación, almacenamiento u otros elementos que no preserven la integridad del fruto.

Se recomienda:

- Utilizar tolvas de almacenamiento en acero inoxidable.
- Utilizar sinfines de acero inoxidable.

4.1.4 Preparación de la pasta, molturación y extracción

4.1.4.1 Condiciones generales

Es obligatorio:

- Realizar una limpieza sistemática de los sinfines de alimentación de aceituna a molinos o masa a batidoras.

- Limpieza permanente de los molinos utilizando exclusivamente agua caliente a presión.
- Control de la temperatura de batido.
- Control del tiempo de batido.
- En las almazaras que no producen la totalidad del aceite de aceituna de Producción Integrada realizarán una limpieza exhaustiva en la línea de molturación y batido, previamente al proceso de elaboración con aceitunas de Producción Integrada, debiéndose dejar registradas las condiciones y características de la limpieza efectuada.

Está prohibido:

- Incorporar a la masa de aceituna, finos y sólidos, procedentes de tamices u otras partes del proceso, así como cualquier materia extraña a la masa de aceituna no autorizada.
- Sobrepasar los 35°C de temperatura en la pasta la final del batido.
- Superar las dos horas de batido.
- Adiciones de coadyuvantes por encima de las dosis recomendadas.

Se recomienda:

- Reducir al máximo el transporte de masa de la molienda al batido.
- No adicionar agua en el batido, salvo casos extremos.
- Control de temperatura de batido durante su realización.
- Temperatura final de la masa batida igual o inferior a los 30° C.
- Tiempo de batido comprendido entre los 60 y los 90 minutos.
- Dosificaciones de M.T.N. (microtalco natural) no superiores al 2% y siempre adecuadas al estado del fruto.

4.1.4.2 Molturación

Es **obligatorio:**

- La molturación debe hacerse en el mismo día de la recepción de la aceituna y como máximo dentro de las 24 horas desde la recepción de la aceituna.

Se **recomienda:**

- Realizar la extracción del aceite por un procedimiento continuo.

4.1.4.3 Preparación de la pasta

Es **obligatorio:**

- Limpieza permanente de la batidora.

- Limpieza integral de la batidora en caso de interrupción o parada del proceso de elaboración.
- Utilización exclusivamente de coadyuvantes autorizados.
- Utilización de agua potable y de buenas características de calidad.
- Adicción de coadyuvantes con dosificadores y en las primeras fases del batido.

4.1.4.4 Instalaciones de preparación de pasta, molturación y extracción

Es **obligatorio**:

- Utilización de materiales inertes en los elementos del molino en contacto con la masa de aceituna.
- Utilización de acero inoxidable en todos los componentes de la batidora en contacto con la masa de aceituna.
- Utilización de batidoras con mecanismos que impidan la formación de corrientes de masa.
- Instalación de protecciones en las batidoras que impidan la incorporación, incluso accidental de materias extrañas a la masa en el batido.
- Utilización de material alimentario en raederas.

Está **prohibida**:

- Utilización de grasa y aceites no alimentarios en cualquier mecanismo de la batidora.
- Adicción de coadyuvantes sin dosificador.

Se **recomienda**:

- Sistema de descarga total de la batidora en caso de interrupción del proceso.

4.1.5 Separación de fases sólidas

4.1.5.1 Instalaciones de la separación de fases sólidas

Es **obligatorio**:

- Separación de líquidos de primera y segunda presión, con líneas de circulación y decantación diferenciadas.
- Dosificadores automáticos de masa.
- Utilización de estatores de calidad alimentaria en las bombas de inyección de masa.
- Utilización de mangueras para inyección de masa con certificado de calidad alimentaria.

Se **recomienda**:

- Utilización de conducciones de caldos cerradas.
- Dotar a los sistemas de doble caudalímetro para dosificar en dos o tres fases.

4.1.6 Separación de fases líquidas

4.1.6.1 Condiciones generales

Es **obligatorio**:

- Limpieza periódica de los componentes de las centrífugas verticales.
- Temperatura del agua de adición sin sobrepasar los 35°C y manteniendo el gradiente positivo de temperaturas desde la batidora a la centrífuga vertical.
- Control de la relación de caudales agua/aceite, sin sobrepasar la relación 1:1.
- Control de potabilidad del agua de lavado.
- Sangrado diario de los pozuelos o decantadores.
- Capacidad adecuada de decantación, no menor de 6 horas en centrifugación y de 36 horas en decantación por gravedad.
- Separación de la sala de decantación del resto de las dependencias de la almazara o utilización de decantadores cerrados.

Está **prohibido**:

- Reutilización de agua de lavado en la centrifugación de líquidos.
- Empleo de detergentes y desengrasantes no autorizados y homologados en la industria agroalimentaria en la limpieza de pozuelos y centrífugas verticales.
- Centrifugación cruzada en tres fases.
- Práctica de múltiples centrifugaciones para acondicionamiento sensorial de aceites.

Se **recomienda**:

- Temperatura de la sala de decantación en torno a los 20/22°C.

4.1.7 Almacenamiento, envasado y transporte de aceite

4.1.7.1 Condiciones generales

Es **obligatorio**:

- Los aceites se almacenarán en depósitos separados según calidades.
- Los depósitos y envases para el aceite de utilizarán exclusivamente para este fin.
- La maquinaria empleada para el envasado del aceite debe ser de acero inoxidable y de fácil limpieza.

- En la zona de almacenamiento de los envasados no se deben almacenar productos químicos, ni desechos.
- El producto debe estar almacenado a la temperatura tal que no lo deteriore.
- Antes de cargar, todos los recintos de transporte deben encontrarse limpios, en buen estado y exentos de olores y objetos extraños.
- Limpieza sistemática de depósitos y conducciones de aceites.
- Limpieza permanente de la bodega.

Está **prohibido:**

- Almacenar en bodega cualquier producto distinto al aceite.
- Limpieza de depósitos y conducciones con productos no homologados para industrias alimentarias.

Se **recomienda:**

- No realizar trasiegos sucesivos.
- Mantener la temperatura en bodega en torno a los 18/20° C.
- Utilización de inertizantes en los depósitos.
- Utilización de borboteo de gas inerte para la homogeneización de aceites.

4.1.7.2 Instalaciones para el almacenamiento, envasado y transporte de aceites

Es **obligatorio**:

- Los envases y materiales de envasado deberán reunir los requisitos establecidos en la legislación vigente.
- Depósitos contruidos en material inerte con formas que permitan y aseguren un sangrado eficaz, dotados de mecanismos de limpieza, llenado por el fondo y sistema de muestreo.
- Depósitos de tamaño adecuado a la producción de la almazara y nunca de capacidad superior al 10% de la producción total.
- El revestimiento y conservación de depósitos se realizará de forma periódica y con materiales autorizados para productos alimentarios.
- Sistema de tuberías de carga y descarga, contruidas en material inerte y con pendientes adecuadas para su completo vaciado.
- Las zonas de almacenamiento de envases y materiales de envasado estarán claramente diferenciadas de la zona de envasado y manipulación.
- Bodega en edificio independiente y alejada de fuentes de olores no deseables.
- Paramentos verticales y horizontales de materiales impermeables y de fácil limpieza.

- Bodega aislada térmicamente.

Está **prohibido:**

- Depósitos de hierro sin revestir.
- Depósitos abiertos.
- Depósitos aéreos.
- Utilización de trujales sin revestimientos inertes.
- Iluminaciones que puedan afectar a los aceites.

Se **recomienda:**

- Utilización de depósitos de acero inoxidable para el almacenamiento del aceite.
- Envasar el aceite en envases de cristal o enlatado.
- Disponer de un sistema manejable para mantener una buena rotación y control de las existencias.
- Bodega para aceites de Producción Integrada separados físicamente del resto de los aceites.
- Filtrado y envasado de los aceites en local independiente de la bodega.

4.2 Identificación y Trazabilidad

4.2.1 Condiciones generales

Es **obligatorio**:

- En cada centro de recepción y/o manipulación deben existir registros de control y albaranes de entrada, en los que figure el producto, cantidad, parcela de origen, unidad de cultivo con tratamiento homogéneo y fecha de entrada, firmado por la persona que realiza la entrega.
- Las empresas que no obtienen la totalidad del aceite sujeta a este reglamento para su control y certificación, tendrán además que cumplir:
 - Debe existir un registro documentado e implantado de identificación y Trazabilidad de los productos para garantizar la separación, desde el olivar hasta la entrega del aceite al cliente.
 - Deben quedar claramente diferenciadas las cajas de campo empleadas para la recolección o transporte de productos amparados por esta norma, no pudiéndose emplear estas para otros productos.
 - Deberá quedar claramente definido el intervalo de tiempo durante el cual se obtendrá cada tipo de producto esté o no acogido a la Producción integrada, lo cual debe ser conocido por todo el personal implicado en el proceso.

- Las líneas de extracción deberán ser limpiadas completamente de producto de origen distinto a Producción integrada, antes de proceder a la obtención de aceite de oliva amparado por esta norma.
- Los productos amparados por esta norma serán identificados y tratados en todo momento del proceso técnico, administrativo y de comercialización como producto distinto del resto de los productos obtenidos por la empresa.

Está prohibido:

- No podrán comercializarse como productos amparados por esta norma, productos procedentes de parcelas que no cumplan en toda su producción las normas y Reglamentos de Producción integrada que le afecten.

Se recomienda:

- Que la empresa implante un sistema que permita identificar la unidad de cultivo de origen de las producciones comercializadas.

4.3 Instalaciones generales.

4.3.1 Condiciones generales

4.3.1.1 Materiales

Es obligatorio:

- Todos los materiales que se usen en las instalaciones deben ser aptos para uso alimentario, adaptándose a las distintas especificaciones y necesidades, según el Código Alimentario Español y normativa vigente. Materiales poliméricos autorizados serán inocuos y no deberán transmitir a los aceites propiedades nocivas ni cambiar sus características organolépticas.

Está prohibido:

- Todos los especificados en el Código alimentario Español (Art.2.04.03) y normativa vigente. Se indica los más importantes: el hierro cromado en las instalaciones para agua potable, el plomo y las soldaduras con aleaciones de estaño-plomo.

Se recomienda:

- Se utilizará de forma general aceros inoxidable austeníticos que resistan el ataque de detergentes y soluciones esterilizadoras.

4.3.2 Características constructivas, de diseño y mantenimiento

4.3.2.1 Condiciones generales

Es obligatorio:

- Todas las superficies en contacto directo con la aceituna o el aceite extraído debe ser fácilmente accesibles o desmontables para la comprobación de su estado de limpieza.

- En toda instalación, tuberías, válvulas, depósitos, etc. Debe asegurarse que el escurrido por gravedad sea total.
- Las instalaciones estarán en buen estado de conservación mediante un adecuado mantenimiento.
- Los pasillos dentro del almacén de manipulación se encontrarán libres de obstáculos, existiendo pasillos para el personal y pasillos de vehículos.
- Las esquinas y obstáculos fijos deben estar señalizados adecuadamente.
- La zona de extracción, envasado y de manipulación del aceite debe estar perfectamente limpia y construida de tal forma que permita una higiene adecuada (paredes alicatadas, desagües, etc.).

Está **prohibido:**

- La utilización de equipamientos con grietas, picaduras o zonas muertas en las que se acumulen sustancias o productos elaborados a las que no lleguen las soluciones de limpieza. Asimismo no se utilizará tornillos o fileteados en las zonas de contacto con la aceituna o el aceite elaborado.

Se **recomienda:**

- La rugosidad de superficies en contacto con las aceitunas y aceite procesado debe ser Ra10 0,8m. Pudiéndose aceptar rugosidades mayores siempre que estén especificados claramente el grado y aumento de tiempos de limpieza.

- La separaciones entre las máquinas, o de éstas con las paredes serán como mínimo de 45 cm.

4.3.2.2 Ventilación

Es **obligatorio:**

- Todas las instalaciones deben tener ventilación natural o mecánica adecuada que asegure la eliminación de condensación e impida el crecimiento de hongos y bacterias, especialmente en los servicios sanitarios.

Se **recomienda:**

- En caso de sistemas de ventilación mecánica se recomienda pueda accederse fácilmente a los filtros y otras partes que deban limpiarse o sustituirse.

4.3.2.3 Iluminación

Es **obligatorio:**

- Los locales por donde circulen los productos deben estar lo suficientemente iluminados por medios naturales o artificiales.
- Los tubos fluorescentes o lámparas se protegerán con medios adecuados para evitar la posible caída de cristales en caso de rotura y su fijación al techo o a las paredes será de forma que facilite su limpieza y se evite la acumulación de polvo.

- 10 Ra = valor de rugosidad medio aritmético, Ra es el parámetro de rugosidad reconocido y utilizado internacionalmente. Es el valor medio aritmético de los valores absolutos de las variaciones del perfil dentro del tramo de medición.

4.3.2.4 Desagües

Es **obligatorio**:

- Los sistemas de desagüe serán los adecuados.
- En caso de existir sumideros, se dispondrá de los medios que permitan la evacuación de las aguas de baldeo o limpieza. Estos sumideros estarán provistos de los dispositivos adecuados que eviten el retroceso.

4.3.2.5 Superficies

Es **obligatorio**:

- Las superficies de suelos, paredes y techos deben ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar. Los suelos además deberán tener un tratamiento antideslizante.

4.3.2.6 Zonas de almacenamiento

Es **obligatorio**:

- Deberán existir zonas diferentes para el almacenamiento de productos y de envases vacíos.

- Las zonas de almacenamiento se mantendrán ordenadas y limpias.
- Se evitará el almacenamiento de materiales de desecho en la zona de manipulado.
- Los productos químicos deben estar almacenados en un lugar que se pueda cerrar y debidamente señalizado. El acceso al lugar de almacenamiento de productos químicos así como la manipulación de los mismos. Sólo podrá realizarse por el personal designado por la empresa.
- Los productos químicos almacenados estarán correctamente etiquetados y con autorización para su uso en la industria alimentaria.

Se recomienda:

- El almacenamiento de los productos alimenticios estarán separados 45 cm del perímetro de las paredes y a más de 10 cm del suelo.

4.3.2.7 Suministro de agua

Es obligatorio:

- La empresa dispondrá de un suministro de agua potable clorada (o cualquier otro sistema de potabilización y desinfección autorizado por la Administración sanitaria competente) utilizada para el contacto directo con los productos (lavado, tratamiento, refrigeración, o la humidificación del producto) o con cualquier superficie en contacto con éstos.

- Los depósitos intermedios de agua deben limpiarse y desinfectarse periódicamente.

Se recomienda:

- Efectuar análisis periódicos de la calidad del agua potable suministrada por la red pública, en aquellas empresas que utilicen ésta para la limpieza de productos primarios o en el proceso de transformación.
- Utilización de filtros de carbón activo para el agua de consumo de proceso de extracción.

4.4 Higiene y mantenimiento sanitario de las instalaciones

4.4.1 Plan de limpieza y desinfección

4.4.1.1 Condiciones generales

Es obligatorio:

- Cada empresa debe disponer de un plan de limpieza y desinfección detallado de las instalaciones, líneas de molturación de aceitunas y envasado, así como las bombas de trasiego de aceite y depósitos, que corresponda a sus necesidades.
- El plan, desglosado por zonas, líneas de trabajo o secciones, con instrucciones claras, concretas y sencillas, debe estar por escrito y accesible a los que deban llevarlo a cabo.

- El plan debe especificar los tipos de productos utilizados, la frecuencia con la que se realizan estas operaciones y el personal designado para estas tareas. El personal que deba llevarlo a cabo tendrá la formación adecuada en este campo.
- Los productos de limpieza deben ser convenientes para el fin perseguido y deben estar autorizados para su uso en industria alimentaria, guardándose en un local específico en el resto de utensilios de limpieza.
- Se preverá un local donde se pueda comer, fumar o permanecer independiente de las zonas de recepción elaboración, envasado y almacenamiento.

4.4.1.2 Evacuación de desperdicios industriales

Es **obligatorio**:

- Los desechos de la planta deben ser evacuados según una planificación ordenada para minimizar los olores anormales, la nidificación de insectos y sobre todo para prevenir la contaminación de los alimentos, las superficies en contacto con los alimentos y los alrededores de la planta o el suministro de agua.
- Las aguas residuales tendrán un tratamiento especial a fin de cumplir las exigencias de la normativa vigente.

4.5 Equipos

4.5.1 Condiciones generales

Es **obligatorio:**

- Las empresas deben establecer y llevar a cabo el mantenimiento de los equipos para asegurarse de su correcto funcionamiento y tomar las medidas necesarias para evitar el contacto de los productos con sustancias químicas u objetos extraños (protectores, bandejas, etc.).

4.5.2 Diseño

Es **obligatorio:**

- La disposición de los equipos debe permitir su mantenimiento y limpieza adecuados, en línea con unas buenas prácticas de higiene.

4.5.3 Superficies de trabajo

Es **obligatorio:**

- Las superficies de trabajo se mantendrán en buen estado y se renovarán cuando sea necesario.

4.5.4 Carretillas

Es **obligatorio:**

- Las carretillas de gasoil se usarán exclusivamente fuera del almacén.

4.5.5 Máquinas y herramientas

Es **obligatorio:**

- Se deben utilizar máquinas y herramientas en buen estado que sean seguras y con los medios de protección adecuados (resguardos, dispositivos de seguridad, etc.). Además deben estar almacenados en un lugar adecuado.

4.6 Personal

4.6.1 Formación

Es **obligatorio:**

- La empresa debe asegurar la formación del personal de almacén en materia de buenas prácticas de higiene y manipulado, conservando un registro de los cursos impartidos.
- El maestro almazarero, debe estar formado en el Proceso indicado por los Reglamentos de Producción Integrada de obtención primario y del aceite de oliva que le afecten.

Se **recomienda:**

- Asegurar la formación del responsable técnico y de calidad de la almazara.

4.6.2 Buenas prácticas de higiene y manipulado

Es **obligatorio**:

- La empresa debe disponer de una guía de buenas prácticas de higiene y manipulado que debe recoger como mínimo:
 - Los manipuladores deben mantener un grado elevado de aseo personal.
 - Las personas afectadas por enfermedades infecciosas no deben trabajar en las dependencias donde se manipulen los productos.
 - Los cortes y heridas de los manipuladores que no impidan continuar el trabajo, deben cubrirse con vendajes impermeables.
 - Todo el personal debe lavarse las manos, antes de volver a la labor tras cualquier ausencia del puesto de trabajo.
 - En caso de utilización de guantes por parte de los manipuladores, éstos se mantendrán en perfectas condiciones de higiene en el punto de trabajo y se renovarán cada vez que sea necesario.
 - El pelo y la barba de los manipuladores deben recogerse y cubrirse adecuadamente para conseguir una protección efectiva.
 - El personal debe vestir ropa de trabajo adecuada y limpia. Los visitantes de las zonas de manipulación y envasado deben llevar ropa protectora y cumplir las mismas disposiciones de aseo personal.

- Los manipuladores no se deben salir del recinto de trabajo con las prendas de trabajo ni llevar efectos personales que pudieran desprenderse.
- En las zonas de trabajo los manipuladores no deben: comer, beber, masticar chicle, llevar las uñas de las manos largas, esmaltadas o falsas, toser o estornudar sobre los alimentos. No fumar en las zonas de trabajo y de almacenamiento.
- Se colocarán carteles en lugar visible que recuerden estas normas de buenas prácticas de higiene y manipulado.

4.6.3 Salud y seguridad

Es obligatorio:

- La empresa debe tener documentado un plan de prevención de riesgos laborales.
- Los contratos laborales deben ajustarse a los convenios laborales vigentes.

4.7 Control de calidad

4.7.1 Calidad del producto

Es **obligatorio**:

- Se llevará un sistema preventivo de control de los alimentos que garantice la seguridad de los mismos, implantando un Sistema de vigilancia APPCC de “Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos”.
- La empresa debe tener definido e implantado, un muestreo sistemático de la producción que sirva para comprobar que se cumplen las normas exigentes en la legislación vigente referentes a la analítica y normalización comercial. Esta práctica de autocontrol de calidad actuará como mínimo:
 - En la procedencia y recepción de la aceituna, incluido sus muestreos.
 - Molturación de la aceituna y extracción del aceite.
 - Sobre el producto antes del envasado.
 - En el producto ya terminado y listo para su expedición.
- Los parámetros a comprobar son los especificados para cada producto en las normas de calidad de la legislación vigente de aceite de oliva respecto a :

- Los coadyuvantes y tratamientos de los procesos de manipulación, elaboración, envasado y conservación.
- Análisis de residuos de productos fitosanitarios en la recepción de productos de materias activas permitidas en los tratamientos y prácticas fitosanitarias de cultivo, tanto los autorizados en el sistema de calidad del producto primario y aquellos excepcionales que se hubieran efectuado.
- Análisis que determine la caracterización del aceite, en el producto antes del envasado o ya terminado y listo para su expedición.
- Se deben conservar los registros de los controles y análisis efectuados.
- En el caso de que alguna partida no cumpla las condiciones de cultivo u obtención de aceite de oliva recogidas en los Reglamentos de Producción Integrada, la empresa deberá disponer de un documento o manual de actuación para su comercialización fuera del régimen de Producción Integrada y en su caso, su posible destino para uso industrial o su destrucción si no se cumplen las condiciones mínimas como producto alimentario.

4.7.2 No conformidades

Es **obligatorio**:

- La empresa debe disponer un procedimiento de detección y constancia de registros por escrito de la acción correctora a desarrollar cuando se detecten “no conformidades” en cualquiera de los aspectos contemplados en este Reglamento.

4.7.3 Reclamaciones de los clientes

Es **obligatorio**:

- Se dispondrá de un sistema para el tratamiento de las reclamaciones de clientes relacionadas con las obligaciones y requisitos recogidos en este Reglamento.
- El sistema contemplará la recepción, registro y evaluación, así como la conservación de los registros de las reclamaciones recibidas, su evaluación y las acciones correctoras emprendidas.

5. Control y seguimiento del programa de actuación

A fin de comprobar y constatar el cumplimiento de lo dispuesto en el presente Programa de Actuación, será exigible por el órgano competente, en el cumplimiento de la Directiva 91/676/CEE, a cuantas explotaciones agrícolas estén comprendidas en el territorio de las zonas vulnerables designadas por el Decreto 261/1998, de 15 de diciembre, un cuaderno de explotación cumplimentado en el que al menos conste la fecha de siembra y de recolección, la dosis total de nitrógeno aplicada al suelo por hectárea, el momento, tipo de producto nitrogenado y forma de aplicación, la producción esperada y la producción final.

5.3 ANEXO II

5.3.1 Recepción

En este punto es donde la almazara se hace cargo de la aceituna, por lo que el primer control que deberá realizar es la verificación del estado higiénico-sanitario del fruto y su procedencia.

La recepción se realiza en el patio de almazara, donde se encuentran las tolvas de recepción.

5.3.2 Tolvas de recepción

En esta etapa se separarían los frutos procedentes del suelo o dañados de los del árbol, o bien por variedades en su caso. Si solo son de vuelo, no se producirá separación por calidades, pero si por variedades.

A la llegada de los vehículos a la planta se realiza la descarga de la aceituna procedente del remolque a las **tolvas de recepción**.

Las tolvas se localizan en el patio de la planta, empotradas bajo rasante. La capacidad de las tolvas de recepción se estudia en función de las líneas de limpieza que se implantarán en la almazara.

Además de esto, se deberá tener en cuenta la Normativa Andaluza de Trazabilidad (Anexo I), que nos dice:

“Es obligatoria la utilización de tolvas de recepción que permitan una adecuada circulación del fruto y cuya capacidad no supere 20 toneladas.”

5.3.3 Etapas de la recepción

- El vehículo, de 2.500 kg de capacidad (capacidad más adecuada para el transporte de la aceituna, como recomienda la Normativa Andaluza de Trazabilidad) que transporta las aceitunas, hace su llegada al patio de almazara.
- Se procede a la descarga continua del vehículo en la tolva de recepción.
- Recepción diaria de aceituna en almazara en función de la capacidad de tratamiento de la almazara: 565 toneladas diarias de aceituna recepcionadas en un turno de 10 horas: 56,50 t/h.
- Podemos usar distinto número de tolvas en función de su capacidad, como la capacidad máxima permitida es de 20.000 kg, vamos a estudiar el número de tolvas necesarias y su capacidad.
 - Primero debemos conocer la velocidad de salida de las diferentes tolvas en función de su capacidad para un área constante de salida cuadrada de 150 mm de lado.
 - $v = \text{área_salida} / Q_salida$

$$\text{área_salida} = (150)^2 \text{ mm} = 22500 \times 10^6 = 0,0225 \text{ m}$$

- Q salida función de la capacidad de la tolva, será:

$$Q_{salida} = \text{Capacidad}(\text{kg} / \text{h}) / 1.360,54 \text{ kg/m}^3 = Q_{salida}(\text{m}^3 / \text{h})$$

- Con el dato de la velocidad y del número de tolvas en función del caudal de entrada a la almazara (56,5 toneladas/h), se puede obtener el número de tolvas necesario (fig.1).

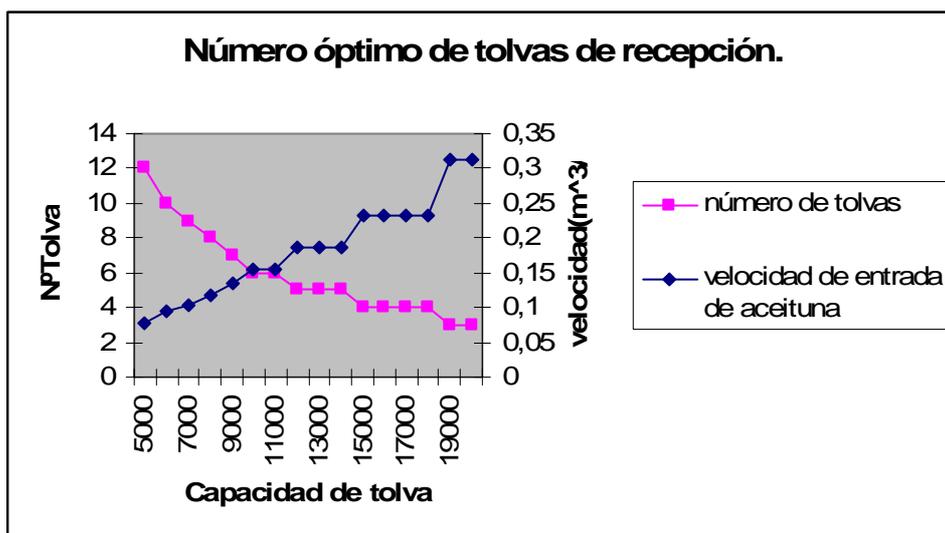


Fig.1. Número de tolvas de recepción.

Se observa que para **6 tolvas de almacenamiento, la capacidad de cada una de ellas, será de 10.000 kg. Pero a esta capacidad se debe aplicar un factor de seguridad para asegurarnos el caudal de alimentación necesario en la planta. Este factor de seguridad es: 1,5[⊗]. Dando una capacidad de tolva de 15.000 kg.**

5.3.4 Justificación de la selección

- Con un mayor número de tolvas la planta tendrá mayor versatilidad.
- Se podrá realizar simultáneamente 6 descargas de vehículos, esto favorece la distribución de entrada de las aceitunas, en las diferentes líneas en función de

[⊗] Consultas en históricos de Coop. Oleícola “La Unión”.

su variedad, calidad o cualquier otro parámetro que afecte a la materia prima, si fuese necesario.

- Además nos facilita su adaptabilidad a posibles cambios en la producción en un futuro, sin acarrear gastos por cambio de mobiliario fijo o móvil.
- Este sistema de **6 tolvas recepción** nos ayuda a una mejor continuidad en el proceso, como se ha dicho antes, y poder adaptar la planta a las diferentes fases en recolección de aceituna, ya que este tipo de planta no trabaja al mismo nivel todo el tiempo, sino que pasa por tres fases:
 - *Fase Inicial.*
 - *Fase Intermedia o de plena campaña.*
 - *Fase Final.*
- La aceituna se debe molturar al día, por lo que la capacidad total de las tolvas de recepción de la almazara: ($Capacidad = 15.000kg \times 6tolvas = 90.000kg$) nos da una mayor capacidad de trabajo en la planta, y así poder disminuir el tiempo de almacenamiento del fruto (un mayor tiempo de almacenamiento provoca una disminución sustancial de las propiedades organolépticas de la aceituna).

Se procederá a la construcción de 6 tolvas de recepción, de 15.000 kg de capacidad, empotradas en el suelo del patio de almazara y comunicadas directamente con las áreas de limpieza de aceituna.

5.3.5 Patio de almazara

Para estudiar el área del patio de almazara, se puede observar (fig.2.) que dependerá del proceso de producción que se seleccione.

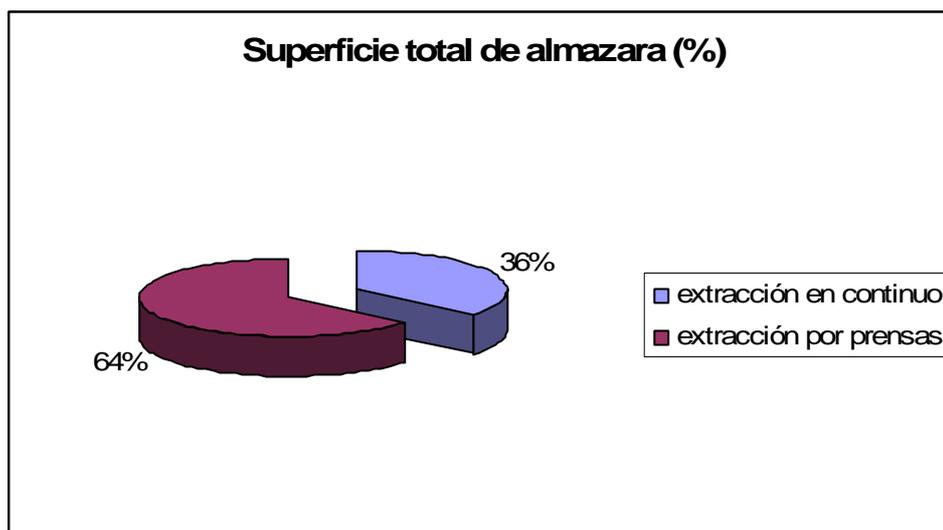


Fig.2. Superficie media de área de almazara en función del sistema de producción.

La superficie total de almazara será menor para extracción en continuo, por que se necesitará menor área para el patio de almazara, ya que en el sistema en continuo, a medida que van entrando vehículos van descargando la aceituna en las tolvas y todo se hace de manera automática y continua, pero para procesos por prensas se necesitará una zona de espera de vehículos, en plena campaña, en muchas almazaras, se debe habilitar una zona de almacenamiento en el patio, porque no hay suficientes tolvas de almacenamiento. Se va acumulando la aceituna, al ser la producción discontinua y más lenta.

Para calcular el área de almazara se tendrá en cuenta:

- El número de tolvas de recepción de almazara.
- El espacio que ocupan las tolvas de almazara a nivel del suelo.
- El área entre tolvas de almacenamiento.
- El área de la zona de descarga (área suficiente para poder tener descargando 6 vehículos y un área adicional de espera para los vehículos que esperen a descargar.

El cálculo de todo esto se llevara a cabo en el plano del patio de almazara.

5.4 ANEXO III

5.4.1 Cintas Transportadoras

Las cintas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son elementos de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

Este tipo de transportadoras continuas están constituidas básicamente por una banda sinfín flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores extremos, generalmente el situado en "cabeza". Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión (fig.1.).

Se denominan **cintas fijas** a aquéllas cuyo emplazamiento no puede cambiarse. Las **cintas móviles** están provistas de ruedas u otros sistemas que permiten su fácil cambio de ubicación; generalmente se construyen con **altura regulable**, mediante un sistema que permite variar la inclinación de transporte a voluntad.

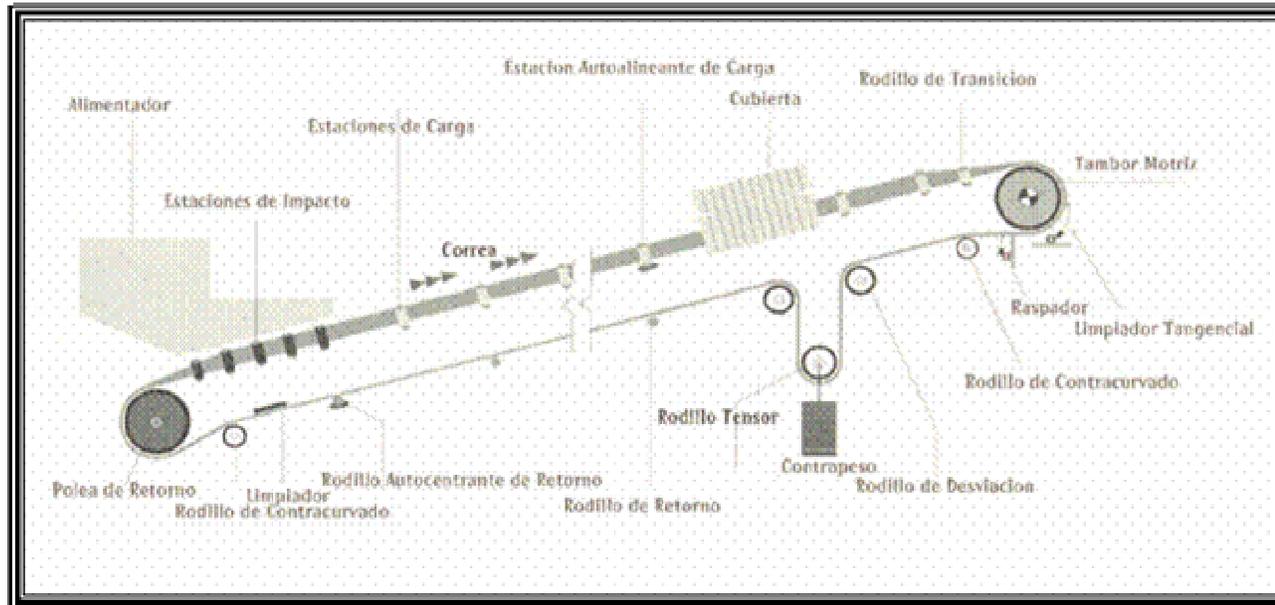


Fig. 1. Esquema de componentes de una cinta transportadora.

Las cintas transportadoras que portarán la aceituna de las tolvas de recepción a la entrada de las maquinas limpiadoras, y de éstas a la las tolvas de almacenamiento. Las cintas transportadoras poseen una anchura de 0,8 m. Para poder calcular la velocidad del motor de la cinta transportadora, tendremos en cuenta la cantidad de aceitunas que debe transportar la cinta hasta llegar a la maquina limpiadora por metro cuadrado.

Vamos a estudiar la cantidad de aceitunas que puede llevar una cinta transportadora por metro cuadrado, para ello vamos a realizar algunas suposiciones:

- El peso medio de una aceituna es de **4 gramos**.
- El volumen de una aceituna de 2,5 cm. de alto y de 1,5 cm. de diámetro, lo vamos a tomar como el volumen de un elipsoide de $1,31 \times 10^{-5} m^3$ (fig.2.).

Obtenido de:

$$V.\text{elipsoide} = \frac{4}{3} \times \pi \times a \times b \times c$$

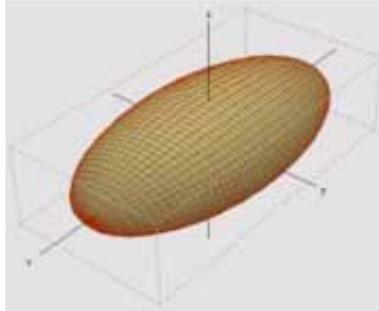


Fig. 2. Volumen de un elipsoide

o Siendo: a, b, c = semiejes del elipsoide.

- a = 0,0075 m
- b = 0,0125 m
- c = 0,0075 m

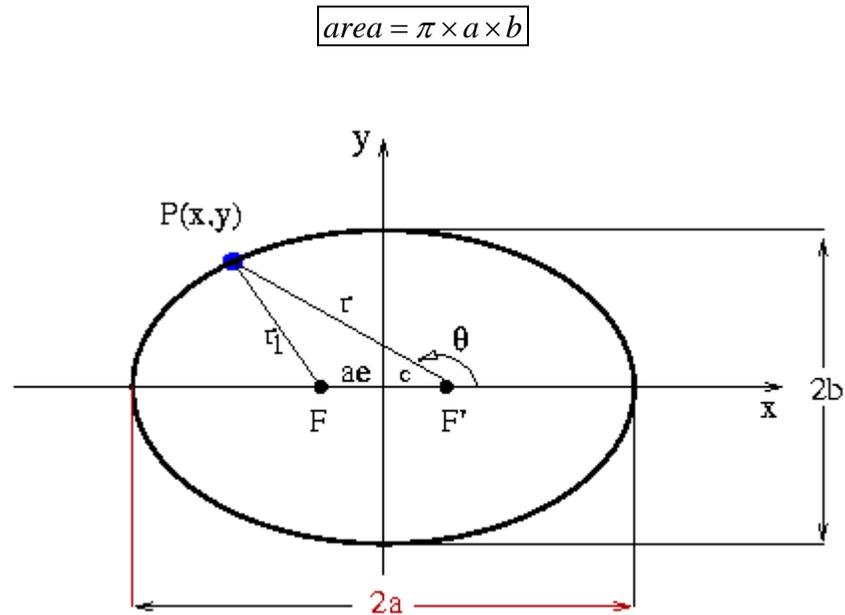
$$\text{Volumen} = \frac{4}{3} \times \pi \times 0,01 \times 0,01 \times 0,025 = 2,94 \times 10^{-6} m^3$$

- La densidad del sólido es de **1,36 kg/l** (1.360,54 kg/m³). Obtenido de:

$$m = \rho \times V$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4g}{2,94 \times 10^{-6} m^3} = 13060544,22 g / m^3 = 1.360,54 kg / m^3 = 1,36 kg / l$$

- El área de la elipse supuesta (suponemos que la aceituna es una elipse, fig.3.) es de: $1,96 \times 10^{-5} m^2$.



- Siendo: a, b, = semiejes de la elipse.
 - a = 0,0075 m
 - b = 0,0125 m

$$area = \pi \times 0,0075m \times 0,0125m = 2,94 \times 10^{-4} m^2$$

- En un *metro cuadrado* habrá **3.395 aceitunas**, de media.

$$\text{aceitunas_por_m}^2 = A_{\text{total}} / A_{\text{aceituna}} = 1\text{m}^2 / 2,94 \times 10^{-4}\text{m}^2 = 3.395 _ \text{aceitunas}$$

La longitud mínima calculada para trasladar de la aceituna desde la tolva de almacenamiento a la limpiadora mediante cinta transportadora es de 14 metros.

Este cálculo se llega a él a través del cálculo de la longitud necesaria para llevar la cantidad de aceituna desde la base de la tolva de almacenamiento a la entrada superior a la máquina limpiadora. Esto se calcula a través de una gráfica que nos da la longitud mínima necesaria al cruzarse las longitudes de cinta y la potencia de la bomba necesaria para llevar las aceitunas a la entrada de la limpiadora.

Distancia mínima recomendable frente a potencia de la bomba (mayor potencia cuanto mayor perpendicularidad, además si subimos demasiado el ángulo de la cinta, las aceitunas caerán hacia abajo).

5.4.2 Tipo de cinta

En cintas transportadoras en industrias alimentarias como las almazaras se utilizan:

Cintas planas (Belt conveyors)

Este tipo, también llamado de cintas *huecas*, se usa para materiales en masa (fig.4.). Los materiales se sitúan en la superficie de la cinta y viajan a lo largo del recorrido de la misma. La cinta forma un lazo continuo de manera que una mitad de su longitud puede emplearse para el reparto del material y la otra mitad para el retorno (generalmente vacío).

La cinta se soporta con un armazón con rodillos u otros soportes espaciados entre sí varios decímetros. A cada extremo de la cinta están los rodillos motores (“poleas”) que impulsan la cinta.



Fig. 4. Cinta Hueca

5.4.3 Cálculo de datos para la cinta transportadora

Se desea calcular los datos de una cinta transportadora dadas las siguientes condiciones:

- Material a trasportar: Aceitunas.
- Tamaño máximo del material: $a = 2,5 \text{ cm}$.
- Tonelaje por turno: $Qt = 8 \text{ t/turno} = 8000 \text{ kg/turno} = 800 \text{ kg/h}$.
- Longitud de transporte: $L = 14 \text{ m}$.

- Inclinación: $\alpha = 18^\circ$.
- Peso específico de la aceituna: $d = 1,36 \text{ t/m}^3$.
 - El volumen medio de una aceituna es de: $2,94 \times 10^{-6} \text{ m}^3$.
 - En un metro cúbico habrá $1 \text{ m}^3 / 2,94 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 340.136,05 \text{ aceitunas}$.
 - Como cada aceituna tiene un peso de 4gr. de media, tenemos un peso específico de: $340.136,05 \text{ aceitunas} / \text{m}^3$.

$$340.136,05 \text{ aceitunas} / \text{m}^3 \times 4 \times 10^{-3} \text{ kg} / \text{aceituna} = 1360,54 \text{ kg} / \text{m}^3 = 1,36 \text{ t} / \text{m}^3$$

- Horas de trabajo por turno: $h = 10 \text{ h/turno}$.
- Turnos por día: $T = 1 \text{ turnos/día}$.
- Rendimiento del motor: $\eta = 80 \%$ (por bibliografía).
- Coeficiente de rozamiento de los rodillos (factor de fricción depende del material de los rodillos y de la cinta): $f = 0,025$ (datos recibidos de “Caucho Técnica S.A.” en una consulta).
 - Se supone que no hay deslizamiento de las aceitunas en la cinta.

5.4.3.1 Cálculo de Potencia

- **Diámetro de los tambores de la cinta**, $D = 125 \times Z(\text{mm})$.

$$D = 125 \times 3 = 375 \text{ mm}$$

- Donde z = Número de telas de la banda transportadora (Tabla N° 2). $Z=4-6$ para $B = 800$ mm. (Tomamos el menor valor de Z).

- **Carga de material por metro de cinta transportadora,**
 $q_{\max} = F \times d / 10(\text{kg} / \text{m})$

$$q_{\max} = 478,50 \times 1,36 / 10 = 65,07 \text{kg} / \text{m}$$

- Donde F = Sección de carga de la cinta (cm^2), (Tabla N° 3).

$$F = 478,50 \text{ cm}^2.$$

- d = Peso específico del material (t/m^3) $d=1,36 \text{ t}/\text{m}^3$.

- **Peso de la carga,** $P_{\text{carga}} =$ Peso total de aceitunas en un m^2 .

$$P_{\text{carga}} = 3395 \text{aceitunas} / \text{m}^2 \times 4 \text{g} / \text{aceitunas} = 13.580 \text{g} / \text{m}^2 = 13,58 \text{kg} / \text{m}^2.$$

- **Capacidad horaria máxima de la cinta transportadora,** $Q_{\max} = Q_{\text{t}} / \text{h}$ (t/h)

$$Q_{\max} = 0,80 \text{t} / \text{h}$$

- **Velocidad de la banda,** $v = Q_{\max} / (0,36 \times F \times d)(\text{m} / \text{s})$

$$v = Q_{\text{máx}} / (0,36 \times F \times d) = \left(\frac{0,80t/h}{0,36 \times 478,50cm^2 \times 1,36t/m^3} \right) = 3,41 \times 10^{-3} m/s$$

- **Potencia de accionamiento de la cinta transportadora horizontal**

(Según normas DIN): $N_a = (C \times f \times L / 270) \times (3,6 \times q_{cr} \times v + Q) + N_s = 2,53HP$

$$N_a = (2,1 \times 0,025 \times 14m / 270) \times (3,6 \times 28,1kg/m \times 3,41 \times 10^{-3} m/s + 0,8t/h) + 1HP = 1,001HP$$

- Donde: C = Coeficiente de resistencia a la flexión (Tabla N° 4).
- C= 2,1 - 3,8. Tomo el menor valor de C.
- f = coeficiente de rozamiento de los rodillos
- L = Largo de la cinta
- q_{cr} = Peso por metro de la banda mas peso de los rodillos (Tabla N°5).
q_{cr}= 28,10 kg/m
- v = Velocidad de la banda (m/s)
- Q = Capacidad horaria de la cinta transportadora, para el cálculo:
 $Q = Q_{\text{máx.}}(t/h)$
- N_s = Potencia suplementaria (Tabla N° 6)

- **Potencia para guiado de la cinta transportadora, $N_g = 0,01 \times L(HP)$**

$$N_g = 0,01 \times 14 = 0,14HP$$

- **Potencia total consumida por la cinta, $N = N_a + N_g (HP)$**

$$N = Na + Ng = 1,14HP$$

- **Potencia del motor de la cinta**, $Nm = N \times 100 / \eta (HP)$

$$Nm = N \times 100 / \eta = 1,42HP = 1,06kW$$

- Donde η = Rendimiento del motor

5.4.3.2 Tablas y Grafica para la sección 3.1

Tabla N° 1: Anchos de banda recomendados para materiales de distintos tamaños (Robins)

Ancho de la banda		Tamaño máximo			
		Material Clasificado		Material sin clasificar	
pulgadas	Cm	pulgadas	Cm	pulgadas	cm
14	36	2	5,1	2,5	6,4
16	41	2,5	6,4	3	7,6
18	46	3	7,6	4	10,2
20	51	3,5	8,9	5	12,7
24	61	4,5	11,4	8	20,3
30	76	7	17,8	14	35,6
36	91	9	22,9	18	45,7
42	107	11	27,9	20	50,8
48	122	14	35,6	24	61,0
54	137	15	38,1	28	71,1
60	152	16	40,6	30	76,2

Tabla N° 2: Número de telas recomendados para diferentes anchos de banda

Ancho de banda, B (mm)	300	400	500	650-700	800	1000	1200	1400	1600
N° de telas, z	3 - 4	3 - 5	3 - 6	3 - 7	4 - 6	5 - 10	6 - 12	7 - 12	8 - 12

Tabla N° 3: Sección de carga F , en cm^2 . Cinta en forma de canal de 3 Rodillos.

Inclinación de la cinta, α	Ancho de la banda, B (mm)			
	500	600	800	1000
de 0 a 5°	195	350	550	875
de 6 a 18°	$1,95 \cdot (105 - \alpha)$	$3,50 \cdot (105 - \alpha)$	$5,50 \cdot (105 - \alpha)$	$8,75 \cdot (105 - \alpha)$

Tabla N° 4: Valores del coeficiente C, de resistencia a la flexión, en función de la distancia entre tambores y su ubicación.

Ubicación	Distancia entre tambores (m)					
	50	100	200	300	400	500
C en superficie	2,1	1,8	1,4	1,21	1,18	1,1
C en interior	3,8	3,2	2,6	2,2	1,9	1,8

Tabla N° 5: Peso por metro de banda más rodillos. Cinta en forma de canal.

Ancho de cinta (mm)	500	600	800	1000
N° de telas	5	5	5	5
Distancia entre rodillos (superiores), m	2	1,5	1,5	1,5
Distancia entre rodillos (inferiores), m	2	3	3	3
Peso por metro, (kg/m)				
Banda de caucho + rodillos $q_{cr} =$	15,5	23,3	28,1	39,5
Peso por metro, (kg/m)				
Banda de material incombustible + rodillos $q_{cr} =$	18,6	25,7	31,1	43

Tabla N° 6: Cálculo de la potencia suplementaria, N_s (HP), en función del ancho (B) y de la velocidad de banda (v).

Ancho de banda B (mm)	Potencia suplementaria N_s (HP)
≤ 500	$1 \cdot v$
≤ 1000	$2 \cdot v$

5.4.3.3 Cálculo selección de correa

- Peso aproximado de la correa para el cálculo de Factor G.

- Ancho de la correa = 800 mm.
- Servicio = Liviano
- Se tiene: 7,83 kg/m.

- Cálculo de factor G.
 - f = Factor de fricción rodillo[⊗] $f=0,025$.
 - M = Factor de pérdida = 0 (sin repartidor).
 - P = Pérdidas por roce en correas auxiliares.
 - para un ángulo 18° y $L_c = 14$ m.
 - $P = 0.0693832^{\otimes}$.
 - n_1 = rendimiento cadena y piñón. $n_1=0,95^{\otimes}$.
 - n_2 = rendimiento reductor. $n_2=0,95^{\otimes}$.
 - n_3 = rendimiento motor. $n_3=0,8$
 - $nt = 0,95 \times 0,95 \times 0,8 = 0,72\%$

- Tensión efectiva:
 - Para polea recubierta: $Te = 137,71kg$
 - $T_1 = 3,13 Te Kg. = 431,00 kg^{\otimes}$.
 - $T_2 = 0,92 Te Kg. = 127,00 kg^{\otimes}$.

- Tensión de inclinación (TS): $T_s = p_{correa} \times h$

[⊗] Datos recibidos de “Caucho Técnica S.A.” en una consulta

[⊗] Datos recibidos de “Caucho Técnica S.A.” en una consulta

$$T_s = 7,83 \times 4,33 = 33,90 \text{kg}$$

- Comparación de TS con T2.
 - $TS < T2$
 - T máx. = 431 kg

- Obtención de la correa adecuada:
 - $T_{selección} = T_{máx.} \times F(\text{seg.})$
 - Factor de seguridad = 11[⊗]

$$T_{selección} = 431 \times 11 = 4741,00 \text{kg}$$

- Obtengo:

$$P_{wi} = 431 \text{kg} / \text{mm} = 431 \times 10^3 \text{kg} / \text{m}$$

- N° de telas : 4
- Empalme : mecánico
- Espesor de la carga: 2,5 mm. para mi caso particular.
- Peso de la carga : 2,04 (kg/m²)

5.4.4 Selección

Con el dato de la potencia necesaria para el movimiento de la cinta y del material que vamos a transportar podremos seleccionar la cinta transportadora adecuada a nuestro caso:

- Con la potencia obtenida de los datos anteriores ($1,07\text{kW} = 1,45\text{CV}$), seleccionamos un moto-reductor que proporcione dicha potencia. Por lo tanto se selecciono un moto-reductor con una potencia de **4CV = 2,50 kW**. Que es mayor a la potencia mínima necesaria calculada anteriormente ($2,50\text{ kW} > 1,07\text{kW}$).

Con los datos de correa y los datos de potencia, podemos seleccionar la cinta transportadora:

- Empresa: Tamesur. S.A.L.
- Modelo: Cintas de Chasis tubular.
- N° de telas : 4.
- Tensión máx. Trabajo: 230 p.i.w. (La tensión máxima capaz de soportar el material seleccionado es mayor a la tensión máxima que tendría que soportar según nuestros cálculos, para nuestro material).
- Empalme: mecánico.
- Espesor de la carga: 3,0 mm. [Espesor de carga que soporta (3,0 mm.) > Espesor carga calculado (2,5 mm.)].
- Peso de la carga: 3.0 kg /m². [Peso carga que soporta (3,0kg/m²) > Peso carga calculado (2,04kg /m²)].

- Características dadas por el fabricante (fig.5.):

Longitud total (m.)	Ancho (mm.)	Altura mínima (mm.)	Altura máxima (mm.)	Potencia motor eléctrico (CV)
4	400	1.000	2.200	1
	500			1
	600			1
	800			3
6	400	1.350	3.200	1
	500			1
	600			1,5
	800			3
8	400	1.500	4.200	1,5
	500			1,5
	600			2
	800			3
10	400	1.800	5.200	2
	500			2
	600			3
	800			4
12	400	2.500	6.200	3
	500			3
	600			3
	800			4
14	400	3.100	7.200	3
	500			4
	600			4
	800			4
16	400	3.500	8.200	4
	500			4
	600			4
	800			5,5

Fig.5. Datos del fabricante.

5.5 ANEXO IV

5.5.1 Zona de Limpieza

Todas las partidas que entren en la almazara deben pasar por el equipo de limpieza.

En la zona de limpieza, la aceituna, elevada por la cinta transportadora, cae en cascada sobre una **limpiadora** que consta de: una limpiadora (polvo, tierra, hojas o elementos de pequeño tamaño), despalladora (incluida dentro de la limpiadora, la cual elimina trozos de ramas, hojas, y cualquier elemento de mayor tamaño pero poco peso), una lavadora (elimina barro y piedras de mayor peso que la aceituna por diferencia de densidad) y una salida de zona de limpieza mediante una cinta transportadora o tornillo sinfín a la entrada de la zona de básculas de pesada.

Se utilizarán limpiadoras de caudales 35 t/h de entrada a la limpiadora. Esto se debe a que tendremos un caudal mínimo de 9,4 t/h por cada línea, al tener en cuenta que se deben sobredimensionar las limpiadoras el caudal de capacidad de limpiadora se multiplicará por un factor de seguridad, asegurando una limpieza continua en las 6 líneas.

Se deben sobredimensionar las líneas, para evitar perdidas por problemas en limpiadoras, producidas a cortes en alguna de las líneas, por mantenimiento correctivo, problemas en las cintas, mal funcionamiento de limpiadora, colapso de la línea por motivos de atasco debidos a los demás componentes que entran con la aceituna para ser eliminados por la limpiadora (tierras, piedras, trozos de rama, hojas y otros sólidos que pueden encontrarse mezclados con las aceitunas) o cualquier otro contratiempo.

Para nuestro caso, la **línea de limpieza**, no estará formada por lavadoras de aceitunas. Esto se debe, a que este paso encarece demasiado el proceso.

En el caso que nos ocupa, diseño de una almazara, vamos a tomar solo aceitunas de vuelo. Esto se debe a que podemos garantizar un trasiego continuo de este tipo de aceituna en la zona en la que estará emplazada al almazara (fig.1.). De esta forma podremos garantizar la calidad del aceite.

Si se aplica la normativa andaluza de calidad y trazabilidad en almazaras (Anexo I), se observa que el lavado de la aceituna no es obligatorio, sino todo lo contrario, no se recomienda este paso, para la producción de un aceite de oliva de calidad.

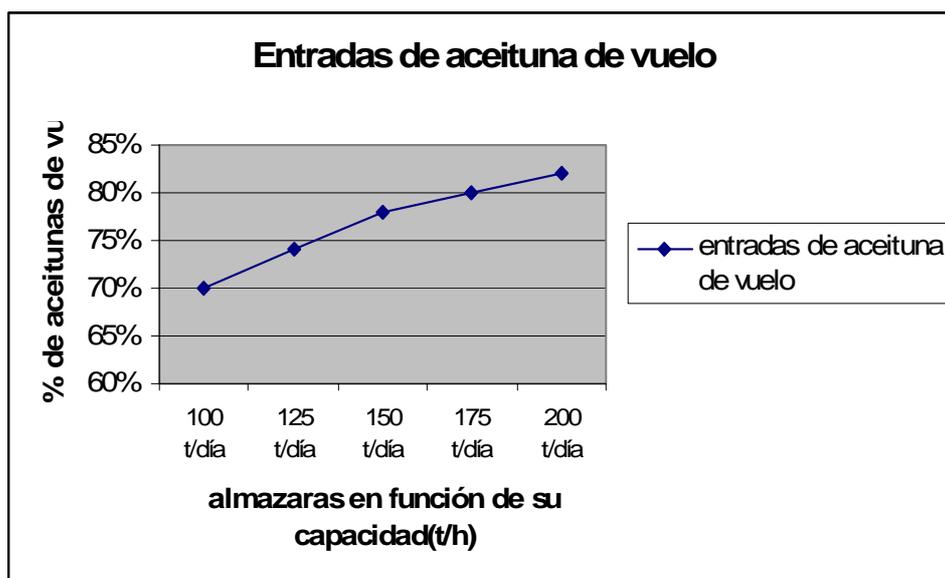


Fig.1. Grafica: Entradas de aceituna de vuelo en diferentes almazaras en función de su capacidad.

La gráfica.1. nos da una idea del porcentaje de aceitunas de vuelo que entran en las almazaras (campaña sur cordobesa) durante la época del procesado de la aceituna. Atendiendo a estos datos y a los que expondremos con posterioridad, vamos a establecer una planta de extracción de aceite de oliva sin lavadora en la zona

de limpieza. Aunque, de todas formas definiremos el funcionamiento de una lavadora, y el porque no vamos a utilizarla en nuestra línea de limpieza.

5.5.2 Limpiadora

Debido a que nuestro caudal másico de aceituna a la entrada de la almazara es de 9,4 t/h por línea, y que tenemos seis líneas de limpieza (6 tolvas de recepción), podemos deducir que el caudal total de entrada en las limpiadoras es este:

$$9,40t / h \times 6líneas = 56toneladas / h = 560toneladas / día(aceituna)$$

Los datos obtenidos en bibliografía y en históricos de diferentes almazaras cordobesas se ha obtenido un porcentaje de suciedad, que se elimina en la zona de limpieza, entre un 5-14% de la aceituna total que entra. Vamos a tomar un valor medio aproximado de 10,7%. Esto nos daría una entrada a almazara de aceituna limpia de aproximadamente 500 toneladas/día. (fig.2.).

almazaras	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6
% Sucio	9,2	10	10,5	11,1	11,6	11,9
%Total	10,7%					

Fig.2. Tabla: Estudio de almazaras andaluzas. Revista Asaja. Campaña 2005.

Hay **limpiadoras** con muy diferente capacidad de trabajo, entre 5t/h y 40 t/h. Las capacidades están referidas a aceituna sucia a la entrada de la línea de limpieza con funcionamiento continuo. Las limpiadoras incorporarán un sistema de despallado para eliminar ramas y ramones de gran tamaño y poco peso. Todas las partidas que entren en la almazara deben pasar por el equipo de limpieza.

Vamos a usar 6 líneas de limpieza, por lo que tendremos 6 limpiadoras, pero no podemos usar limpiadoras de 10 o 15 toneladas la hora, debido a que se debe aplicar un factor de seguridad.

Este es de:

- Factor seguridad limpiadora: 4[⊗]

Por lo que se deberá seleccionar limpiadoras de 35 t/h de capacidad.

5.5.2.1 Selección de limpiadora

- Agro 2025 (Agroisa, S.L. maquinaria y servicios).
- Sobre la limpiadora: Maquinaria fabricada y destinada para una aplicación de limpieza sin agua de aceitunas. Este dispositivo permite limpiar de hojarasca, palos, tierras y piedras, de un diámetro mayor de 25mm. y menor de 5mm., la aceituna recolectada. Es una fase previa antes de ser molturado.

Datos:

- **Capacidad de limpieza de 35-40 t/h.**
- **1 ciclón de aire formado por 2 ventiladores centrífugos de doble oído, accionados mediante 1 motor trifásico de 10 CV, moto-ventilador inferior de 1'5 CV. Ambos elementos provistos de difusor horizontal/vertical para una correcta orientación y regulación del caudal de aire.**

[⊗] Datos cedidos por Coop. "La Unión", Montilla.

- **Bandeja vibratoria de reparto en la entrada del fruto con moto-vibrador de 0'75 CV.**
- **Tándem de rodillos zincados, provisto de sistema de auto-limpieza ajustable y galvanizado.**
- **Despalilladora incorporada a tándem de rodillos con cinta transportadora de 2'5m x300 mm lateralizada de banda lisa para desalajo de palos y piedras, con moto-reductor de 0'5 CV.**
- **Transmisión por cadena protegida con sistema de tensado, accionado mediante moto-reductor de engranajes con una potencia de 1'5 CV.**
- **Cinta transportadora de 2'10 m. x 500 mm. lateralizada de banda lisa, para desalajo de fruto limpio, con moto-reductor sinfín-corona de 0'75 CV.**
- **Acabado de chasis con imprimación y pintura acrílica monocomponente. Las demás piezas que componen el conjunto de la limpiadora están terminadas con pintura en polvo lacada al horno, inalterable a la intemperie[®].**
- **Transmisión por cadena protegida con sistema de tensado, accionada mediante moto-reductor de engranajes con una potencia de 1'5 CV. Despalilladora incorporada a tándem de rodillos para desalajo de palos y piedras.**

[®] La serie Inox.3035 que fabrica y comercializa Agroisa, S.L. en este producto, está construido íntegramente en Acero Inoxidable, excepto aquellos elementos que, consideramos, no son determinantes en la manipulación del fruto.



Fig.3. Limpiadora Agro 3035 (Agroisa, S.L. maquinaria y servicios).

5.5.3 Lavadora

En muchas almazaras se realiza una operación de lavado de las aceitunas a través de una maquina lavadora, cuyo funcionamiento consiste en la puesta en contacto de las aceitunas con un caudal de agua que las arrastra y en el que flotan gracias a una alta salinidad, o aire insuflado, etc. Los elementos más pesados, como es el caso de las piedras de cualquier tamaño o trozos de metal, se van al fondo del líquido desde donde son extraídos por tornillos helicoidales o cintas metálicas con resaltos.

Parte de la tierra queda en el agua, aunque como el contacto entre aceituna y agua es muy breve, una caída considerable de barro adherido no se elimina del todo. A la salida de la máquina hay algún dispositivo para facilitar el escurrido o el secado, aunque parcial, de las aceitunas (cribas perforadas o de barras, ventiladores, etc.).

5.5.4 Problemas de las lavadoras en la limpieza de aceitunas

El echo de que al no usar lavadoras aumente la calidad del aceite producido, se debe a que, en el caso de aceitunas limpias (Anexo I, Trazabilidad, Normativa Andaluza), el agua residual que toman las aceitunas en el lavado (nunca se consigue un secado total), interfiere en las operaciones de extracción. Se han encontrado disminuciones de la extractabilidad del 0,3% con incremento de la riqueza en grasa del alperujo, y pérdidas en la estabilidad y menor intensidad en los atributos organolépticos de los aceites, sobre todo en el frutado (Hermoso y col. 1995).

Además las lavadoras suelen ser el cuello de botella en la recepción, por lo que se tendría que proyectar esta sección con holgura (sobredimensionadas) y tener en cuenta que las entradas se concentran en pocas horas.

Además de todo esto, la no utilización de las lavadoras lleva a *reducir costes, mejorar el rendimiento del proceso de extracción en continuo* (sistema de dos fases), disminuyendo la cantidad de agua que entra al decánter (solo entra el agua de vegetación que tiene en su interior la aceituna), *disminuyo los residuos*, porque elimino el agua de limpieza que necesitaría para limpiar las aceitunas, y además *disminuyo la energía necesaria en el proceso* (debida al gasto de energía y potencia por los ventiladores, tornillos helicoidales y por los sistemas de secado).

Además sabemos que el gasto de potencia de la lavadora es un 39% de la potencia total de la zona.

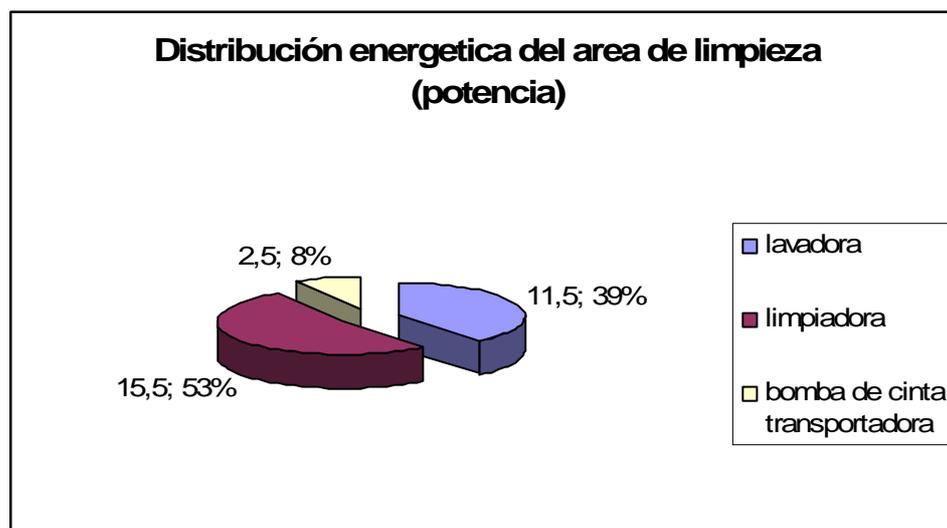


Fig.4.Gráfica: Distribución de potencia en la zona de limpieza en función de los elementos que la componen.

- ***Reducción de costes***

La colocación de una lavadora en la línea de limpieza, provoca un desembolso económico importante, ya que el coste de esta es elevado (al igual que mucho de los elementos de la planta) y se debe sobredimensionar (colocar una maquina de mayor capacidad de la necesaria para poder trabajar en momentos de gran trabajo), al ser un posible cuello de botella en la entrada del proceso.

Además del coste de la maquinaria, nos encontraríamos con el coste energético de consumo de la maquinaria (energía eléctrica), y de consumo de agua limpia necesaria para el lavado. Además del coste de tratamiento del agua, ya que esta pasa a ser un residuo contaminante biológico (las aguas de vertido procedentes de lavadoras llevan un cierto contenido de grasa y algo de alpechín).

- ***Mejora del rendimiento del proceso***

Se produce una mejora en el rendimiento del proceso, al tratar aceitunas de *mayor calidad* (aceitunas de vuelo mantienen mejor sus propiedades que las aceitunas dañadas o de suelo, que son las que necesitaríamos lavar porque pueden contener gran cantidad de barro pegado a la aceituna, tierra y piedras), con una *menor humedad a la entrada del decánter* (el agua residual interfiere las operaciones de extracción como: disminuciones de la extractabilidad, pérdidas en la estabilidad y menor intensidad en los atributos organolépticos).

- ***Disminución de los residuos***

El agua de lavado, en circuito cerrado se va cargando de tierra, por lo que se debe de sustituir al cabo del tiempo. En ocasiones pasa por pozuelos decantadores para dejar los elementos más pesados.

Recomiendan los fabricantes del cambio entre 150 t. y 300 t. de aceituna lavada aunque estará en función del barro y tierra que acompañe al fruto.

Las aguas de vertido procedentes de lavadoras llevan un cierto contenido de grasa, entre uno y cinco por mil, y algo de alpechín, resultando con una capacidad contaminante (DQO comprendida entre 1000 y 10000 mg/l) equivalente al 2-1,5% del alpechín procedente de una línea de decanters de tres fases, lo que hay que tener en cuenta, junto con los sedimentos, en el momento de su tratamiento.

También hay que tener en cuenta la DBO₅, valores por encima de 30 mg O₂/litro pueden ser indicativos de contaminación en aguas continentales, aunque las aguas residuales pueden alcanzar una DBO₅ de miles de mg O₂/litro.

Procedencia del agua	Parámetros según sistema de elaboración					
	Proceso de 3 fases			Proceso de 2 Fases		
	Sólidos (%)	Aceite (% s.h)	DQO (g/Kg)	Sólidos (%)	Aceite (% s.h)	DQO (g/Kg)
Lavado de aceituna	0,51	0,14	7,87	0,54	0,10	0,87
Centrifuga vertical agua	6,24	0,96	73,82	0	0	0
Centrifuga vertical aceite	0	0	0	1,43	0,57	1,17
Efluente final	4,86	0,31	68,61	2,82	0,29	2,25

(modificada de Alba y col. 1996)

Fig.5. Tabla: Procedencia del agua según el sistema de elaboración.

- Podemos observar en la tabla que para procesos de 3 fases las contaminaciones por DQO en las aguas es mucho mayor que para procesos de 2 fases.

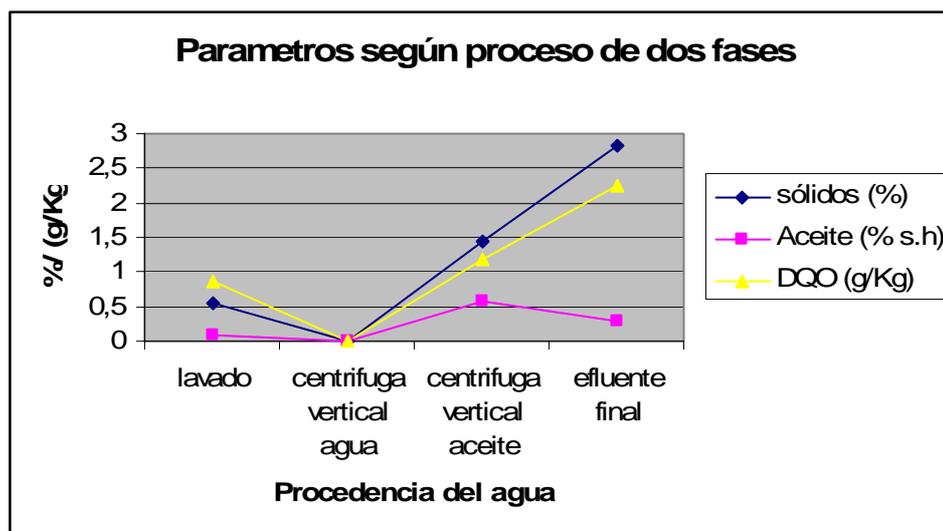


Fig. 6. Gráfica procedente de la tabla.2.

Parámetros de aguas de lavadoras de aceituna								
Muestra	pH	Sólidos totales (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Sólidos Suspendidos (%)	Sólidos Sedimentados (%)	DBO ₅ mg/l	DQO mg/l
1 (Co)	6,34	0,27	0,17	0,1	n.s.f	n.d.	500	809,7
2 (Co)	5,65	0,49	0,27	0,22	n.s.f	n.d.	1820	4858,3
3 (Co)	6,22	0,23	0,07	0,15	0,005	0,225	348	1639,6
4 (Co)	6,66	0,18	0,08	0,10	0,006	0,174	148	222,6
5 (J)	6,02	0,28	0,21	0,07	0,006	0,274	121	809,7
6 (Co)	6,03	0,87	0,53	0,34	n.s.f	n.d.(Flot.)	1145	4494,0

n.s.f = No se observa separación de fases después de una hora
 n.d = No se detecta sedimentación
 Flot. = Se observa flotación con una capa superficial

Fig. 7. Tabla: Parámetros de aguas de lavadoras de aceituna en almazaras de Córdoba (Co) y Jaén (J).

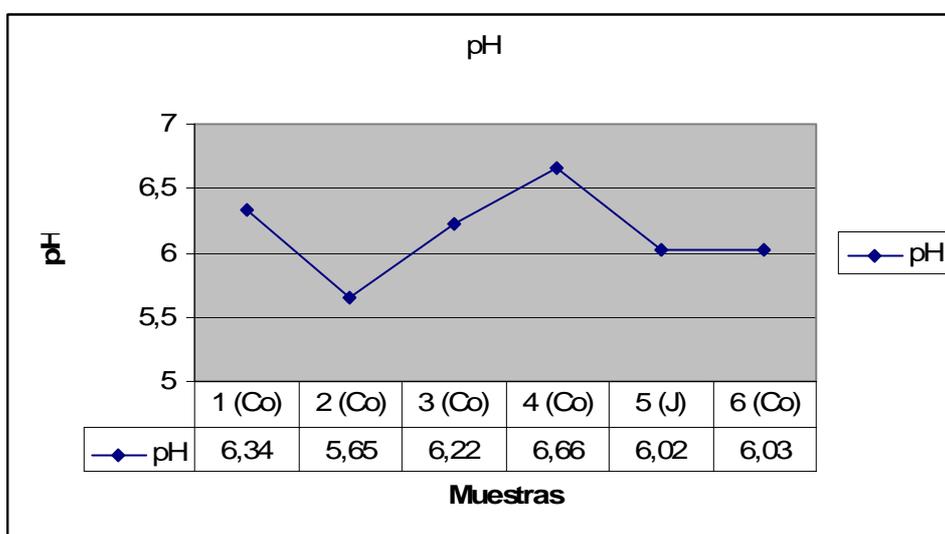


Fig. 8. Gráfica procedente de la Tabla.3. pH de las muestras.

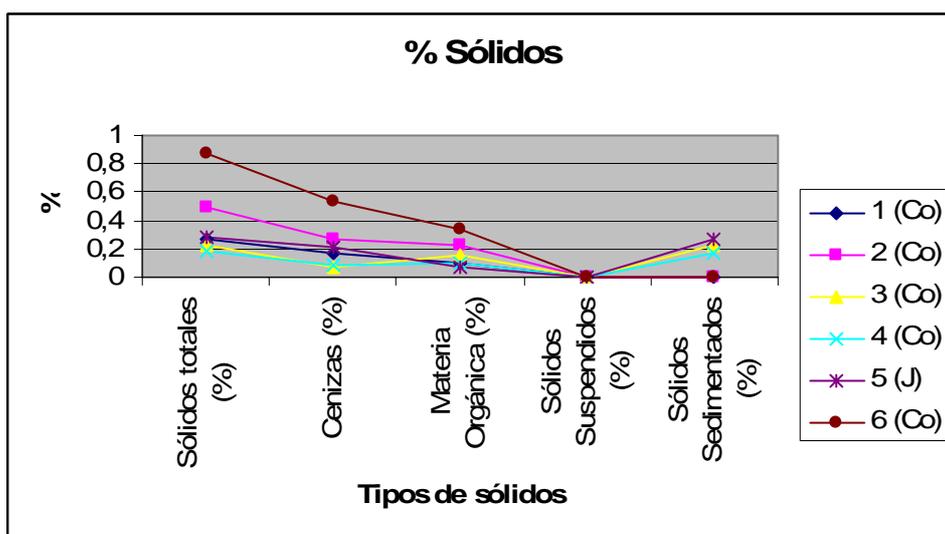


Fig. 9. Gráfica procedente de la Tabla. 3. Porcentaje de Sólidos de las muestras.

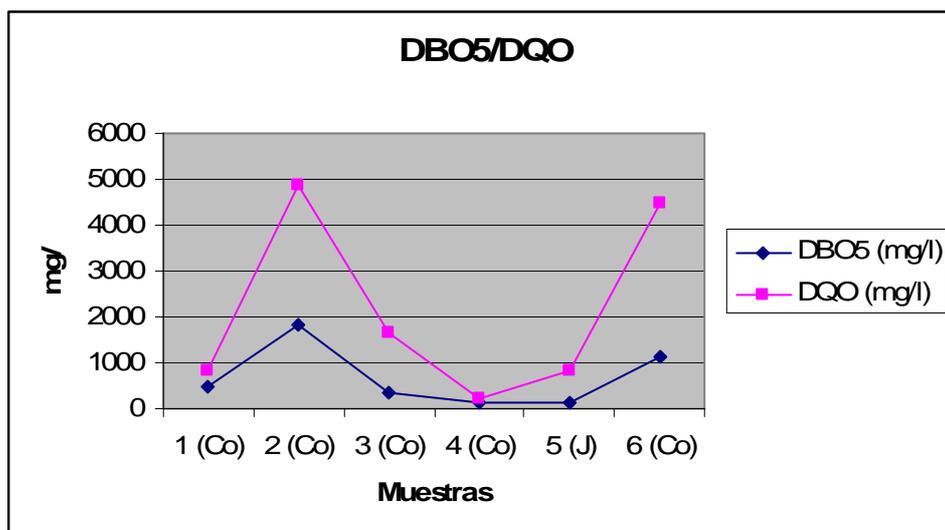


Fig. 10. Gráfica procedente de la Tabla. 3. DBO5/DQO de las muestras.

Todo el conjunto de operaciones citadas anteriormente producen unas aguas de limpieza que debo tratar como producto contaminante, por lo que se debe realizar un tratamiento para las mismas. Existiendo distinto tipo de opciones:

- **Instalar una depuradora** en la almazara, siendo esta elección poco viable, debido al alto coste de inmovilizado, instalación y mantenimiento de la misma, ya que el trabajo de la planta es temporal, y la amortización de este tipo de instalación sería a muy largo plazo, mayor que el de todo el mobiliario de la planta.
- Trasladar esta agua a un tanque de almacenamiento para ser recogidas y **tratadas por una planta encargada de este tipo de residuos contaminantes**, debido pagar para este servicio unos costes de recogida y tratamiento. Esto aumenta los costes de producción de la planta, disminuyendo los beneficios y aumentando los costes de mobiliario, al tener que instalar canalizaciones y tanques para el almacenaje de este producto contaminante biológico.

- Trasladar esta agua a una ***balsa de secado impermeabilizada*** hasta que por evaporación se transforme en residuo seco y pueda ser recogido por una empresa subcontratada dedicada a la eliminación de productos contaminantes biológicos. Este tipo de sistema es más económico que el anterior, ya que el volumen del producto contaminante es menor, por lo que los gastos de transporte también lo son. Pero en cambio se debe instalar una balsa de almacenamiento de aguas residuales impermeabilizada. Siento esto un coste de creación e impermeabilización de la balsa, además del coste del transporte del agua residual a la balsa y la mano de obra que esto implicaría, junto con la superficie necesaria para poder construir la balsa.

 - Utilizar el agua para el ***regadío de superficies agrícolas***, se necesitaría un estudio previo de la cantidad contaminante de las aguas y se debería utilizar un desembolso económico para poder construir los elementos necesarios para su depuración, si fuese necesario, almacenamiento y transporte.
- ***Disminución de la energía necesaria en el proceso***

Al no usar la lavadora, disminuimos el gasto energético provocado por ella y por los elementos que la acompañan, como son las bombas para la entrada a la lavadora de la aceituna, las bombas de impulsión del agua de lavado en la lavadora, los tornillos helicoidales de salida de sólidos en el lavado (en el fondo de la lavadora), secadores o cualquier otro sistema que se utilice en el secado final de la aceituna para poder disminuir la humedad residual (que no es posible eliminar del todo, como hemos visto antes). Todos estos elementos provocan un aumento del gasto de energía eléctrica necesaria en la planta (fig.11.).

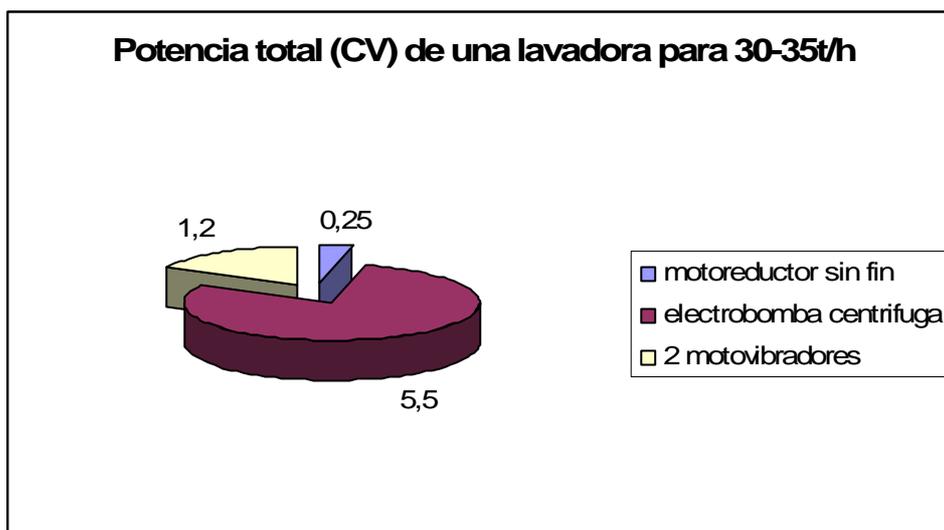


Fig. 11. Gráfica: Gasto de potencia de cada uno de los elementos de la lavadora.

5.5.5 Justificación de la elección

Todo lo visto en los apartados anteriores, hace pensar como una alternativa viable la no utilización de lavadoras, o la utilización de sistemas compactos, en la planta, ya que, como se dijo al principio, vamos a poder utilizar en nuestra planta solo aceitunas de vuelo, o poco sucias, por lo que será muy probable que no encontremos piedras de gran tamaño o trozos metálicos o cualquier otro tipo de material, que no puedan eliminarse durante el proceso de limpieza.

Analizando la figura.12., cual de los tres sistemas es el más adecuado en función del consumo de agua y de la potencia.

La potencia en el compacto es menor, pero también existe un consumo de agua, aunque más moderado que cuando en la zona de limpieza existe una lavadora, pero por el contrario la variación de la potencia entre una zona de limpieza compacta y una zona de limpieza sin lavadora podemos ver se consume algo más de potencia, pero por el contrario, no se consume agua.

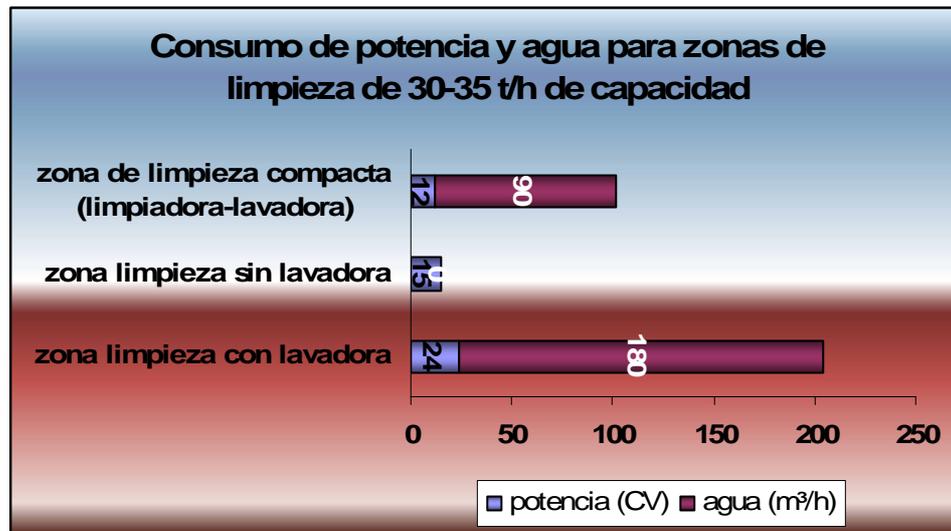


Fig. 12. Gráfica: Consumo de potencia y agua para zonas de limpieza.

Por lo que se deduce que de los tres métodos a estudio, el más adecuado, económicamente hablando y que se ajusta más a la “Normativa Andaluza de Trazabilidad en Aceite de Oliva” (**Anexo I**), es el de la **limpieza de la aceituna sin lavado**.

5.6 ANEXO V

5.6.1 Sistema de tolvas de pesada

El sistema de pesado automático con básculas es el complemento funcional de los equipos de limpieza y lavado y de la recepción en general, porque al concluir la operación de entrega se obtiene directamente el peso del fruto limpio; esto ahorra tiempo, reduce la superficie necesaria para la zona de recepción y simplifica el movimiento de vehículos.

Este es el momento en el que debe realizarse la toma de muestras para obtener datos de:

- *Rendimiento*: Medida de la calidad.
- *Acidez*: Medida de calidad.
- *Contenido de humedad*: Medida de control.

Todo esto ya especificado en el anexo VI, donde hablamos de la toma de muestra y su análisis posterior.

El sistema utilizado será una **tolva de pesada continua**. En ellas va entrando el fruto hasta que se alcanza el peso de 250 kg (según la capacidad de la tolva), descargándose automáticamente y continuando sin interrupción la carga mediante un sistema de doble tolva incorporada.

Este tipo de básculas son muy precisas y de fácil mantenimiento, además las de 250 kg son muy fiables.

Las tolvas de pesado se encuentran en la línea o zona de limpieza, ya que se colocaran a la salida de la limpiadora para obtener el peso del fruto limpio. Es un elemento más de la línea. Como dijimos anteriormente, se utilizaran 6 líneas de recepción y limpieza, por lo que necesitaremos **6 tolvas de pesada continua capaces de pesar a una velocidad de 9.400 kg/h = 2,6 kg /s, en continuo, de 250 kg de pesada continua.**

$$560 \text{ toneladas / día} = 56 \text{ toneladas / hora} = 9,40 \text{ toneladas} _ \text{línea} \times 6 \text{ líneas}$$

5.5.1 Selección de tolva de pesada

Para este caso la empresa Agroisa S.L. posee una pesadora continua en tolva denominada: AGRO PC340, que cumple con nuestros requisitos.

Datos de la Pesadora continua en tolva: AGROPC340:

- Capacidad máxima por ciclo: 250 kg
- Rendimiento: 5 ciclos/m (aprox.).
- Estructura monobloque realizada en chapa plegada de 2 mm y tubo de:

80 x 80 x 2 mm.

- Tolvín de carga superior y de pesaje inferior, ambos fabricados en chapa de 2.5 mm., con bocas de descarga de 750 x 200 mm, y compuertas de apertura accionadas mediante cilindros neumáticos.
- Ventanas de inspección y mantenimiento fabricado en aluminio anodizado que permite el registro de funcionamiento en condiciones óptimas de seguridad.

- Envolventes de seguridad fabricadas en chapa plegada de 1.5 mm. que protegen la totalidad de los flancos de la báscula, excepto el destinado al mantenimiento de la misma.
- 3 Células de carga con galgas extensiométricas encapsuladas fabricadas íntegramente en acero inoxidable, con una capacidad de 250 Kg. cada una.
- Armario electroneumático de control de funcionamiento de la báscula, integrado en el chásis de la misma y provisto de presostato de seguridad.
- Instalación neumática y el cableado de las células a través de circuito estanco de tubo de acero, hasta cuadro electroneumático y caja de conexiones.
- Visor electrónico:
 - Visores alfanuméricos en los que se podrán visualizar datos como peso de la partida, tara de la báscula, códigos clientes, ...
 - Teclado alfanumérico con iconos normalizados y llave de programación.
 - Códigos programables de clientes, fecha, hora, proveedores, cabeceras y leyendas, etc.
 - Impresión de informes de parciales, totales, por clientes ...
 - Protocolo de comunicación Standard con el PC de gestión.
 - Conector RS-232.
 - Impresora de tickets de agujas o térmica.

- Repetidor de peso.
- Opciones:
 - Repetidor de peso para visor.
 - Programa informático de gestión.



Fig. 1. Pesadora continua.



Fig.2. Pesadora continua, ventana visión de tolva.

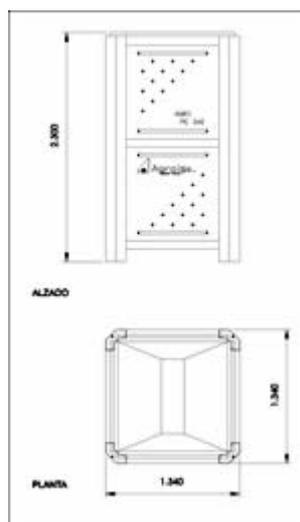


Fig. 3 Plano pesadora continua.

5.7 Anexo VI

5.7.1 Tolvas de almacenamiento de Almazara

La capacidad de cada tolva de almacenamiento en el patio de almazara de aceituna es de 70.000Kg. Este valor lo obtenemos a partir de una serie de estudios de históricos en un número determinado de almazaras en distintas áreas olivareras de Andalucía.

Una parte de las aceitunas que se procesan en una almazara entran en un periodo relativamente corto.

Las producciones de las distintas campañas difieren mucho entre sí con variaciones que pueden alcanzar el doble o la mitad de una cosecha media. Es difícil, por todo ello, que la capacidad de elaboración de una almazara esté proporcionada con las máximas entradas de fruto, por lo que, en muchas ocasiones, se produce la necesidad de almacenar aceituna durante más o menos tiempo.

Aspectos como la conveniencia de tener una reserva de fruto para conseguir el funcionamiento sin interrupción durante toda la campaña como consecuencia de mal tiempo que detenga la recolección, o la mayor economía que supone trabajar un elevado numero de días en la campaña, son estrategias que han llevado a las almazaras a considerar como conveniente un cierto volumen de almacenamiento de aceituna.

Cada vez están más superados estos criterios y la capacidad de trabajo de las almazaras se aproxima a las entradas de frutos previstas en el momento álgido de la recolección, para minimizar los costes y problemas de almacenamiento.

En el almacenamiento, cuando se amontonan las aceitunas, se produce una clara elevación de la temperatura, mayor en las capas intermedias (30 cm. A 80 cm.), que en la superficial, muy aireada, o que en las profundas, donde se dan condiciones para la anaerobiosis. La acidez es más alta en la capa superficial, aunque los malos sabores y olores adquiridos afectan a los aceites procedentes de todos las aceitunas atrojadas.

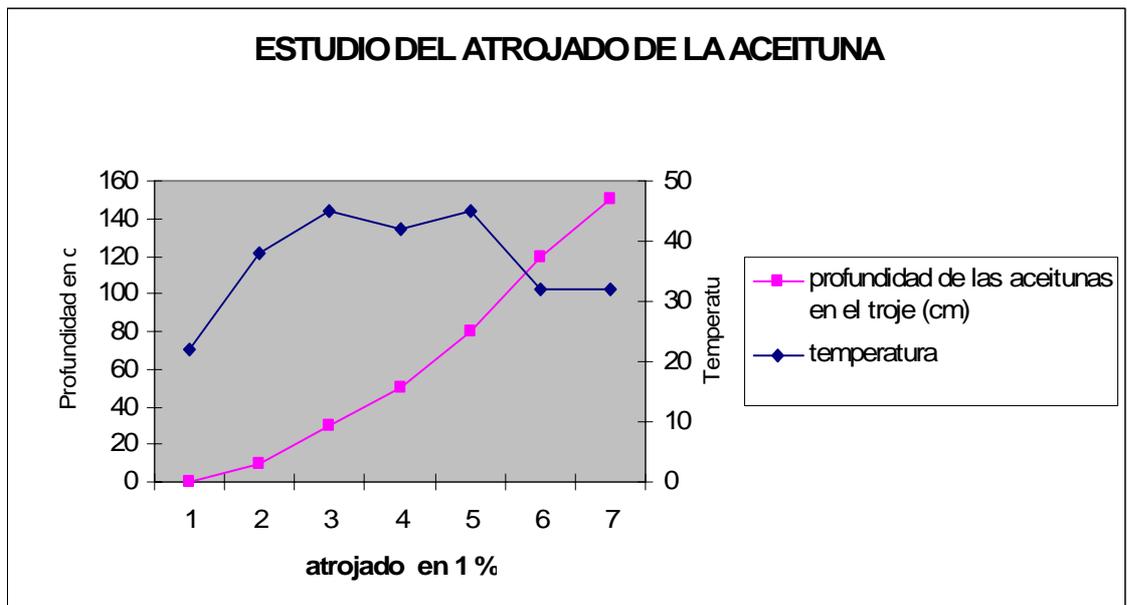


Fig. 1. Gráfica del estudio del atrojado que se produce durante el almacenamiento de aceituna.

La grafica de la fig.1, nos ayudara en el cálculo de las dimensiones de las tolvas para el almacenamiento en el patio.

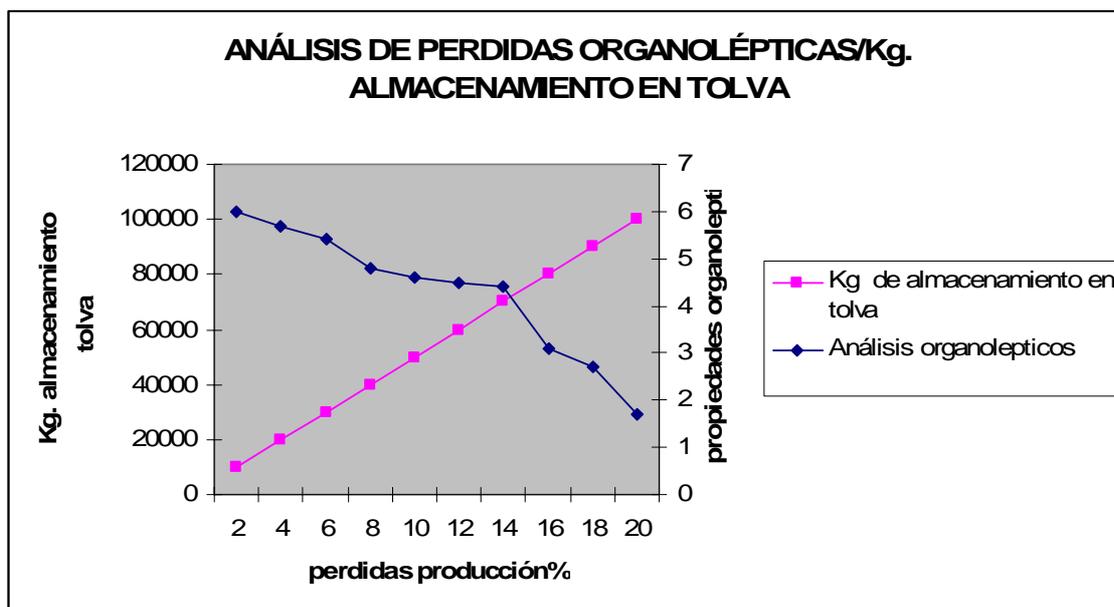


Fig.2. Gráfica de selección de capacidad de almacenamiento de las tolvas de almacenado.

El dato que nos indica cual es la cantidad óptima para minimizar los daños en las aceitunas y almacenar una cantidad adecuada de la misma, se obtiene al observar el cruce entre la pérdida de propiedades de la aceituna en la recepción (pérdidas de propiedades organolépticas del aceite producido a partir de estas aceitunas) y la disminución de pérdidas debidas a cortes de producción debido a falta de aceituna en el almacén (fig.2.). Donde podemos ver que se produce a 70.000 kg, como se dijo anteriormente.

5.7.2 Selección de la capacidad de tolva de almacenamiento

Se selecciona una capacidad de almacenamiento de dos días en patio de almazara para prevenir posibles cortes de suministro de aceituna al patio debido a lluvias que impiden su recolección en el campo, problemas logísticos, etc.

Como la entrada diaria de aceituna, limpia, a la almazara será de 500 toneladas, diseñaremos un patio de almazara para asegurar una producción mínima de dos días, es decir, tener en el patio de almazara como mínimo de un millón de kilogramos.

Esto dividido entre la capacidad máxima que debe tener una tolva de almacenamiento de aceituna en un patio de almazara, 70.000 kg (visto anteriormente), nos da un patio de almazara con 15 tolvas. Teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1,2[⊗], que se le aplica por posibles problemas en campaña obtenemos 18 tolvas de 70.000 kg. Estas tolvas estarán comunicadas para poder disponer de las aceitunas en cualquiera de las 4 líneas de procesado de nuestra planta.

A la salida de cada una de las tolvas existirá una válvula de apertura-cierre que hará que cuando la aceituna de una tolva este saliendo, por la otra tolva no pueda salir aceituna hasta que no queramos que así sea.

En general[∇], se estima un tamaño de almazara, en el cual las tolvas de almacenamiento ocupen un tercio del total de la superficie del patio de almazara (fig. 3.).

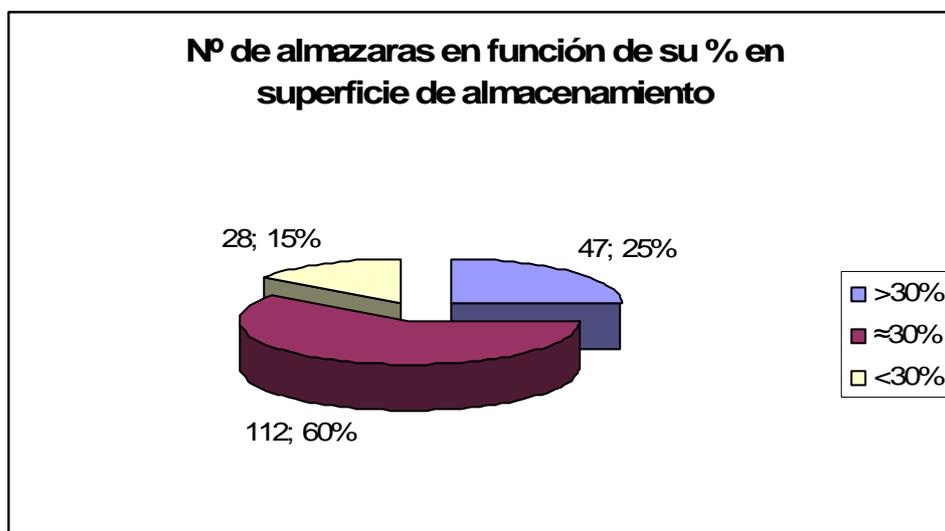


Fig.3. Porcentaje de almazaras de la provincia de Córdoba, en función del % de su superficie de almacenamiento.

[⊗] Datos cedidos por cooperativa “La Unión”, Montilla.

[∇] Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, segunda edición 2000.

La fig. 4. nos da el porcentaje de almazaras, en función de su superficie, de la provincia de Córdoba. En Córdoba existe un total de 187 almazaras[®].



Fig.4. Porcentaje de almazaras en función de su superficie en la provincia de Córdoba.

Esta superficie puede ser ajustada a la recepción de la aceituna (con un margen de seguridad para el abastecimiento de la planta), como ocurre en las almazaras más modernas (estudios de almazaras de dos y tres fases en España), o ser mayor, si trabajamos en almazaras tradicionales (por prensas). En ellas como la producción es en discontinuo necesitan un porcentaje mayor de superficie de almacenamiento de aceituna, respecto a las almazaras que trabajan en continuo.

Por lo que podemos decir, que la superficie de almacenamiento de la almazara depende del sistema que se utilice en la extracción del aceite, diferenciando entre método continuo (dos y tres fases) y el método tradicional (por prensas) (fig. 5.).

[®]Datos de campaña 2005-06 en Córdoba

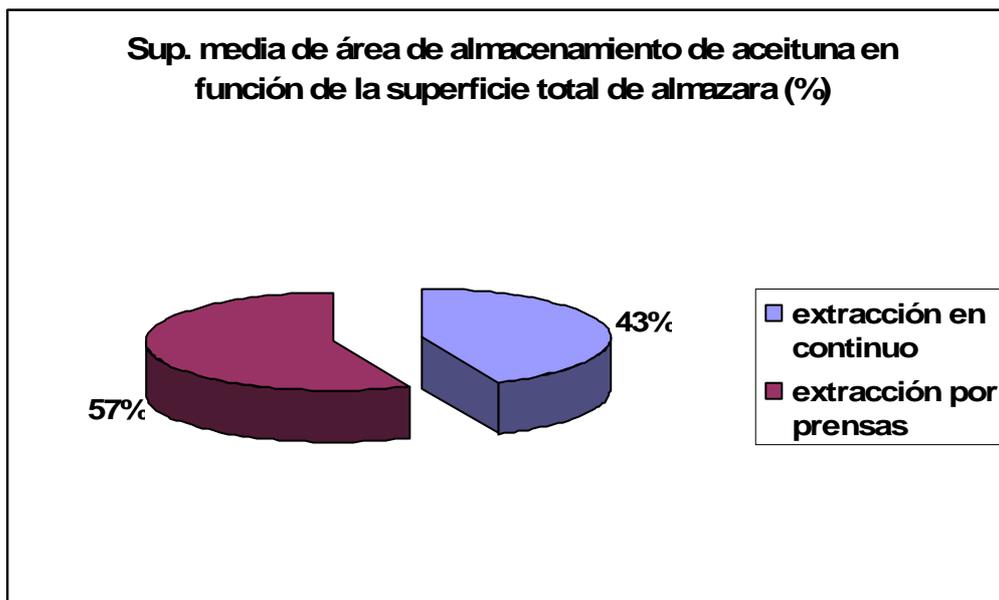


Fig. 5. Porcentaje de superficie de zona de almacenamiento (respecto a la superficie total de la almazara) en función del tipo proceso en Córdoba.

Esto afectara al tamaño total de la almazara, ya que se puede ver que en procesos en continuo necesitaríamos una menor superficie de almazara.

Debemos tener en cuenta que estas tolvas están interconectadas a la salida. Donde un tornillo sinfín, introduce las aceitunas en los molinos para su molturación.

Estos molinos no tienen porque funcionar en continuo, su funcionamiento dependerá de la necesidad de pasta de aceituna en la termobatidora. Esto dependerá de la capacidad de esta y del tiempo de batido.

5.8 ANEXO VII

5.8.1 Toma de muestras

El momento en el que debe realizarse la toma de muestras es en la salida de las aceitunas de la báscula de pesada, como se muestran en la fig.1. y en la fig.2.



Fig. 1. Tolva de pesado, toma de muestra



Fig. 2. Tolva de pesado con cinta de recepción

A la muestra (fig. 3) se le realizaran sus análisis pertinentes a efectos del cumplimiento de las obligaciones establecidas por el régimen de la ayuda a la producción. Estos análisis, no sólo son al rendimiento, sino que también se realizan medidas de calidad como acidez y de control como contenido de humedad, sobre todo en procesos continuos de dos fases para conocer como ajustar los parámetros del proceso de batido y separación centrífuga.



Fig.3. Bolsa de muestra para el laboratorio.

Además deberán registrarse por el laboratorio, indicando, como mínimo, la fecha de recepción, el nombre de la almazara de la que proceden, su número de autorización y una clave, que podrá coincidir con el número de lote, para determinar el origen de la muestra.

El análisis del rendimiento graso de las muestras recibidas se efectuará de conformidad con alguno de los métodos existentes para la determinación de este parámetro. Al realizar las medidas, se puede observar que el rendimiento de aceitunas de suelo es mucho más elevado, pero esto se debe únicamente a que han perdido gran parte de su humedad, siendo la cantidad de aceite la misma y siempre de peor calidad.

En el boletín en el que figuren los resultados deberá constar, junto con la identificación del laboratorio que lo emite, los datos relativos a la recepción de la muestra, el de la almazara y la clave asignada por ésta. Constará expresamente el método empleado.

Deberá firmarse por un técnico responsable del laboratorio. Los laboratorios deberán conservar, durante al menos cuatro años desde la fecha de su emisión, copia de los boletines de análisis practicados, así como el registro de las muestras recibidas y los justificantes correspondientes. Deberán exhibirlos y ponerlos al servicio de los órganos de control de las Comunidades Autónomas y de la agencia para el aceite de oliva cuando éstos lo requieran.

Para las cantidades de las muestras, los laboratorios que realicen estos análisis deberán justificar las cantidades de aceitunas recibidas (500gr.), aquéllas que han sido empleadas en la práctica de las pruebas pertinentes y destino de los productos sobrantes.

El método que se va a utilizar será el Método Bunsen. Este es un nuevo sistema, creado por la empresa Bunsen, que posee una ventaja, sobre lo que actualmente existe en el mercado, en la abstención de aceite en la aceituna sin ningún tipo de manipulación química, por lo que se minimiza al máximo los errores y desvíos propios de otros métodos.

Esto nos permite poder hacer un exhaustivo análisis de acidez, moho, grado de humedad o cualquier otro tipo de análisis que deseemos sobre la pureza del aceite que contenga los diferentes tipos de aceitunas que lleguen a la almazara.

Este método cuenta con un informe favorable del Instituto de la Grasa de Sevilla en cuyos laboratorios se realizaron múltiples pruebas con el fin de poder certificar la calidad y eficacia del método sobre la determinación del contenido real de aceite en los diferentes tipos de aceitunas presentadas a la almazara a sí como la comparación con los métodos tradicionales ya existentes en el mercado absteniendo una fiabilidad del 98%.

Componentes de que consta el sistema:

- MOLINO (fig. 4): Que permite la molienda óptima para la preparación de las muestra.
- BALANZA (fig. 6): Con precisión de ± 01 Gr. para dar exactitud al aceite obtenido.
- AGITADOR DE MUESTRAS (fig.9): Permite la preparación de la muestra con el mismo sistema que se utiliza en el proceso industrial.
- CENTRÍFUGA (fig. 7): Igualmente que en el proceso industrial permite separar el aceite de la aceituna para su posterior análisis y cata.
- BAÑO DE CATA (fig. 5): Permite un análisis sensorial del aceite de oliva.
- GRADILLA DE PESADO: Permite la sujeción del tubo de ensayo sobre la balanza.
- 2 GRADILLA DE SOPORTE PARA 8 MUESTRAS: Para soportar los tubos de ensayo mientras se carga nuevamente la centrifuga.
- 4 MEDIDORES (fig. 8): Para determinar con exactitud el porcentaje de aceite en cada uno de los tubos de ensayo.
- 24 TUBOS DE MACROLON DE 50 ml.: Para preparar las muestras.
- BROCHA: Para la limpieza del molino.
- ESCOBILLÓN: Para la limpieza de los tubos.



Fig. 4. Molino



Fig. 5. Baño de catas



Fig. 6. Balanza de agitación



Fig. 7. Centrifuga



Fig. 8. Medidor de aceite



Fig. 9. Termoagitador

5.9 ANEXO VIII

5.9.1 Línea de extracción: molturación-batido-separación

Una línea de extracción, se compone de los procesos por los que debe pasar la aceituna ya limpia, para poder realizar la extracción del aceite contenido en ella.

Las líneas de extracción constan de:

- **Un Molino molturador.**
- **Una Termobatidora.**
- **Un Decánter horizontal.**
- **Un Decánter vertical.**

Para poder estimar el número de líneas de extracción necesarias en una planta, vamos a dimensionar en función del cuello de botella del proceso, siendo este, el decánter horizontal. Porque tanto, los demás elementos de la línea se dimensionarán en función de este.

Pero en la línea también consta de elementos que pueden trabajar en discontinuo, como son: la termobatidora y el molino. Estos elementos pueden trabajar a mayor capacidad, y realizar paradas para ajustarse a los parámetros de tiempo del decánter horizontal.

Industrialmente tenemos decanters para almazaras desde: 40-50 t/día, 90-100 t/día, 120-130 t/día, 150-160 t/día, 180-200 t/día, 250-300 t/día, 450-500 t/día.

Si tenemos en cuenta que se producirá una entrada de aceituna limpia a la zona de extracción 500 t/día, y por tanto, 500t/día de pasta que debe entrar en el decánter horizontal al día.

Con este dato podemos estimar:

- 10 líneas de extracción de 40-50 t/día de capacidad.
- 6 líneas de extracción de 90-100 t/día de capacidad.
- 5 líneas de extracción de 120-130 t/día de capacidad.
- 4 líneas de extracción de 150-160 t/día de capacidad.
- 2 líneas de extracción de 250-300 t/día de capacidad.
- 1 línea de extracción de 450-500 t/día de capacidad.

Para seleccionar el número de líneas de extracción se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Menor capacidad de la línea, nos da mayor versatilidad, ya que podremos adaptar la planta a posibles fluctuaciones de la producción de aceituna, y por tanto de la entrada de la misma a la planta.
- ✓ Costes de maquinaria e instalación del inmovilizado. Si montamos más líneas de menor capacidad debemos tener en cuenta el coste global de todas las líneas.
- ✓ Rentabilidad en función de la producción y coste de producción. (gráfica de coste de producción frente a beneficios y gráfica de coste de inmovilizado frente a beneficio económico de producción).
- ✓ Rendimiento de cada decánter es de un 88% de media, para todos los decanters sin tener en cuenta su capacidad.
- ✓ Al introducir un porcentaje de la alimentación en el decánter inferior al 100% del de diseño, aumenta el rendimiento y la capacidad de separación de la

centrífuga. El rendimiento máximo se suele producir a partir del 80% de la capacidad máxima de alimentación del decánter (fig.1.).

Podemos ver que si sumamos los rendimientos será mayor el rendimiento a medida que aumentemos el número de decánter en la línea (fig.2.). Y se pueden comparar el consumo total de potencia que tendría en la planta la extracción horizontal (consumo total de todos los decaneters) en función del número de líneas de extracción (fig.3.).

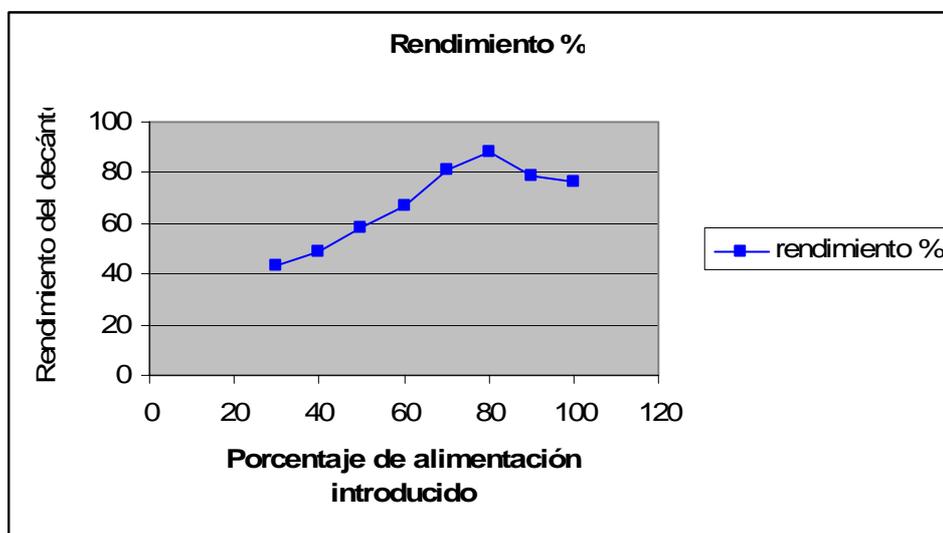


Fig.1. Porcentaje de alimentación adecuado para el máximo rendimiento del decánter.

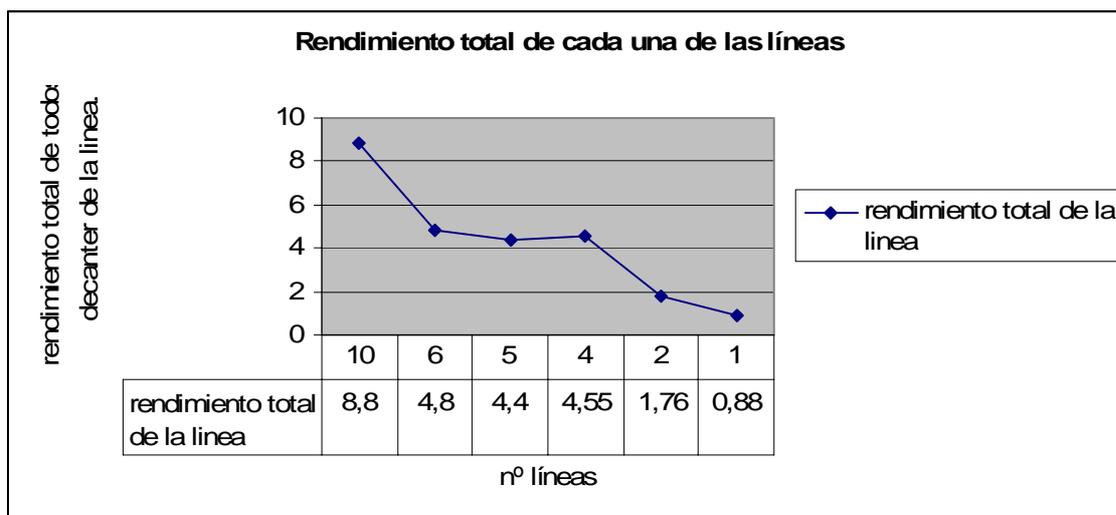


Fig.2. Gráfica de rendimiento total de extracción horizontal, en función del nº de líneas de extracción.

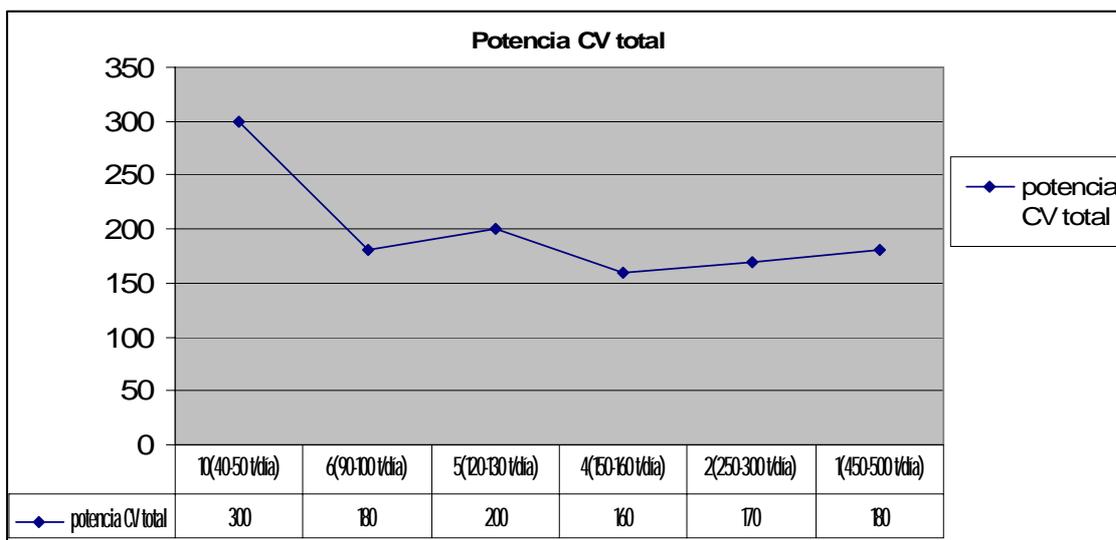


Fig.3. Gráfica de potencia total consumida en la extracción horizontal, en función del nº de líneas de extracción.

Estudiando las dos graficas podemos llegar a la conclusión que en el punto donde se produce un mayor rendimiento a menor consumo de potencia es cuando se trabaja con 4 líneas de extracción con decanteres de 150-160 t/día de capacidad.

La selección de 4 líneas de extracción se debe a que sería la forma más óptima de tratar las 500 toneladas/día de aceitunas que se deben procesar en la planta, para primera extracción (fig.4.).

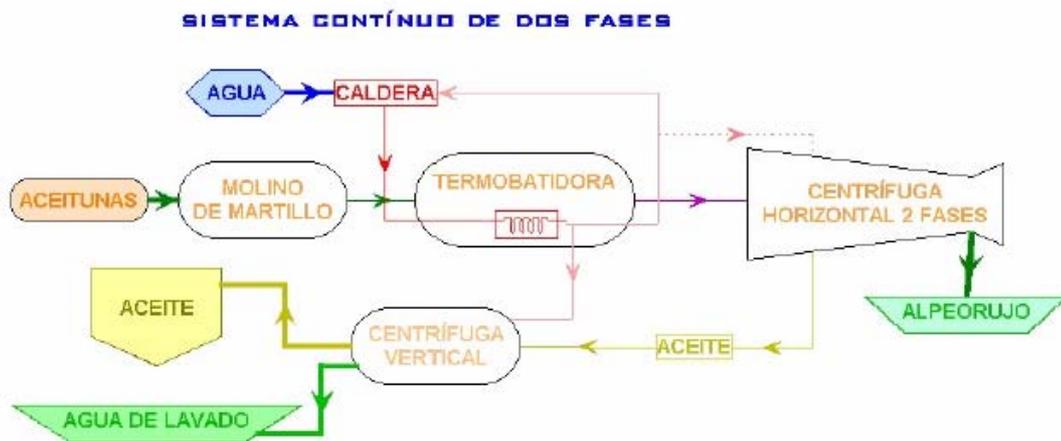


Fig.4. Esquema de sistema continuo de dos fases.

5.10 ANEXO IX

5.10.1 Molturación: Molinos

En la molturación se emplean *molinos mecánicos de martillos*, los cuales constan de una cruceta en cuyos extremos van unidas las cabezas de los martillos, todo ello envuelto por una camisa perforada o criba. En estos se trituran la aceituna rompiendo los tejidos en los que se aloja la materia grasa. La molturación es diaria, con el fin de no acumular aceituna en el patio (atrojar).

De esta forma se evita la fermentación del fruto y su consiguiente deterioro. La regulación del grado de molienda es esencial pues de ello depende el agotamiento de los orujos grasos, lo que se consigue según el diámetro de luz de malla de la criba.

Los molinos serán ubicados en la zona de patio de almazara, justo a la salida de las tolvas de almacenamiento de aceituna limpia.

- Inconvenientes como:
 - Una elevada velocidad de molienda (facilitando la aireación y formación de emulsiones).
 - Calentamiento de la pasta (favorece la pérdida de aromas).
 - La posibilidad de incorporación de trazas metálicas.
- Las ventajas que poseen este tipo de molinos son:
 - Fácil regulación.

- o Reducido espacio.

Estas ventajas hacen decantarse por ellos para su incorporación a las líneas de extracción de almazaras a nivel industrial.

La capacidad de los molinos dependerá de la capacidad de las termobatidoras, ajustándose esta, a su vez, al caudal de entrada de pasta a los decanters horizontales.

El molino molturador debe ser capaz de aprovisionar a la línea de la aceituna necesaria para poder trabajar en continuo durante 24 horas al día. Esto no significa que el molino tenga que trabajar las 24 horas ininterrumpidamente, pero debe ser capaz de abastecer a la termobatidora, de la pasta necesaria para que el decanter disponga siempre de un caudal constante y, así poder producir en continuo 4,54 toneladas totales/h de aceite.

Vamos a tener que definir 4 molinos que serán los que muelan las 500 toneladas de aceitunas diariamente para obtener las 109 toneladas al día de aceite.

Estos molinos deberán moler:

$$500t / día _ de _ aceituna = 125t / línea = 5,21t / h$$

Se necesitará un **molino que cuya capacidad mínima sea de 5,21t/h**, o lo que es lo mismo, 5,210 toneladas a la hora. Porque, como vimos anteriormente, no tiene porque trabajar en continuo el molino, ya que suministrara la pasta a la termobatidora, equipo donde la pasta debe estar 90 minutos, sino que debe suministrar la pasta de aceituna necesaria para que la termobatidora suministre al decanter horizontal un flujo continuo de 5,21 t/h de pasta.

Por tanto, para poder dimensionar el molino debemos tener en cuenta el caudal que debe entrar en la termobatidora por lo que su dimensionado estará íntimamente unido al dimensionado de la termobatidora.

Como vimos anteriormente, nuestro caudal mínimo de molido debe ser de 5.200 kg/h, por lo que en la tabla de la figura 1. (Potencias de motores de molino de martillo industriales estándar), podemos observar la potencia mínima necesaria para el molino es de 40 CV.

5.9.1.1 Selección de molino molturador

Potencias motores	Capacidad
30 CV	4000 kg/h
40 CV	5500Kg/h
50 CV	7000kg/h
60 CV	9000kg/h

Fig.1. Tabla de potencias estándar de molinos industriales.

Además si se observan en las gráficas de las figuras 2 y 3, se puede observar la intensidad en función de la producción para una potencia dada, estudiándose el caso de 40 CV y el de 50 CV.

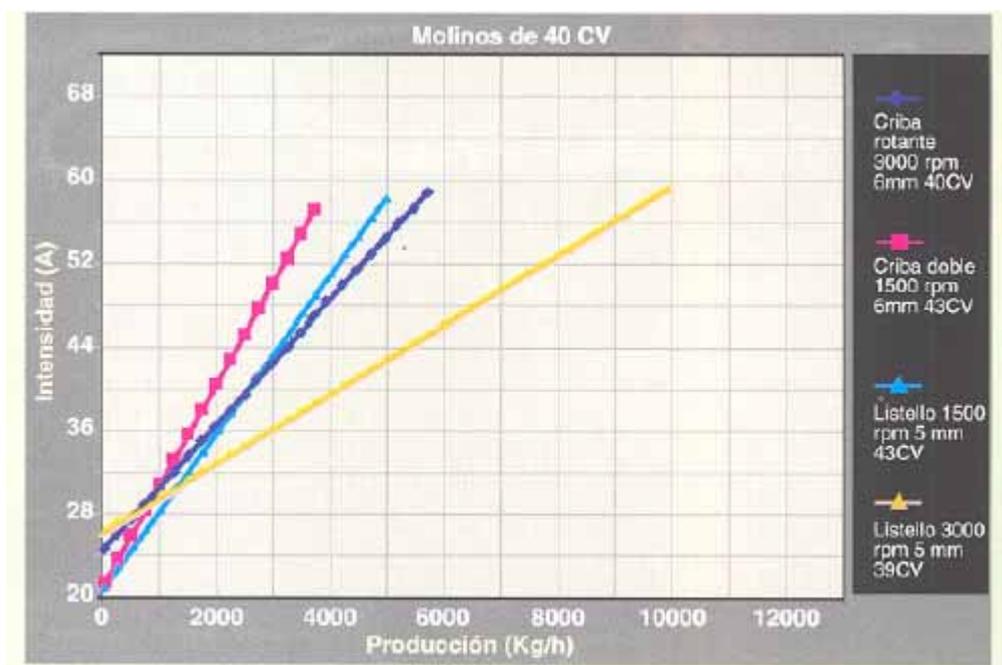


Fig.2. Molino de 40 CV de potencia.

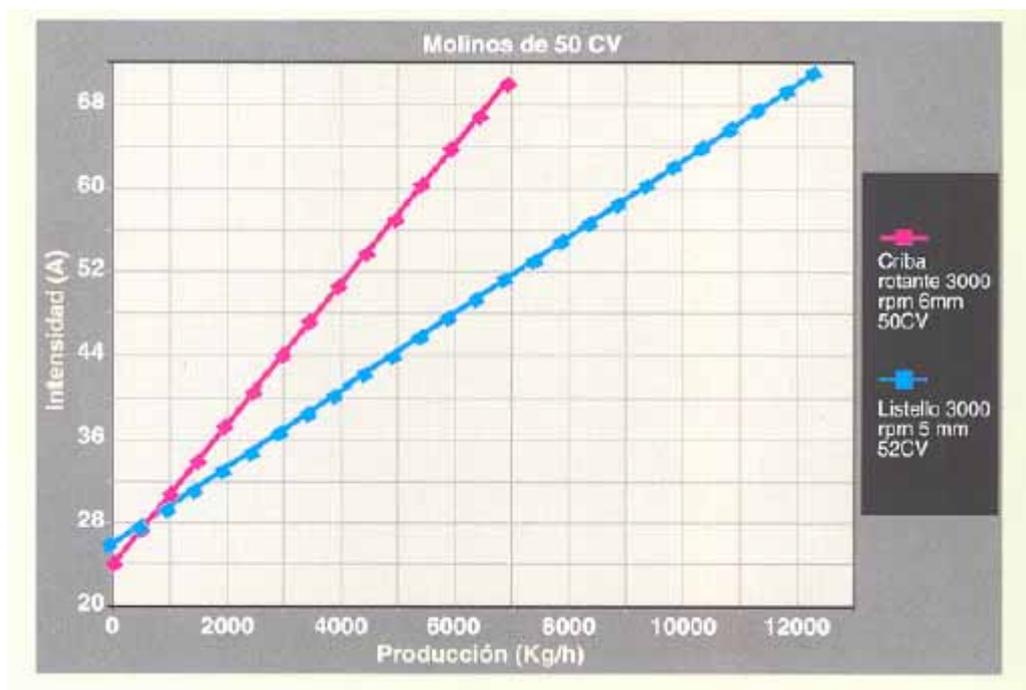


Fig.3. Molino de 50 CV de potencia.

Siendo la velocidad nominal del trabajo en r.p.m. para todos: 2950r.p.m.
La selección se encuentra entre 40 CV y 50 CV.

Se opta por la opción de 50 CV ya que, para el caso de 40 CV, solo nos aseguramos la producción mínima de 5.200 kg/h, pero no podemos trabajar con un rango de producción mucho mayor. Por el contrario la opción de 50 CV nos da un mayor rango de producción, y por lo tanto de trabajo (fig.4.).

Modelos y producciones máximas:

Modelo	Producción (Kg/h)	Producción (Kg/día)
25 CV	2.500	60.000
40 CV	5.700	136.800
50 CV	7.000	168.000

Fig.4. Potencia y producciones máximas relacionadas.

5.9.2 Selección de molino

El molino seleccionado es el molino HP50 Doble criba, mod. Spagna (fig.5.):

- Material de las zonas en contacto con la pasta: Acero inoxidable.
- Contrarrotantes con sentido de giro inverso a los martillos.
- Criba de acero inoxidable con diámetro de perforación en función de la granulometría deseada (la más usual en almazaras y para este tipo de molinos es de tamaño de poro de 6 mm).
- Dotado de sistema de descarga continua y forzada de la pasta.
- 6 + 4 pastillas
- 1.400 r.p.m.
- Invertidor.
- Longitud:1,7 m.
- Anchura 0,6 m.
- Altura 0,9 m.
- Potencia instalada 40,95 kW.



Fig.5. Molino Peralisi doble criba,HP50. Mod. Spagna.

5.11 ANEXO X

5.11.1 Batido: Termobatidoras

En la termobatidora se producirá el *batido*, que tiene por objeto formar la fase oleosa continua que permita optimizar el grado de extracción del aceite.

El interior de la batidora, se suele dividir en varios compartimentos, separados por intercambiadores de calor, por las que circula también el agua caliente.

Ello es necesario para aumentar la superficie de intercambio de calor. Las medidas de un cuerpo de la batidora son del orden de 1 a 1,5 m de diámetro y 3 a 4 m de longitud. La masa entra por un extremo, y es empujada por la acción de las palas, que, al mismo tiempo que cumplen su función de batir, transportan de forma gradual la masa al otro extremo, por el cual sale la masa por medio de un rebosadero.

El hecho de que existan placas de intercambio de calor dentro de la batidora consigue que el calentamiento de la masa sea gradual, ya que una variación brusca de temperatura repercutiría negativamente en la calidad final del aceite. Además se suelen disponer varios cuerpos (dos, tres o cuatro, normalmente), colocados uno encima de otro, para aumentar la capacidad y para conseguir variaciones de temperatura más graduales aún (fig.1.). Es decir, con un solo cuerpo, el trayecto que recorre la masa de aceituna es más corto, por ello habría que calentarla más rápidamente, provocando cambios abruptos de temperatura.

Es mejor repartir el incremento de temperatura necesario entre varios cuerpos, de forma que cuando la masa ha salido del cuerpo superior, pasa al cuerpo inmediatamente inferior por medio de un rebosadero, llegando así hasta el último.

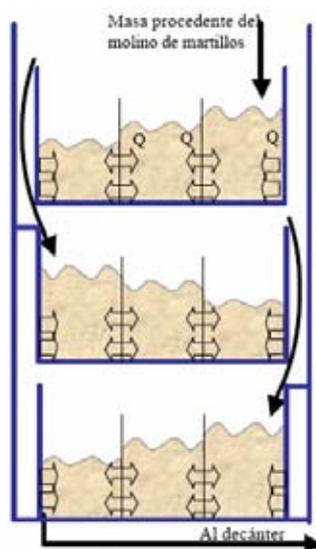


Fig.1. Proceso en cuerpos de una termobatidora de 3 cubas.

La finalidad de aumentar la temperatura es facilitar el batido, pues la masa se vuelve más fluida. Como es de esperar, hay un límite superior, que si se sobrepasa provoca el enranciamiento del aceite obtenido con posterioridad, con la pérdida de características organolépticas y de calidad, debida a la aceleración en los procesos de oxidación y a la pérdida de componentes volátiles responsables del aroma del aceite de oliva. Este es 40 °C, pero según el Codex Alimentarius en almazaras productoras de aceite de oliva virgen esta temperatura no debe sobrepasar los 30 °C.

El tiempo de batido, o tiempo de permanencia de la masa en la termobatidora, alcanza un valor adecuado en torno a la hora y media. Un tiempo inferior hará que el batido no sea completo, mientras que uno superior puede originar la aparición de emulsiones, lo cual se debe evitar. Este parámetro suele estar fijado por el régimen de producción que se establezca y el volumen de la batidora.

La viscosidad de la masa dependerá del tipo de aceituna (picual, hojiblanca, alberquina, etc.), del grado de humedad que presente la misma, que cambia según el origen o el estado de maduración del fruto, y de la temperatura.

En el último cuerpo (y en los demás) suelen haber sensores de nivel. Generalmente, existe un nivel máximo y un mínimo, de manera que si el nivel está por debajo del mínimo, se procede a conectar los molinos, introduciendo así más masa fría por los cuerpos superiores. Si ese nivel supera el máximo, se procede a parar la molienda para permitir que los niveles bajen.

Lógicamente, hay una bomba de masa que se encarga de extraer la masa del último cuerpo para llevarla al decánter. Este dispositivo de control del nivel no es necesario en los cuerpos anteriores, ya que la masa sale por rebosaderos, de forma que el nivel estará acotado en todo momento.

En vista de todo lo explicado anteriormente se observa que en la operación de batido existen una serie de variables que modifican las propiedades de la pasta a la salida de la termobatidora.

5.11.2 Tiempo de batido

El tiempo debe ser mayor para la pasta proveniente de molinos metálicos (tiempos que no sobre pasen de 1 – 1,5 h).

Experimentalmente se comprueba que el rendimiento graso/seco del orujo disminuye cuando el tiempo de batido aumenta de 50 a 75 minutos sin que exista diferencia significativa entre 75 y 105 minutos.

Vamos a ver los efectos del tiempo de batido sobre las características del aceite de oliva que se obtiene, como pueden ser la K270, la K225, la cantidad de polifenoles y la estabilidad del aceite (fig.2, 3,4 y 5).

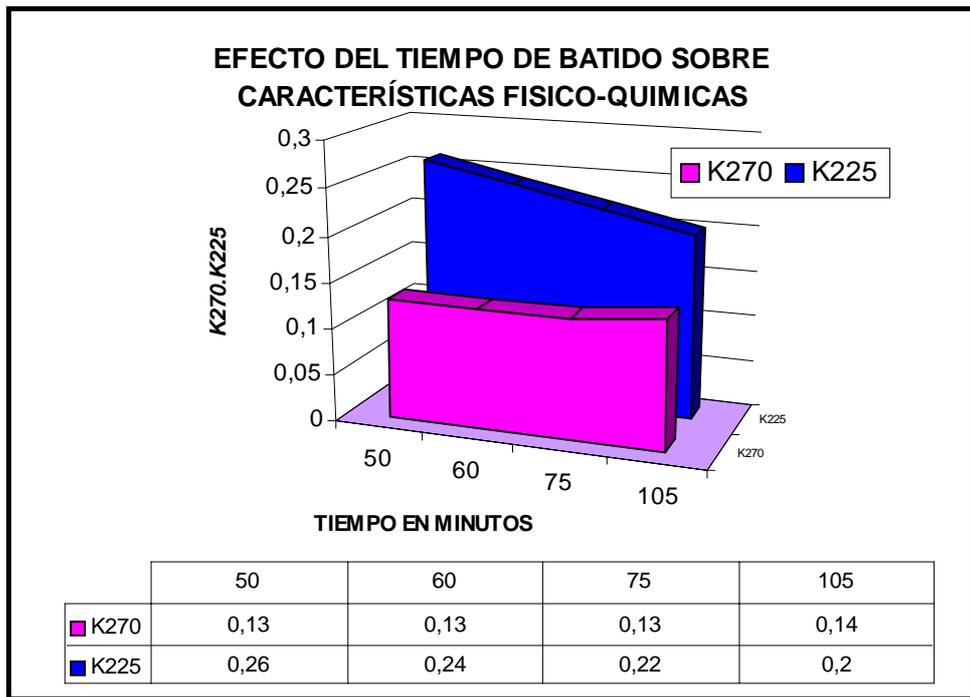


Fig.2. Efecto tiempo de batido sobre K270, K225.

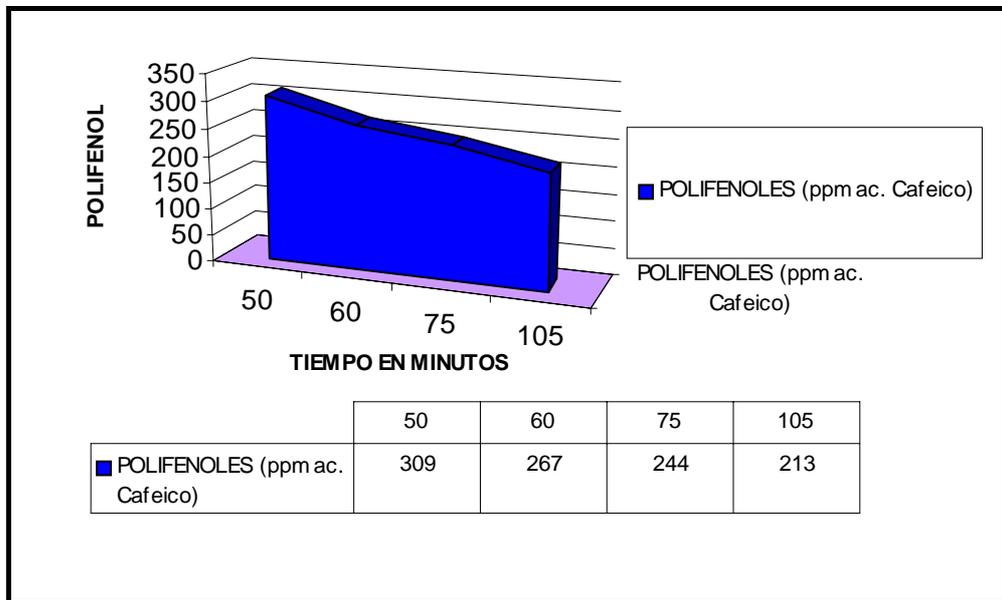


Fig.3. Efecto tiempo de batido sobre los polifenoles.

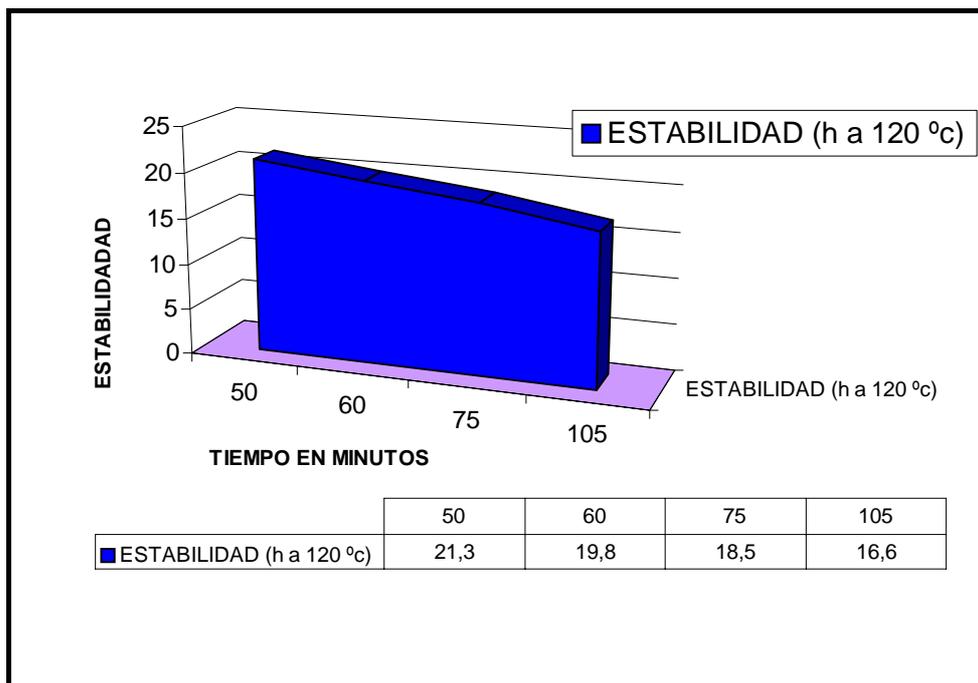


Fig.4. Efecto tiempo de batido sobre la estabilidad.

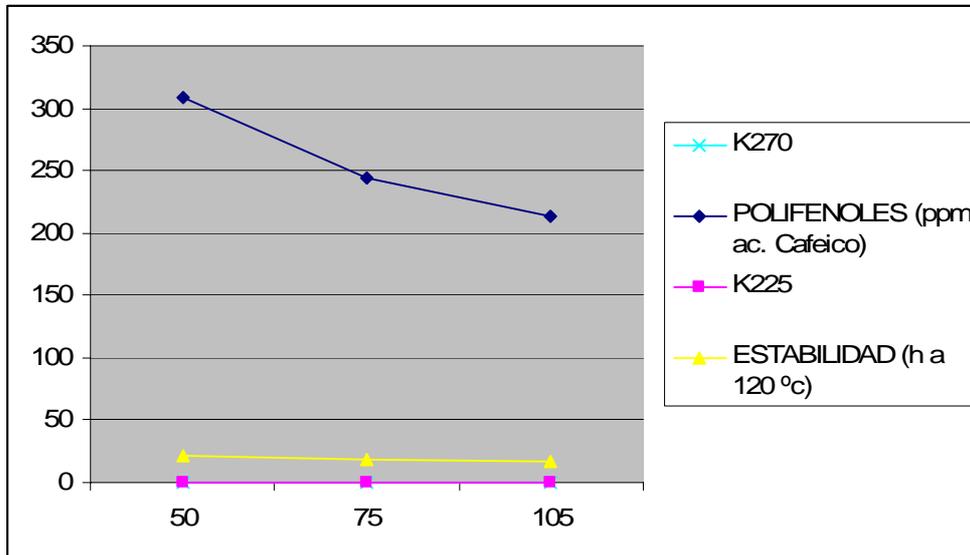


Fig.5. Efecto tiempo de batido sobre las variables de K270, polifenoles, K225 y Estabilidad.

Podemos observar (fig.5.), que el contenido en polifenoles y los parámetros con él relacionados (k225 y estabilidad) disminuyen de manera significativa cuando se prolonga el tiempo de batido (Debemos indicar además que el tiempo de batido no influye en parámetros como el grado de acidez, el índice de peróxidos y el K232).

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 dificultan el proceso de extracción. Estas gotas, más o menos estabilizadas, permanecen dispersas en el alpechín formando una emulsión denominada mosto suelto, compuesta por aceite suelto y alpechín suelto en fase acuosa continua[®].

5.11.3 Temperatura de la pasta

La temperatura que se usa en termobatidoras de líneas de primera extracción esta entre 25-28°. Si se aplican temperaturas demasiado elevadas se producirán oxidaciones y formación de alcoholes y si el tiempo de permanencia de la pasta en la batidora es excesivo perderá propiedades organolépticas, además de producirse aireaciones que inicien reacciones de oxidación. (fig.6.)

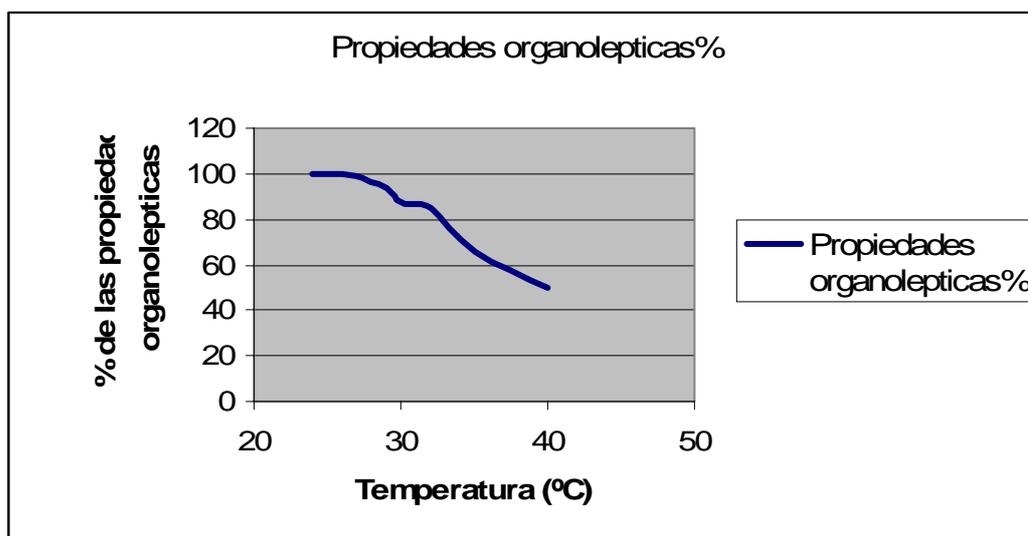


Fig.6. Gráfica: Pérdida de propiedades organolépticas frente a la temperatura.

[®] Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, Segunda edición 2000.

La viscosidad del aceite es función de la temperatura, al aumentar ésta la viscosidad es menor y se facilita la separación del aceite. La temperatura adecuada recomendada para obtener aceites de calidad se encuentra entre 24-30°C.

Si se aplican temperaturas demasiado elevadas se producirán oxidaciones y formación de alcoholes grasos superiores y si el tiempo de permanencia de la pasta en la batidora es excesivo se reducirá el contenido en polifenoles además de producirse aireaciones que inicien reacciones de oxidación. Por tanto sólo se emplearán temperaturas más elevadas para frutos de suelo o de calidad inferior. En las almazaras lo más frecuente es usar agua caliente para la calefacción de las termobatidoras.

Vamos a comparar los distintos parámetros de calidad del aceite de oliva en función de la temperatura de la termobatidora (fig. 7, 8, 9 10):

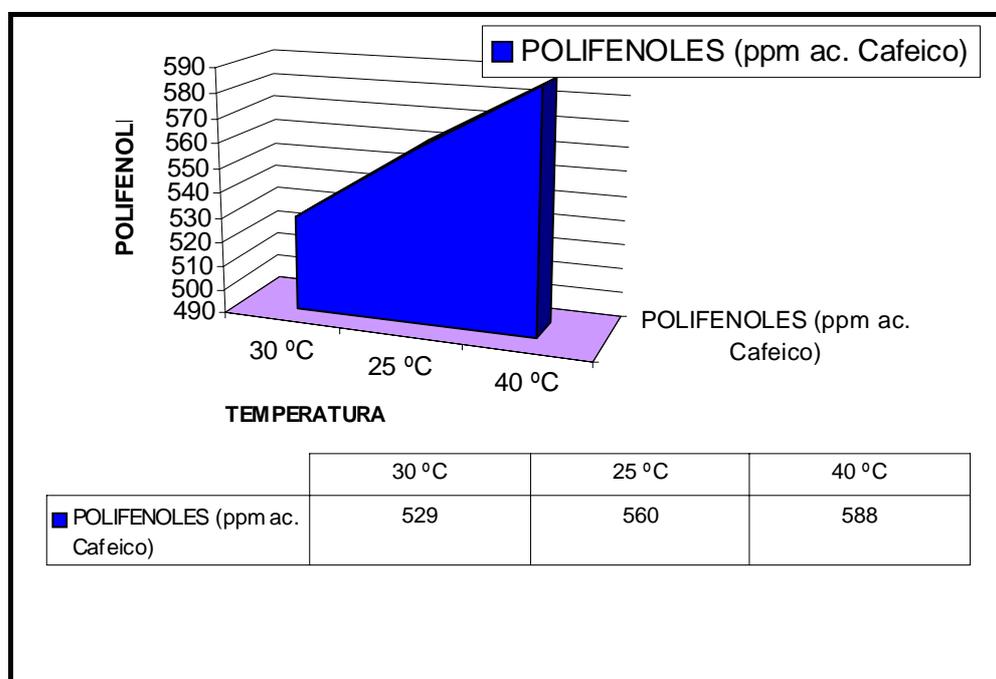


Fig.7. Efecto de la temperatura de batido sobre los polifenoles.

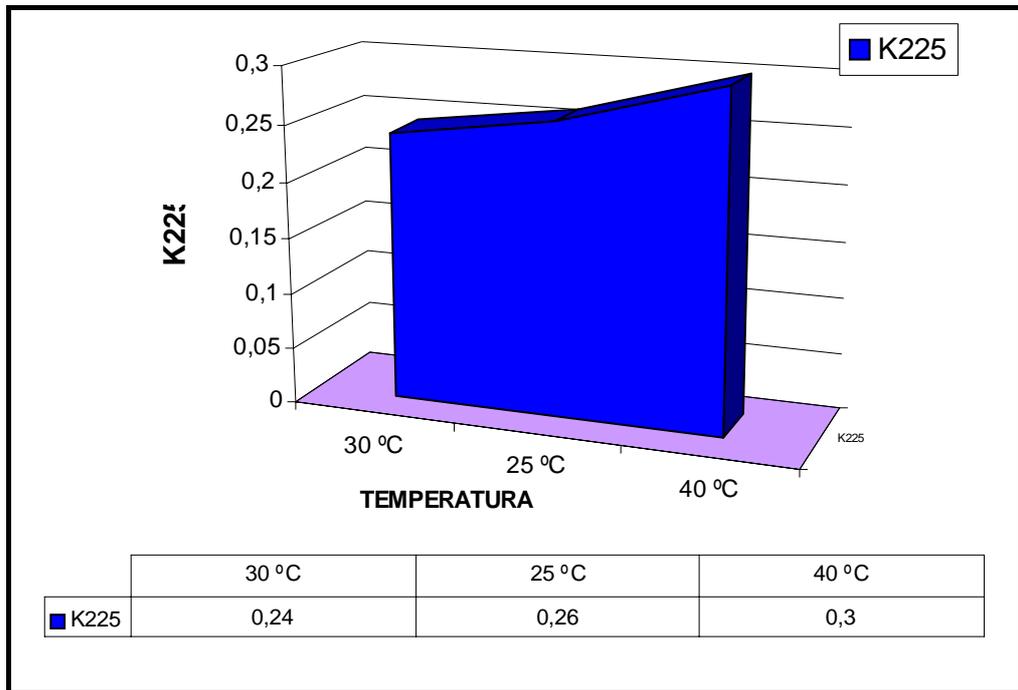


Fig.8. Efecto temperatura de batido sobre K225.

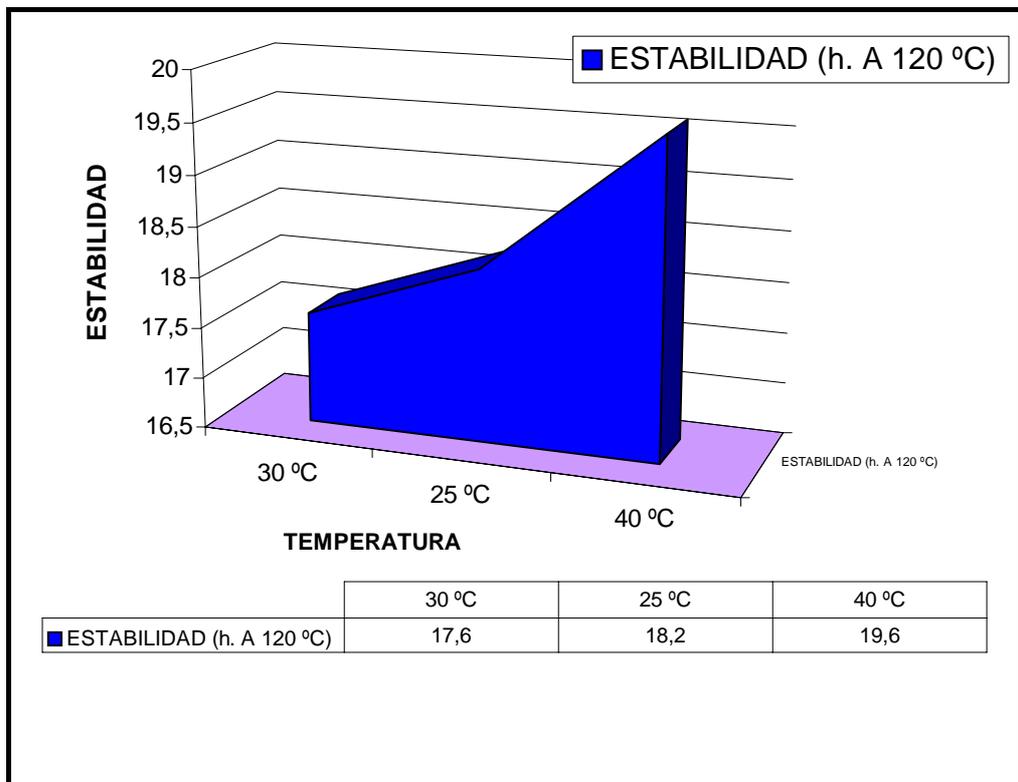


Fig.9. Efecto temperatura de batido sobre la estabilidad.

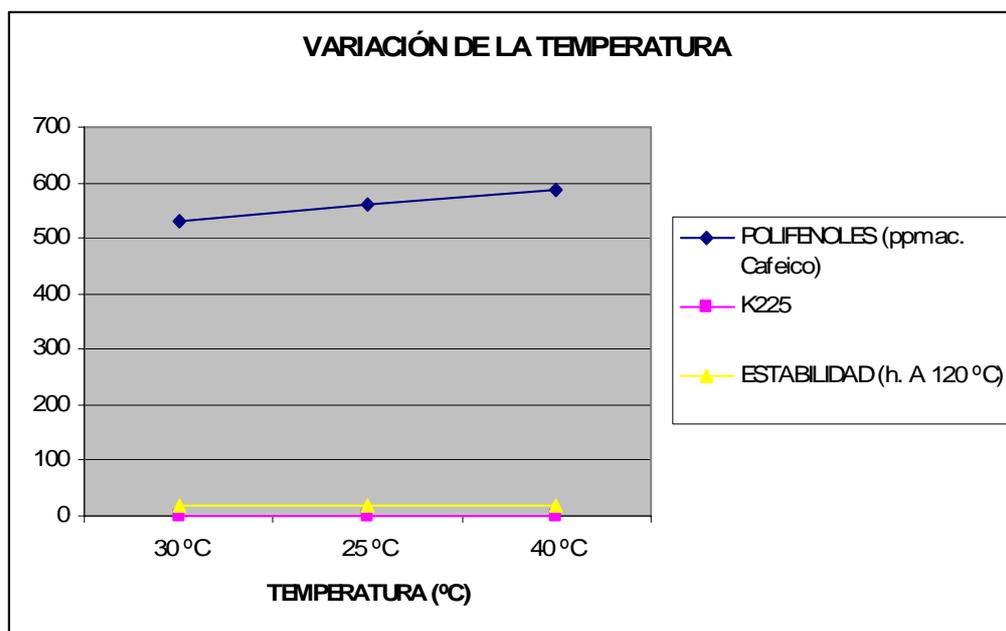


Fig.10. Efecto temperatura de batido sobre los polifenoles, K225 y estabilidad.

Solo los polifenoles, K225 y estabilidad aumentaron al elevarse la temperatura de la masa de batido (Fig.8 y 9.). Los índices relacionados con el estado oxidativo (índice de peróxidos, K270 y K232) no fueron afectados en estos ensayos.

Se observa un aumento importante en el K225 y por consiguiente en el amargor del aceite. Cuando se eleva la temperatura hay una pérdida de aromas y por consiguiente disminuye la intensidad del flavor frutado de aceituna.

5.11.4 Coadyuvantes tecnológicos

Las características reológicas de la pasta de aceitunas afectan a la producción de aceite independientemente del método de elaboración empleado. De acuerdo con el sistema de dos fases el rendimiento de aceite varía entre un 80-90% del total contenido en las aceitunas.

Si la pasta es difícil de manejar el rendimiento puede bajar a un 70-80% debido a la gran cantidad de aceite que queda atrapado en los tejidos coloidales del citoplasma o emulsionada con el alpechín; es el llamado aceite “no libre”.

La utilización de ciertos coadyuvantes capaces de aumentar la cantidad de aceite “libre” en la pasta mejora el rendimiento de aceite, y por tanto la producción.

Por lo que se suelen añadir productos que son capaces de disgregar las matrices reticulares que se forman, facilitando la extracción de los líquidos de la pasta. Son los llamados coadyuvantes tecnológicos (fig.11 y 12.):

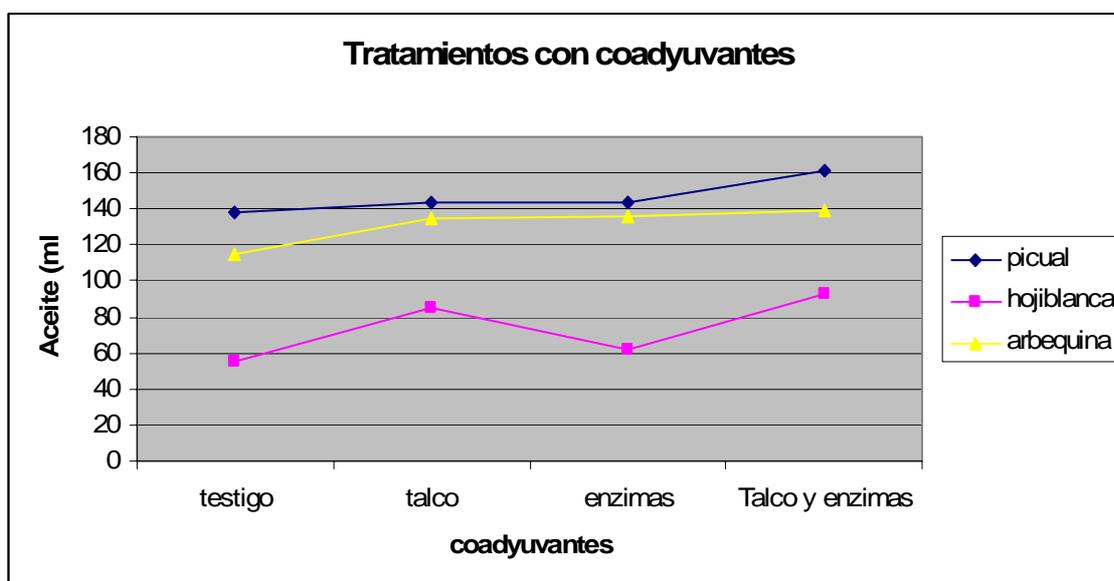


Fig.11. (Estación de olivicultura en Jaén, 1989).

Aceite (ml) obtenidos en el análisis del alperujo				
Variedades de Aceitunas	Testigo	Talco	Enzimas	Talco y enzimas
picual	138	144	144	160,7
hojiblanca	55	85	61,7	93,3
arbequina	115	135	136,3	139

Fig.12. Tabla de aceite que queda en alperujo respecto a la variedad de aceituna.

- **Microtalco natural (MTN): $Mg_3 Si_4 O_{10} (OH)_2$.**

El microtalco natural (MTN) o talco mineral micronizado, mejora considerablemente la textura de la pasta y aumenta el rendimiento de la extracción, sin afectar a las propiedades de la pasta ni modificar las características fisicoquímicas y organolépticas de los aceites.

Los resultados obtenidos en experimentos en los que se emplea talco para procesar pastas difíciles por métodos de centrifugación indican que la producción es mayor cuando el contenido de agua en la masa es superior al 50% y se añade un 2-4% de talco.

El talco tiene propiedades lipofílicas que favorecen la reducción de la emulsión aceite/agua aumentando la cantidad de aceite “libre”. Esta propiedad es aún más evidente por la gran reducción del aceite de oliva perdido en el alpechín.

Obviamente, el uso del talco no afecta a la calidad sensorial y la composición química de las fracciones saponificables e insaponificables del aceite de oliva virgen.

El uso de el talco se puede realizar mediante adicción manual, por parte de uno de los obreros de la almazara, o utilizando un dosificador mecánico de talco (fig.13.), poseedor de una tolva para el talco, un tornillo transportador y un regulador de la dosificación electrónico.



Fig.13. Dosificador de talco

- **Enzimas.**

El empleo de enzimas es una técnica cada vez más utilizada en la industria alimentaría. La formación enzimática empleada en la elaboración del aceite de oliva procedente de pastas difíciles, está basada principalmente en la actividad de pectinasas, teniendo en cuenta la correlación existente entre contenido de materias pépticas y dificultad de separación del aceite. **Se emplean dosis del orden de 200mg / kg**, añadidas al inicio del batido, incluso en la molienda si se usa un empiedro en el sistema de prensas.

Las pastas tratadas no presentan modificación en la textura y fluidez durante el batido, obteniéndose aceites de mejor aspecto y limpieza que en las pastas no tratadas, sin cambio en las características físico-químicas y organolépticas de los aceites.

Se mejora el rendimiento industrial de las pastas, resultando orujos más secos y más agotados y alpechines con menor porcentaje de sólidos en suspensión y mejores agotamientos grasos.

Dos de los preparados comerciales existentes son el **OLIVEX** y el **GLUCANEX**, preparado enzimático a partir del hongo *Aspergillus aculeatus*, con actividad pectolítica fundamentalmente y también celulolítica y hemicelulolítica.

El preparado comercial se diluye con agua y se añade al principio del batido con una bomba dosificadora.

- **Tratamientos mixtos.**

Existe la posibilidad de combinar el uso de ambos coadyuvantes tecnológicos, talco y enzimas, mostrando un efecto sinérgico sobre la estructura de la pasta y en la acción sobre membranas (fig.12.).

Podemos observar que se obtienen unos mejores rendimientos en tratamientos mixtos. Pero debemos tener en cuenta, además de lo visto en la tabla anterior los siguientes aspectos:

- Mayor precio en los tratamientos mixtos.
- El tipo de coadyuvante utilizado condiciona la D.Q.O. del agua de lavado. El talco la reduce mientras que el uso de enzimas la eleva.

Debido a todo lo expuesto anteriormente, **se decide la adición de coadyuvantes tecnológicos en el batido**, ya que esta es una práctica que permite reducir la temperatura y el tiempo de batido sin incidir negativamente en las características del aceite. Por lo que en una gran mayoría de las almazaras se utiliza coadyuvantes (88 %).

De estos tratamientos se seleccionará el talco como tratamiento coadyuvante para la pasta de aceituna en la termobatidora y en una proporción de un **1% de talco natural**, pudiéndose aumentar esta cantidad en función de la materia grasa/seco, analizada en el alpeorujo.

5.11.4.1 Selección del tiempo de batido y la temperatura de batido

Si analizamos datos obtenidos para dos tipos de variedades oleícolas de aceitunas para las dos variables más importantes del batido (tiempo y temperatura) obtenemos los siguientes gráficos (fig.14 y 15):

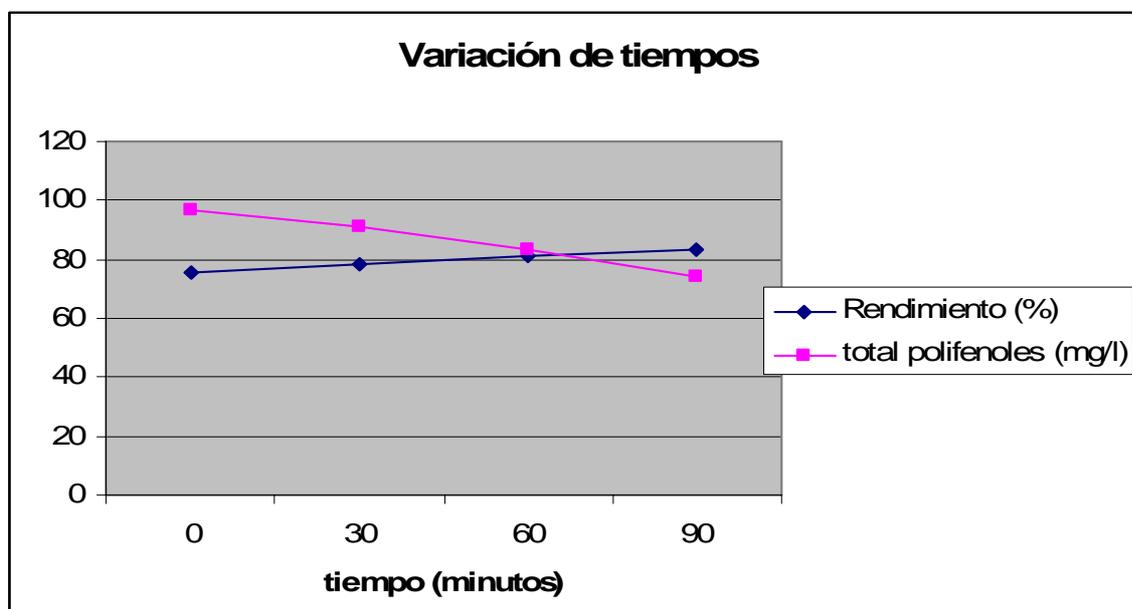


Fig.14. Rendimiento y total polifenoles en función del tiempo.

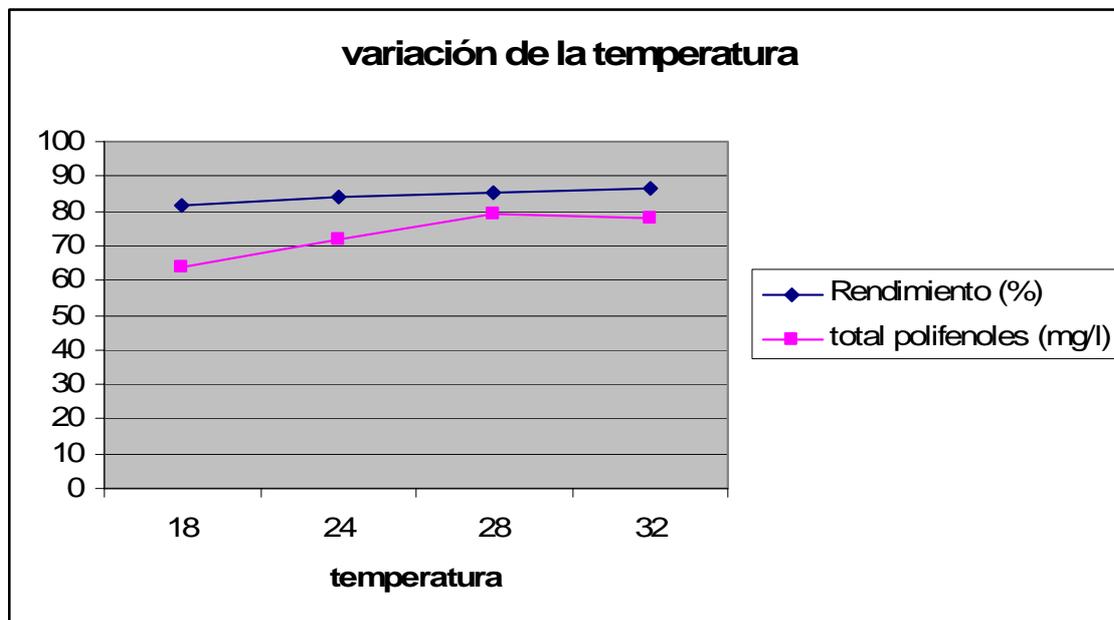


Fig.15. Rendimiento y total polifenoles en función de la temperatura.

Podemos ver en las dos graficas como el rendimiento es mayor con un batido de 90 minutos aproximadamente y una temperatura aproximada a 28 °C.

5.11.5 Potencia requerida por el agitador de la termobatidora

Para estimar la potencia que se requiere para hacer girar un rodete dado con una velocidad determinada, es preciso disponer de correlaciones empíricas de la potencia (o del número de potencia) en función de otras variables del sistema.

La regulación se hace mediante un motovariador. Con una velocidad entre 15 – 20 r.p.m. La forma de tales correlaciones puede encontrarse por análisis dimensional, en función de las propiedades de la termobatidora.

También deben estar fijados el número y disposición de las palas.

Las variables que intervienen en el análisis son las medidas importantes del tanque y del rodete, la viscosidad y la densidad del líquido, la velocidad de giro, y la constante de la gravedad[®].

5.11.5.1 Grupos adimensionales necesarios para el calculo de la potencia

- **Número de Reynolds:** calculado a partir del diámetro y de la velocidad periférica del rodete.

$$Re = \frac{n \times D_a^2 \times \rho}{\mu} = \frac{1,5 \times 0,65^2 \times 1066,43}{4,3} = 261,95$$

o Donde:

- $n = 2,5$ r.p.s. Velocidad de giro del agitador, por cada paleta, r.p.s.
 - $D_a = 0,65$ m. Diámetro del agitador, m
 - $\rho = 1066,432$ kg/m³. Densidad del líquido, kg/m³
 - $\mu = 4,3$ Pa.s. Viscosidad del líquido, Pa.s
- **Número de potencia:** es análogo a un factor de fricción o a un coeficiente de rozamiento. Es proporcional a la relación entre la fuerza de rozamiento que actúa sobre una unidad de área del rodete y la fuerza inercial.

La fuerza inercial, a su vez, está relacionada con el flujo de cantidad de movimiento correspondiente al movimiento global del fluido. Dado en gráficas (lo tomamos de bibliografía o de la gráfica 16.).

[®] Operaciones Unitarias, McCabe, 1998.

$$Np = 5 \times 0.014^{0.00944} = 5.28$$

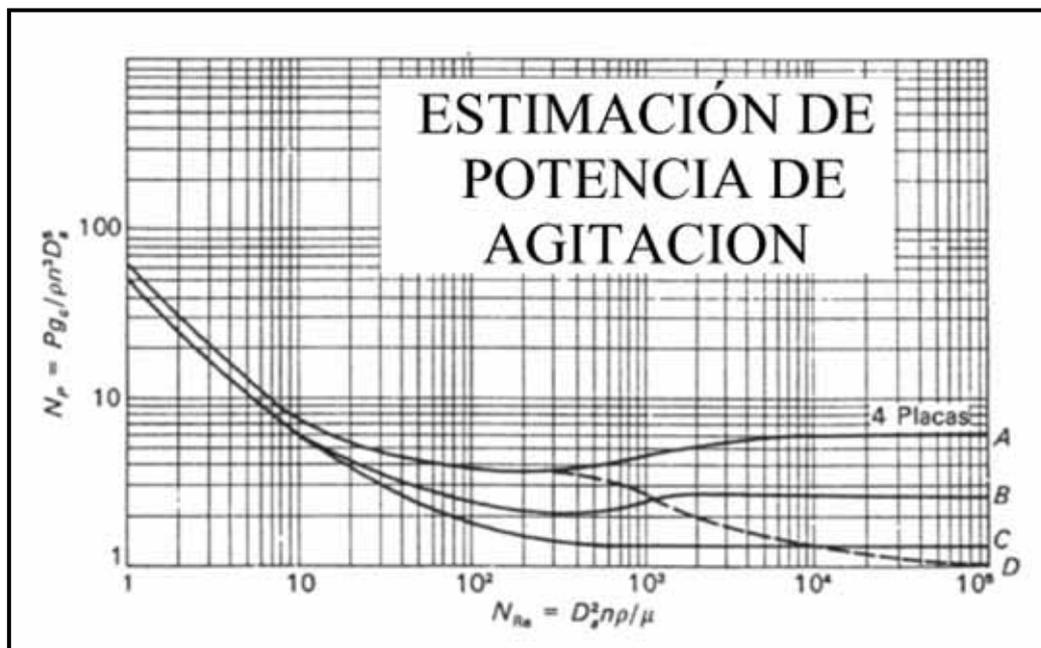


Fig. 16. Grafica Estimación de potencia de agitación.

Debemos tener en cuenta que para números de Reynolds bajos, inferiores a 300, las curvas para tanques con y sin placas deflectoras son idénticas.

- **La potencia comunicada al líquido se calcula:**

$$P = \frac{Np \times n^3 \times D_a^5 \times \rho}{g} = \frac{5.28 \times 2,5^3 \times 0,65^5 \times 1066,43}{9,81} = 532,78w$$

○ **Resultados:**

- $D_a = 0,65$ m.
- $n = 2,5$ r.p.s.
- $\rho = 1066.432$ kg/m³.
- $\mu = 4,3$ Pa.s.
- $g = 9,81$ m/s².
- **Reynolds** = 261,65.
- **Tipo de agitador** = 6 palas.
- **Número de potencia** = $5 \times 0.014^{0.00944} = 5.28$.
- **Potencia por agitador** = 532,78 W.

5.11.6 Estudio energético de la termobatidora

Con el aumento de la temperatura de la pasta en la termobatidora, lo que vamos es facilitar el batido, pues la masa se vuelve más fluida.

Anteriormente se ha determinado como temperatura límite para obtener un producto con las cualidades necesarias para ser determinado Aceite de Oliva Virgen según las normativas es de 30° C. Para asegurar que esta temperatura no se sobrepasa, vamos a tomar como el rango de temperaturas de trabajo para termobatidoras de primera extracción el de 24-28 °C.

Vamos a hacer un estudio de la energía que requiere cada cuerpo de la batidora, para poder mantener, a este rango de temperaturas, la pasta.

Necesitaremos también conocer la temperatura de entrada del agua de calefacción y el caudal de la misma, incluyendo la superficie de calefacción.

5.11.7 Estudio del flujo de Calor en la pasta

- **Datos de la pasta:**

- Número de módulos por termobatidora = 3
- Caudal de salida de la termobatidora (Q) = 5,209 t/h
- Caudal de entrada a la termobatidora (Qa) = 5,209 t/h
- Composición de la alimentación:
 - 23% aceite = 1198,07 kg/h
 - 47% agua = 2448,23 kg/h
 - 30% sólidos = 1562,7 kg/h
- Temperatura de alimentación (Ta) = 22°C = 295 °K
- Calor específico de la pasta de aceituna[®] :

$$C_{pp} = 0.45812 + 0.00631 \% \text{ H}_2\text{O} = 3.15 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}.$$

- Características de la pasta de aceituna a la salida de la termobatidora:
 - Temperatura a la salida del tercer cuerpo de la termobatidora (Ta₃) = 26,5 °C.

[®] Calor específico de la pasta de aceituna (C_{pp}). Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, segunda edición 2000.

- Temperatura a la salida del segundo cuerpo de la termobatidora (T_{a_2}) = 25 °C.
- Temperatura a la salida del primer cuerpo de la termobatidora (T_{a_1}) = 23,5 °C.

○ Flujo de Calor para calentar la pasta:

➤ 1° módulo:

$$Q_1 = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a_1} - T_a) = 2,605t / h = 0,723kg / s = 6,85kW$$

➤ 2° módulo:

$$Q_2 = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a_2} - T_{a_1}) = 2,605t / h = 0,723kg / s = 6,85kW$$

➤ 3° módulo:

$$Q_3 = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a_3} - T_{a_2}) = 2,605t / h = 0,723kg / s = 6,85kW$$

➤ Total: $Q = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a_3} - T_a) = 5,209t / h = 1,447kg / s = 20,54kW$

• **Datos del agua calefactora:**

- Caudal alimentación de agua: 1,5 kg/s
- Temperatura del agua a la entrada: 323 K (50°C).
- Calor específico del agua (C_{pa}): 4,18 kJ/kg K

○ Temperatura a la salida del agua calefactor:

➤ $TB1=Tc1= 321,91 \text{ K (48,91 } ^\circ\text{C)}.$

➤ $TB2 = Tc2= 320,82 \text{ K (47,82 } ^\circ\text{C)}.$

➤ $TB3=Tc3= 319,72 \text{ K (46,72 } ^\circ\text{C)}$

○ Temperaturas adquiridas por el agua calefactora debidas a la cesión de calor:

➤ $Tc_1 = \left(\frac{Q1}{Qaa \times Cpa} \right) + Tc = 321,91K$

➤ $Tc_2 = \left(\frac{Q2}{Qaa \times Cpa} \right) + Tc_1 = 320,82K$

➤ $Tc_3 = \left(\frac{Q3}{Qaa \times Cpa} \right) + Tc_2 = 319,72K$

5.11.8 Transmisión de calor en la termobatidora

La transmisión de calor en tanques agitados con camisa externa, combina simultáneamente los procesos de transmisión de calor por conducción y convección sigue la siguiente relación[®] :

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

[®] Flujo de fluidos e intercambio de calor, Levespiel, Octave, Recerté, 1996

- Datos:
 - Q = flujo de calor = 20,54 kw.
 - U = coeficiente global de transmisión de calor.
 - ΔT = diferencia de temperatura entre el fluido caliente y el frío.

El coeficiente global de transmisión de calor está influenciado por la geometría y por los parámetros del proceso y se determina desde una serie de resistencias a la transmisión del calor[®]:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + R_{di} + \frac{e}{K_p} \times \frac{A_i}{A_{ml}} + R_{de} + \frac{1}{h_e} \times \frac{A_i}{A_e}$$

- Datos:
 - h_i = coeficiente interno de transmisión de calor.
 - R_{di} = coeficiente de deposición interno.
 - e = espesor de la pared.
 - K_p = conductividad térmica de la pared.
 - A_i = área interna de transmisión de calor.
 - A_{ml} = área media logarítmica.
 - R_{de} = coeficiente de deposición externo.
 - h_e = coeficiente externo de transmisión de calor.
 - A_e = área externa de transmisión de calor.

Flujo de fluidos e intercambio de calor, Levespiel, Octave, Recerté, 1996

5.11.8.1 Coeficiente interno de transmisión de calor (h_i)

Engloba los efectos conductivos y convectivos en la película del fluido adyacente inmediatamente a la superficie de transmisión de calor.

En la bibliografía existen modelos para el cálculo del coeficiente convectivo de transmisión de calor para tanques agitados encamisados, en función principalmente del agitador. **El tipo de agitador es de palas rotativas.**

Para mezclas con palas en tanques con o sin placas deflectoras se puede utilizar la ecuación del número de Nuselt.

- Para $20 < Re < 4000$, podemos tomar la ecuación de Nuselt[⊗]:

$$Nu = 0,415 \times Re^{0,67} \times Pr^{0,33} \times \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,24} = 130,18$$

$$h_i = 108,56 W / m^2 \cdot ^\circ C$$

- Donde:

$$\checkmark \text{ REYNOLDS (Re)} = \frac{N \times D_a^2 \times \rho}{\mu} = 33,48$$

- N= velocidad del agitador (Civantos, 2000) = 25 r.p.m. = 0,375 r.p.s.
- Da= diámetro del agitador = 0,6 m

[⊗] Flujo de fluidos e intercambio de calor, Levespiel, Octave, Recerté, 1996

- ρ = densidad de la pasta de aceitunas (Cantos, 1983) = 1066,432 kg/m³.

$$\rho = 1003,93 + 2,50 \times \% \text{aceite}$$

- η = viscosidad de la pasta de aceitunas = 4,3 Pa.s (Bibliografía).

$$\checkmark \text{ PRANDTL}(\text{Pr}) = \frac{C_p \times \mu}{k} = 29747.364$$

- C_p = calor específico de la pasta de aceitunas = 3,102 kJ/kg °C
- K = conductividad térmica de la pasta (cantos, 1983) = 0,456 W/m°C
- η = viscosidad de la pasta de aceitunas = 4,3 Pa.s

- ✓ *CORRECCIÓN DE VISCOSIDAD*: estimación de la temperatura de la pared:

El término de corrección de la viscosidad $\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)$ requiere que se estime la temperatura de la pared. Suponiendo despreciable la resistencia de la pared (k alta) e igualmente despreciable las diferencias entre las áreas externa e interna se llega a la siguiente expresión[⊗]:

$$t_w = T - \frac{(T - t)}{\left[1 + \left(\frac{h_e}{h_i}\right)\right]} = 48,91^\circ \text{C}$$

- T = temperatura media del líquido calefactor = 48,91 °C

[⊗] Flujo de fluidos e intercambio de calor, Levespiel, Octave, Recerté, 1996

- t = temperatura media de la pasta de aceituna = 24,64 °C
- El término de corrección de viscosidad es prácticamente 1.

5.11.8.2 Coeficiente externo de transmisión de calor (h_e)

El coeficiente de película para un fluido que circula por el encamisado de un tanque agitado puede calcularse considerando que dicho fluido circula por un anillo circular, ya que éste espacio de la camisa tiene una configuración similar (fig.17.).

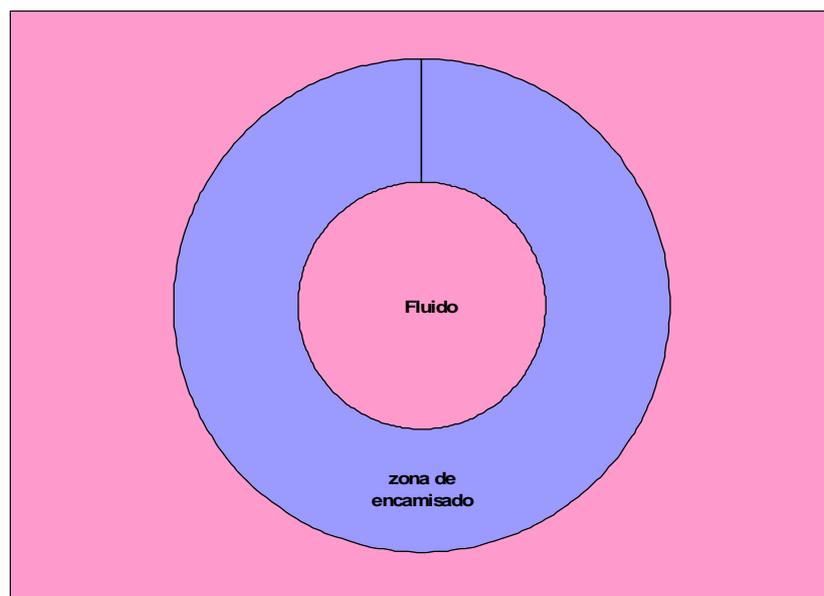


Fig.17. Anillo circular, similar al área del encamisado en una cuba de la termobatidora.

Se ha desarrollado la siguiente expresión para $\frac{D_i}{D_o} > 0.2$ [⊗]:

[⊗] Flujo de fluidos e intercambio de calor, Levespiel, Octave, Recerté, 1996.

$$Nu = 0.02 \times Re'^{0.8} \times Pr^{0.33} \times \left(\frac{D_o}{D_i} \right)^{0.53} = 213,33$$

$$he = 11444,48 W / m^2 \cdot ^\circ C$$

o Donde:

- $D_o = D_1 =$ diámetro interno termobatidora = 0.547 m
- $D_i = D_e =$ diámetro externo camisa = 0.530 m

$$\checkmark REYNOLDS'(Re') = \frac{\rho_a \times v \times De}{\mu_a} = 62993,1$$

$$o \ De = \text{diámetro equivalente} = \frac{\text{sección_mojada}}{\text{perímetro_mojado}} = \frac{r_1^2 - r_e^2}{r_1 + r_e} = 0,018 \text{ m.}$$

- $r_e =$ radio externo de la camisa = 0.265 m.
- $r_1 =$ radio interno de la termobatidora = 0.274 m.

o $\rho =$ densidad del agua (48,91°C) (Perry, 2001) = 988,20 kg/m³.

o $\eta_a =$ viscosidad del agua (48,91°C) = 0,00055 Pa.s[⊗].

o $v =$ velocidad de circulación del fluido calefactor :

$$v = \frac{\text{caudal}}{\text{área_anular}} = \frac{Q_{aa}}{\pi \times (r_1^2 - r_e^2) \times \frac{270}{360}} = 4,12 \text{ m/s}$$

$$\checkmark \text{ PRANDTL}(\text{Pr}) = \frac{C_{pa} \times \mu_w}{k_a} = 3.65$$

- C_{pa} = calor específico del agua de calefacción = 4,18 kJ/kg °C
- K_a = conductividad térmica del agua de calefacción[∇] (Perry, 2001) = 0,630 W/m °C
- η_w = viscosidad del agua de calefacción (48,91 °C) = 0,00053 Pa.s

5.11.8.3 Coeficiente de transmisión de calor

- Coeficiente de deposición interno (R_{di})[⊗] = 0.0002 m² °C/W
- Coeficiente de deposición externo (R_{de})[⊗] = 0.0008 m² °C/W
- Espesor de la pared de la camisa (e) = 0.0035 m
- Área interna de transmisión de calor $A_i = 2 \times \pi \times r_i \times L \times \frac{270}{360} = 4,56m^2$
- L = longitud de la termobatidora (3 módulos) = 3,7 m
- Área externa de transmisión de calor $A_e = 2 \times \pi \times r_e \times L \times \frac{270}{360} = 4,62m^2$

[∇] Manual del ingeniero químico / preparado por un equipo de especialistas bajo la dirección editorial de Robert H. Perry, Don W. Green, James O. Maloney, McGraw-Hill , 2001.

[⊗] Manual del ingeniero químico / preparado por un equipo de especialistas bajo la dirección editorial de Robert H. Perry, Don W. Green, James O. Maloney, McGraw-Hill , 2001.

- Área media logarítmica $A_{ml} = \frac{A_e - A_i}{\ln\left(\frac{A_e}{A_i}\right)} = 4,59m^2$

- $K_p =$ conductividad térmica de la pared (7,8) = 58.635 W/m °C

$$U = 146,76W / m^2 \text{ } ^\circ C$$

5.11.8.4 Cálculos para comprobación de datos obtenidos

- Diferencia de temperatura entre el fluido frío y el caliente (ΔT):

El flujo en contracorriente es más efectivo que el flujo en corrientes paralelas a igualdad de todos los otros factores (fig.18.).

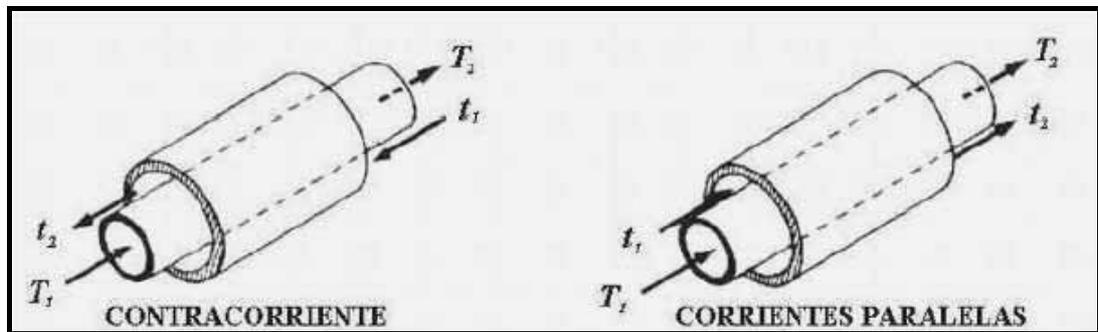


Fig.18. Muestras de intercambiadores de fluidos a contracorriente y en corrientes paralelas.

Para flujo contracorriente:

$$\Delta T = \frac{(T_c - T_{a_2}) - (T_{c_2} - T_a)}{LN \frac{(T_c - T_{a_2})}{(T_{c_2} - T_a)}} = 24,64^\circ C$$

Vamos a estudiar, a partir de este valor del incremento de la temperatura, el área que se requeriría para la transmisión de calor y poder así comparar con el área existente:

- **Área requerida:** $A_{req} = \frac{Q}{A \times \Delta T} = 4,56m^2$
- **Área disponible:** $A_{ml} = 4,59m^2$

El diseño es correcto ya que $A_{req} < A_{ml}$, con un sobredimensionamiento del **15 %** para posibles desviaciones en las características de la pasta de aceitunas.

5.11.9 Selección de termobatidora para primera extracción

El proceso de batido se realizara por cada línea de extracción por **1 batidora horizontal** (eje de las palas horizontal) con un requerimiento energético externo que mantenga la masa a una **temperatura del orden de los 24-28 °C** (en la primera extracción) para disminuir la viscosidad del aceite, lo que se consigue mediante agua caliente que circula por una camisa que rodea el cuerpo de la batidora.

La capacidad de cada una de las termobatidoras de las 4 líneas de extracción vendrá da en función de los datos siguientes:

- La entrada diaria de pasta de aceituna a la termobatidora es de **500t/día**.
- El tiempo de residencia medio de las partículas que forman la pasta de aceituna es de **90 minutos**.
- El caudal de entrada a la termobatidora debe ser de:

- *Capacidad _ termobatidora _ mínima = 7,81 toneladas.*
 - 90 minutos = 1,5 horas
 - En cada línea se procede a la transformación de 125 toneladas en 24 horas.
 - En 24 horas hay 16 fracciones de 1,5 horas.
 - En un día (24 horas), la termobatidora deberá tener una capacidad mínima de 7,81 toneladas, para poder abastecer al decánter de 125 t/día de pasta y a un caudal de entrada al decánter de 5,21 t/h.
-
- Capacidad mínima termobatidora= 125t/16 fracciones de 90 minutos en una hora = **7,81 toneladas.**

Esto me dice que debo tener una capacidad mínima total de termobatidora de 8 toneladas, y que el caudal de pasta a la salida de la misma debe ser de 5,21 t/h para mantener la línea trabajando en continuo.

Se seleccionara una batidora de tres ejes, ya que permiten mantener una velocidad lineal de batido muy inferior a las convencionales, disminuyendo así los problemas de homogeneización y mezclado, además de contar con un sistema de carga y descarga automático y en continuo.

Estudiando las termobatidoras del mercado se selecciona la termobatidora:

- **Batidora Triplex PANORAMA 3 cubas.** (Batidora 1250 tres ejes Panorama) (fig.19.):
 - Capacidad de diseño: 12000 kg.
 - Capacidad total: 11.400 kg.
 - Capacidad por cuba: 3.800 kg.
 - Potencia eléctrica instalada: 16 CV (12 kW).

- Anchura total: 3,40 m.
 - Longitud total: 3,70 m.
 - Altura total: 4,80 m.
 - Reductor de velocidad: 1/65 (20 rpm).
 - Válvula cierre paso bomba inferior.
 - Cuerpos desplazados para mayor accesibilidad.
 - Plataforma delantera y trasera.
 - Medido de agua de temperatura de la pasta y del agua de calefacción.
- Además de estas propiedades, la termobatidora seleccionada posee:
 - Sistemas de limpieza automática (Sistema Alba).
 - válvulas de entrada y salida de producto estanco accionadas por ordenador.
 - Sistema de bloqueo de pasta cuando se manipula la bomba de alimentación al decánter.
 - Control de gestión de temperatura de trabajo que permite asignar un límite de temperatura de caldeo máximo.
 - Selección del nivel de llenado de batidora desde el cuadro de mando.
 - Todas las partes en contacto con la masa fabricadas en acero inoxidable.
 - Cada cuerpo de batidora rodeada por dos cámaras de calefacción.

- Palas rotatorias montadas sobre un eje macizo de 60 mm de diámetro de acero inoxidable, accionadas por un motorreductor independiente del tipo ortogonal.
- Cámaras de calefacción de cada cuerpo divididas por tabiques longitudinales que obligan al agua a realizar un recorrido en zigzag, aumentando la superficie de contacto con la masa.
- El circuito de agua de consumo de la termobatidora se compone de una conducción con un by-pass de agua caliente y fría, una sonda PT-100, una bomba de limpieza y un caudalímetro que permiten el control de la temperatura y el caudal de agua introducidos en el decánter.

Además permite una elaboración de la pasta sin contacto con el exterior, realizándose el control de la misma a través de un visor de cristal sin necesidad de abrir la cámara de batido. Todas las batidoras de esta gama llevan incorporado un dosificador de agua que permite aumentar el grado de humedad de la pastas si así se precisa.



Fig.19. Termobatidora Triplex PANORAMA 3 cubas.

5.12 ANEXO XI

5.12.1 Decánter de dos fases

La función del decánter de dos fases es de la de la separación del aceite contenido en la pasta de aceituna de los demás elementos.

La parte esencial de un decánter es el rotor, el cuál consiste en un tambor cilíndrico-cónico, con tornillo sinfín transportador incorporado, que gira con una velocidad diferencial. El rotor está accionado por un motor eléctrico.

Ambos se unen a través de poleas y correas. El producto (masa) entra al rotor a través de un tubo de alimentación central. Gracias a las boquillas de salida (toberas) situadas en el cuerpo del sinfín, el producto pasa al tambor, dónde tiene lugar la separación por fuerza centrífuga. En el decánter el producto se separa en una fase líquida (aceite) y una fase sólida (trozos de hueso, pulpa y agua de vegetación). La descarga del aceite se realiza por gravedad. Finalmente, el tornillo sinfín transporta los sólidos (orujo) a la parte cónica para su descarga.

Después de producirse la centrifugación, por una salida, salen los sólidos y el agua de vegetación y por la otra, la más interna, fluye el aceite (fig.1.).

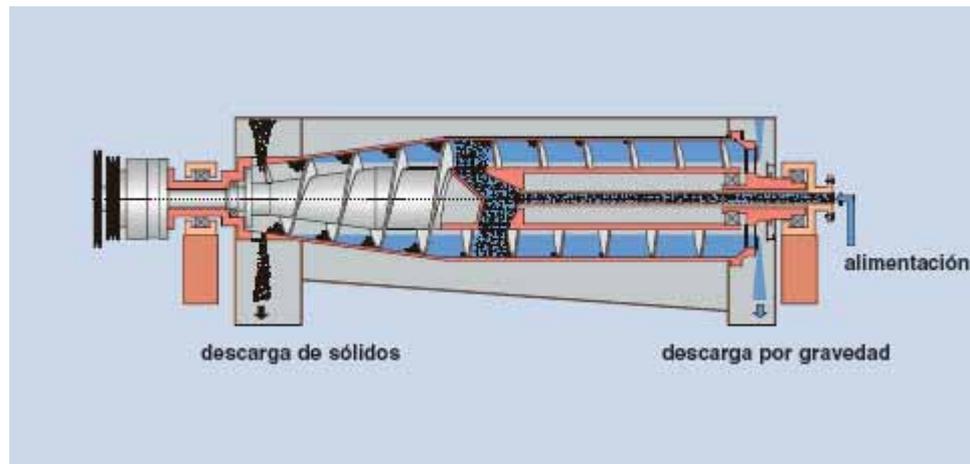


Fig.1. Esquema de decánter de dos fases.

Los productos obtenidos son:

- Orujo, muy húmedo (55% - 60% de humedad), en cantidad elevada, con una densidad de $0,9 - 1,0 \text{ g/cm}^3$, consistencia similar a la de los lodos a causa del mayor contenido de azúcares reductores y de sólidos finos. En aceitunas con baja humedad se puede obtener un orujo con riqueza grasa elevada, lo que requiere un control constante de este parámetro.
- Aceite sucio, con presencia de humedad. Requiere un lavado en centrífuga vertical.

La **regulación del caudal** sirve como medida para el control de la separación de las fases en vez del control de regulación de los anillos del decánter, que siempre es más complicado e implica una parada de producción.

Esquemáticamente consiste en un rotor de forma troncocónica cilíndrica, en cuyo interior se encuentra un sinfín (fig.1.).

Todas las zonas en contacto con el aceite son de acero inoxidable, que es el material adecuado para un elemento que se encuentra en contacto con un producto alimentario.

El sinfín gira a diferente velocidad que el rotor, pero en el mismo sentido. La diferencia entre sus velocidades de giro permite a los sólidos desplazarse en sentido inverso al del avance del paso de hélice. Mientras que los líquidos son desplazados en sentido contrario. En este tipo de decánter se dispone de un diafragma en la parte cónica, para evitar que el aceite se aproxime a la salida del orujo. De este modo, se arrastran los sólidos hacia el extremo cónico produciéndose un desplazamiento de la fase líquida hacia el extremo contrario del tambor (fig.2.).



Fig.2. Salida de Sólidos.

Finalmente, la fase líquida es extraída por una boca de salida situada a la distancia radial adecuada, impulsada por la presión dinámica debida a su inercia de giro, mientras que los sólidos son expulsados al exterior a través de unos orificios de salida impulsado por su fuerza centrífuga (fig.3.).

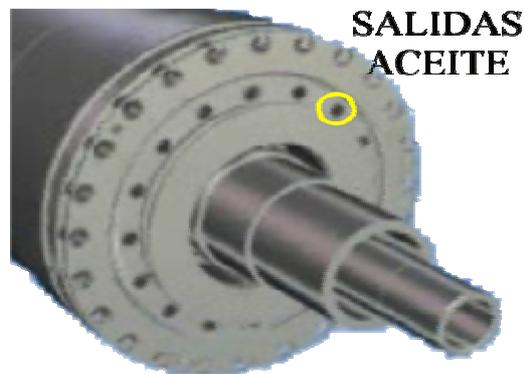


Fig.3. Salidas del aceite.

5.12.2 Cálculo de las variables que afectan en la elección del decánter

5.12.2.1 Velocidad angular

La velocidad de giro del decánter también es una variable a tener en cuenta, para la separación, pero será una variable fija en el decánter ya que, un aumento en la velocidad de rotación de la centrífuga siempre conduce a un mayor poder de separación y por tanto partículas separadas más pequeñas, la única limitación es la capacidad mecánica de la centrífuga para soportar estas velocidades (fig.4. y fig.5.).

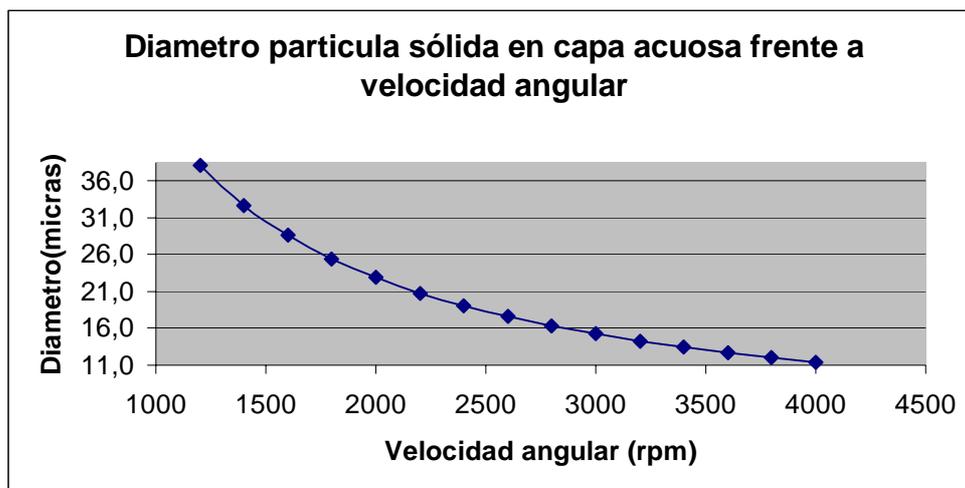


Fig.4. Variación de la separación por tamaño de gota respecto al aumento de la velocidad.

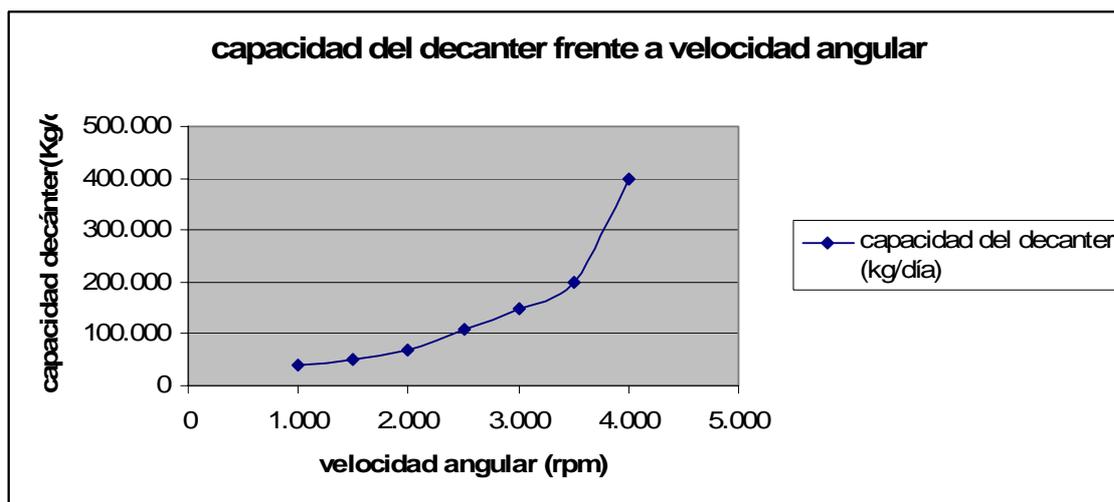


Fig.5. Como varía la necesidad de aumentar el decanter al aumentar la velocidad angular (r.p.m.).

Podemos estudiar la velocidad angular adecuada, además de estudiar la capacidad óptima de cada uno de los decaners de las líneas de primera extracción. Con esto, se llegara a una velocidad de giro (r.p.m.) adecuada para el proceso, manteniéndola fija y a la capacidad más adecuada teniendo en cuenta nuestro volumen diario de entrada de pasta de aceituna (fig.6.).

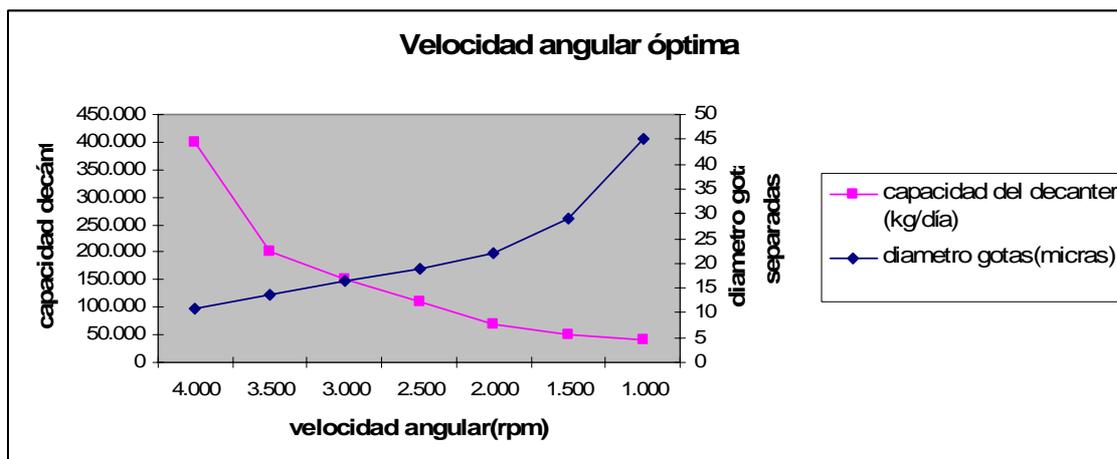


Fig.6. Optimización entre la capacidad del decánter y el diámetro de gotas separadas en función de la velocidad angular.

El diámetro de gotas separadas en función de la velocidad angular, nos dice la capacidad de separación del decánter. Cuantas más gotas de aceite de menor tamaño sea capaz de separar de la pasta, mayor capacidad de separación posee el decánter.

5.12.2.2 Porcentaje de alimentación a la entrada del decánter

Como se ha dicho anteriormente, la *regulación del caudal* sirve como una medida del control de la separación de las fases, ya que esto es más fácil de controlar cuando estamos trabajando.

Al introducir un porcentaje de la alimentación en el decánter inferior al 100% del de diseño, aumenta el rendimiento y la capacidad de separación de la centrífuga (fig.7. y fig .8.).

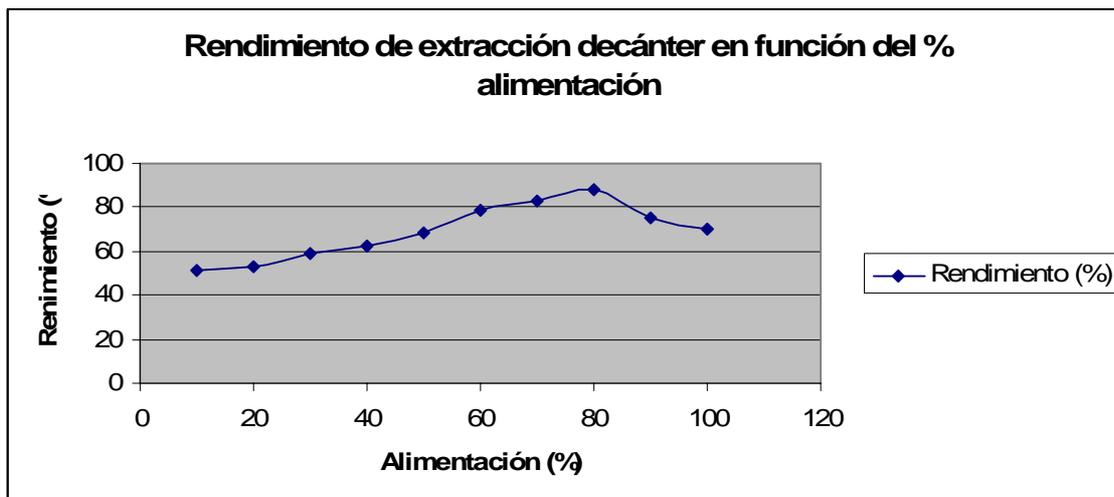


Fig.7. Rendimiento en función del porcentaje de alimentación, sin introducción de agua en el decánter para alimentaciones menores a 60%.

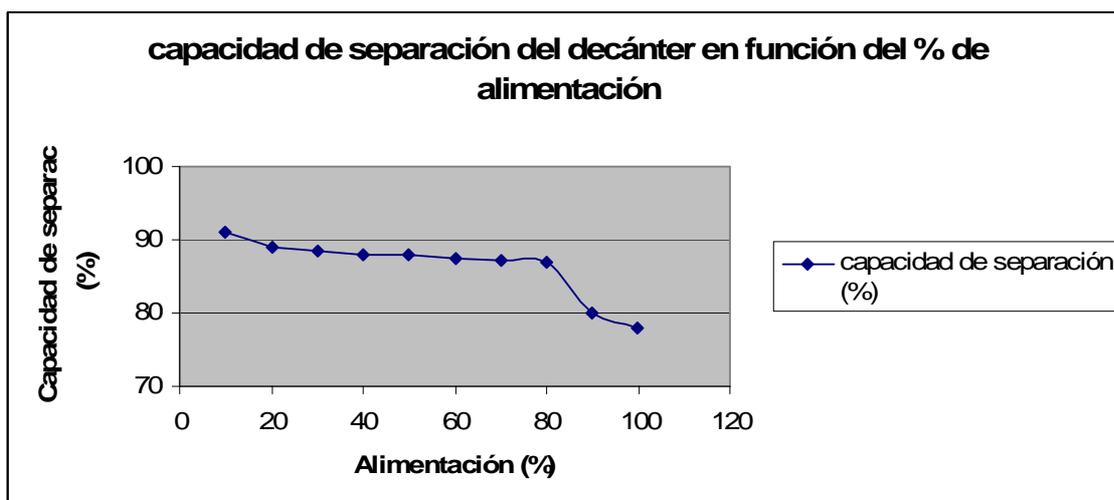


Fig.8.Capacidad de separación en función del porcentaje de alimentación.

Experimentalmente se tiene constancia de que el porcentaje óptimo para el decánter es del 80 % de la alimentación máxima (fig.9.).

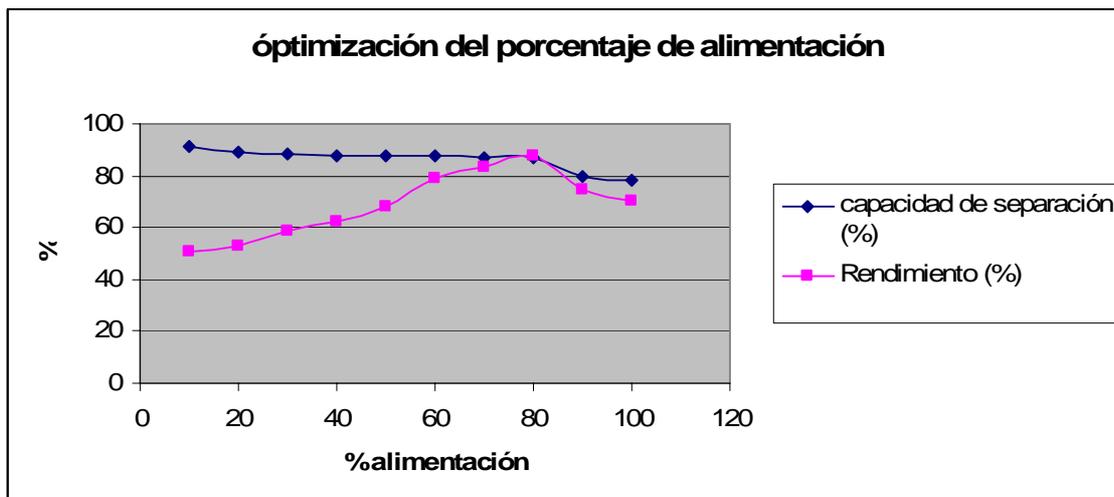


Fig. 9. Optimización del porcentaje alimentación en función de la capacidad de separación y el rendimiento.

5.12.2.3 Variación en la composición de la alimentación

La pasta de aceituna no siempre tiene la misma composición lo que afecta al espesor de los anillos en el interior del decánter. Esta variación de la composición de la pasta se debe a la variedad de aceituna, tipo de recolección, tiempo de atrojado, además de otras variables expresadas en etapas anteriores.

Considerando constante la cantidad de sólidos en la pasta de aceituna y únicamente variando la cantidad de aceite y agua, es decir, en función del tipo de aceituna (fig.10.):

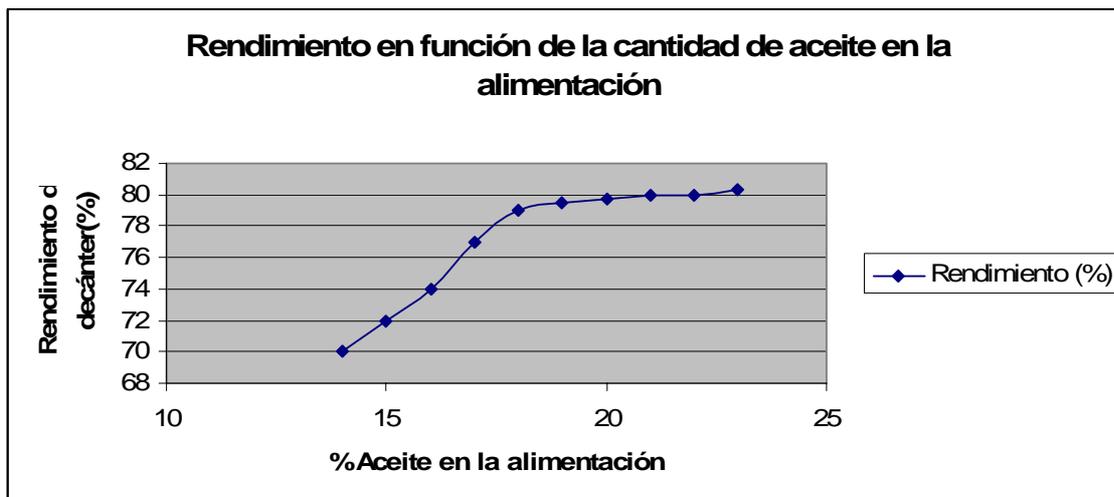


Fig.10. Rendimiento en función de la cantidad de aceite en la alimentación (cantidad de aceite en la alimentación función de la variedad de aceituna).

Se sabe que la composición de la pasta a la entrada de la primera extracción es constante y varia en un rango de 22 a 24 % de aceite. Este rango de valores se mantendrá constante a lo largo de toda la campaña

5.12.2.4 Variación de la longitud del decánter (L)

Manteniendo todos los demás parámetros constantes y modificando únicamente la longitud del decánter L se obtienen los siguientes resultados:

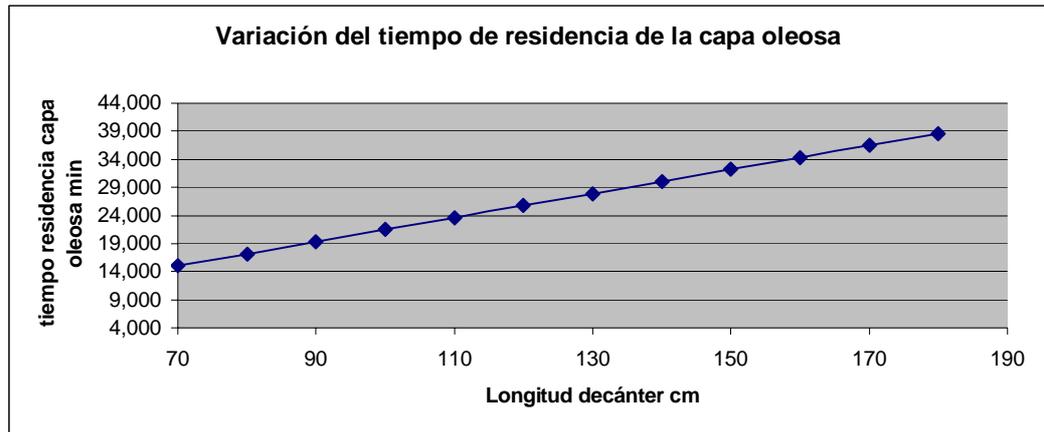


Fig.11. Variación del tiempo de residencia de la capa oleosa en el decánter.

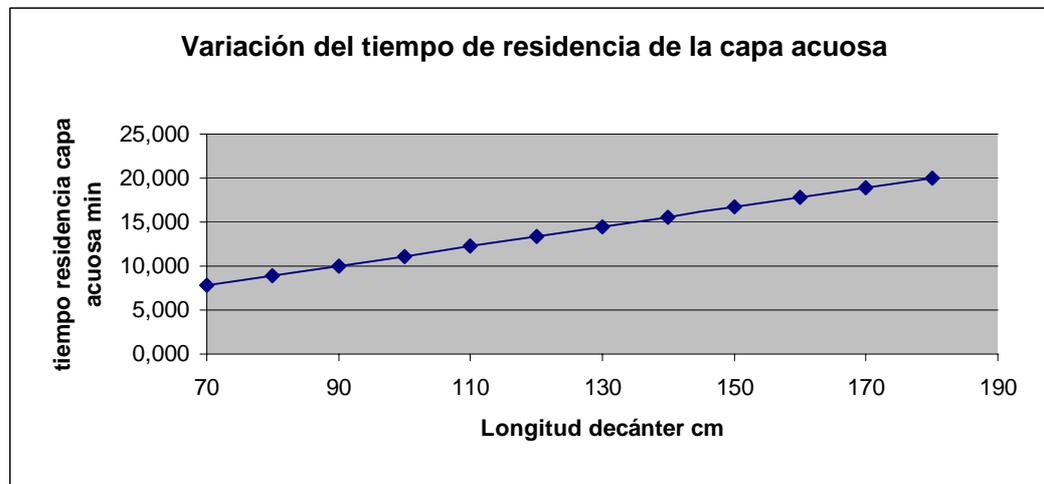


Fig.12. Variación del tiempo de residencia de la capa acuosa en el decánter.

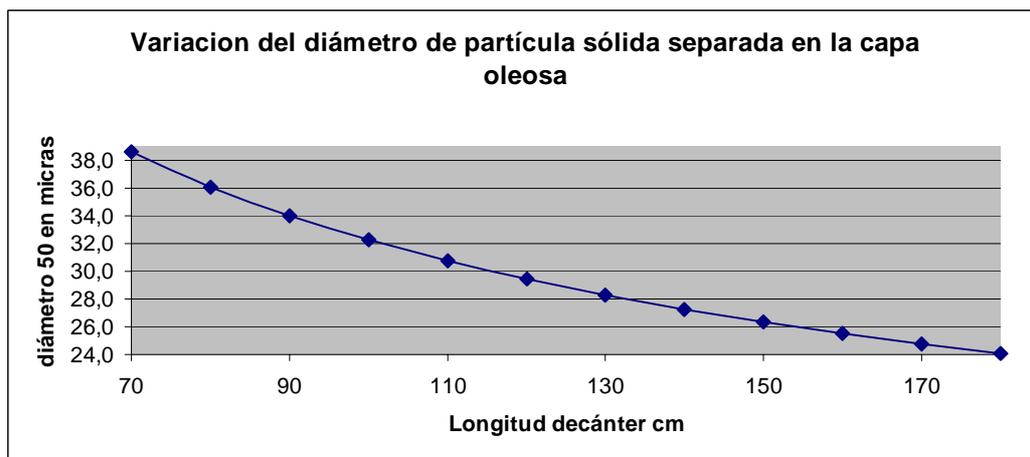


Fig.13. Variación del diámetro de partícula sólida separada en la capa oleosa.

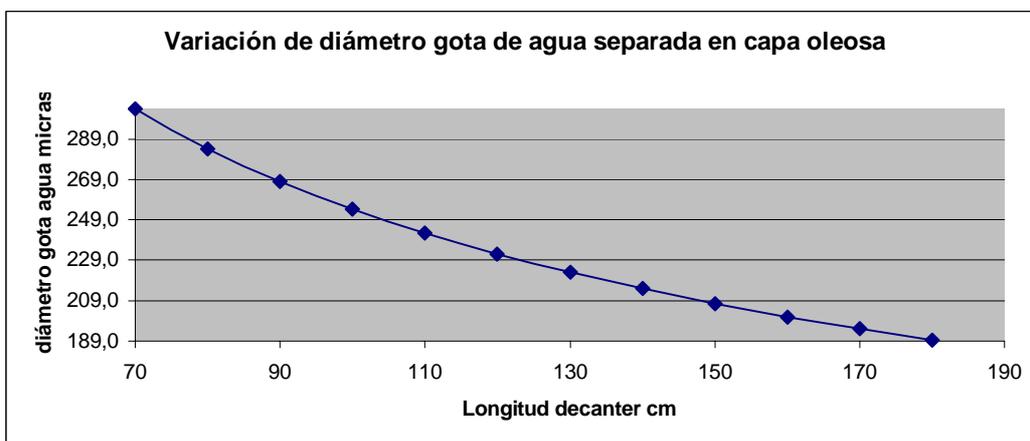


Fig.14. Variación del diámetro de gota de agua separada en capa oleosa.

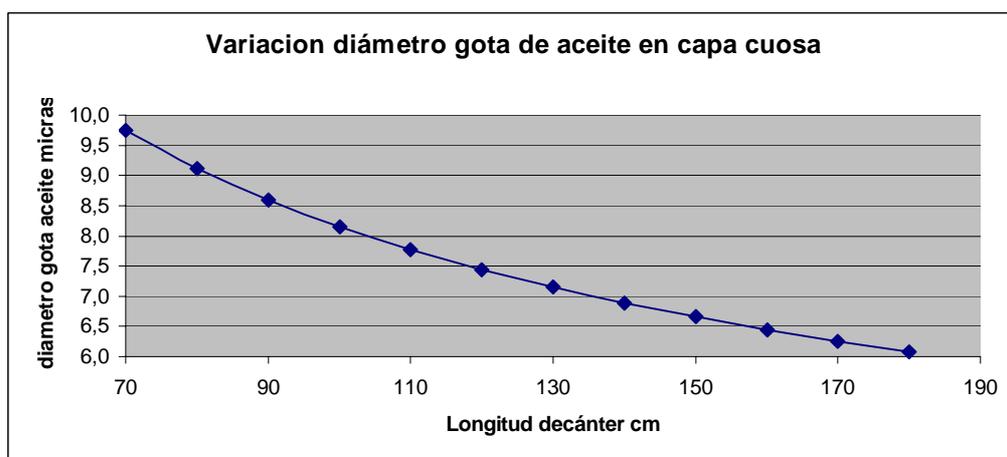


Fig.15. Variación del diámetro de gota de aceite en la capa acuosa.

Se puede observar en las gráficas (fig.11. y fig.12.) que al aumentar la longitud del decánter aumenta su tiempo de retención y como consecuencia de ello disminuyen los tamaños de las partículas que se separan en cada fase. Al disminuir los tamaños de gotas que se separan (fig.13., fig.14. y fig.15.), se produce un aumento de la eficacia de separación.

Por lo que se puede deducir, que al aumentar la longitud del decánter se produce un aumento de la eficacia de separación (fig.16.).

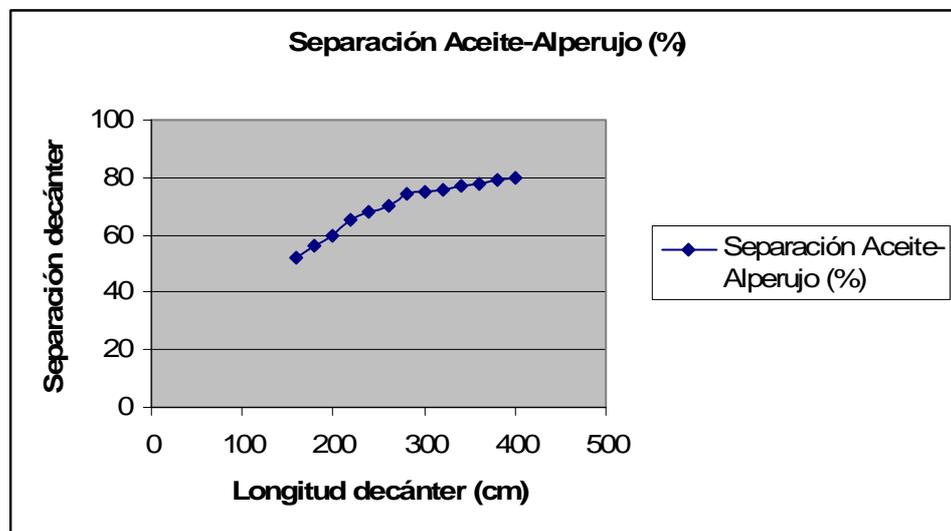


Fig.16. Separación (%) en función de la longitud del decánter.

Con la gráfica de la figura 16 se puede deducir que la longitud de diseño del decánter estará entre 340 y 400cm.

Si tenemos en cuenta que a mayor longitud de decánter mayor coste, se debe seleccionar una longitud óptima.

Entre los datos técnicos que se manejan, se seleccionará entre:

Velocidad (r.p.m.)	Potencia (kW)	Longitud (cm)
3.000	22,75	337,0
3.000	30,75	378,0
3.000	30,75	419,0

Fig. 17. Velocidad frente a la potencia y a la longitud del decánter.

Seleccionando el de longitud intermedia a igual potencia y velocidad angular, debido a que el coste económico de este será menor a iguales condiciones y similar separación (fig.17.).

5.12.2.5 Conclusiones

Sabiendo que se trabaja con 4 líneas de primera extracción, de las que cada una de ellas dispondrá de un decánter, y conociendo que:

- La entrada diaria de pasta de aceituna a la decánter es de **500t/día**.
- El caudal de entrada al decánter es de 5.210 kg/h para que la producción sea de 100 toneladas de aceite al día, trabajando en continuo.
 - Capacidad mínima del decánter:
 - 5.210kg/h de entrada de pasta de aceituna al decánter.
 - Cantidad de aceite obtenido en función del porcentaje de extracción:

$$5.210kg/h \times \frac{20}{100} = 1.041kg/h_{aceite}$$

➤ Siendo 20% la cantidad de aceite que se puede obtener en la primera extracción de la pasta (dato de secciones anteriores).

- Capacidad de pasta de aceituna que debe tener un decánter de primera extracción.

$$500.000kg/día/nº_{líneas}_{extracción} = 125.000kg/día$$

- Debemos tener en cuenta que se debe tener un factor de seguridad para el dimensionado de los decaners, ya que, no siempre trabajan a la misma capacidad.
- El factor de seguridad que se aplica en la mayoría de las almazaras estudiadas es de 1,2.
- Se llega a la conclusión de que la capacidad que deberán tener cada uno de los decaners de la primera extracción es de:

$$125.000kg/día \times 1,2 = 150.000kg/día$$

- Como la capacidad del decánter es de 150.000kg/día, podemos observar en la gráfica de la figura 5, que la velocidad angular máxima es de 3.000 r.p.m. Pero si además observamos la gráfica de la figura 6, podemos ver que la capacidad del decánter máxima para una separación adecuada de aceite es de 150.000kg/día a una velocidad angular de 3.000 r.p.m. Confirmando nuestra elección de capacidad de tamaño del decánter.

5.12.3 Balance de masa del proceso de decantación horizontal

5.12.3.1 Entradas al sistema

- Caudal de alimentación de pasta de aceituna = 5.210kg/h
- Densidad pasta de aceituna = 1064.14 kg/m³
- Composición de la pasta de aceitunas:
 - 23 % aceite = 173.613 kg/h
 - 30 % sólidos = 208.335 kg/h
 - 47 % agua = 312.503 kg/h

- Densidad aceite = 945 kg/m³
- Densidad sólidos = 1200 kg/m³
- Viscosidad del aceite = 0.09 Pa.s (fig.18.).
- Viscosidad de la fase acuosa = 0.001 Pa.s (fig.18.).
- Microtalco natural añadido = 78,15kg/h

5.12.3.2 Salidas del sistema

- Fase oleosa = 1.051,51kg/h
- Alpeorujo = 4.246,15kg/h
 - Materia grasa (3%) = 120,31kg/h
 - Humedad (44,40%) = 1884,89kg/h
 - Sólidos (52,6%) = 2240,95kg/h

- Densidad aceite = 916 kg/m³
- Densidad sólidos = 1200 kg/m³

- Densidad alpechín = 1080 kg/m^3
- Viscosidad del aceite = $0.09 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ (fig.18.).
- Viscosidad de la fase acuosa = $0.001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ (fig.18.).
- Total fase acuosa (alpechín + sólidos) = $0.498 \text{ m}^3/\text{h}$

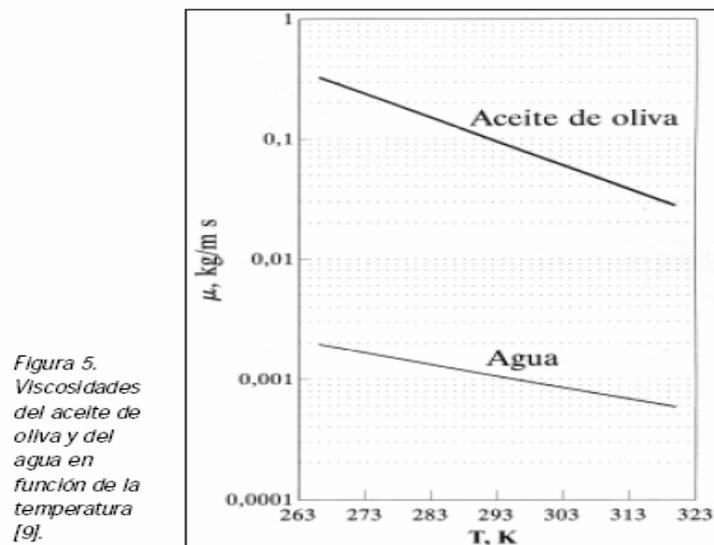


Fig.18. Viscosidades del aceite de oliva y del agua en función de la temperatura.

5.12.3.3 Rendimientos

- Rendimiento sobre aceite en aceituna = 86,96 %
- Rendimiento sobre cantidad de aceituna = 20 %

Con todo lo anterior, se puede deducir que capacidad mínima del decánter será de 150.000 kg/día , con una velocidad angular de 3.000 r.p.m. , longitud de 3370 mm y que el caudal de aceite a la salida de la misma debe ser de $1.051,51 \text{ kg/h}$ para mantener la línea trabajando en continuo.

5.12.4 Estudios en el mercado

- Modelos Pieralisi:

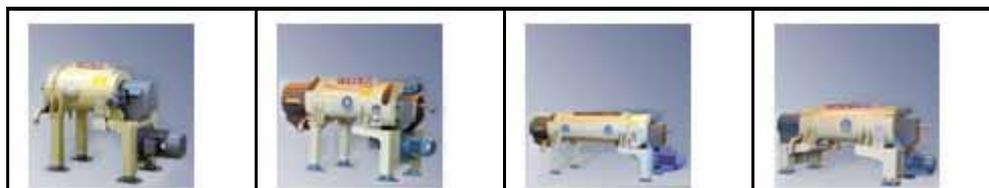


Fig. 19. Diferentes fotografías de modelos de la casa Pieralisi.

MODELOS	kW	r.p.m.	Fuerza - G	Relación L/D	Diámetro del Tambor
FP 500/1	5,5	5200	3500	2,42	232
FP 500/2	7,5	5200	3500	3,33	232
FP 600/M	11	4100	3300	2,62	353
FP 600 RS/M	11	4100	3300	3,48	353
FP 600 2RS/M	15	4100	3300	4,32	353
JUMBO 1	30	3350	2950	2,51	470
JUMBO 2	37	3350	2950	3,38	470
JUMBO 3	45	3350	2950	4,25	470
JUMBO 4	45	3350	2950	5,12	470
GIANT 1	55	2000	1570	2,93	700
GIANT 2	55	2000	1570	3,59	700
GIANT 3	90	2000	1570	4,25	700

Fig. 20. Diferentes modelos de la casa Pieralisi.

Estudiando los decánter del mercado se selecciona el siguiente:

- Extractor Centrifugo Jumbo 3 (fig.21. y fig.22.):
 - Velocidad de tambor: 3.000 r.p.m.
 - Potencia instalada: 30,75 kW.
 - Diámetro del tambor: 470 mm.

- Longitud total: 3.780 mm.
 - Altura total: 1.650 mm.
 - Ancho total: 1.470 mm.
- Además de estas propiedades, el decánter seleccionado posee:
 - Accionamiento mediante reductor (VFD), es decir, el tambor está accionado y el motor está controlado por un variador de frecuencia para facilitar un ajuste continuo y una combinación de velocidades fijas para la velocidad diferencial.
 - Tambor y tornillo sinfín accionados por motores diferentes mediante variadores de frecuencia, para facilitar un ajuste continuo de la velocidad del tambor y velocidad diferencial, cada uno de forma independiente.
 - Además el decánter facilita una regulación automática de la velocidad diferencial en función del par resistente lo que ayuda a un mejor secado y mejor agotamiento del aceite en la fase sólida.
 - Sistema de engrase: están equipados con un dispositivo para engrase de tipo manual. Todos los rodamientos se lubrican en una única operación.
 - Protección antidesgaste: Todas las zonas del tambor con posibilidad de desgaste están protegidas por un recubrimiento especial de metal duro, toberas antidesgaste, rascadores, etc. Estos consumibles son fáciles de intercambiar incluso en el lugar de trabajo.
 - Zonas en contacto con la pasta construidas en acero inoxidable de alta calidad (Duplex y AISI 316).



Fig.21. Modelo de decánter: Extractor Centrifugo Jumbo 3.



Fig.22. Extractor Centrifugo Jumbo 3.

A la salida del decánter de primera extracción, se ubicará una deshuesadora para el alperujo, que me eliminara de un 5-12 % del hueso de aceituna del mismo, y me facilitara la entrada del alperujo al repaso.

Como en el repaso el alperujo pierde un 20% del aceite, la pasta es mucho más abrasiva, por lo que si colocamos la deshuesadora a la salida del alperujo, antes de la entrada a termobatidora, disminuirémos los problemas mecánicos que puede acarrearía el fluido.

5.13 ANEXO XI

5.13.1 Centrifuga Vertical

A la salida del decánter horizontal la fase oleosa es enviada a una centrifugadora vertical, para proceder a su limpieza. Para limpiar los aceites de la humedad que poseen a la salida del decánter se realiza una centrifugación con un caudal de agua. Formando una serie de anillos de separación. Y por fuerza centrífuga y dentro de un rotor de platillos, se procede a su limpieza y se elimina la humedad, sólidos finos e impurezas.

Todo esto es debido a que la velocidad de giro de las centrífugas horizontales no es muy elevada, del orden de 3.000-4.000 r.p.m., la fase grasa conviene someterla a procesos de centrifugación a mayores velocidades para extraerle las impurezas que aún pueda contener. Esto se realiza en las llamadas **centrífugas verticales**, las cuales adquieren velocidades de giro de aproximadas a 6.000-7.000 r.p.m.

La fase oleosa entra por la parte superior y la fuerza centrífuga le obliga a pasar por las perforaciones de los discos, que posee la centrifuga. El agua descende por la cara superior del disco, acumulándose junto a la pared exterior del tambor. El aceite asciende a lo largo de la cara inferior del disco y se acumula en la zona central de la centrifuga (fig.1.).



Fig.1. Esquema de una centrifuga vertical

Actualmente, es muy probable encontrar rastros sólidos en la fase de salida del decánter, esto hace que en las nuevas tecnologías se estudie la introducción de sistemas de autolimpieza para este tipo de maquinaria.

Se puede controlar la centrifuga con la composición de la alimentación, la temperatura del caudal de agua, tamaño de anillos de regulación y temperatura de entrada del agua de limpieza.

Hay que añadir agua en la centrífuga para formar el anillo hidráulico, regulando la cantidad y temperatura (sin sobrepasar 35 °C) a lo estrictamente necesario para una óptima separación. Además, se debe hacer una elección de los anillos de regulación. Estando estos comprendidos entre 102 y 105. Los números altos limpian más los aceites.

5.13.2 Factores que afectan a la separación de líquidos en la centrifugación vertical

- Homogeneidad del líquido de entrada.
- Caudal de alimentación
- Temperatura
- Volumen de agua agregada.
- Tiempo entre descargas.
- Velocidad de giro del rotor.

5.13.3 Homogeneidad del líquido de entrada

El aceite de entrada a la centrifuga vertical, no siempre contiene la misma humedad, esto depende de la variedad de aceituna (afecta a la cantidad de agua de vegetación en la entrada), etapa de recolección (si ha llovido antes de la recolección o si no ha llovido, ya que aumenta la cantidad de agua de vegetación en la aceituna,

pero por el contrario disminuye el grado a la entrada de la aceituna en la almazara), tiempo de atrojado (disminuye la cantidad de agua de vegetación) y del tipo de separación en el decánter (si ha habido una buena separación, o por el contrario no se ha producido una buena separación).

Se estimara que a la entrada a la centrifuga vertical el líquido es homogéneo. Si no se puede controlar la homogeneidad del líquido a la entrada, se debe de poder regular la separación en la centrifuga mediante el aumento o disminución del anillo hidráulico, es decir, aumentando o disminuyendo el caudal de entrada de agua a la centrifugadora.

Variando la cantidad de aceite y agua a la entrada de la centrifuga (Fig.2.):

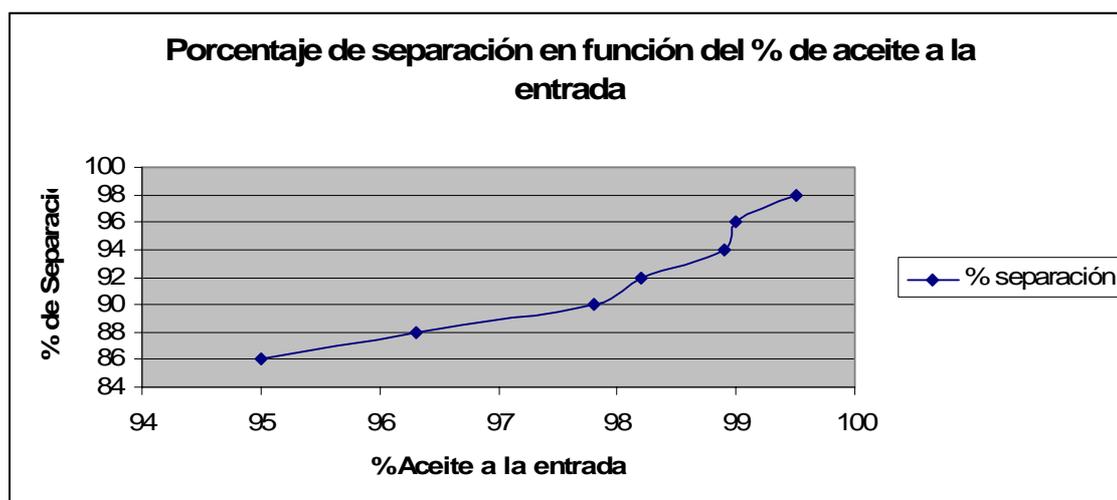


Fig.2. Separación en función de la alimentación a la centrifuga vertical

5.13.4 Caudal de alimentación

Si observamos la variación del caudal de entrada en las centrifugas, se puede deducir la cantidad de agua necesaria para una buena separación de la humedad de la alimentación (fig.3.).

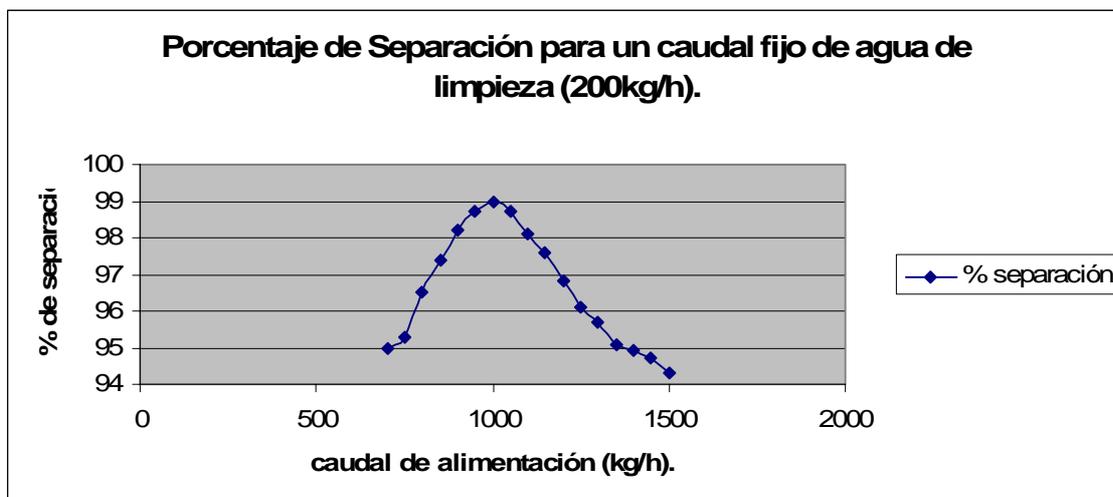


Fig.3. Porcentaje de separación para un caudal fijo de agua de limpieza (200kg/h). Datos históricos almazara “La Unión”.

Podemos observar una mayor separación para un caudal determinado de alimentación, al igual que para caudal de limpieza, mediante el estudio de históricos de almazaras y bibliografía se intentara innovar en la cantidad necesaria de agua de limpieza que se utilizara para poder limpiar un 1kg/h de alimentación, este será 0,2 kg/h de caudal.

Este reducido caudal de agua de limpieza, se debe a que en la centrifuga vertical el agua de limpieza lo único que hace es formar una interfase mayor, para poder separar la humedad del aceite. Por lo que cuanto menos agua usemos, menor volumen de aguas de limpieza de aceite produciremos y menor será el coste económico (Coste de tratamiento de aguas de limpieza) y medioambiental (Vertidos o fugas de aguas de limpieza contaminantes) que producen.

5.13.5 Temperatura

Si se aumenta la temperatura del agua de limpieza aumenta la separación de los líquidos, ya que aumenta la inmiscibilidad entre ellos (agua-aceite).

La temperatura máxima admisible determinada en datos bibliográficos es de 35 °C, si aumentamos esta temperatura, podemos aumentar la temperatura de salida del aceite, provocando una disminución de sus propiedades (variación de las propiedades del aceite visto anteriormente).

La temperatura afecta a la viscosidad del aceite, produciéndose una disminución de la viscosidad con la temperatura (fig.4.).

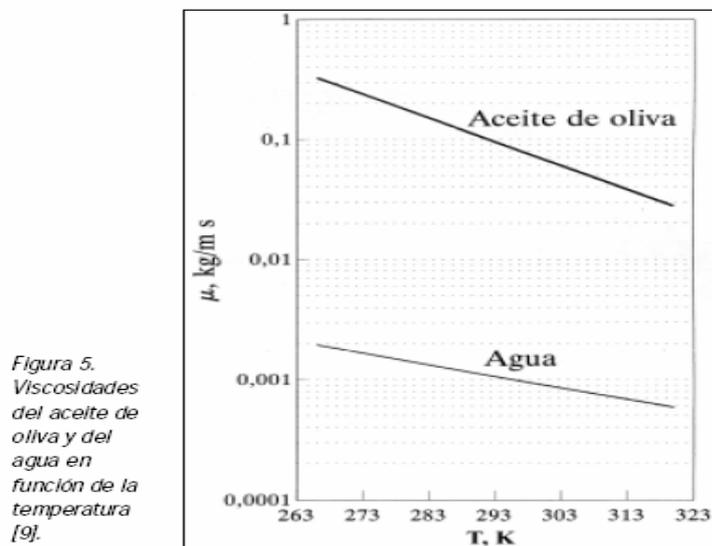


Fig.4. Viscosidades del aceite de oliva y del agua en función de la temperatura.

Si se produce un aumento de la temperatura de entrada en el agua de limpieza se observara (fig.5):

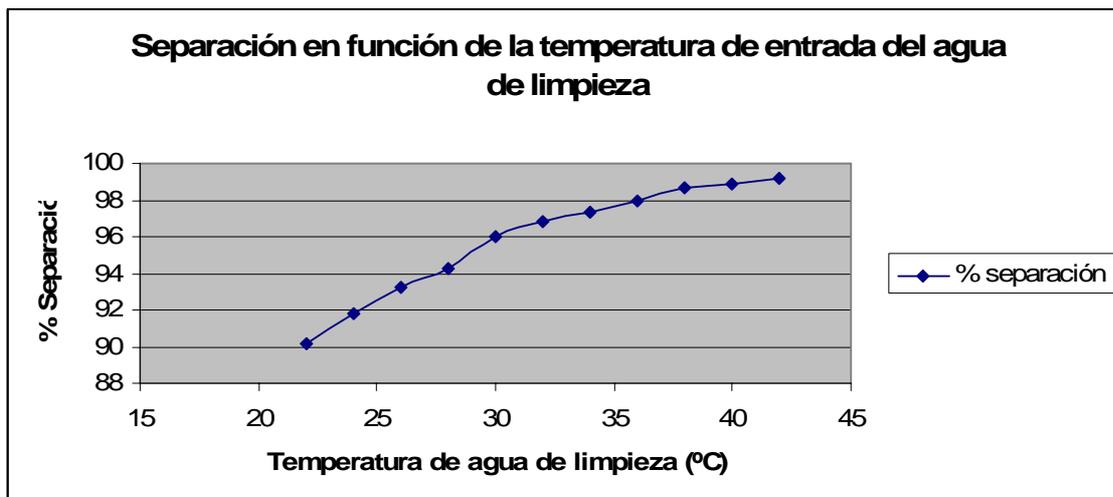


Fig.5. Separación en centrifuga vertical en función de la temperatura de entrada del agua de limpieza.

5.13.6 Caudal de agua de limpieza

Al aumentar la cantidad de caudal de agua de limpieza se produce un aumento de la eliminación de agua, pero llega un momento en el que esta eliminación disminuye, debido a que el tiempo de permanencia del agua en contacto con el aceite es mínimo y por tanto se disminuye la separación (fig.6.). Para un caudal fijo de entrada de alimentación.

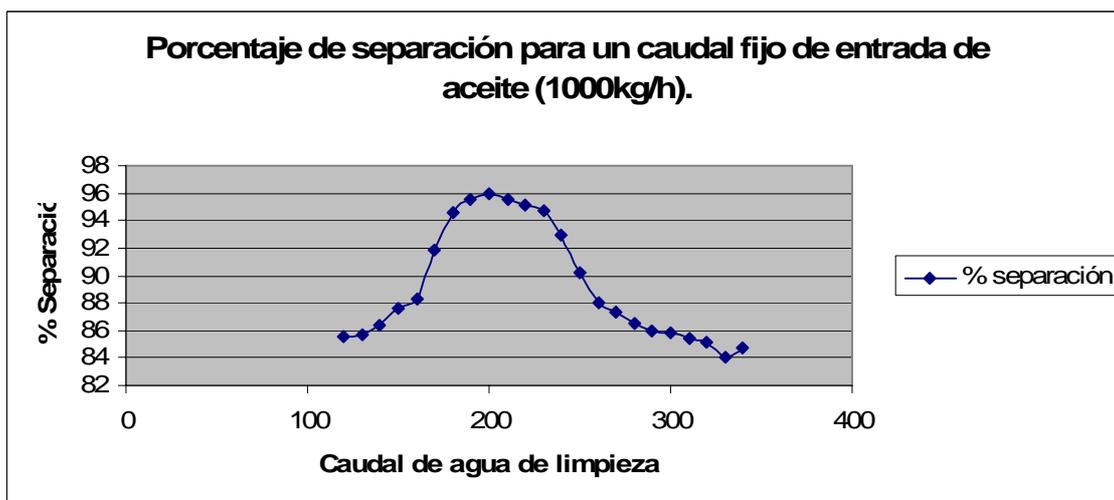


Fig.6. Separación del aceite en función del caudal de agua de limpieza para un caudal fijo de alimentación (1.000kg/h). Datos de históricos de almazara “La Unión”.

Podemos estimar que para un caudal de alimentación alrededor de 1.000kg/h el caudal de agua de limpieza debe ser de 200kg/h.

Realizando una interpolación, podemos deducir que para 1051,51kg/h podemos usar un caudal de agua de limpieza entre 200-300 kg/h. para poder obtener una separación o rendimiento de un 99-99,9%.

Bibliográficamente y mediante estudios de almazaras, se ha podido ver que usualmente se utilizan 0,5kg/h de agua para 1 kg/h de alimentación[⊗]. Para este caso concreto de almazara, vamos a introducir una innovación del sistema usando un menor caudal de agua de limpieza para disminuir la producción de aguas de limpieza de aceite que se producen en la almazara, para disminuir los costes por tratamiento y eliminación de esta agua contaminantes[⊗] (fig.7.).

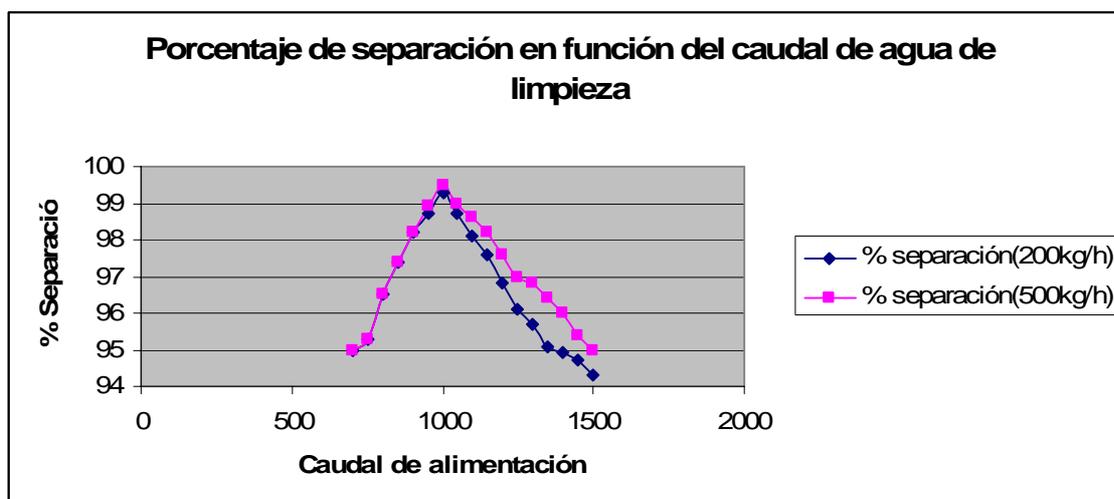


Fig.7. Separación en función del caudal de limpieza de agua.

La limpieza con menor cantidad de agua nos da una menor cantidad de aguas de limpieza de aceites (aguas contaminantes), ajustándose a la Normativa Andaluza de Normalización y Seguridad en Almazaras (**Anexo I B**).

[⊗] Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, segunda edición 2000.

[⊗] Estudios de mejora de almazara: Agencia para el Aceite de Oliva (web).

Al disminuir el caudal de agua se observa en la gráfica de la figura 7, que para el caudal de alimentación dado, la separación es prácticamente la misma por lo que es una mejora en el proceso de limpieza, incluyendo una disminución de los costes de tratamiento de los productos contaminates.

5.13.7 Velocidad de giro del rotor

Si aumentamos la velocidad de giro del rotor que mueve el tambor, aumentaremos la separación (Fig.8.), pero hay que tener en cuenta que un aumento excesivo de esta velocidad para caudales pequeños de alimentación, llega a terminar por no separar las fases.

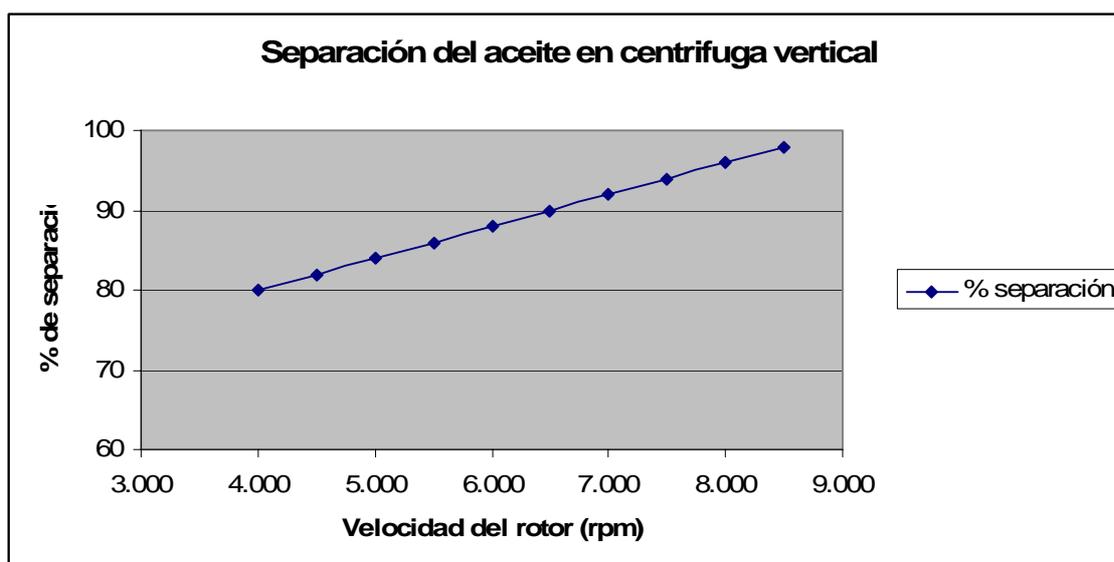


Fig.8. Separación del aceite en una centrifuga vertical para caudal de entrada de 5.500kg/h.

5.13.8 Tamaños de anillos de regulación

Para poder regular el anillo hidráulico se utiliza el caudal de entrada de agua de limpieza y la temperatura de esta. El anillo de regulación para centrifugación de aceites estará comprendido entre 102 y 105 mm (Fig.9 y 10.). Este no se puede modificar una vez puesto en marcha el equipo.

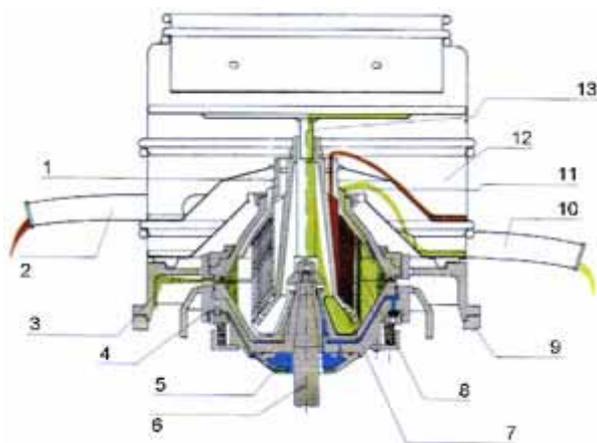


Fig.9. Sección de una centrifuga vertical para conocer la posición del anillo de regulación.

Componentes	
1.	Cobertura
2.	Tubo de descarga: fase leve
3.	Descarga de sólidos
4.	Tambor
5.	Sistema hidráulico de abertura del tambor
6.	Eje del tambor
7.	Soporte de los discos
8.	Discos
9.	Base
10.	Tubo de descarga: fase pesada
11.	Anillo de regulación
12.	Armazón
13.	Tubo de alimentación

Fig.10. Componentes de una centrifuga vertical para conocer la posición del anillo de regulación.

5.13.9 Balance de masa del proceso de centrifugación vertical

5.13.9.1 Entradas al sistema

- Caudal de alimentación Aceite = 1.042,04 kg/h
- Densidad aceite = 916 kg/m^3
- Composición de la alimentación:
 - 99,9 % aceite = 1.041 kg/h
 - 0,1 % humedad = 1,04 kg/h
- Densidad sólidos = 1.200 kg/m^3
- Viscosidad del aceite = 0.09 Pa.s (fig.4.).
- Viscosidad de la fase acuosa = 0.001 Pa.s (fig.4.).

5.13.9.2 Salidas del sistema

- Aceite = 1.041kg/h
- Agua = 209,25kg/h
- Densidad aceite = 916 kg/m^3
- Viscosidad del aceite = 0.09Pa.s (fig.4.).
- Viscosidad de la fase acuosa = 0.001Pa.s (fig.4.).

5.13.9.3 Rendimientos

- Rendimiento sobre aceite de entrada = 99,9 %

5.13.10 Balance energético del proceso de centrifugación vertical

- Datos del aceite:
 - Caudal de entrada de la centrifugadora vertical (Q) = 1.042,04 kg/h
 - C_{pp} aceite = 2,000 kJ/kgK
 - Caudal de salida de aceite a la centrifugadora vertical (Q) = 1.041,00 kg/h
 - Composición de la alimentación:
 - 99,9% aceite = 1041,1 kg/h
 - 0,01% agua = 1,04 kg/h
 - Temperatura de alimentación del aceite (T_a) = 26 °C = 299 °K

- **Características del aceite a la salida de la centrifuga vertical:**
 - Temperatura del aceite a la salida de la centrifuga vertical (T_{a_s}) = 27,21 °C.
 - **Centrifuga:**
$$Q = C_{aceite} \times (T_{ent} - T_{sal}) = C_{agua} \times (T_{sal} - T_{ent})$$
 - $Q = 1041,1 \times 2,000(T_{sal} - 26) = 201,04 \times 4,18(25 - 22) = 2508kJ / h$
 - $T_{sal} \text{ aceite} = 27,21 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$Q = 0,696kW$$

5.13.11 Selección de centrífuga

Con todo lo anterior, se puede deducir que capacidad mínima de la centrífuga vertical será de 1.500 kg/h (velocidad de alimentación centrífuga vertical: 1.051,51kg/h), con una velocidad angular de 7.000 r.p.m., una anillo de regulación de 105 y el caudal de aceite a la salida de la misma debe ser de 1.041t/h para mantener la línea trabajando en continuo.

5.14 Selección de equipo

- Modelos Pieralisi de centrífuga separadora:

MODELO	P 1500/2000	P 3500/4000
Capacidad hidráulica	1500 a 2000 l/h	3500 a 4000 l/h
Diámetro interno del tambor	316 mm	396 mm
Rotación máxima	6470 rpm	6215 rpm
Potencia del motor	5,5 kW	11 kW
Peso de la máquina	940 kg	1100 kg

Fig. 15. Tabla de modelos Pieralisi y características.

La capacidad hidráulica de una centrífuga vertical, será la capacidad que tendría si se trabajara solo con agua.

Vamos a usar un factor de seguridad de 1,5, por lo que vamos a usar una centrífuga de capacidad hidráulica de:

$$\text{Capacidad}_{\text{hidráulica}}_{\text{máx.}} = \text{Caudal}_{\text{máx}} \times \text{Factor}_{\text{Seguridad}}$$

$$1000\text{kg} / h \times 1,5 = 1000\text{kg} / h = 1,5\text{m}^3 / h = 1.500\text{l} / h$$

Estudiando las centrífugas verticales del mercado del mercado se selecciona el siguiente:

- Centrifuga vertical separadora de Aceite-Agua Pieralisi, Modelo P1500/2000 (fig.16.):
 - **Capacidad hidráulica: 1.500-2.000 l/h.**
 - **Diámetro interno del tambor: 316mm.**
 - **Rotación máxima: 6470 r.p.m.**
 - **Potencia del motor: 5,5 kW.**
 - **Frecuencia: 50 Hz.**
 - **Peso de la máquina: 940kg.**
 - **Nº máx. revoluciones del motor 1450 r.p.m.**
 - **Temperatura de alimentación 25°C.**
 - **Densidad máxima líquido de maniobra 1kg/dm³.**
 - **Presión mín/máx. líquido de maniobra 1,5-2 bar.**
 - **Tiempo de arranque 4,5 minutos.**
 - **Tiempo de parada con freno 5 minutos.**
 - **Tiempo de parada sin freno 30 minutos.**
 - **Intervalo mínimo de descarga 3 minutos.**
 - **Peso del separador 1030 kg**
 - **Dimensiones máximas 1300x700x1400 mm.**
 - **Volumen aceite lubricante 5 litros**
 - **Nivel acústico <80dB**
 - **Volumen de tazón 9 litros.**
 - **Peso el tambor 250kg.**

- Además de estas propiedades, el decánter seleccionado posee:
 - Poseen un enorme campo de aplicación en procesos industriales donde hay necesidad de una separación permanente de dos fases líquidas de densidades diferentes y una fase sólida.
 - La centrífuga separadora es alimentada a través de un tubo localizado en la parte superior de la misma. Las fases líquidas y la fase sólida son separadas en capas dentro del tambor, debido a la fuerza centrífuga.
 - Los sólidos, que se depositan en la periferia del tambor son regularmente eliminados por un sistema hidráulico de abertura.
 - Rotor y todos los componentes en contacto con el aceite fabricados en acero inoxidable.
 - Montada sobre bancada de perfiles laminados.
 - Instalación de tubería para agua y aceite en acero inoxidable.
 - Incorpora cuadro eléctrico para su funcionamiento, con programador para efectuar descargas automáticas y opción manual.
 - La carcasa está fabricada en acero al carbono.
 - La cámara de sólidos tiene una alta capacidad y la cobertura superior está cerrada.
 - Utiliza un motor eléctrico trifásico 220/380 V, sin reductor de velocidad.

- La potencia eléctrica del sistema es de 5,5kW, y aunque está pensada para integrarse en una línea completa de obtención de aceite, el cuadro eléctrico de la misma es independiente.



Fig.16. Modelo de centrifuga vertical: Modelo P1.500/2.000

5.14 ANEXO XII

5.14.1 Almacenamiento en almazara

Las condiciones de almacenamiento de los distintos elementos fluidos en almazara son importantes debido al valor de estos fluidos. Valor económico, como por ejemplo el del aceite (esenciales para mantener sus características de calidad), y valores medioambientales, como pueden ser el agua de limpieza de aceites, y de limpieza de tanques, además de los atrojados que se producen en las tolvas de almacenamiento y de las purgas obtenidas de la decantación en tanque de los aceites.

Para los elementos contaminantes o residuos de la planta, aguas de limpieza, atrojados y purgas, las condiciones donde se almacenen no necesitarán un especial cuidado, solo el necesario para evitar cualquier tipo de contaminación, tanto de los aceites como ambiental debido a los mismos.

5.14.2 Depósitos de almacenamiento de aceite en almazara

Los factores fundamentales que favorecen el proceso de deterioro de aceites que son: la luz, el aire y las altas temperaturas. Deberemos controlar de cada una de ellas para conservar el aceite en perfectas condiciones.

Vamos a centrarnos en las características de los depósitos antes de estudiar las características del almacén propiamente dicho.

5.14.2.1 Tamaño

El tamaño de los tanques de almacenamiento debe ser el necesario para poder almacenar por 3 días la producción[®].

Si poseemos una producción diaria de 109 toneladas de aceite, por tanto, de 115,34m³ /día, o lo que es igual: 115.344 litros/día.

Para tres días tendremos que almacenar:

$$115.344 \text{litros} / \text{día} \times 3 = 346031,75 \text{litros} _ \text{capacidad}$$

El tamaño adecuado para un depósito de almacenamiento:

- No sobrepasar el 10% de la producción media.
- No ser mayor de 55-65m³.
- Solo se plantearán mayores capacidades para aceites de peor calidad.

Nuestra producción es de 109 toneladas/día entre primera y segunda extracción.
Siendo de:

- ✓ De 100 toneladas de aceite diarias de primera extracción. Trabajando 24 horas las líneas.
- ✓ De 9 toneladas de aceite diarias de segunda extracción. Trabajando 24 horas las líneas.

[®] Datos obtenidos de históricos en almazara: “Coop. La Unión” (Montilla), “Coop. Sta.Marina Aguas Santas” (Fernán Núñez) y “Coop. Virgen del Rosario”(Aguilar de la Frontera)

5.14.2.2 Primera extracción

Nuestro volumen de aceite al día es de: $100.000\text{kg}/\text{día} = 105,82 \text{ m}^3/\text{día}$.

$$100.000\text{kg} / \text{día} \times 945\text{kg} / \text{m}^3 = 105,82\text{m}^3$$

✓ Siendo el 10 por ciento de su producción de:

$$105,82\text{m}^3 / \text{día} \times \frac{10}{100} = 10,58\text{m}^3 \times \left(\frac{1000\text{litros}}{1\text{m}^3} \right) = 10.582,01\text{litros}$$

Por lo que podemos suponer un volumen de tanque de 11.000 litros.

✓ Como: $10,5 \text{ m}^3 < a < 55-65 \text{ m}^3$.

Si se debe almacenar la producción completa anual (12.918.518,52 litros de aceite totales de la campaña), este volumen de tanque no es adecuado, ya que necesitaríamos una cantidad de tanques desorbitada y un espacio para su colocación de un área muy superior a la superficie de la almazara.

Vamos a tomar un volumen de tanque que sea el volumen óptimo si estudiamos los volúmenes de depósito frente al número de depósitos necesarios para la producción (fig.1.).

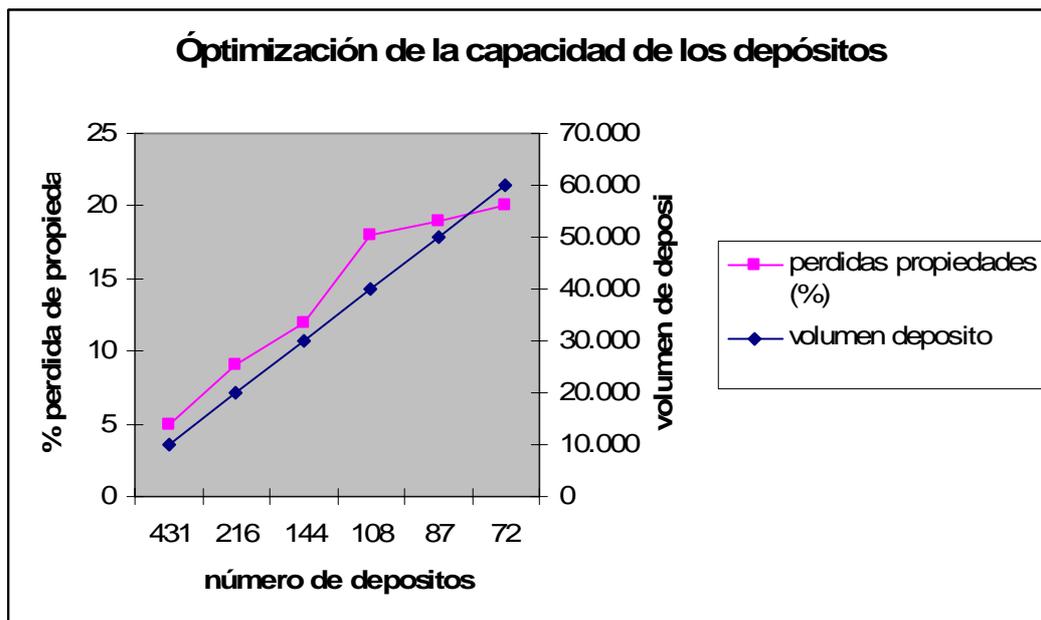


Fig.1. Optimización de la capacidad de los depósitos.

Vemos que la capacidad óptima de depósito es de 55.000 litros y el número de depósitos es de 79.

Debemos tener en cuenta que cuando se llegue a un tercio de la producción total de la campaña, el aceite es enviado a una embotelladora fuera de las instalaciones de la almazara, mediante camiones cisterna.

$$12918518,52 \text{ litros_campaña} / 3 = 4306172,84 \text{ litros_almacenamiento.}$$

$$4306172,84 \text{ litros_almacenamiento} / 55.000 \text{ litros} = 79 \text{ depósitos}$$

5.14.2.3 Segunda extracción

Nuestro volumen de aceite al día es de: $9.000 \text{ kg/día} = 9,52 \text{ m}^3/\text{día}$.

$$9.000kg / día \times 945kg / m^3 = 9,52m^3$$

✓ Siendo el 10 por ciento de su producción de:

$$9,52m^3 / día \times \frac{10}{100} = 0,952m^3 \times \left(\frac{1000litros}{1m^3} \right) = 952,38litros$$

Por lo que podemos suponer un volumen de tanque de 1.000litros.

✓ Como: $0,952m^3 < a \ 55-65 \ m^3$.

Se observa que se podría usar tanques de mil litros, pero este volumen es muy pequeño, dando un número de tanques muy elevado. Esto lleva a no tener en cuenta la anterior consideración y se tomará tanques de igual volumen que los de primera extracción, para posibles cambios o contratiempos que pudieran suceder.

Si se almacena la producción completa anual (1.066.666,67 litros de aceite totales de la campaña), se almacenará la totalidad de aceite de repaso de la campaña en:

$$1.066.666,67litros / 55.000litros = 20 \text{ tanques}$$

La totalidad de los tanques necesarios en la almazara, será de 79 de primera extracción + 20 de repaso = 99 tanques de 55.000litros cada uno.

Debido a la distribución del almacén se colocarán 100 tanques, esto me da 55.000 litros más, para almacenaje.

5.14.3 Forma

- La más apropiada es la cilíndrica por razones constructivas de economía y porque facilita la limpieza.
- Más altos que anchos para disminuir la superficie en contacto con el aire y con la luz.
- Cubiertos, para impedir la caída de objetos extraños, el efecto perjudicial de la luz y limita el volumen de aire en contacto con el aceite.
- Fondo cónico o inclinado para favorecer la decantación, acumulación de humedad para evitar impregnaciones que dificultan la posterior limpieza.

5.14.4 Materiales

Se construirá con un material que no aporte sustancias extrañas, y autorizado para uso alimentario.

Cualquiera que sea el tipo de almacenamiento usado debe reunir las siguientes características para una óptima conservación del aceite: proteger el aceite de la acción directa de la luz, mantenerlo a temperaturas inferiores a 20°C, evitar el contacto del aceite con el aire, no transmitir olores o sabores extraños, no añadir al aceite productos que pudieran afectar a su composición o estabilidad y ser de fácil limpieza.

Los materiales que nos podemos encontrar en almazara para almacenamiento son:

- Trujal
- Acero inoxidable
- Fibra de vidrio y poliéster
- Hierro revestido
- Hierro

Estudiando sus características:

	Aislamiento			Transmisión de caracteres extraños	Afectación de estabilidad	Fácil limpieza
	Térmico	Luz	Aire			
Trujal						
Alicatado	Muy bueno	Muy bueno	Medio	Bueno	Bueno	Malo
Revestido	Muy bueno	Muy bueno	Medio	Bueno	Bueno	Medio
Acero inoxidable						
Aéreo	Malo	Muy bueno	Medio Muy bueno ¹	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno ²
En bodega	Medio ³	Muy bueno	Medio Muy bueno ¹	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno ²
Fibra de vidrio y poliéster						
Aéreo	Malo	Malo	Medio Muy bueno ¹	Bueno	Bueno	Bueno ²
En bodega	Bueno ³	Bueno	Medio Muy bueno ¹	Bueno	Bueno	Bueno ²
Subterráneo	Muy bueno	Muy bueno	Medio Muy bueno ¹	Bueno	Bueno	Bueno ²
Hierro revestido						
Aéreo	Malo	Muy bueno	Medio	Bueno	Bueno	Bueno ²
En bodega	Medio ³	Muy bueno	Medio	Bueno	Bueno	Bueno ²
Hierro						
Aéreo	Malo	Muy bueno	Medio	Malo	Malo	Bueno ²
En bodega	Medio ³	Muy bueno	Medio	Malo	Malo	Bueno ²

1. El aislamiento del aire alcanza la categoría de muy bueno cuando el depósito es inertizado con nitrógeno.
2. La limpieza y el sangrado se ven favorecidos por la existencia de fondos inclinados o cónicos, existiendo la posibilidad de instalar un sistema de limpieza CIP.
3. El aislamiento térmico de los depósitos situados en la bodega depende del aislamiento térmico de la propia bodega.

Fig.2. Características de los depósitos empleados habitualmente en almazaras.®

El material más adecuado, y que se esta imponiendo cada vez más en toda la industria alimentaría es el acero inoxidable. Ya que junto a sus características

® Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, segunda edición 2000.

mecánicas, destaca la resistencia a la corrosión, tanto porque prácticamente no cede partículas, como por la posibilidad de lavados y descontaminaciones energéticas.

La resistencia a la corrosión está garantizada por la capa protectora que lo recubre y que posee la propiedad de autorepararse espontáneamente si sufre algún daño. Esta propiedad lo distingue de otros materiales necesitados de revestimientos protectores, como pinturas, barnices, esmaltes, etc., en los que cualquier deterioro localizado es de difícil reparación y se convierte en una vía de contaminación del aceite almacenado.

En el mercado, siguiendo la norma AISI, se ofrecen dos tipos de acero inoxidable, el 304 y el 316, en función de la proporción de cromo y níquel de su composición.

El menos resistente es el AISI 304, pero nos dará las mismas los mismos resultados de calidad a menor precio.

Este será el que se utilice para los depósitos de la almazara.

5.14.5 Válvulas, conducciones y accesorios

Deberán ser de acero inoxidable, y estas últimas estarán separadas para las diferentes líneas de fabricación. **Los depósitos contarán con accesorios tales como niveles, dispositivos de toma de muestras a diferentes alturas**, llenado por la parte inferior para evitar la aireación del aceite en la caída, etc.

Para reducir o eliminar el contacto con el aire se recomienda tapar todos los depósitos, realizar los trasiegos por las bocas inferiores de los depósitos.

A fin de minimizar el contacto con la luz, también se recomienda **mantener tapados los depósitos, pero con una válvula de salida de aire (válvula alivio, campana), para no provocar una presión de vacío en el interior del tanque.**

5.14.6 Atmósfera en la parte superior del tanque

El aceite bien procesado presenta una elevada estabilidad, pero no impide la formación de volátiles, que pueden reabsorberse, si no encuentran salida, dando lugar a olores extraños.

Para reducir o eliminar el contacto con el aire se recomienda tapar todos los depósitos, realizar los trasiegos por las bocas inferiores de los depósitos. A fin de minimizar el contacto con la luz, también se recomienda mantener tapados los depósitos, pero con una válvula de salida de aire (válvula safety de salida de gases, válvula de campana), para no provocar una presión de vacío en el interior del tanque.

5.14.7 Tipos de depósitos en almazara

Se utilizarán **depósitos metálicos bajo cubierta de bodega**, que presentan características internas entre los citados en los puntos anteriores. Son muy adecuados para la conservación del aceite, siempre que se conserve en un buen estado de estanqueidad. Tienen un menor coste respecto a otro tipo de depósitos (trujales subterráneos, depósitos metálicos a la intemperie, etc.).

5.14.8 Dimensiones de un tanque de almacenamiento

Se utilizarán:

- tanques de 55m³ de volumen.
- Forma cilíndrica.
- Tapa superior plana.

- Fondo inclinado. (inclinación menor a 10 °C[®]).

5.14.8.1 Cálculos

- Volumen de un tanque cilíndrico:

$$\text{Volumen}_{\text{cilíndrico}} = \pi \times r^2 \times l$$

$$55\text{m}^3 = \pi \times r^2 \times l$$

Vamos a ir estimando la altura para diferentes radios de tanque, para poder así estimar la altura de tanque adecuada. Debemos también tener en cuenta el área del almacén necesaria. Por lo que estudiaremos la longitud del tanque en función del radio, y la superficie de almacén en función, también, del radio. Llegando a un punto óptimo de longitud y área necesaria (fig.3.).

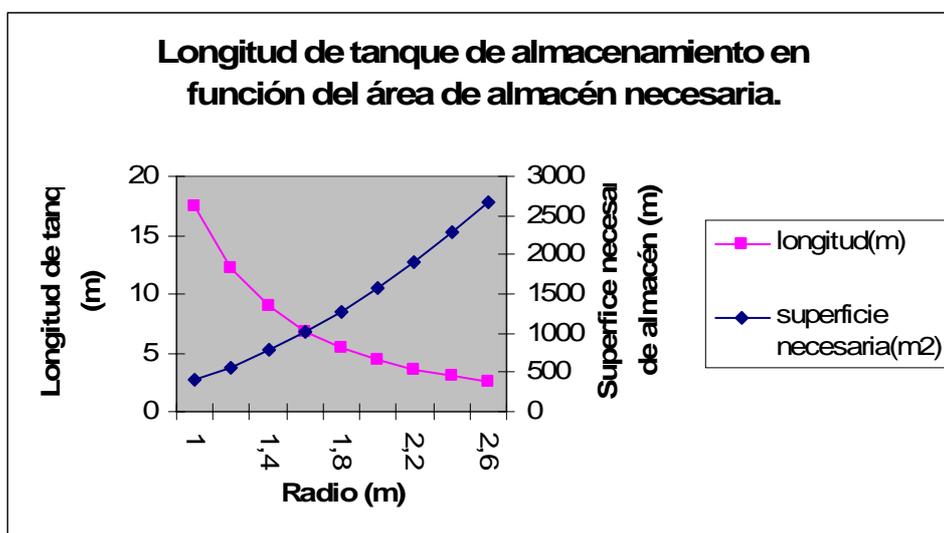


Fig.3. Optimización de la longitud del tanque de almacenamiento, en función del radio y de la superficie que ocuparía un almacén de 99 tanques con esas dimensiones.

- Radio seleccionado:

[®] Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, segunda edición 2000.

$$radio = \sqrt{\frac{Volumen}{\pi \times l}}$$

Para calcular la longitud de los tanques de almacenamiento se tendrá en cuenta, que los tanques se forman a partir de virolas de 1,5 m (standarizado), por lo que se tendrá en cuenta el radio del tanque en función de la altura.

Para 55 m³ y 4 cuerpos de virola (6 metros). Obtendremos un radio de:

$$radio = \sqrt{\frac{55m^3}{\pi \times 6}} = 1,8m$$

Vamos a tomar 6 metros de longitud de tanque para un radio de 1,8 m.

5.14.9 Temperatura en almacén

Las bodegas deberán estar construidas de manera que la temperatura del aceite esté en torno a los 20 °C (20-24°C). Para lograr esto se deberán realizar construcciones adecuadas con aislantes térmicos que permitan reducir las diferencias térmicas, así como radiadores para subir las temperaturas en invierno.

Se estudiará la colocación de aerotermos para el mantenimiento de la temperatura en el almacén.

5.14.9.1 Criterios de selección de los aerotermos.

- **Caudal de agua necesario.**

$$\text{Caudal de agua necesario l/h} = \frac{\text{Potencia calorífica (kcal/h.)}}{\text{Salto Térmico del agua } (\Delta t)}$$

$$\text{Potencia _ Calorífica (kcal / h)} = \text{Caudal _ agua (l / h)} \times \Delta T$$

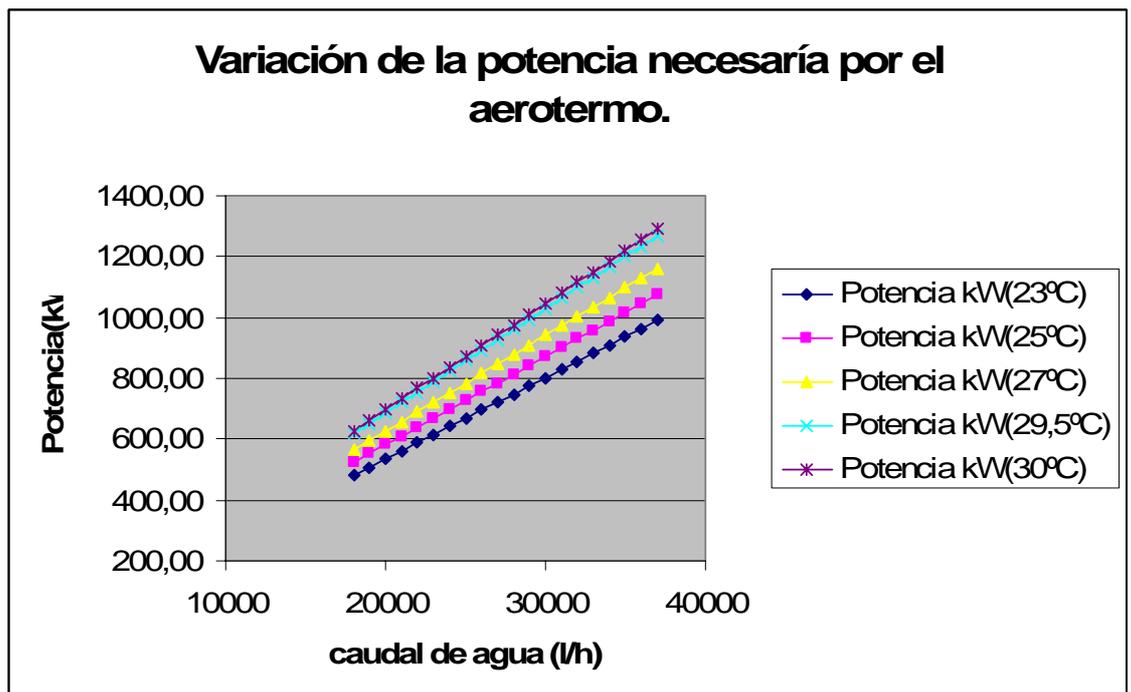


Fig.4.Diferencias de potencia en función del caudal de agua y ΔT constante.

- **Q =flujo de calor mínimo necesario para el aerotermo estudiando la figura 4 y teniendo en cuenta el caudal de agua de calefacción y su temperatura:**
 - Temperatura salida de intercambiador para agua de limpieza en centrifugas: 46,41 °C.

- Temperatura de entrada de aire: 20 °C.
- Temperatura de salida del aire, $T_{ea}=29,6$ °C
- C_{pp} aire = 0,72 kJ/kg
- C_{pp} agua = 4,18 kJ/kg
- $Q = Q_{agua} \times C_{pp_{agua}} \times (T_{ent} - T_{sal}) = Q_{aire} \times C_{pp_{aire}} \times (T_{ea} - T)$
- $Q = 32.400 \times 4,18 \times (46,41 - T) = Q_{aire} \times 0,72(29,6 - 20)$

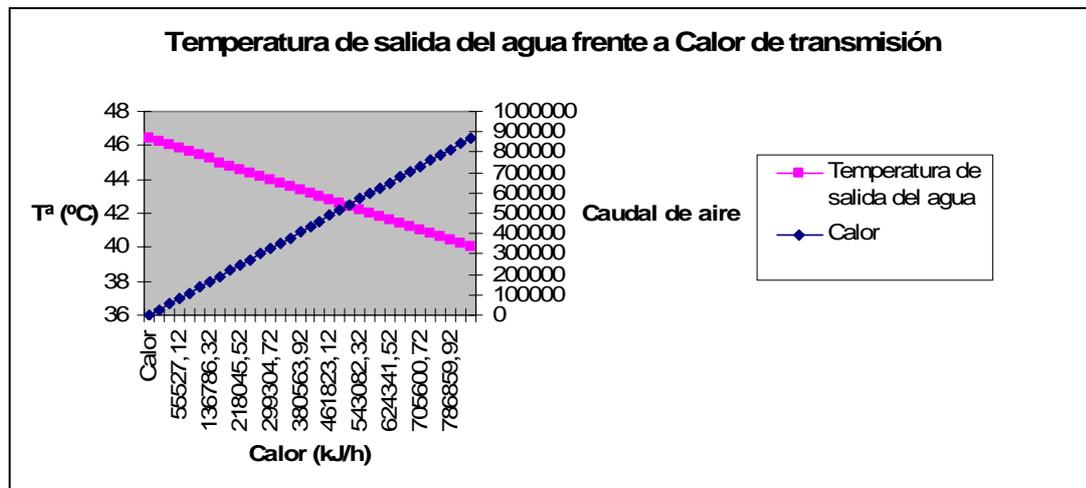


Fig.5. Optimización del caudal de aire necesario del aerotermo.

A partir de esta gráfica obtendremos el caudal de salida adecuado para que el calor intercambiado sea el máximo.

$$Q = 32,4 \times 4,18 \times (46,41 - 42,6) = 7.4652,18 \times 0,72 \times (29,6 - 20) = 515995,92 \text{ kJ/h}$$

- $T_{sal} = 42,6$ °C.
- $Q = 143,33 \text{ W} = 0,143 \text{ kW} = 123,84 \text{ kCal/h}$
- $\text{Caudal de aire} = 74652,19 \text{ kg/h}$

$$\blacksquare \text{ Caudal de aire} = 74652,19 \times 1,204 \text{ kg/m}^3 = 89881,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

- ✓ *Caudal mínimo de agua por termobatidora será de 5.400 kg/h.*
Este es el caudal mínimo de entrada del agua caliente en la termobatidora, si tenemos en cuenta **las 6 termobatidoras de la planta de extracción (tanto de primera extracción como de segunda extracción)**, tenemos que el caudal mínimo de la caldera será de **32.400 kg/h.**

Este caudal debe calentar la pasta de las termobatidoras de primera extracción hasta una temperatura alrededor (+/- 1°C) 26 °C y las de segunda extracción alrededor (+/- 1°C) 30 °C. Las aguas de calefacción de salida de la camisa calefactora de las termobatidoras se aprovecha para la calefacción del agua de limpieza de aceite en centrifugadoras (1200kg/h de agua para 6 centrifugadoras), y para el calentamiento del almacén por aerotermos.

$$\boxed{\text{Potencia _ Calorífica (kcal / h)} = 123.890,20 \text{ kcal / h}}$$

$$\boxed{\text{Potencia _ Calorífica (kJ / h)} = 515995,92 \text{ kJ / h}}$$

$$\boxed{\text{Potencia _ Calorífica (kW)} = 143 \text{ kW}}$$

- **Altura de montaje.**

- De 2,5 a 3 m. sobre el suelo para los modelos más pequeños
- De 3 a 10 m. para los demás.
- Los modelos de techo de soplado vertical pueden instalarse entre 3 y 20m. según tamaño.

Para modelos industriales para calentamiento de almacenes los más adecuados son los de pared. Se colocarán a 10 metros de altura.

- **Temperatura de entrada de aire.**

Debido a la tendencia del aire a estratificarse, a mayor altura será mayor la temperatura de entrada del aire, que aumenta aproximadamente a razón de 1,2 °C por metro por encima del nivel de trabajo.

- **Temperatura de diseño:** 20 °C
- **Distancia a la que se quiere tener esa temperatura, medida desde el suelo:** a 7 m del suelo.
- **Altura de montaje de los Aerotermos:**

$T_{ea} = T^a \text{ diseño} + 1,2 \times (\text{Altura de montaje aerotermo} - \text{altura desde el suelo})$
--

- Si la temperatura de diseño es de 20°C, la distancia a la que queremos mantener 20° es a 7 metros (los tanques son de 12 metros y queremos que la temperatura de en el almacén sea, más o menos, homogénea y no supere los 20 - 27°C, para evitar perdidas de calidad en los aceites almacenados) y no queremos que la temperatura de salida del

aerotermino sea superior a 30 – 35°C. Se obtiene, una altura de montaje del aerotermino 12 metros de altura (fig.5.).

$$T^a = 20^{\circ}C + 1,2 \times (H_{\text{almacén}} - H_{\text{para } 20^{\circ}C})$$

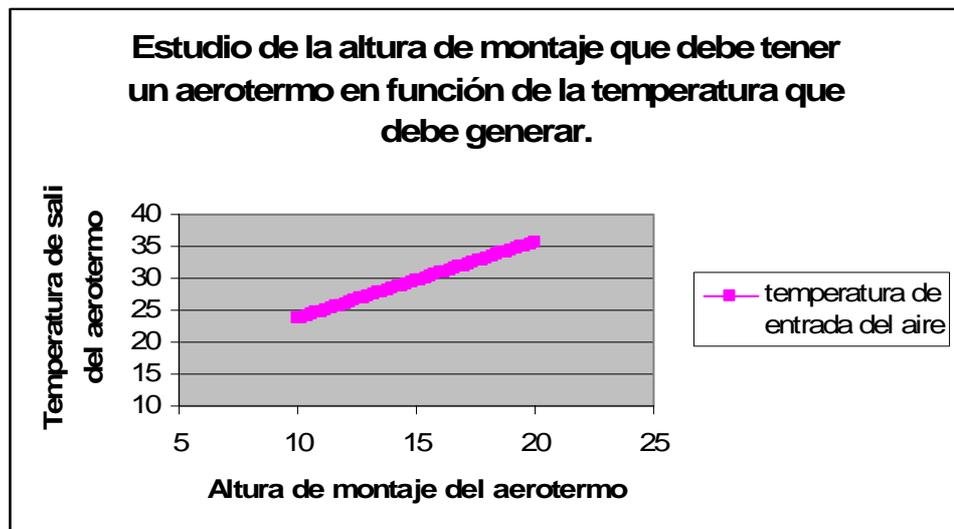


Fig.5. Estudio de la altura de montaje adecuada que debe tener un aerotermino.

$$T_{ea} = 20^{\circ}C + 1,2 \times (15 - 7) = 29,6^{\circ}C$$

Se tomará como valor de T_{ea} : 29,6 °C y una altura de montaje de 12 metros.

- **Temperatura de salida del aire.**

La temperatura de soplado no debe ser demasiado alta para evitar la estratificación y la tendencia del aire caliente a acumularse en el techo.

- Se recomienda como norma general una temperatura entre 30° y 50°C.
- La temperatura de salida del aire se determina por la fórmula:

$$T_{sa} = T_{ea} + \frac{\text{Potencia Kcal/h.}}{Q \text{ (m}^3\text{/h)} \times 0,3}$$

$$T_{sa} = 29,6 + \left(\frac{123.839,20 \text{ Kcal/h}}{0,3 \times 89881,24 \text{ m}^3 / \text{h}} \right) = 34,19^\circ \text{ C}$$

Si observamos la fig.6, se distingue una temperatura de salida óptima para un caudal de aire determinado y una potencia calorífica necesaria.

Podremos entonces conocer la temperatura de salida del aire, que será de 34,19 °C, a una potencia de 143 kW y con un caudal de aire de 89.881,24 m³/h.

5.14.9.2 Número de aerotermos a instalar.

El número de aerotermos a instalar depende básicamente del tipo de edificio, volumen, tipo de aislamiento etc. Lo usual es colocar un número de aerotermos de 10 aerotermos por cada 100 metros de pared. Para las 4 paredes del almacén, se colocarán:

$$N^\circ \text{ aerotermos} = \text{Area} _ \text{paredes} / 100 = \frac{25 \times 4}{100} \times 10 = 10$$

El número de aerotermos en el almacén será de 10.

5.14.9.3 Tasa de agitación del aire.

Además de la potencia calorífica necesaria, se debe tener en cuenta la tasa de agitación del aire necesaria para realizar una buena homogeneización de las temperaturas en el local.

Las tasas de agitación satisfactorias son de 3 a 5 movimientos/hora del volumen total del local, en locales de menos de 5 m. de altura o inferiores a 10.000 m³, y de 3 a 4 en locales de volumen superior a 10.000 m³ o más de 5m. de altura.

Para ahorrar energía se aconseja instalar destratificadores para hacer bajar el aire caliente e igualar las temperaturas.

Para el almacén se producirá una tasa de agitación de aire de 4, ya que el volumen del mismo es mayor a 10.000m³/m y tiene más de 5 metros de altura.

- **Altura del almacén: 15 m².**
- **Volumen de almacén: 15m x 619m²=9285m³.**

5.14.10 Selección del aerotermo.

- Para un almacén de:
 - ✓ *Area de almacén: 619 m².*
 - ✓ *Volumen de almacén: 15m x 619 m² = 9.285 m³.*
 - ✓ *Altura del almacén: 15m.*
- Caudal mínimo de agua de 32.400 kg/h.
- Q =flujo de calor mínimo necesario para el aerotermo = 143 kW.
- Para modelos industriales para calentamiento de almacenes los más adecuados son los de pared.

- Se colocarán a 12 metros de altura.
- Se tomará como valor de Temperatura de salida del aire del aerotermo: 29,6 °C.
- Caudal de aire de 5.000m³/h.
- El número de aerotermos en el almacén será de 6.
- Para el almacén se producirá una tasa de agitación de aire de 4.
- Temperatura de entrada del aire ambiente: 20 °C.

Se seleccionarán 10 aerotermos “TECNATHERM-JUCKER Serie J814” con proyección de aire horizontal y batería de cobre/aluminio (fig.6).



Fig.6. Aerotermino modelo J814.

Siendo sus dimensiones las especificadas en la tabla (fig.7 y fig. 8):

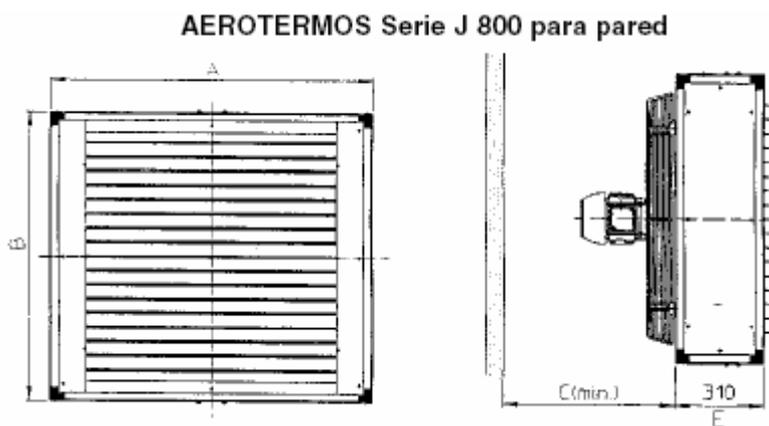


Fig.7. Esquema de aerotermos serie J 800 para pared.

MODELO	A	B	C	E	F	G	H	Ø Ventilador	Ø Conexión agua	PESO APR. (kg)
J 301	445	305	600	221	93.0	140	152	305	1.1/4"	16,5
J 302	445	305	600	221	93.0	140	152	305	1.1/4"	19,0
J 312	445	305	600	221	93.0	140	152	305	1.1/4"	17,0
J 313	445	305	600	221	93.0	140	152	305	1.1/4"	18,0
J 314	445	305	600	221	93.0	140	152	305	1.1/4"	18,5
J 401	559	408	600	236	99.5	190	159	356	1.1/4"	22,5
J 402	559	408	600	236	99.5	190	159	356	1.1/4"	26,5
J 412	559	408	600	236	99.5	190	159	356	1.1/2"	23,0
J 413	559	408	600	236	99.5	190	159	356	1.1/2"	24,0
J 414	559	408	600	236	99.5	190	159	356	1.1/2"	25,0
J 501	692	510	600	264	107.5	228	174	457	1.1/4"	32,0
J 502	692	510	600	264	107.5	228	174	457	1.1/2"	39,5
J 512	692	510	600	264	107.5	228	174	457	1.1/2"	33,0
J 513	692	510	600	264	107.5	228	174	457	1.1/2"	35,5
J 514	692	510	600	264	107.5	228	174	457	1.1/2"	37,5
J 601	775	610	700	240	95.5	270	162	558	1.1/2"	45,0
J 602	775	610	700	240	95.5	270	162	558	1.1/2"	53,5
J 612	775	610	700	240	95.5	270	162	558	1.1/2"	42,0
J 613	775	610	700	240	95.5	270	162	558	1.1/2"	45,5
J 614	775	610	700	240	95.5	270	162	558	1.1/2"	48,5
J 801	1120	1016	600	310	80			750	1.1/2"	92
J 802	1120	1016	600	310	72,5			750	1.1/2"	113
J 812	1120	1016	600	310	80			750	1.1/2"	88
J 813	1120	1016	600	310	80			750	1.1/2"	95
J 814	1120	1016	600	310	80			750	1.1/2"	95

Fig.8. Tabla de dimensiones aerotermos serie J.

Para el modelo J814:

- ✓ **A = 1120 mm.**
- ✓ **B = 1016mm.**
- ✓ **C = 600mm.**
- ✓ **E = 310mm.**
- ✓ **F = 80mm.**
- ✓ **Ø Ventilador = 750mm.**
- ✓ **D conexión agua = 1´1/2”**
- ✓ **Peso aproximado= 95kg.**

Siendo el montaje de los aerotermos de la serie J de la forma que se expone en la figura 9.

Deberán colocarse entre los pasillos del almacén.

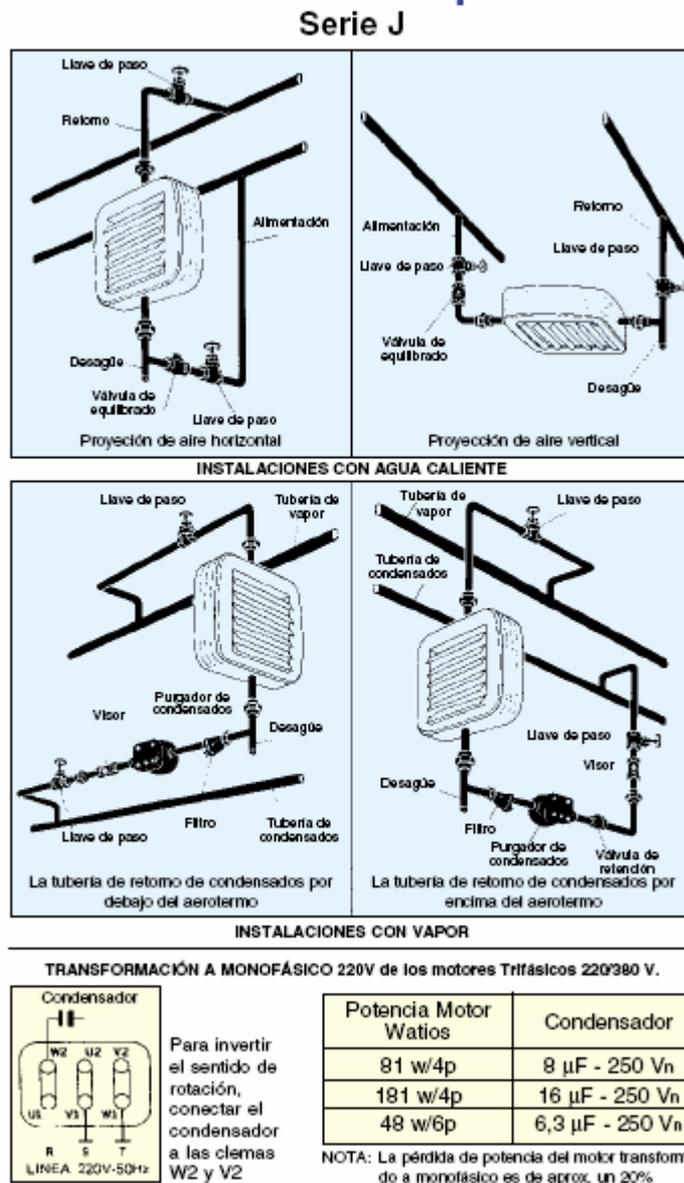
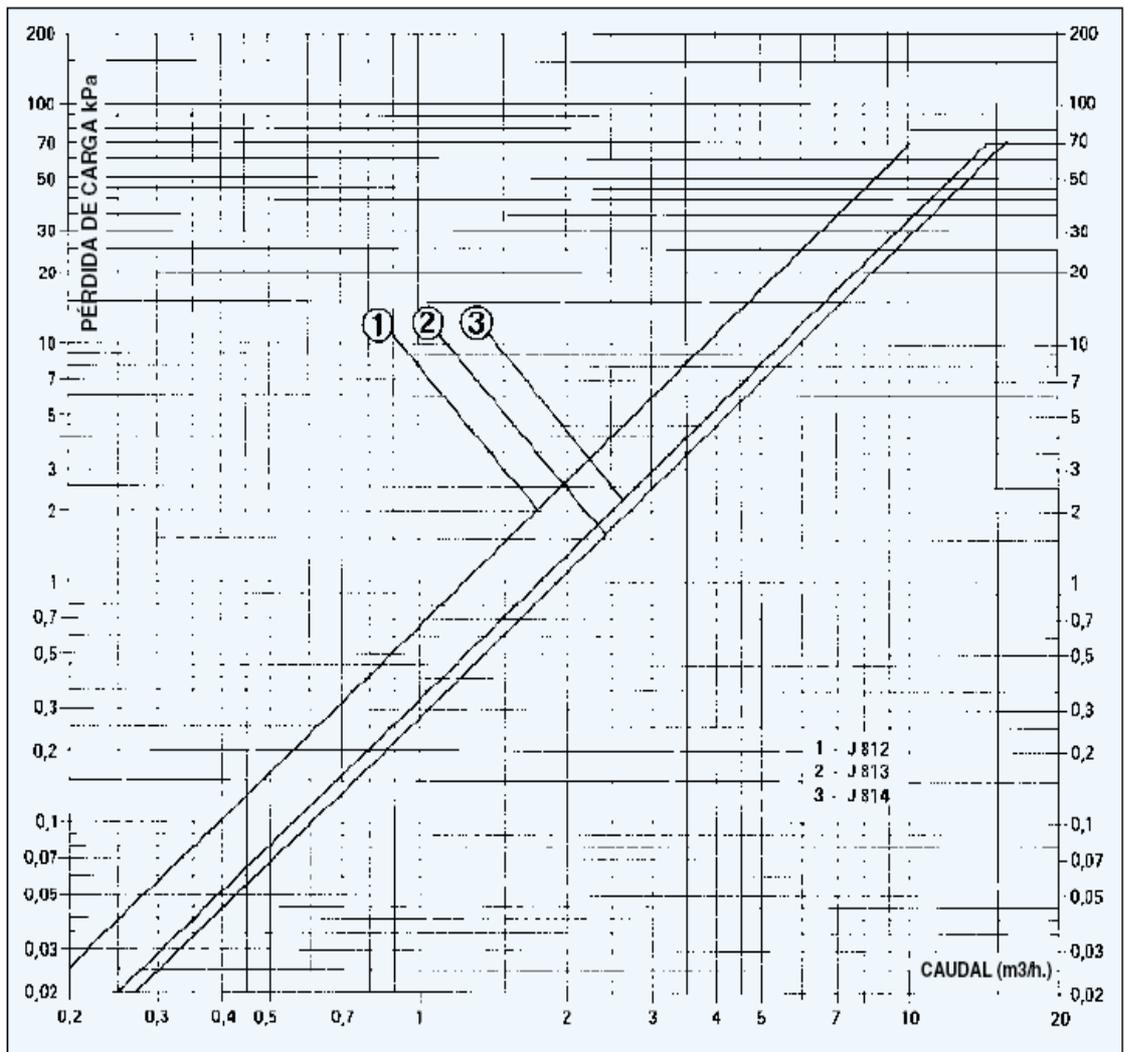


Fig.9. Montaje aerotermos modelo "J".

5.14.10.1 Pérdida de carga del circuito de agua en la batería

En el siguiente diagrama se indican las pérdidas de carga en kPa ($1 \text{ m H}_2\text{O} = 10 \text{ kPa}$) en función del caudal de agua en m^3/h .

Así, para determinar la pérdida de carga del aerotermo modelo J 814 alimentado con $34,4 \text{ m}^3/\text{h}$ se lleva este valor en abcisas y sobre la recta 3 correspondiente al modelo J 814, leemos la pérdida de carga de $>100 \text{ kPa}$.



AEROTERMOS Serie J 800

5.14.11 Decantación en depósitos de almacenamiento.

Aunque los aceites vengan de una etapa de centrifugación, incluso una decantación, contienen cierta cantidad de humedad y de impurezas que decantan en el fondo del depósito, lo que implica la realización de un purgado, o trasiego frecuente de los depósitos a fin de evitar fermentaciones y que los aceites adquieran olores a mohos, etc.

Este purgado se realiza en los tanques de almacenamiento. Se llena el tanque de aceite por la parte inferior y va aumentando el medidor de nivel, hasta que hace tope con la zona de impurezas (el nivel al que se debe hacer el purgado depende de las propiedades en la extracción, ya que se supone un valor constante de la calidad de la aceituna). Cuando se produce esto, se traspasa el aceite a otro tanque y se realiza el purgado de los sólidos y suspensiones mediante la apertura de la válvula de purgado (válvula de mariposa).

Este tipo de purgado se realiza en cualquier tanque del almacén. El paso del aceite de un tanque a otro se realiza por una bomba de trasiego.

5.14.12 Almacenamiento de aguas residuales.

Para almacenar las aguas de limpieza de salida de los decanters de repaso y de los flujos producidos en el atrojado de las tolvas de almacenamiento se bombearán hacia tanques de almacenamiento de aguas residuales.

Estos tanques deberán estar alejados de la zona de producción y recepción de la aceituna y además deberán tener unas dimensiones de:

- Caudal de aguas sucias de salida de decánter de repaso: 351,9 toneladas/día = 331,98 m³/día.
- Densidad de aguas sucias = 1060 kg/m³
- Caudal de aguas de atrojado: 99 litros/día = 0,099 m³/día.
- Caudal total de aguas residuales: 332,08 m³/día.

Se seleccionará un tanque de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de aguas residuales de 13,5 metros de diámetro y 8,1 metros de altura con una capacidad de 1.226 m³ (Anexo XIX A y Anexo XIX B).

Cada día se procederá a la retirada de estas aguas de los tanques por medio de camiones cisterna de una empresa concertada de tratamiento de aguas contaminantes. Se procederá a la retirada de aguas cada 4 días.

El bombeo de esta agua a los tanques se producirá mediante bombas centrifugas portátiles.

Los Tanques de vidrio fusionado al acero son empernados y sellados con un compuesto humedecido de poliuretano especialmente formulado para Engineered Storage Products.

Los tanques ofrecen una protección excelente contra la corrosión.

Los beneficios son:

- Bajo costo
- Larga vida del vidrio fusionado al acero
- Expandible
- No requiere revestimiento
- Resistente a la corrosión
- Una sola fuente de almacenamiento
- Revestimiento de alta seguridad
- Revestimiento de los bordes
- Aprobado por la NSF por No Aditivos
- AWWA D-103
- NFPA – 22 (Nacional Fire Protection Association)
- ISO 9001
- Capacidades desde 45.460 litros a 18.184.000 litros

5.15 ANEXO XIV

5.15.1 Calderas

El agua que va al intercambiador de calor de la termobatidora hay que calentarla hasta una temperatura máxima de 50 °C, la que va a las centrifugas verticales para la limpieza de aceite hasta una temperatura de 30-35°C y el agua que va a los aerotermos entre 30-28°C.

Esto nos da un circuito de agua caliente para poder mantener estos equipos a las temperaturas estimadas.

Para esto vamos a usar una caldera de agua caliente, ya que las temperaturas que necesitan los equipos no son superiores a la temperatura de evaporación del agua.

Las calderas en almazaras (y para otro tipo de instalaciones) constan:

- Una tolva de almacenamiento para el producto.
- Un sinfín que alimenta el quemador.
- Una turbina de aire para la llama junto al termostato de seguridad para regular la temperatura mínima y máxima.
- Un regulador.
- Una parrilla de tipo oscilante.

5.15.1.1 Consumo de agua

Un factor importante para la elección de la caldera es el consumo de agua necesaria.

Se debe tener en cuenta que el agua del circuito de caldera, será la calefacción de las termobatidoras, de las centrifugas verticales y la calefacción de aire en aerotermos.

Si se observa la cantidad de agua mínima que necesitaríamos para la calefacción para cada uno de los equipos anteriores y tomamos el caudal mayor de ellos, este será el caudal mínimo necesario para la caldera.

5.15.1.2 Alimentación de la caldera

Se está produciendo una irrupción en el mercado de calderas que tienen como combustible de alimentación los residuos de almazara, en particular el uso de orujillo de aceituna o hueso de aceituna. Estos componentes pueden emplearse como combustible al quemarse o transformarse en otras formas de combustible como biogás o biocombustible.

Como innovación en la almazara se usará la biomasa como combustible, un recurso renovable ya que se produce a la misma velocidad que se consume.

Emplear biomasa como combustible resulta beneficioso para el entorno: elimina residuos ayudando a disminuir el riesgo de incendio y acumulación de desechos. A esto hay que sumar que el hueso de aceituna es mucho más barato que cualquier otra energía fósil. La biomasa es respetuosa con el medio ambiente ya que no emite gases de efecto invernadero y, de paso, se sustituye el consumo de combustibles fósiles con algo tan sencillo, como es el hueso de aceituna, que es muy limpio y no origina polvo.

El sistema automático de alimentación de combustible permitirá introducir el combustible a la parrilla desde el punto de almacenamiento. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Grúa de carga
- Cinta transportadora
- Silo- dosificador de alimentación de combustible al hogar (Fig.1.).



Fig.1. Dosificador de caldera.

5.15.2 Deshuesadora

La deshuesadora permite obtener hueso de aceituna o orujillo, siendo un combustible biomásico con un PCI del orden de 5.000 kcal/kg, con una granulometría muy homogénea y una humedad de entre el 15 y el 25%. Destinándose a la alimentación de la caldera.

Con los datos obtenidos en el apartado anterior, se llega a la conclusión de que se procederá a la alimentación de la caldera de orujillo de 15 a 20% con una entrada de 416,67kg/h.

5.15.3 Sistema de combustión de la caldera

El **sistema de combustión** es a base de una parrilla móvil de tipo oscilante, accionada hidráulicamente, en conjunto con un sistema de spreaders alimentadores de biomasa que lanzan el combustible en suspensión produciéndose una combustión uniforme, quemándose sobre parrilla aquellas partículas de mayor granulometría y humedad.

La distribución del aire de combustión en la caldera debe ser óptima y disponer de cuatro ventiladores centrífugos diferentes para este fin más un potente ventilador de tiro inducido, para dar mayor flexibilidad de funcionamiento y control sobre las temperaturas de los gases en cada zona. Todos estos ventiladores irán controlados por variadores de frecuencia, lo que optimiza, tanto el punto de trabajo de los mismos como los autoconsumos de la instalación.

La **extracción de escorias** se realiza de forma automática por la parte inferior de parrilla. Con un recogedor de tipo redler, con cámara inundada de agua que permite el enfriamiento de las cenizas y la estanqueidad del sistema con el hogar. Estará construido íntegramente en acero inoxidable.

La caldera lleva incorporado un sistema de control de Scada que controla la carga de caldera, control de nivel, temperatura, además de visualizar en pantalla todas las indicaciones de presión y temperatura tanto de gases como de vapor.

5.15.4 Redes de agua de alimentación y de calefacción

La conexión entre el sistema formado por la caldera de biomasa y el turbogruppo se lleva a cabo mediante dos redes de fluidos: red de agua de calefacción y red de agua de alimentación. Estas redes estarán diferenciadas en las conducciones por diferente color y su recorrido será distinto.

- El agua de alimentación se toma de la red principal de aguas de la zona.
- El agua de calefacción es el agua que sale de la caldera a una temperatura mayor a la que entro, y va recorriendo los distintos sistemas que necesitan calefacción en la almazara.

Todos estos conductos están dotados de válvulas de mariposa, que permiten modular y regular el flujo de agua a cada uno de los sistemas.

5.15.5 Emplazamiento e implantación de equipos

Los equipos principales de la instalación: caldera y redes de alimentación y de salida de caldera, se contemplara en un edificio para albergar la caldera y sus equipos.

5.15.6 Demanda térmica

La instalación debe cubrir la totalidad de la demanda térmica de la planta determinada por la capacidad máxima total de agua de calefacción para las 6 termobatidoras (4 de primera extracción y 2 de segunda), las 6 centrifugas verticales (4 primera extracción y dos de segunda) y la calefacción del aire en los 12 aerotermos que serán colocados en el almacén.

- Caudal de agua de entrada necesario para la calefacción:
 - termobatidoras = $5.400 \text{ kg/h} \times 6 = 32.400 \text{ kg/h}$.
 - Intercambiador calor de centrifuga: 32.400 kg/h .
 - Aerogeneradores: $5.400 \text{ kg/h} \times 6 = 32.400 \text{ kg/h}$.

- Totalidad de la demanda de calor en termobatidoras:

$$20,54 \text{ kW} \times 6 = 123,24 \text{ kW}.$$

- Para cada modulo de termobatidora: $6,85 \text{ kW}$.

- Totalidad de la demanda de calor en centrifugas verticales: $1,13 \text{ kW} \times 6 = 6,78 \text{ kW}$.

- Totalidad de la demanda de calor en erotermos: 143 kW

Por lo que se necesitara un total de Calor mínimo producido por la caldera de: de 143 kW, o lo que es lo mismo, 166,04 kcal/h. Que es la mayor de las demandas de calor.

5.15.7 Selección de Caldera

Vamos a seleccionar una caldera:

- Capaz de suministrarme 166,04 kcal/h mínimas.
 - Con un factor de seguridad de 5.

$$\boxed{\text{Potencia}_{\text{térmica}}_{\text{útil}} = 166,04 \text{ kcal/h} \times 5 = 830,2 \text{ kcal/h}}$$

- Volumen mínimo de agua a calentar: 32.400 kg/h.
- Producción de orujillo: 16291,67kg/h. (podemos sacar 4887,50kg/h de hueso de aceituna, mediante una deshuesadora con un rendimiento de 30% del orujillo que entra en ella).
 - Hueso de aceituna: 4887,50kg/h.

Se seleccionará una caldera de la empresa Vulcano S.A., modelo: TCN-H.
 Con las siguientes características (fig.2.) y dimensiones (fig.3. y fig. 4.):

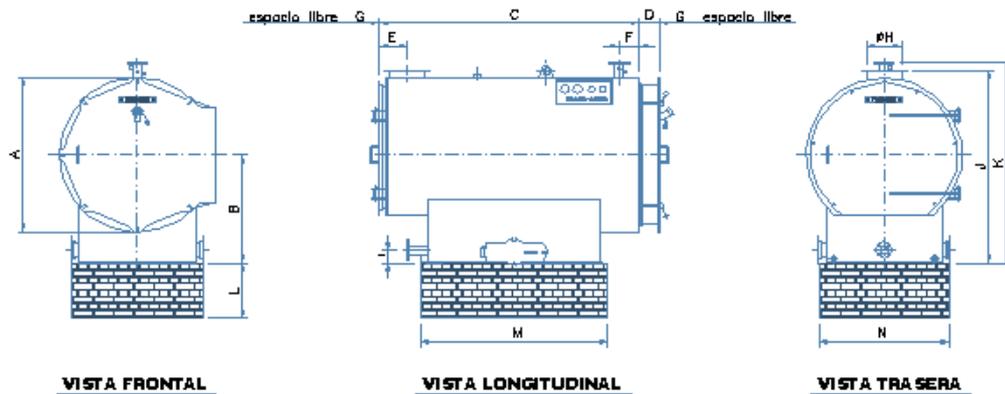
- **Tamaño: 900**
- **Potencia Térmica útil: 900.000 kcal/h.**
- **Consumo de orujillo: 265kg/h.**
- **Peso transportado: 4220kg.**
- **Volumen de agua: 2,015m³.**
- **Perdidas de Carga circuito humos: 70mm.c.a.**
- **Perdidas de Carga circuito agua: 170mm.c.a.**
- **diámetro de salida y retorno: DN-125**
- **diámetro de conexión expansión: 2 1/2"**
- **diámetro de conexión de vaciado: 1 1/4"**

TCN-H

TAMARO	POTENCIA TÉRMICA ÚTIL kcal/h	CONSUMO ORUJILLO kg/h (1)	PESO TRANSPOR. kg (2)	VOLUMEN AGUA m ³	PERD. CARGA CIRC. HUMOS mm.c.a.	PERD. CARGA CIRC. AGUA mm.c.a.	Ø SALIDA Y RETORNO	Ø CONEXIÓN EXPANSIÓN	Ø CONEXIÓN VACIADO
100	100.000	30	900	0,410	30	100	DN-50	1 1/4"	1/2"
150	150.000	45	930	0,395	35	100	DN-50	1 1/4"	1/2"
200	200.000	59	950	0,388	35	100	DN-50	1 1/4"	1/2"
255	255.000	74	1280	0,621	45	100	DN-65	1 1/2"	1"
300	300.000	88	1300	0,611	45	100	DN-65	1 1/2"	1"
350	350.000	103	1320	0,600	45	110	DN-65	1 1/2"	1"
400	400.000	117	1350	0,590	60	110	DN-65	1 1/2"	1"
450	450.000	132	1860	1,182	60	120	DN-80	2"	1 1/4"
500	500.000	147	1880	1,176	60	120	DN-80	2"	1 1/4"
550	550.000	161	1890	1,172	60	140	DN-80	2"	1 1/4"
600	600.000	176	1910	1,170	60	140	DN-80	2"	1 1/4"
650	650.000	191	1920	1,167	60	160	DN-80	2"	1 1/4"
700	700.000	205	3520	1,793	60	160	DN-80	2"	1 1/4"
800	800.000	235	3560	1,801	70	170	DN-80	2"	1 1/4"
900	900.000	265	4220	2,015	70	170	DN-125	2 1/2"	1 1/4"
1000	1.000.000	294	4240	2,013	70	180	DN-125	2 1/2"	1 1/4"
1100	1.100.000	323	4270	2,009	70	180	DN-125	2 1/2"	1 1/4"
1200	1.200.000	352	4290	2,007	70	180	DN-125	2 1/2"	1 1/4"
1300	1.300.000	382	5230	2,350	80	180	DN-150	3"	1 1/4"
1400	1.400.000	412	5260	2,343	80	180	DN-150	3"	1 1/4"
1500	1.500.000	441	5280	2,333	80	180	DN-150	3"	1 1/4"
1800	1.800.000	529	6530	3,223	80	180	DN-150	3"	1 1/4"
2000	2.000.000	588	6550	3,210	80	180	DN-150	3"	1 1/4"

(1) P.C.I. ESTIMADO DEL COMBUSTIBLE 4.000 kcal/kg
 (2) PESO INDICADO A UNA PRESIÓN DE 4 bar
 * PRESIONES DE TRABAJO A 4 Y 6 bar

Fig.2. Tabla propiedades Calderas tipo TCN-H. Vulcano.



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	ØH	I	J	K	L	M	N
100	990	585	1575	140	137	150	1300	175	100	1140	1240	450	1300	790
150	990	585	1575	140	137	150	1300	175	100	1140	1240	450	1300	790
200	990	585	1575	140	137	150	1300	175	100	1140	1240	450	1300	790
255	1050	725	2150	180	175	150	1800	250	110	1300	1400	450	1300	950
300	1050	725	2150	180	175	150	1800	250	110	1300	1400	450	1300	950
350	1050	725	2150	180	175	150	1800	250	110	1300	1400	450	1300	950
400	1050	725	2150	180	175	150	1800	250	110	1300	1400	450	1300	950
450	1310	905	2400	185	200	150	2000	300	120	1610	1660	550	1750	1150
500	1310	905	2400	185	200	150	2000	300	120	1610	1660	550	1750	1150
550	1310	905	2400	185	200	150	2000	300	120	1610	1660	550	1750	1150
600	1310	905	2400	185	200	150	2000	300	120	1610	1660	550	1750	1150
650	1310	905	2400	185	200	150	2000	300	120	1610	1660	550	1750	1150
700	1550	1075	2500	200	225	200	2050	350	120	1610	1660	550	1750	1200
800	1550	1075	2500	200	225	200	2050	350	120	1610	1660	550	1750	1200
900	1600	1050	2625	220	237	200	2200	375	140	1900	1950	550	1950	1250
1000	1600	1050	2625	220	237	200	2200	375	140	1900	1950	550	1950	1250
1100	1600	1050	2625	220	237	200	2200	375	140	1900	1950	550	1950	1250
1200	1600	1050	2625	220	237	200	2200	375	140	1900	1950	550	1950	1250
1300	1700	1100	2900	240	250	200	2400	400	160	2000	2050	550	1950	1250
1400	1700	1100	2900	240	250	200	2400	400	160	2000	2050	550	1950	1250
1500	1700	1100	2900	240	250	200	2400	400	160	2000	2050	550	1950	1250
1800	1850	1175	3300	260	275	200	2750	450	160	2150	2200	550	1950	1350
2000	1850	1175	3300	260	275	200	2750	450	160	2150	2200	550	1950	1350

* LAS COTAS Y DATOS QUE FIGURAN EN ESTE CATALOGO SE DAN A TITULO INFORMATIVO Y PUEDEN SER MODIFICADAS SIN PREVIO AVISO
 * COTAS EN mm
 * EN CASO DE REQUERIR PRODUCCIÓN DE VAPOR CONSULTAR

Fig.3. Dimensiones de Caldera tipo TCN-H. Vulcano.



Fig.4. Fotografía de Caldera tipo TCN-H. Vulcano.

5.15.8 Intercambiador 1-2 a contracorriente

5.15.8.1 Datos del agua calefactora en el intercambiador a contracorriente 1-2:

- Para alimentación de termobatidora:
 - Caudal de agua de calefacción: 1,5 kg/s
 - Temperatura del agua de calefacción a la entrada: 353 K (80 °C)
 - Temperatura del agua a la entrada: 295 K (22 °C)
 - Temperatura del agua a la salida: 298 K (50 °C)
 - Calor específico del agua (Cpa): 4,18 kJ/kg K
 - $C_{mín} = 1,07$ kJ/s
 - $C_{máx} = 6,27$ kJ/s
 - Temperatura a la salida del agua calefactora:
 - $Q = C_{caliente} \times (T_{ent} - T_{sal}) = C_{frio} \times (T_{sal} - T_{ent}) = AU(T_{ent} - T_{sal})$
 - $28kJ / s = 4,18 \times 1,5(T_{sal} - 22)$
 - $T_{salida} = 299,46$ K (26,46 °C)
 - $Q = 28kJ / s = AU(80 - 50)$

- $AU = 0,93kJ / s \times K$
- $NUT = \frac{UA}{C_{\min}} = \frac{0,93}{1,07} = 0,87$
- Si estudiamos el rendimiento (ϵ): $(\epsilon = 1 - e^{-NUT}) = 1 - e^{-0,87} = 0,58$
- Con el rendimiento y gráficas podemos deducir el factor de fricción, pero vamos a tomarlo como 1[⊗].
- $Q = F \times U \times A \times \Delta T_{\log}$
- Area = $\pi \times D \times L \times n^{\nabla}$.
- Para calcular el área adecuada del intercambiador, estudiaremos los diferentes coeficientes globales de transmisión de calor (fig. 11, 12 y 13) en función de la longitud del intercambiador.

[⊗] Factor de fricción recomendado por responsable de Coop. “La Unión”, Montilla.

[∇] Número de tubos del intercambiador, en el caso que nos ocupa es de un solo paso, por lo que según referencias de Obtención del aceite de oliva virgen, Civantos, segunda edición 2000, n=1.

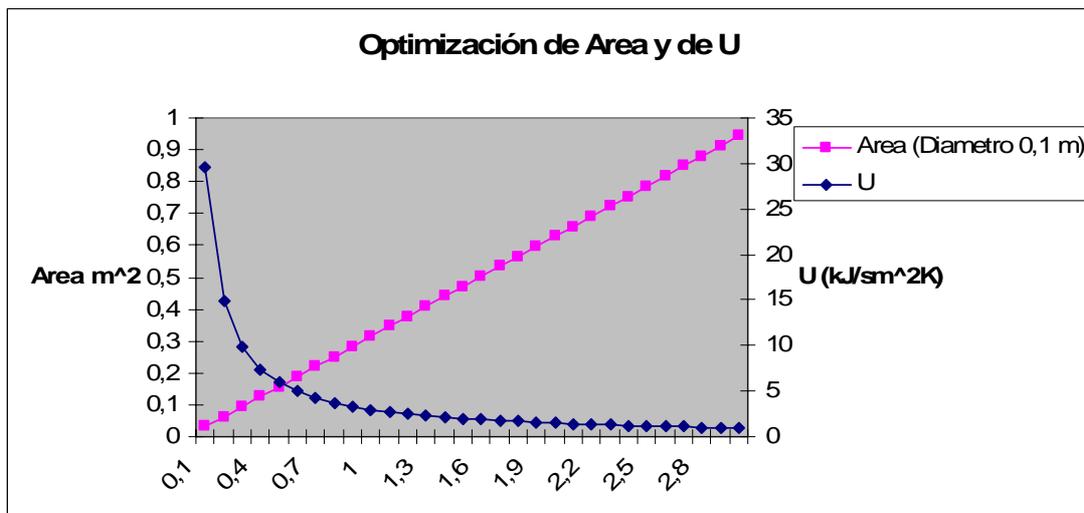


Fig.11. Optimización de Área y de Coeficiente global de transmisión de Calor (Diámetro del intercambiador 0,1m).

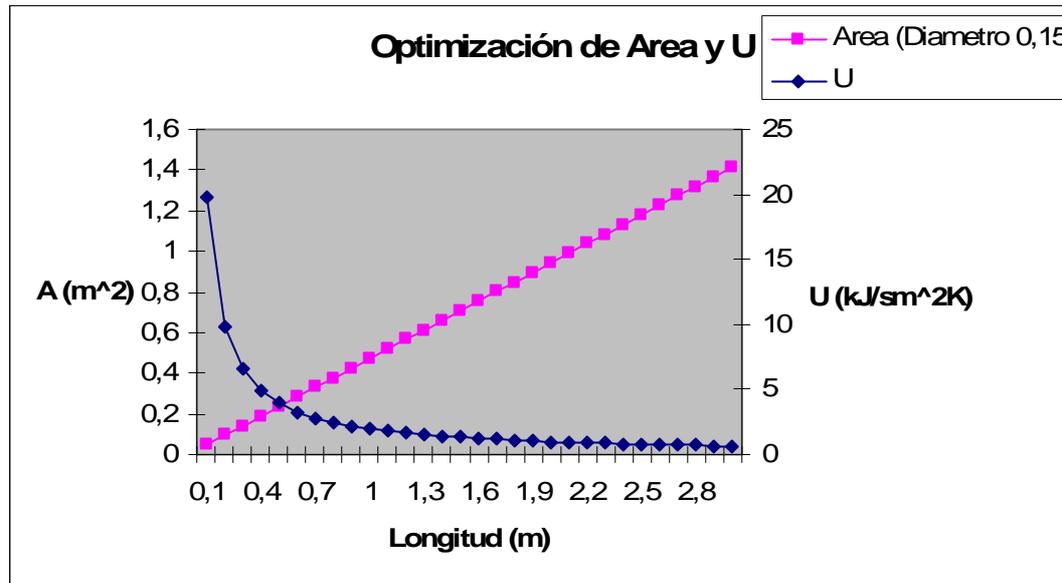


Fig.12. Optimización de Área y de Coeficiente global de transmisión de Calor (Diámetro del intercambiador 0,15m).

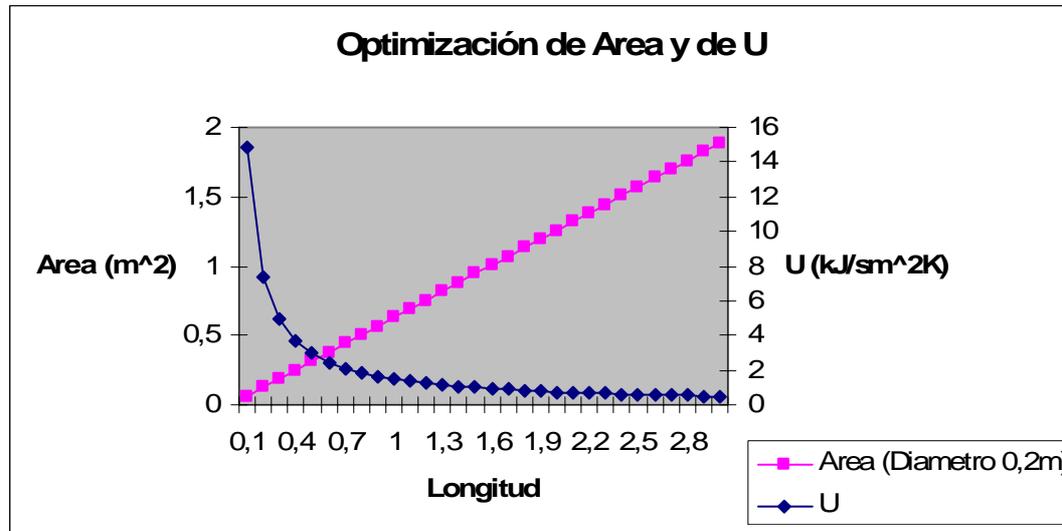


Fig.13. Optimización de Área y de Coeficiente global de transmisión de Calor (Diámetro del intercambiador 0,2m).

5.15.9 Selección de intercambiador de calor a la salida de la caldera.

Se puede observar que se obtiene un mayor coeficiente de transferencia para una longitud de $L = 0,5$.

Para obtener el mayor coeficiente de transferencia tomaremos:

- Diámetro de $D = 0,1$ m.
- Área de transferencia de $0,157$ m².
- Coeficiente de transferencia de calor de $U = 0,204$ kJ/sm²K

Se pasará por un intercambiador de calor de estas características, el agua que alimentará a la centrifuga (para que el agua de limpieza sea de 25 °C, y no varíe la temperatura del aceite de forma significativa).

Se seleccionará un intercambiador de calor alimentario de doble tubo tipo DTA del fabricante: HRS-SPIRATUBE S.A.

Con:

- **Diámetro interno = 0,1 m**
- **Diámetro externo = 0,15 m**
- **$U = 1$ kJ/s m² K**
- **Área de transferencia = 0,5 m² (debido al corrugado).**

(Se selecciona este intercambiador de mayor capacidad debido a que es el que más se ajusta a las características que necesitamos dentro de los intercambiadores estándares del fabricante).

Se tomará un intercambiador alimentario, ya que el agua que entra en la centrifuga estará en contacto con el aceite a limpiar, por lo que no se puede usar

cualquier tipo de intercambiador, sino que habrá que elegir uno que se ajuste a nuestra demanda y a las normativas de maquinaria para productos alimentarios (**Anexo I B**).

5.15.9.1 Características

El intercambiador de calor tipo DTA, es un intercambiador de calor de doble tubo, (un tubo dentro de otro), similar al DTI (Intercambiador tipo industrial), pero con un diseño adecuado para la industria alimentaria. Tanto el tubo interior como el exterior son corrugados para aumentar la transferencia de calor. El producto fluye a través del tubo interior, mientras el fluido de servicio lo hace a través del espacio anular entre el tubo interior y exterior.

Especificaciones:

- Tamaños desde 1.5/1" hasta 6/4" (3.8/2.5 cm to 15.2/10.2 cm)
- Con monturas para colgar en las paredes
- Soldados, semisoldados o desmontables
- Ideal para limpieza en el sitio (CIP)
- Sin partes móviles para reemplazar o mantener en inventario
- Muy poco o ningún mantenimiento

Debido a su geometría, el intercambiador de calor DTA es un intercambiador que produce verdadero flujo contra-corriente. Una junta de expansión se coloca en la carcasa para permitir una expansión diferencial entre el tubo interior y el exterior.

Debido a su gran sección de paso interior, el intercambiador de calor DTA es adecuado para:

- Fluidos que contienen fibras u otro tipo de partículas sólidas.
- Fluidos de viscosidad media-baja y no Newtonianos.



Fig.14. Intercambiador de calor un tubo dos pasos: Doble Tubo Corrugflow

El caudal de agua de calefacción a la salida del intercambiador podrá ser variada, para entrar en termobatidoras (para mantener la pasta a 24-26 °C), para entrar en centrifugas verticales (para mantener el aceite a la temperatura de salida del decanter, 25-26 °C) o para la calefacción del aire en los aerotermos (calentar el aire para que la temperatura del aceite del almacén no adquiera más de 26 °C).

5.16 ANEXO XV

5.16.1 Deshuesadora

Antes de someter al alperujo a los distintos procesos de repaso que se llevan a cabo en la planta (Entrada del alperujo a la termobatidora) se realiza el deshuesado, es decir se extrae el hueso de al aceituna (fig.1.). La deshuesadora permite obtener hueso de aceituna, siendo un combustible biomásico con un PCI del orden de 5.000kcal/kg, con una granulometría muy homogénea y una humedad de entre el 15 y el 25%. Destinándose a la alimentación de la caldera.

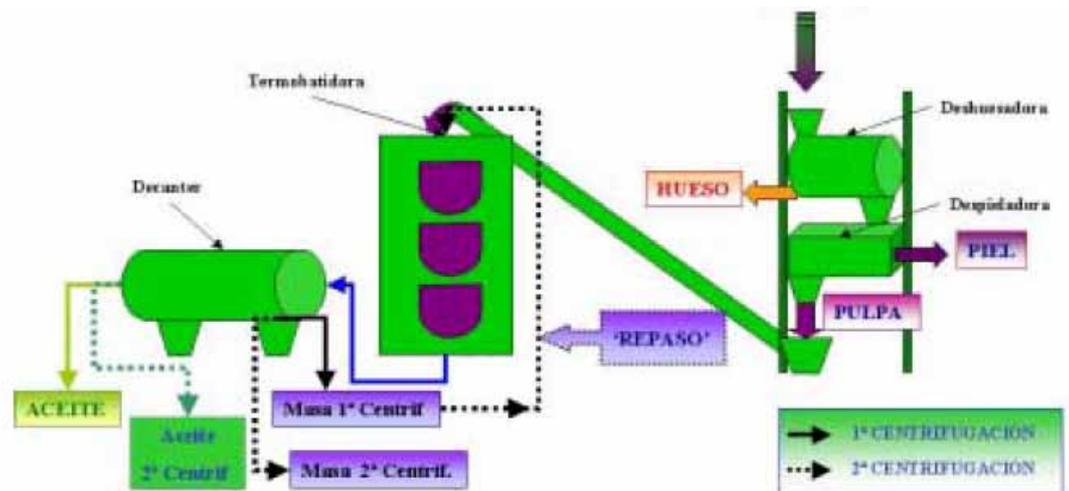


Fig.1. Esquema de un proceso de extracción con una deshuesadora.

5.16.2 Datos de producción de alperujo de primera extracción

- Producción de alperujo a la salida de primera extracción: 16.666,67kg/h.
(Se utiliza el deshuesado del alperujo de la primera extracción antes de la entrada a las termobatidoras de repaso).
- Entrada de alperujo en cada uno de las deshuesadoras: 4.166,67kg/h.

- Producción relativa de deshuesadora: 10%.
- Cantidad de hueso de aceituna obtenido por cada deshuesadora: 416,67kg/h.
- Cantidad total de hueso de aceituna: 1666,67kg/h.

5.16.3 Selección de deshuesadora

Con los datos obtenidos en el apartado anterior, se llega a la conclusión de que **se procederá a la implantación de 4 máquinas deshuesadoras: Agroisa S.L. modelo SDH 25 (fig.2.), de 5.000 kg/h de capacidad (fig. 3.).**

Características de la deshuesadora SDH 25:

- ✓ Proceado de alperujo de dos fases, obteniendo una producción relativa del 10%.
- ✓ Taladro criba de 5 cm de diámetro.
- ✓ El conjunto está fabricado en Acero al Carbono, salvo la criba, el eje, los soportes y las paletas, que están fabricadas en acero inoxidable AISI 304.
- ✓ Rodamientos tipo: Soporte aislados del producto. Guarda polvos de prensa gravitada para estanqueidad. Transmisión directa mediante acoplamiento elástico.
- ✓ Guardapolvos de prensa gravitada para estanqueidad.
- ✓ Dos puertas de inspección y mantenimiento de fácil apertura y acceso. Estructura común en chapa plegada conformada en frío y apoyada sobre 4 soportes antivibrantes.

Modelo	SDH 25	SDH 40	SDH 75
Procesado/Producción* (kg)	5.000/500	10.000/1.000	20.000/2.000
Motorización (kW/rpm)	18,5/1.500	30/1.500	55/1.500
*El rendimiento final de la máquina oscilará en función de la humedad y granometría de la masa.			

Fig.2. Tabla de datos de modelos de deshuesadora. Agroisa S.L.



Fig.3. Modelo SDH 25. Agroisa S.L.

Se procederá al deshuesado de 44.800.000 kg/campaña de alperujo. Esto sería un procesado de 400.000kg/día de alperujo. Este alperujo se tratará con 4 deshuesadoras que se encuentran a la salida de los 4 decanters de primera extracción.

Siendo la deshuesadora de la empresa fabricante Agroisa S.L. modelo SDH 25 con capacidad de deshuesado de 5.000kg/h de alperujo, para la obtención de 500kg/h de hueso de aceituna. Este hueso de aceituna se utilizará como combustible en la caldera de la almazara.

5.17 ANEXO XVI

5.17.1 Sistema de repaso

El sistema de repaso se realiza para obtener el máximo rendimiento graso en el proceso.

Se ha visto que el caudal de alperujo a la salida de los decaners de primera extracción, después de su paso por deshuesadora es de 360 toneladas/día.

Debemos seleccionar un equipo que sea capaz de procesar este flujo de alperujo, pero teniendo en cuenta que el repaso no tiene porque tener un control tan exhaustivo como el proceso de primera extracción, ya que el aceite obtenido es de una menor calidad, y no se puede procesar en la almazara[⊗], por lo que se envía a otro lugar para su procesado o a envasadoras para envasarlo con las denominaciones determinadas para un aceite de menor calidad.

Estudiando las distintas ofertas de las empresas de maquinaria para producción oleícola se observa que se utiliza un capacidad mayor de la línea y un menor número de líneas de repaso.

Para el caudal de alperujo deshuesado descrito antes, vamos a usar dos líneas de repaso, de 180 toneladas/día, con los siguientes elementos:

- Dos Termobatidoras.
- Dos Decaners horizontales.
- Dos Centrifugas Verticales.

[⊗] Normativa Andaluza para almazaras de aceite de oliva virgen. (BOJA).

5.17.2 Termobatidora

La termobatidora será de las mismas características de las de primera extracción, con el mismo tiempo de batido (1 hora y media), con la misma capacidad, igual velocidad de agitación de paletas, pero con una temperatura de calefacción de la pasta de 35 °C para aumentar el agotamiento graso de la pasta ya deshuesada, en un 10% por la deshuesadora.

Que la pasta este deshuesada en un 10%, hace que se favorezca la mezcla, el intercambio de calor con la camisa calefactora y favorece el mantenimiento de las termobatidoras, ya que disminuye la abrasión en su interior, por la menor cantidad de sólidos.

No se producirán adiciones de microtalco natural en las termobatidoras de repaso.

5.17.2.1 Temperatura de la pasta

La temperatura que se usa en termobatidoras de líneas de repaso esta entre 32-35 °C. La viscosidad del aceite es función de la temperatura, al aumentar ésta la viscosidad es menor y se facilita la separación del aceite. Esto favorecerá la separación de las gotas de aceite del alperujo de entrada, pero este aumento de temperatura genera oxidaciones y formación de alcoholes, además de pérdida de propiedades organolépticas, además de producirse aireaciones que inicien reacciones de oxidación (Fig.1.). Esto producirá aceites de menor calidad que los obtenidos por primera extracción.

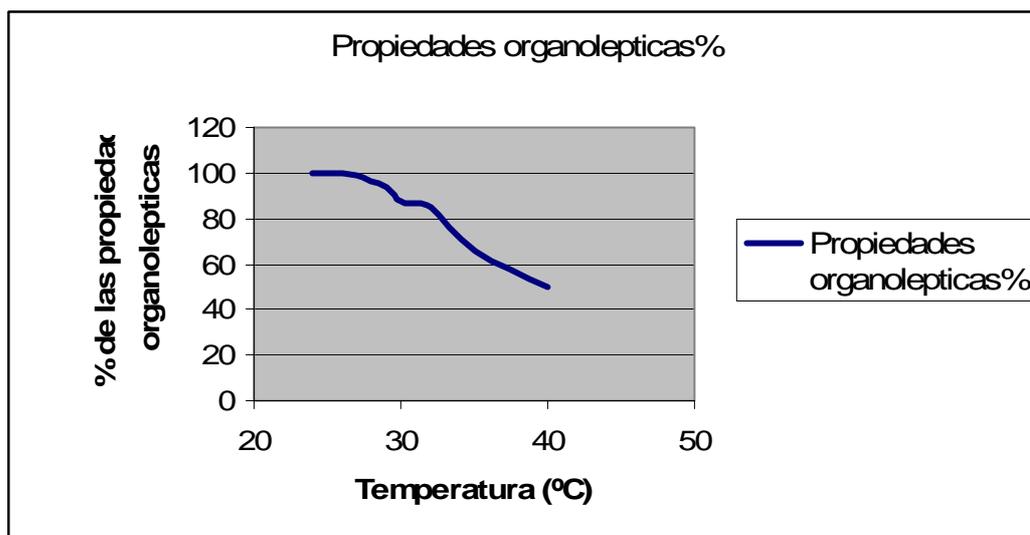


Fig.1. Gráfica: Pérdida de propiedades organolépticas frente a la temperatura.

5.17.2.2 Estudio del flujo de Calor en la pasta

- Datos de la pasta:
 - Número de módulos por termobatidora = 3
 - Caudal de salida de la termobatidora (Q) = 3,7 t/h
 - Caudal de entrada a la termobatidora (Qa) = 3,7 t/h
 - Composición de la alimentación:
 - 2 % aceite = 74 kg/h
 - 82,5 % agua = 3.052,98 kg/h
 - 15,5 % sólidos = 573,01 kg/h
 - Temperatura de alimentación (Ta) = 26°C = 299 °K
 - Calor específico de la pasta de aceituna[®] : $C_{pp} = 0.45812 + 0.00631 \text{ % H}_2\text{O} = 4,091 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$.

[®] Calor específico de la pasta de aceituna (C_{pp}) Cantos, 1983

- Características de la pasta de aceituna a la salida de la termobatidora:
 - Temperatura a la salida del tercer cuerpo de la termobatidora (T_{a3}) = 34 °C.
 - Temperatura a la salida del segundo cuerpo de la termobatidora (T_{a2}) = 30 °C.
 - Temperatura a la salida del primer cuerpo de la termobatidora (T_{a1}) = 28°C.

- Flujo de Calor para calentar la pasta:
 - 1ºmódulo:
$$Q_1 = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a1} - T_a) = 2,605t / h = 0,723kg / s = 16,82kW$$

 - 2ºmódulo:
$$Q_2 = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a2} - T_{a1}) = 2,605t / h = 0,723kg / s = 16,82kW$$

 - 3ºmódulo:
$$Q_3 = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a3} - T_{a2}) = 2,605t / h = 0,723kg / s = 16,82kW$$

 - Total: $Q = Q_a \times C_{pp} \times (T_{a3} - T_a) = 5,209t / h = 1,447kg / s = 33,64kW$

- **Datos del agua calefactora**

- Caudal alimentación de agua: 5 kg/s
- Temperatura del agua a la entrada: 323 K (50°C).
- Calor específico del agua (C_{pa}): 4,18 kJ/kgK
- Temperatura a la salida del agua calefactora:
 - $T_{B1} = T_{c1} = 321,39 \text{ K (} 48,39 \text{ °C)}$.

$$\text{➤ } TB2 = Tc2 = 319,78 \text{ K (46,78 } ^\circ\text{C)}.$$

- Temperaturas adquiridas por el agua calefactora debidas a la cesión de calor:

$$\text{➤ } T_{c_1} = \left(\frac{Q1}{Q_{aa} \times C_{pa}} \right) + T_c = 321,39 \text{ K}$$

$$\text{➤ } T_{c_2} = \left(\frac{Q2}{Q_{aa} \times C_{pa}} \right) + T_{c_1} = 319,78 \text{ K}$$

5.17.2.3 Selección de termobatidora

Se utilizan dos termobatidoras de 3 cuerpos tipo Triples Panorama de 3 cubas (Batidora 1250 tres ejes Panorama) (**Anexo XV**).

5.17.3 Decánter horizontal

El caudal de alimentación en cada una de las dos líneas de repaso es de 180 toneladas/día. Por lo que se buscará un decánter horizontal de esta capacidad, las características de los decánter horizontales están estudiadas en el: **Anexo XI**.

5.17.3.1 Balance de masa del proceso de decantación horizontal

5.17.3.1.1 Entradas al sistema

- Caudal de alimentación de alperujo = 154,16 kg/h
- Densidad alperujo = 957,727 kg/m³
- Composición de la pasta de aceitunas:
 - 2 % aceite = 74 kg/h

- 82,5 % agua = 3.052,98 kg/h
- 15,5 % sólidos = 573,01 kg/h

- Densidad aceite = 916 kg/m^3
- Densidad sólidos = 1200 kg/m^3
- Viscosidad del aceite = 0.09 Pa.s (Fig.2.).
- Viscosidad de la fase acuosa = 0.001 Pa.s (Fig.2.).

5.17.3.1.2 Salidas del sistema

- Fase oleosa = 66,60 kg/h
- Aguas sucias = 87,56kg/h
 - Materia grasa (1,8%) = 120,31kg/h
 - Agua (82,5 %) = 3.052,98 kg/h
 - sólidos (15,5 %) = 573,01 kg/h
- Densidad aceite = 916 kg/m^3
- Densidad sólidos = 1200 kg/m^3
- Densidad aguas sucias = $942,24 \text{ kg/m}^3$
- Viscosidad del aceite = 0.09Pa.s (Fig.11.).
- Viscosidad de la fase acuosa = 0.001Pa.s (Fig.11.).

Figura 5.
Viscosidades
del aceite de
oliva y del
agua en
función de la
temperatura
[9].

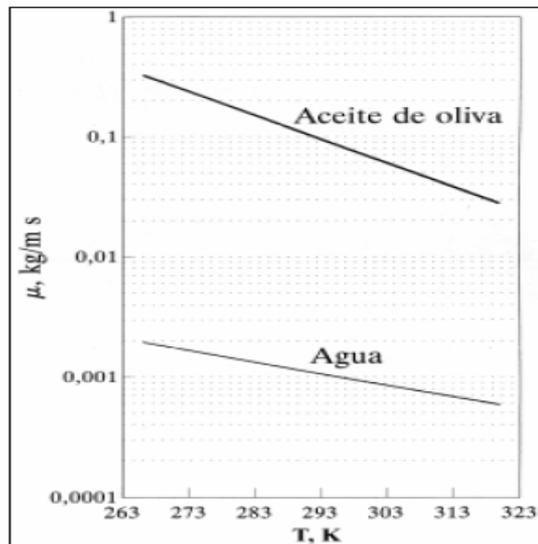


Fig.2. Viscosidades del aceite de oliva y del agua en función de la temperatura.

5.17.3.1.3 Rendimientos

- Rendimiento sobre aceite en aceituna = 48,00 %
- Rendimiento sobre cantidad de aceituna = 1,80 %

5.17.3.1.4 Selección del decánter horizontal

Teniendo en cuenta que el apartado anterior, los estudios realizados en el **Anexo XI** y sabiendo que la entrada por cada una de las dos líneas de repaso es de 180 toneladas/día si estudiamos las propuestas del mercado:

- Modelos Pieralisi:



Fig. 12. Diferentes fotografías de modelos de la casa Pieralisi.

MODELOS	kW	r.p.m.	Fuerza - G	Relación L/D	Diámetro del Tambor
FP 500/1	5,5	5200	3500	2,42	232
FP 500/2	7,5	5200	3500	3,33	232
FP 600/M	11	4100	3300	2,62	353
FP 600 RS/M	11	4100	3300	3,48	353
FP 600 2RS/M	15	4100	3300	4,32	353
JUMBO 1	30	3350	2950	2,51	470
JUMBO 2	37	3350	2950	3,38	470
JUMBO 3	45	3350	2950	4,25	470
JUMBO 4	45	3350	2950	5,12	470
GIANT 1	55	2000	1570	2,93	700
GIANT 2	55	2000	1570	3,59	700
GIANT 3	90	2000	1570	4,25	700

Fig. 13. Diferentes modelos de la casa Pieralisi.

Seleccionamos el modelo de decánter Gigant 2. Especial para procesos de repaso, con una capacidad de 180-200 toneladas/día.

5.17.4 Centrifuga Vertical

Se tomarán de la misma capacidad de las usadas para la primera extracción (**Anexo XII**), ya que económicamente, el gasto es similar, y si se producen problemas en las centrifugas de la primera extracción, siempre se podrá circular la fase oleosa del decánter de primera extracción hacia alguna de estas centrifugas.

Se tomará, una centrifuga vertical de 7.000 r.p.m. Con una velocidad de limpiado de 270 kg/h y un caudal de agua de limpieza de 54 kg/h, y una potencia de 11kW. Por cada una de las dos líneas de repaso.

5.17.4.1 Aguas sucias de salida del repaso

Estas aguas son enviadas mediante red de alcantarillado a una depuradora para su tratamiento, ya que la DQO y la DBO de estas aguas es elevada (aguas contaminantes, Normativa Andaluza Almazaras, **Anexo I**).

Si los valores de DQO y DBO están dentro de unos parámetros establecidos por la legislación correspondiente a la contaminación de aguas (**Ley 7/1994, de 18 de mayo**. Protección Ambiental. BO. Junta de Andalucía 31 de mayo 1994, núm. 79/1994. BOE 1 de julio 1994, núm.156/1994), se puede establecer un contrato con la depuradora para el depurado de las aguas[⊗].

[⊗] Se debe pagar un canon a las depuradoras, para poder enviar las aguas de limpieza de aceite, además de cumplir con una serie de requisitos de DBO y DQO. Si los valores de éstas son elevados no se podrá enviar a la depuradora, por lo que se deberá contratar un servicio externo de recogida de residuos.

5.18 ANEXO XVII

5.18.1 Elementos de trasiego en la almazara

Se distinguirán distintos tipos de elementos que se transportan dentro de una almazara:

- Aceituna.
- Pasta de aceituna.
- Fase oleosa.
- Alperujo.
- Alperujillo.
- Aceite.
- Aguas de lavado de aceite.

Además del tipo de elemento que se transporte y se impulse, también dependen de hacia donde vayan y de donde procedan.

5.18.2 Flujo de aceituna de tolva de recepción a limpiadora

Este flujo se hace a partir de cintas transportadoras de 0,8 metros de anchura y con una bomba de impulsión que hace que la cinta recoja las aceitunas de la tolva y las lleve hasta la parte superior, donde se encuentra la maquina limpiadora. El motor que impulsara a la cinta transportadora será un motor reductor motovario de 2,50 kW de potencia (**Anexo III**).

5.18.3 Flujo de aceituna desde limpiadora a tolva de pesado

Este flujo se hace a partir de cintas transportadoras de iguales características que las anteriores, pero la cinta recoge las aceitunas de la limpiadora y las lleva hasta la tolva de pesada (**Anexo III**).

5.18.4 Flujo de aceituna desde tolva de pesado a tolva de almacenamiento

Este flujo se hace a partir de cintas transportadoras de iguales características que las anteriores, pero la cinta recoge las aceitunas de la tolva de pesada y las lleva a la tolva de almacenamiento (**Anexo III**).

5.18.5 Flujo de aceituna de tolva de almacenamiento a molino molturador

Se transporta la aceituna limpia almacenada en las tolvas de almacenamiento mediante un **sinfín transportador**. Las tolvas de almacenamiento están interconectadas entre sí mediante una conducción entre sus salidas por una canalización. Cuando se decide introducir la aceituna de una de las tolvas a un de los molinos molturadores, se procede a cerrar las válvulas de salida de las otras tolvas y se abre la de la tolva seleccionada y se envía la aceituna contenida en ella al sinfín.

Como existen 4 molinos molturadores, tendremos 4 sinfines para el envío de aceituna hacia ellos.

5.18.6 Características de sinfines

Existen varios factores a tener en cuenta a la hora de elegir una medida de sinfín para un sistema transportador. Se tendrán en cuenta una serie de condiciones para su selección:

- Condiciones generales.
 - Cuando los materiales a transportar son de buena fluidez, o para empleo en mezcladores de líquidos, se recomienda un sinfín de paso alargado, no superior a 1,5 veces el diámetro exterior.
 - Para transportar materiales con inclinación superior a 30°, también para mezcladores, le recomendamos un sinfín de paso reducido no inferior a la 2/3 parte del diámetro exterior.
 - Para transportar materiales viscosos o húmedos, le recomendamos una cinta de espiral, pues evita la adherencia entre el sinfín y el eje.
 - Nuestros sinfines de paso estándar son los indicados para transportar casi todos los materiales.
- Factores determinantes.
 - Características del material a transportar.
 - Inclinación del sinfín.

- Tipo de Inclinación.
 - Tipo de rosca.
 - Medidas, rendimiento y motores.
-
- Características del material a transportar: Aceitunas, abrasión del material normal.
 - Factor de seguridad para la conducción donde se encuentra el sinfín: 1,92.
 - Inclinación del sinfín adaptable.

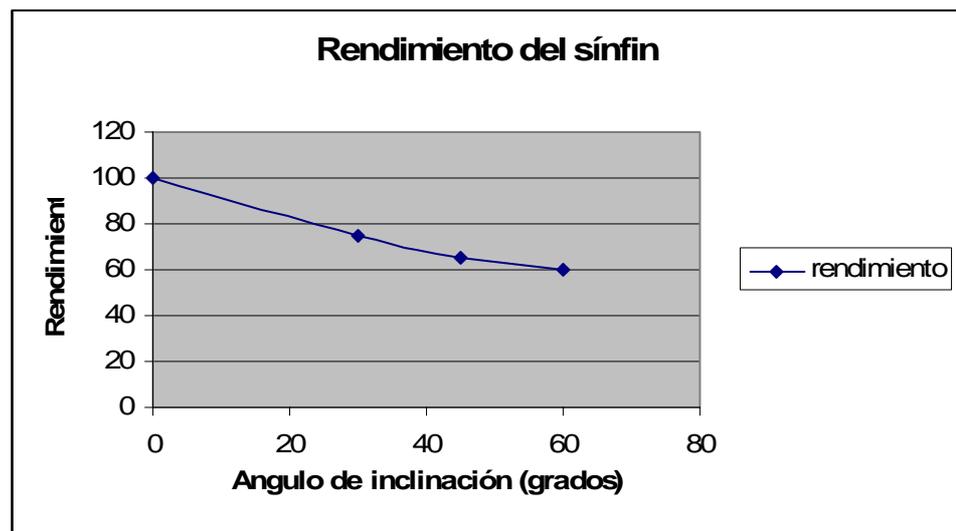


Fig.1. Rendimiento según ángulo de inclinación del sinfín.

El rendimiento del sinfín varía mucho según su inclinación, y puede llegar a anular el sistema de sinfines si se sobrepasan los límites impuestos en el diseño. También es posible forzar al motor más allá de su capacidad, si se trata de elevar materiales de alta densidad en ángulos muy pronunciados.

Los elementos del sinfín también sufren, dependiendo de las relaciones de ala y eje, aunque por lo general y dada la calidad de la elaboración y materia prima, suelen ser los elementos más resistentes dentro del sistema.

- La selección de la dirección de la rosca vendrá en función del tipo de sinfín, del tipo de capacidad del mismo:
 - Para reconocer los sinfines con rosca derecha debemos imaginar que sujetamos con nuestra mano izquierda y el pulgar extendido, el eje del sinfín. Así, nuestros dos señalarán el sentido de giro del sinfín, mientras que el pulgar nos muestra el sentido de circulación del material transportado, que en la animación se representa con flechas rojas.

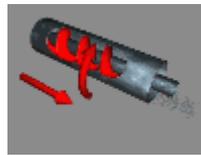


Fig.2. Sinfín rosca derecha.

- Para reconocer los sinfines con rosca izquierda debemos hacer lo mismo que en el caso anterior, pero utilizando en cambio la mano derecha. Así, nuestros dos señalarán el sentido de giro del sinfín, y el pulgar el sentido de circulación del material como indican las flechas rojas.

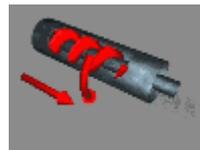
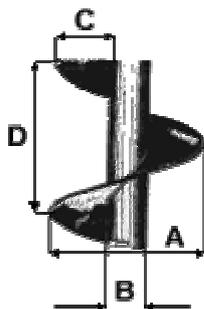


Fig.3. Sinfín rosca izquierda.

- Medidas de un sinfín para su pedido a un distribuidor, sería:



A)	Diámetro total del sinfín.
B)	Diámetro del eje.
C)	Ala del sinfín
D)	Paso del sinfín
E)	Largo total del sinfín
F)	Espesor.
G)	Sentido de rotación (rosca).

Fig.4. Sinfín estándar.

- Rendimiento de un sinfín.

A continuación presentamos una tabla con medidas y factores de cálculo. Dichos datos son solamente orientativos. Para tener resultados exactos y acordes a sus necesidades le recomendamos utilizar nuestro sistema de cálculo de rendimientos, que podrá utilizar o descargar desde la sección de este sitio.

EJE (mm)	ALA (mm)	TOTAL (mm)	TON/HORA
27	45	117	0,04112
32	54	140	0,07055
42	70	182	0,15484
48	70	188	0,16852
60	85	230	0,30762
60	100	260	0,45144
60	150	360	1,2306
75	100	275	0,52224
89	100	289	0,59274
89	150	289	1,51336
101	120	389	0,981336
101	150	341	1,63837
114	100	314	0,7292
114	130	374	1,28738

Fig.5. Tabla de medidas y rendimientos aproximados. El total es el diámetro del sinfín.

Para calcular el sinfín necesario para el transporte de aceituna, con un caudal de: 5,21 toneladas/h a cada molino (fig.6).

$$5.2100\text{kg} / h = \text{rendimiento} \times \text{velocidad} _ \text{giro}.$$

Si tenemos en cuenta el factor de seguridad necesario para aplicar a este tipo de elementos:

$$F \text{ seguridad} = 1,5^{\otimes}.$$

$$\text{Caudal} _ \text{para} _ \text{cálculo} = 5.2100\text{kg} / h \times 1,92 = 10\text{kg} / h$$

[⊗] Dato Bibliográfico. Manual de sistemas de distribución de agua. Metcalf & Hedí, 1998.

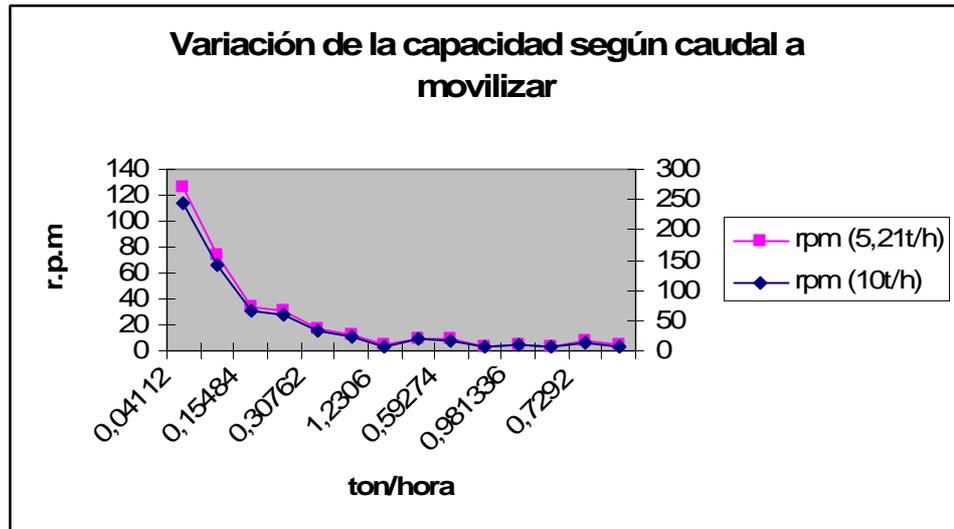


Fig. 6. Variación de las características del sinfín en función de los factores de cálculo de sinfín, para la velocidad de rotación necesaria para mover 5,21t/h y para 10t/h (caudal de entrada a molino de molturación por su factor de seguridad).

La variación de la capacidad para el caudal de cálculo (10t/h) en función de la velocidad de giro, nos da un factor de cálculo de sinfín que se ajusta a: **1,28738**.

- Si estudiamos los ángulos con los que podríamos trabajar (fig.7.):

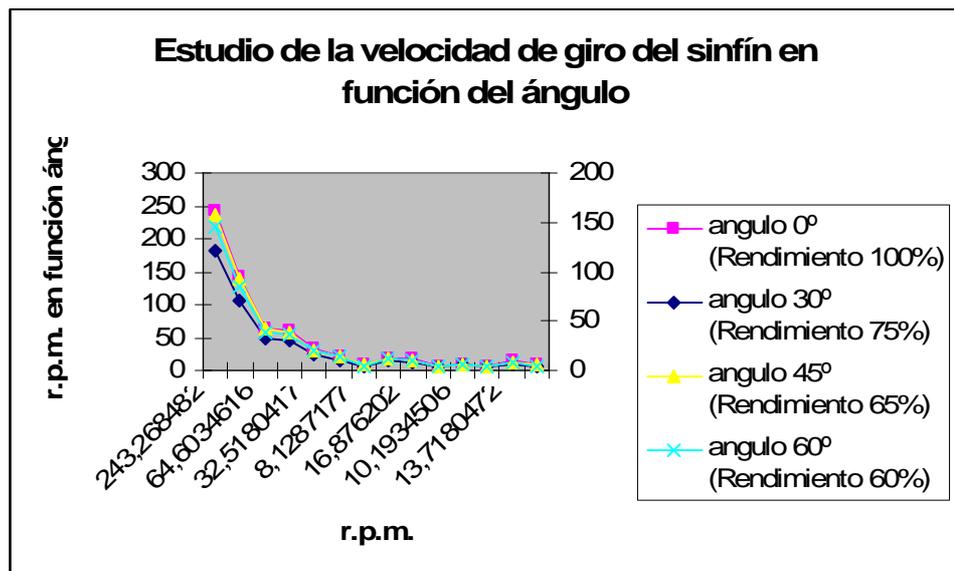


Fig.7. Estudio del aumento de la velocidad de giro del sinfín en función del ángulo.

Se observa que la variación de la velocidad de giro varía de forma sustancial por el ángulo de inclinación del sinfín.

Teniendo unas medidas el sinfín de:

- **Eje = 114 mm.**
- **Ala = 130 mm.**
- **Total = 374 mm. (Diámetro del sinfín).**

Y tomando el valor del caudal por su factor de seguridad (10 t/h), se tomará un sinfín con motor de 5 kW de potencia. Debe ser de acero inoxidable toda el área en contacto con el material que fluye.



Fig.8. Sinfín portátil.

5.18.7 Flujo de pasta de aceituna del molino molturador a la termobatidora

Normalmente este sinfín viene acoplado al molino molturador, por lo que tendrá sus características en función del mismo.

Para un molino molturador de 50 CV de potencia, descrito en el **Anexo IX** y de la termobatidora escrita en el **Anexo X**.

El sinfín para retira de masa desde los molinos a la termobatidora, es de 204 mm de diámetro y de 5 metros de longitud, de acero inoxidable, con un paso de 190 x 180 mm. Manguetas y bridas de acero inoxidable, rodamientos de bolas en ambos extremos y motoreductor de 2 CV (1.471 kW) acoplado en punta.

5.18.8 Flujo de la pasta de la termobatidora al decánter

Se produce por la impulsión de una bomba de masa incluida en el decánter (**Anexo XI**).

El caudal de la bomba, será de $5,21\text{t/h} = 4,89\text{ m}^3/\text{h}$ y teniendo en cuenta la viscosidad de la pasta, vamos a multiplicar el caudal por un factor de viscosidad: 1,7. Siendo el caudal de la bomba para $4,89\text{ m}^3/\text{h}$ similar al caudal a un caudal de agua de: $8,5\text{ m}^3/\text{h}$.

Estudiando las gráficas de bombas para los diferentes caudales:

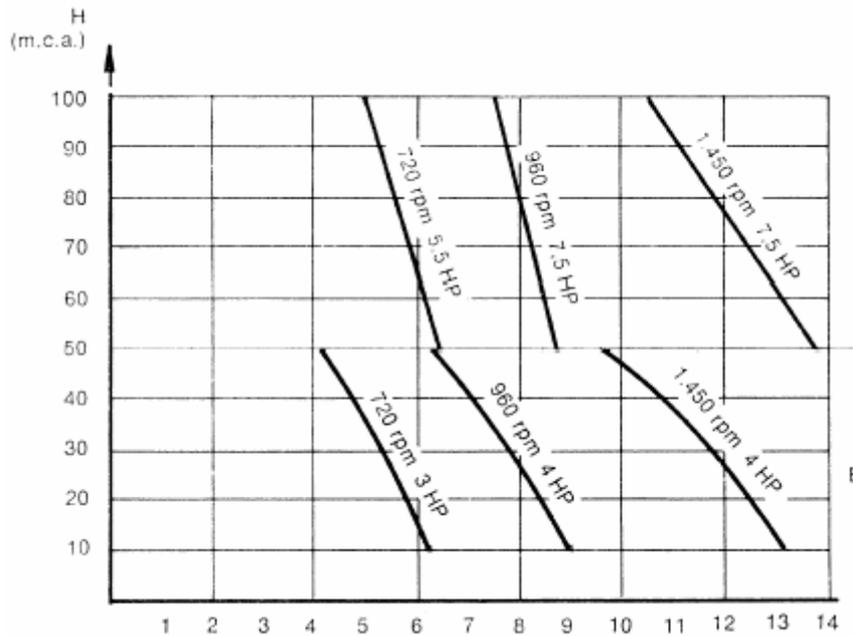


Fig. 8. Gráfica para la selección de bomba.

Podemos ver que para un caudal de 8,5 m³/h, la bomba tendrá 960 r.p.m. y 4 HP (3 kW). Para una impulsión menor de H = 20 m.c.a.

5.18.9 Flujo de alperujo de decánter (después de pasar por deshuesadora) a termobatidora

5.18.9.1 Calculo de la potencia de la bomba según criterio de cálculo de potencia consumida por el motor de la bomba[®]

La potencia W (en kW) consumida por el motor de la bomba:

$$W = \frac{Q * \rho * g * H}{1000 * \eta}$$

[®] Mecánica de Fluidos 9º, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000

- Donde:

Q = es el caudal volumétrico de la bomba = $9,83 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 3,54 \text{ m}^3/\text{h}$

ρ = la densidad del líquido bombeado = 1.080 kg/m^3

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2

η = rendimiento total de la instalación de bombeo, producto del rendimiento de la bomba, del rendimiento de la transmisión y del rendimiento del motor = 0.6

H = altura de presión total desarrollada por la bomba = 90 m.

$$H = \frac{P2 - P1}{g * \rho} + Hg + hs$$

- Donde:

P2 = presión en el espacio de impulsión = 138960,23 Pa

P1 = presión en el espacio de aspiración = 138961,00Pa

Hg = altura geométrica de elevación del líquido = 5 m.

hs[⊗] = altura de presión necesaria para crear la velocidad y superar el rozamiento y todas las resistencias locales en la succión e impulsión = 80 m.

Realizando el cálculo, el resultado es el siguiente:

$$W = 1,56 \text{ kW}$$

La **W** instalada = $W \times 1.5^{\otimes} = 2,34 \text{ kW}$, siendo la potencia máxima de la bomba de 3 kW, suficiente para satisfacer las necesidades.

[⊗] Datos técnicos obtenidos en función del tipo de bomba, suministrados por la empresa Perialisi S.L.

[⊗] Factor de seguridad de este tipo de bombas. Bibliografía. Mecánica de Fluidos 9º, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000

Se seleccionara una bomba de las siguientes características:

Motobomba para transvase de aceites de viscosidad media, sobre bancada y accionada por un motor de 5,5 Hp (3,7kW) a 1500 rpm dando un caudal de 175 litros minuto (10.000 litros hora). Lleva incorporada válvula sobrepresión regulable. Estanqueidad por doble retén nbr.



Fig.8. Bomba para trasvase de aceite.

Para seleccionar la bomba vamos a tomar la siguiente guía de selección, que nos relaciona posibles combinaciones entre motores y bombas:

Motor	Bomba	Relación	Frecuencia rec. ciclo/mín.	Caudal Máx (l/h)	Presión Máx. (Kg/cm)	Succión (pulg.)	Impulsión (pulg.)	Entrada de aire (pulg.)
50	25	7,5:1	100	265	60,0	1/2	1/2	1/4
50	38	3,3:1	100	612	26,5	3/4	1/2	1/4
50	50	1,9:1	100	1060	6,6	1 1/2	1	1/4
75	25	17,2:1	60	265	137,6	1/2	1/2	3/8
75	38	7,4:1	60	612	59,2	3/4	1/2	3/8
75	50	4,3:1	60	1060	34,4	1 1/2	1	3/8
75	75	1,9:1	60	2385	15,2	2	1 1/2	3/8
100	25	30,7:1	60	265	245,6	1/2	1/2	1/2
100	38	13,3:1	60	612	106,4	3/4	1/2	1/2
100	50	7,7:1	60	265	61,6	1 1/2	1	1/2
100	75	3,4:1	60	2385	27,2	2	1 1/2	1/2
100	100	1,9:1	60	4240	15,2	3	2	1/2
150	22	90,0:1	60	205	720,0	1/2	1/2	1/2
150	25	70,0:1	60	265	560,0	1/2	1/2	1/2
150	38	30,3:1	60	612	242,4	3/4	1/2	1/2
150	50	17,5:1	60	1060	140,0	1 1/2	1	1/2
150	75	7,8:1	60	2385	62,4	2	1 1/2	1/2

150	100	4,4:1	60	4240	35,2	3	2	1/2
150	125	2,9:1	60	6580	23,2	3	2	1/2
150	150	1,9:1	60	9538	15,2	3	2	1/2

Fig.9. Relación de potencia del motor y bomba.

5.18.10 Flujo de aceite de decánter a centrifuga vertical

5.18.10.1 Cálculo de la potencia de la bomba según criterio de cálculo de potencia consumida por el motor de la bomba[⊗]

La potencia W (en kW) consumida por el motor de la bomba:

$$W = \frac{Q * \rho * g * H}{1000 * \eta}$$

- Donde:

Q = es el caudal volumétrico de la bomba = $3,19 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,15 \text{ m}^3/\text{h}$

ρ = la densidad del líquido bombeado = $916 \text{ kg}/\text{m}^3$

g = aceleración de la gravedad = $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

η = rendimiento total de la instalación de bombeo, producto del rendimiento de la bomba, del rendimiento de la transmisión y del rendimiento del motor = 0,6

H = altura de presión total desarrollada por la bomba = 106,2 m.

[⊗] Mecánica de Fluidos 9º, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000

$$H = \frac{P2 - P1}{g * \rho} + Hg + hs$$

- Donde:

P2 = presión en el espacio de impulsión = 138961,00 Pa

P1 = presión en el espacio de aspiración = 138961,00 Pa

Hg = altura geométrica de elevación del líquido = 0 m.

hs[⊗] = altura de presión necesaria para crear la velocidad y superar el rozamiento y todas las resistencias locales en la succión e impulsión = 1 m.

Realizando el cálculo, el resultado es el siguiente:

$$W = 0,05 \text{ kW}$$

La W instalada = W x 1.5[⊗] = 0,075 kW, siendo la potencia máxima de la bomba de 1 kW, suficiente para satisfacer las necesidades.

Se seleccionara una bomba de las siguientes características:

Motobomba sobre bancada accionada por motorreductor de 2Hp a 700 rpm. Para aceites viscosos. Caudal 53 litros minuto (3.200 litros hora) bocas entrada salida 1,1/4"Gas, válvula sobrepresión regulable, estanqueidad doble reten nbr.

[⊗] Datos técnicos obtenidos en función del tipo de bomba, suministrados por la empresa Perialisi S.L.

[⊗] Factor de seguridad de este tipo de bombas. Bibliografía. Mecánica de Fluidos 9^o, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000



Fig.9. Bomba para trasvase de aceite.

5.18.11 Flujo de aceite de centrifuga vertical a bodega

5.18.11.1 Cálculo de la potencia de la bomba según criterio de cálculo de potencia consumida por el motor de la bomba[⊗]

La potencia W (en kW) consumida por el motor de la bomba:

$$W = \frac{Q * \rho * g * H}{1000 * \eta}$$

- Donde:

Q = es el caudal volumétrico de la bomba = $3,19 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,15 \text{ m}^3/\text{h}$

ρ = la densidad del líquido bombeado = $916 \text{ kg}/\text{m}^3$

g = aceleración de la gravedad = $9.81 \text{ m}/\text{s}^2$

η = rendimiento total de la instalación de bombeo, producto del rendimiento de la bomba, del rendimiento de la transmisión y del rendimiento del motor = 0.6

[⊗] Mecánica de Fluidos 9º, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000

H = altura de presión total desarrollada por la bomba = 26,19 m.

$$H = \frac{P_2 - P_1}{g * \rho} + H_g + h_s$$

• Donde:

P2 = presión en el espacio de impulsión = 138.961,00 Pa

P1 = presión en el espacio de aspiración = 101.300,00 Pa

Hg = altura geométrica de elevación del líquido = 12 m.

hs[⊗] = altura de presión necesaria para crear la velocidad y superar el rozamiento y todas las resistencias locales en la succión e impulsión = 10 m.

Realizando el cálculo, el resultado es el siguiente:

$$W = 1,25 \text{ kW}$$

La W instalada = W x 1.5[⊗] = 1,88 kW, siendo la potencia máxima de la bomba de 2 kW, suficiente para satisfacer las necesidades.

Se seleccionara una bomba de las siguientes características:

Motobomba para el trasiego de aceite. Accionada por motor 3 Hp (2,5kW). 1500 rpm monofásico 230 V, interruptor, cable y protector térmico. Montada sobre bancada y silentblocs. Caudal 83 litros minuto (5000 litros hora) con válvula sobrepresión regulable bocas de entrada y

[⊗] Datos técnicos obtenidos en función del tipo de bomba, suministrados por la empresa Perialisi S.L.

[⊗] Factor de seguridad de este tipo de bombas. Bibliografía. Mecánica de Fluidos 9^o, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000

salida 1,1/4" Gas, doble reten nbr y presión de trabajo en la salida de la bomba de 6 bares.

Se debe tener en cuenta que el caudal para aceite en el repaso, se necesitará una bomba de menor potencia, debido a su menor caudal, pero se tomará esta potencia como estándar en la planta para el traspaso de aceite desde centrifugas verticales a bodega sin tener en cuenta el tipo de aceite (primera extracción o repaso).



Fig.10. Bomba para trasvase de aceite.

5.18.12 Traspase de aceite de un tanque a otro en bodega y de tanque a camión cisterna

5.18.12.1 Cálculo de la potencia de la bomba según criterio de cálculo de potencia consumida por el motor de la bomba[⊗]

La potencia W (en kW) consumida por el motor de la bomba:

$$W = \frac{Q * \rho * g * H}{1000 * \eta}$$

- Donde:

Q = es el caudal volumétrico mínimo de la bomba:

- Volumen del tanque de salida: 55 m^3
- Volumen de cisterna del camión: 25 m^3
- Velocidad de salida mínima necesaria: $6,94 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.
- Velocidad de salida máxima necesaria: $15,3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.
- Área de salida: $0,018 \text{ m}^2$.
- Q mín. = $0,45 \text{ m}^3/\text{h} = 1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.
- Q máx. = $0,99 \text{ m}^3/\text{h} = 2,75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

ρ = la densidad del líquido bombeado = 916 kg/m^3

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2

η = rendimiento total de la instalación de bombeo, producto del rendimiento de la bomba, del rendimiento de la transmisión y del rendimiento del motor = 0.6

H = altura de presión total desarrollada por la bomba = 22,73 m.

[⊗] Mecánica de Fluidos 9º, Streeter, ed. (Mc Graw-Hill), 2000

$$H = \frac{P_2 - P_1}{g * \rho} + H_g + h_s$$

- Donde:

P2 = presión en el espacio de impulsión = 107821,52 Pa.

P1 = presión en el espacio de aspiración = 101.300,00 Pa.

Hg = altura geométrica de elevación del líquido = 12 m.

hs[⊗] = altura de presión necesaria para crear la velocidad y superar el rozamiento y todas las resistencias locales en la succión e impulsión = 10 m.

Realizando el cálculo, el resultado es el siguiente:

$$\mathbf{W \text{ mín.} = 0,04 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{W \text{ máx.} = 1 \text{ kW}}$$

- La W mín. instalada = $W \times 2.5^\nabla = 0,1 \text{ kW}$.
- La W máx. instalada = $W \times 2.5^\nabla = 3,75 \text{ kW}$.

Se tomará una bomba de mayor potencia a la W máx.: 3,75 kW de potencia mínima para poder satisfacer las necesidades de trasiego entre tanques en bodega y de bodega a camión cisterna.

Se seleccionara una bomba de las siguientes características:

[⊗] Datos técnicos obtenidos en función del tipo de bomba, suministrados por la empresa Perialisi S.L.

[∇] Factor de seguridad de este tipo de bombas, suministrados por la empresa Perialisi S.L.

Motobomba para transvase de aceites en contenedores. Bomba montada sobre carro y accionada por motor de 7,5 HP (3,75 kW) a 3.000 rpm con interruptor guardamotor a 380 V, dando un caudal de 250 litros minuto (15.000 litros hora). Lleva incorporada válvula sobrepresión regulable. Se suministra con mangueras y cambio rápido.



Fig.11. Bomba para trasvase de aceite.

5.18.13 Traspase de aguas de limpieza de aceite de centrifugas verticales a tanque de almacenamiento y traspase de aguas de limpieza de aceite de decánter de repaso.

Se seleccionara una bomba de las siguientes características:

Bomba centrífuga de 60 – 100 litros/segundo (Fig.12 y 13), con un motor de 50 a 125 HP (Fig.14.). Se tomará la potencia máxima de 125 HP, 93,21 kW.

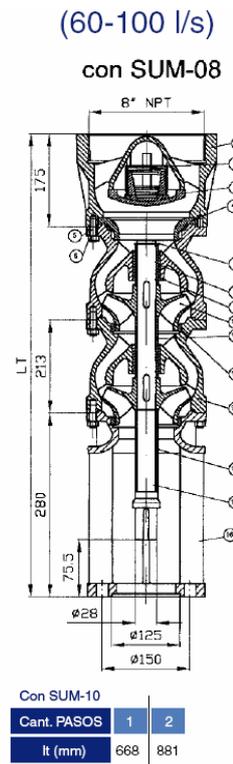


Fig.12. Esquema de la bomba de agua.

ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
1	CUERPO DE VALVULA	11	BUJE DISTANCIADOR
2	RESORTE DE VALVULA	12	ANILLO DE DESGASTE
3	PLATILLO DE VALVULA	13	TAZON
4	ASIENTO DE VALVULA	14	BUJE DISTANCIADOR PRIMER TAZON
5	BIRLO 7/16"	15	FLECHA CON MOTOR SUM08
6	TUERCA 7/16"	16	CUERPO DE SUCCION CON SUM-08
7	ANILLO TRUARC	17	FLECHA CON MOTOR SUM-10
8	CHUMACERA SUPERIOR	18	CUERPO DE SUCCION CON SUM-10
9	BUJE CHUMACERA SUPERIOR	19	FLECHA CON MOTOR SUM-12
10	IMPULSOR	20	CUERPO DE SUCCION CON SUM-12

Fig.13. Descripción del esquema de la bomba de agua.

Requisitos establecidos en la Norma Mexicana
NMX-EC-025-IMNC-2000 y NOM-010-ener-1996

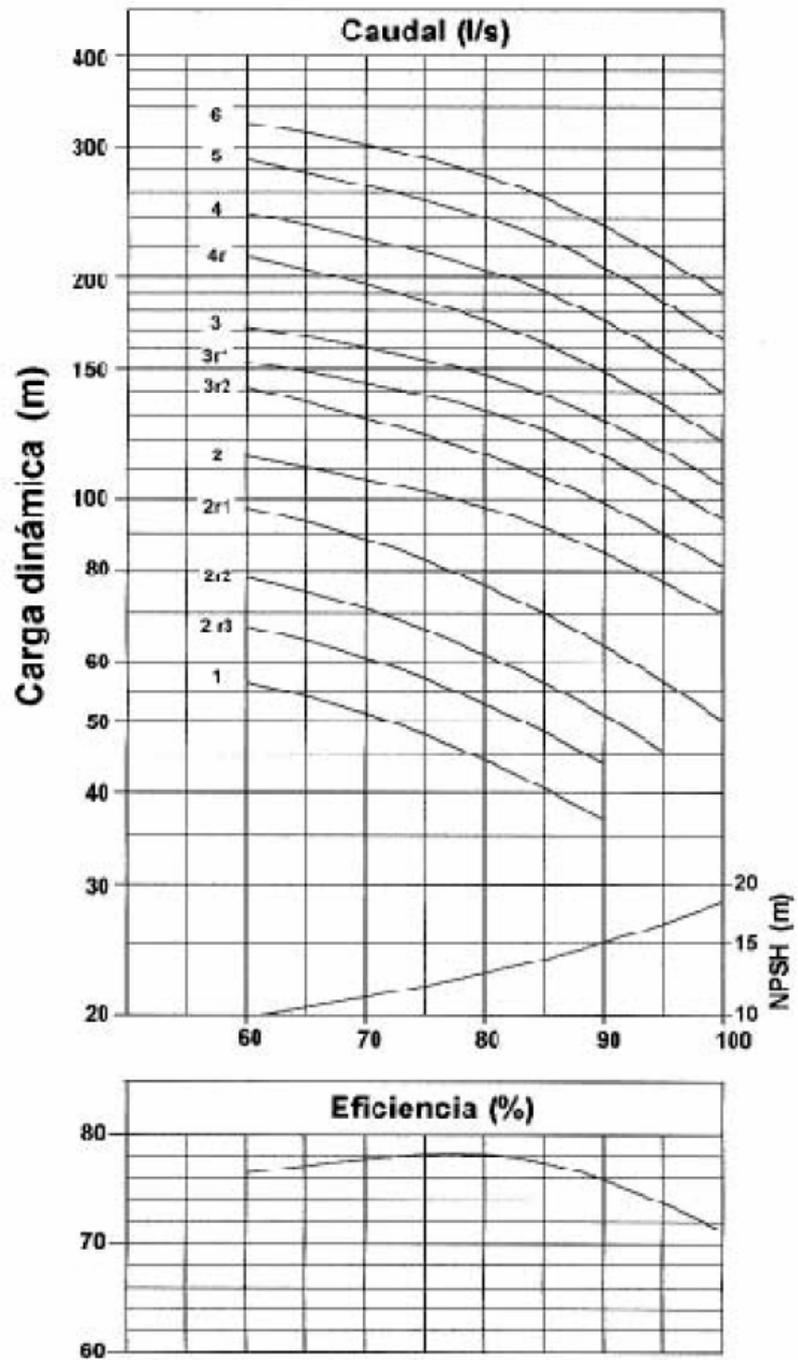


Fig.14. Curvas de eficiencia.

COMBINACIONES	
BOMBA	MOTOR
1	SUM 08-075
2r3	SUM 08-085
2r2	SUM 08(10)-100
2r1	SUM 08(10)-125
2	SUM 10-150
3r2	SUM 10-175
3r1	SUM 10-200
3	SUM 10(12)-250
4r	SUM 10(12)-250
4	SUM 12-300
5	SUM 12-350
6	SUM 12-400

Fig.15. Combinaciones de bomba motor.

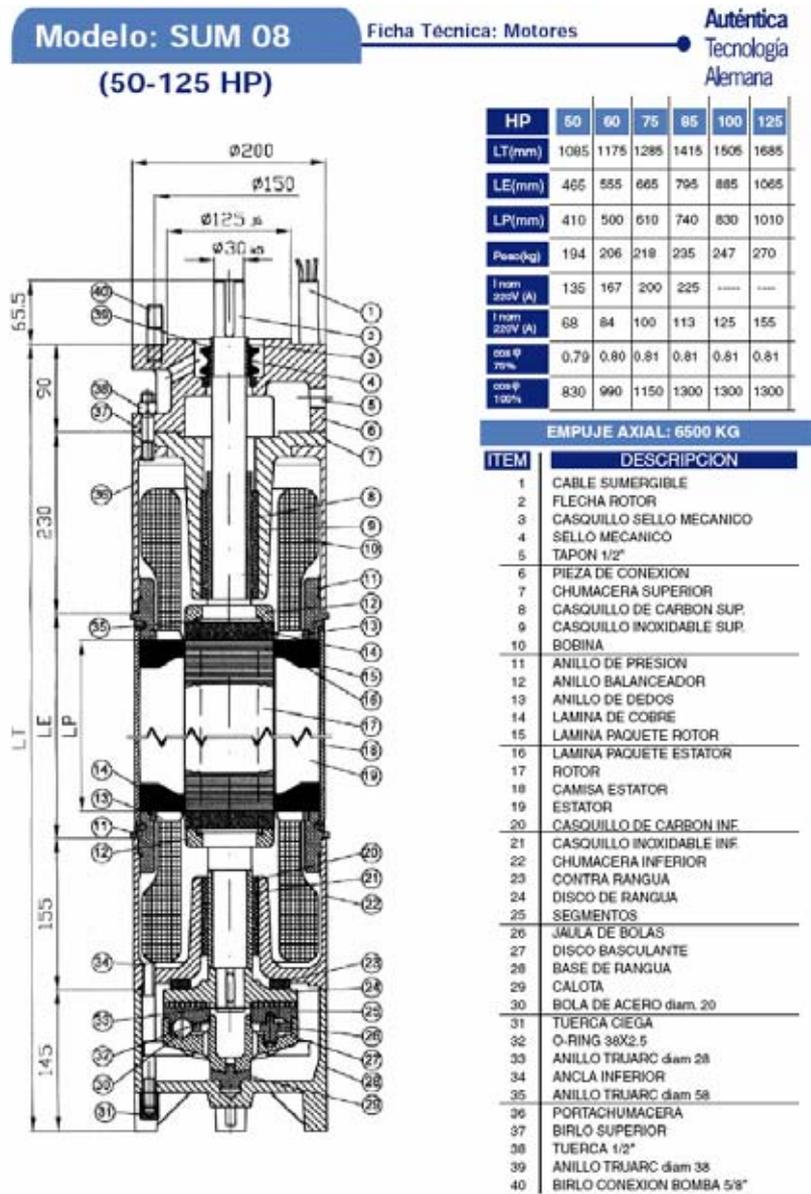


Fig.16. Esquema del motor de la bomba.

5.19 ANEXO XVIII

5.19.1 Elementos de los sistemas de tuberías

Las partes de un sistema de tuberías pueden agruparse en 4 grandes familias:

- Tuberías
- Accesorios
- Bridas
- Válvulas

Existen grandes variedades de este tipo de elementos en función del uso que vayamos a darle: material, pérdidas de energía, duración del material (resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, etc.), facilidad de utilización y precio del mismo.

Los sistemas de tuberías representan aproximadamente un tercio del coste del material en una planta de proceso, requieren de un 30% a un 40% del trabajo de montaje, consumen del 40% al 48% de las horas-hombre de ingeniería y ocupan un 60% del volumen del material.

Nuestro objetivo es seleccionar las dimensiones, calidad de los materiales de tuberías, accesorios, bridas y válvulas disponibles, para nuestro proceso, en el mercado.

5.19.2 Tuberías

La mayoría de las tuberías para procesos deben construirse de acuerdo con la norma B31.3. Siendo las características de este tipo de tuberías para fluidos líquidos y vapor de agua:

- Hasta 20 bar (300 psig) en líquidos y hasta 85 bar (125 psig) en vapor de agua.
- Temperaturas desde -18°C hasta 177°C.
- Los tamaños serán hasta DN600 (NPS 24).
- Espesor de pared de hasta 12,5 cm. (0,5 in).

Teniendo en cuenta las características de los fluidos que se procesarán en la planta:

- Pasta de aceituna.
- Fase oleosa.
- Alperujo.
- Alperujillo.
- Aceite.
- Aguas de lavado de aceite.
- Agua.

Y para una adecuada selección de la tubería teniendo en cuenta:

- Esfuerzo a las temperaturas de trabajo.
- Tiempo de vida útil.
- Períodos de mantenimiento.
- Facilidad de instalación y reparación.
- Adecuada resistencia a la corrosión y erosión.

- Coste de los equipos.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros, además de los tipos de fluidos, se utilizan tuberías de acero inoxidable 316 (AISI 316 g.). Debido a su menor coste y a que se ajustan perfectamente a los parámetros necesarios para el flujo de los fluidos anteriormente descritos.

Para sistemas de tuberías de acero inoxidable, la norma de las dimensiones correspondientes sería la A.N.S.I. B36.19 (fig.1.).

IDENTIFICACIÓN	DN mm (")	sch
01-01-3 ½"	90 (3 ½")	5s
01-02-3 ½"	90 (3 ½")	5s
01-03-3 ½"	90 (3 ½")	5s
01-04-3 ½"	90 (3 ½")	5s
01-05-3 ½"	90 (3 ½")	5s
01-06-1 ½"	40 (1 ½")	10s
01-07-¾"	20 (¾")	10s
01-08-¾"	20 (¾")	10s
01-09-⅜"	10 (⅜")	40s
01-10-⅜"	10 (⅜")	40s
01-11-⅜"	10 (⅜")	40s
01-12-⅜"	10 (⅜")	40s
01-13-⅜"	10 (⅜")	40s
01-14-¾"	20 (¾")	10s

Fig.1. Tabla de identificación de tubería en función del diámetro nominal y del Schedule.

La selección de la tubería se podrá tomar estudiando la fig.2. Si estudiamos a partir de que punto la velocidad no depende de la sección de tubería podremos tener la sección de la tubería.

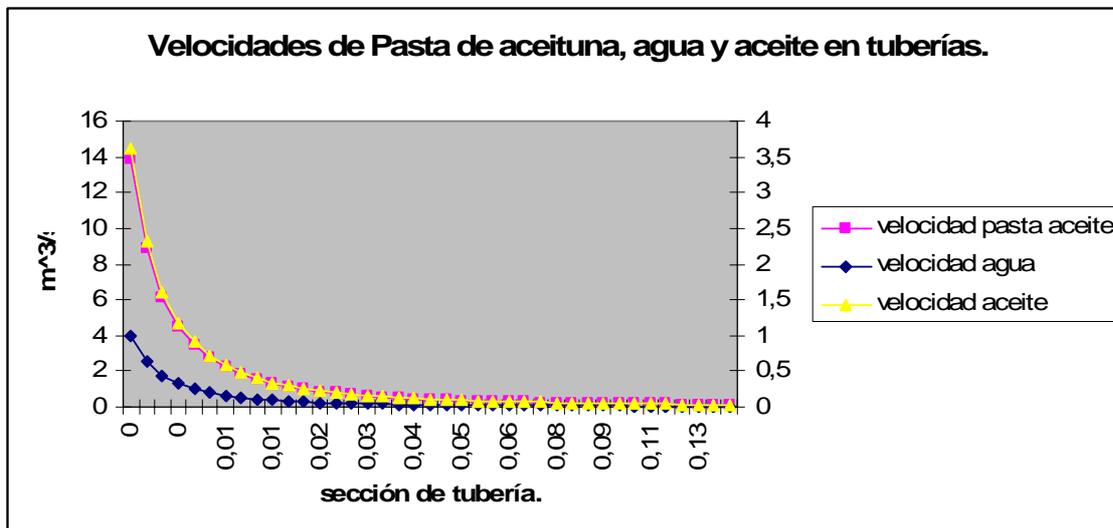


Fig.2. Gráfica de velocidades máximas de pasta de aceituna, agua y aceite en tuberías.

Se puede deducir de la figura.2. (Estimación de la gráfica), que:

- La sección de la tubería para agua será como mínimo de 0,004 m². Esto nos da un diámetro de 0,07 m.
- Para pasta y aceite de 0,005 m². Esto nos daría un diámetro de 0,08 m.

Podemos tomar como diámetro el de 0,08 m, vamos a buscar un diámetro estándar. De la fig.1 podemos tomar que un estándar para una tubería de este diámetro, sería un Diámetro nominal de 90 mm.

5.19.3 Cálculo de tuberías

La sección del Código aplicable en la mayoría de las plantas de proceso es ANSI B 31.3-1984, "Tuberías de Refinerías de Petróleo y Plantas Químicas".

Los siguientes datos y cálculos han sido adaptados de dicha Sección pues, es la más utilizada[⊗].

Debido a que los materiales que van a fluir por las tuberías no son corrosivos en exceso ni tampoco abrasivos, los materiales de la tubería podrán ser:

5.19.3.1 Acero

El acero suave es aceptable para todos los aceites y grasas sin refinar y semirefinados, aunque es preferible el acero inoxidable. Para los productos completamente refinados deberá utilizarse el acero inoxidable.

5.19.3.2 Tubos flexibles

Todos los tubos flexibles utilizados para conectar tuberías durante la carga y descarga deben ser de material inerte, estar convenientemente reforzados y ser de una longitud tal que resulten fáciles de limpiar. Las terminaciones expuestas deben ser obturadas cuando no se usen. Las juntas deben ser de acero inoxidable u otros materiales inertes.

5.19.3.3 Aislamiento y calefacción

En los climas templados y fríos las tuberías utilizadas para los aceites y las grasas que puedan solidificarse a temperatura ambiente deberán tener, preferiblemente, un revestimiento termoaislante y un sistema de calefacción, por ejemplo, tuberías de vapor o cintas de calefacción eléctrica. Puede utilizarse vapor para limpiar esas tuberías en esos climas.

[⊗] Apuntes asignatura: Diseño en Ingeniería Química, Miguel Suffo, 2003.

Como el clima que aqueja a la zona de la Campiña Sur Cordobesa es mediterráneo, con ciertas zonas de clima continental, se tendrán diferencias de temperatura, entre el invierno y el verano, muy elevadas.

Como la almazara dispondrá de un sistema calefactor/refrigerador (aerotermos) en función de la temperatura externa, en las zonas de procesado de pasta de aceituna y de aceite, no será necesario el recubrimiento de las tuberías con aislantes.

5.19.3.4 Cálculo del espesor de pared mínimo necesario en las tuberías

Vamos a determinar el espesor mínimo necesario de la pared de las tuberías de diámetro calculado anteriormente.

La fórmula que debe ser utilizada para todos los cálculos de diseño es:

$$t = \frac{P \times D_0}{2 \times (S \times E + P \times Y)}$$

- Siendo:
 - t = espesor de tubo requerido en pulgadas.
 - P = presión interna de diseño (psig), es normal añadir un 10% sobre el máximo anticipado.
 - Do = Diámetro externo de la tubería en pulgadas.
 - S = Tensión admisible del material a la temperatura de diseño o Coeficiente básico de trabajo.
 - E = Factor de eficiencia a la soldadura o factor de calida, depende del tipo de soldadura de la tubería.

- E = 1 tubería sin soldadura.
- E = 0,6 tubería soldada a tope.
- Y = Coeficiente que depende del material de la tubería y de la temperatura. (Valores dados en la norma ANSI B.31.1)

Los factores S+E dan lugar al Máximo coeficiente de trabajo que el código permite para la tensión circunferencial producido por la tensión interna.

Se debe tener en cuenta el sobreespesor de corrosión y la tolerancia de fabricación, esto no depende del material que fluye por la tubería, sino que son parámetros de diseño.

El espesor mínimo resulta:

$$t_m = \left(\frac{P \times D_0}{2 \times (S \times E + P \times Y)} + c \right) \times M$$

- Siendo:
 - **t_m** = espesor mínimo de la tubería o accesorio en pulgadas, que se requiere por presión y para compensar por material removido por roscado, ranurado, etc. Y como provisión para resistencia mecánica, corrosión y erosión, incluyendo 12,5% de tolerancia de fabricación.
 - **P** = presión interna de diseño (psig), es normal añadir un 10% sobre el máximo anticipado.
 - **Do** = Diámetro externo de la tubería en pulgadas.

- **S** = Tensión admisible del material a la temperatura de diseño o Coeficiente básico de trabajo.
- **E** = Factor de eficiencia a la soldadura o factor de calida, depende del tipo de soldadura de la tubería. Norma ANSI B 31.3 (APPENDIX A).
 - E = 1 tubería sin soldadura.
 - E = 0,6 tubería soldada a tope.
- **Y** = Coeficiente que depende del material de la tubería y de la temperatura. (Valores dados en la norma ANSI B.31.1.)
- **C** = tolerancia de corrosión en pulgadas, más la profundidad del roscado en el caso de tuberías roscadas[⊗].
- **M** = Tolerancia de fabricación: 12,5% para tuberías de acero sin costura.

Calculando se obtiene un espesor de:

$$t_m = \left(\frac{2000 \times 3,56}{2 \times (7200 + 800)} + 1 \right) \times 1,125 = 2,56 \text{ _ pulgadas}$$

Tenemos un espesor de $t_m = 2,57$ pulgadas = 2 mm.

[⊗] Valor de tolerancia para fluidos poco abrasivos y materiales resistentes: 1,5 mm.

5.19.3.5 Identificación de las tuberías en función de los diámetros nominales y de su espesor

IDENTIFICACIÓN	DN mm (“)	sch	D exterior mm	Espesor mm	D interior mm
01-01-3 ½”	90 (3 ½”)	5s	101.6	2.11	95.78
01-02-3 ½”	90 (3 ½”)	5s	101.6	2.11	95.78
01-03-3 ½”	90 (3 ½”)	5s	101.6	2.11	95.78
01-04-3 ½”	90 (3 ½”)	5s	101.6	2.11	95.78
01-05-3 ½”	90 (3 ½”)	5s	101.6	2.11	95.78
01-06-1 ½”	40 (1 ½”)	10s	48.3	2.77	42.76
01-07-3/4”	20 (3/4”)	10s	26.7	2.11	22.48
01-08-3/4”	20 (3/4”)	10s	26.7	2.11	22.48
01-09-3/8”	10 (3/8”)	40s	17.1	2.31	12.48
01-10-3/8”	10 (3/8”)	40s	17.1	2.31	12.48
01-11-3/8”	10 (3/8”)	40s	17.1	2.31	12.48
01-12-3/8”	10 (3/8”)	40s	17.1	2.31	12.48
01-13-3/4”	10 (3/8”)	40s	17.1	2.31	12.48
01-14-3/4”	10 (3/8”)	40s	17.1	2.31	12.48

Fig. 3. Tabla de identificación de espesor de tuberías.

Por lo que las tuberías serán de 90 mm de diámetro nominal con un espesor nominal de 2,11 mm, según los datos del apartado anterior.

Las características de las tuberías necesarias para la primera extracción son las mismas que para la segunda, ya que solo dependerán del caudal que lleven y del material fluido que transporten.

Los fluidos que transportarán las tuberías en la almazara no darán problemas de corrosión excesiva ni, tampoco darán problemas de abrasión, ya que todos los fluidos generan poca fricción con la tubería (velocidades no muy altas y materiales no excesivamente viscosos) y son suficientemente fluidos como para tomar un material de tuberías estándar de Acero ANSI 316.

5.19.3.6 Cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías

$$H = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

- Siendo:
 - H = pérdida de carga en metros de columna de líquido.
 - f = coeficiente de fricción, adimensional.
 - L = longitud total equivalente de la tubería, en metros.
 - D = diámetro interior, en metros.
 - v = velocidad del fluido, en m/s.
 - g = aceleración de la gravedad, en m/s².

El factor f se puede obtener de la gráfica de Moody (fig.4.).

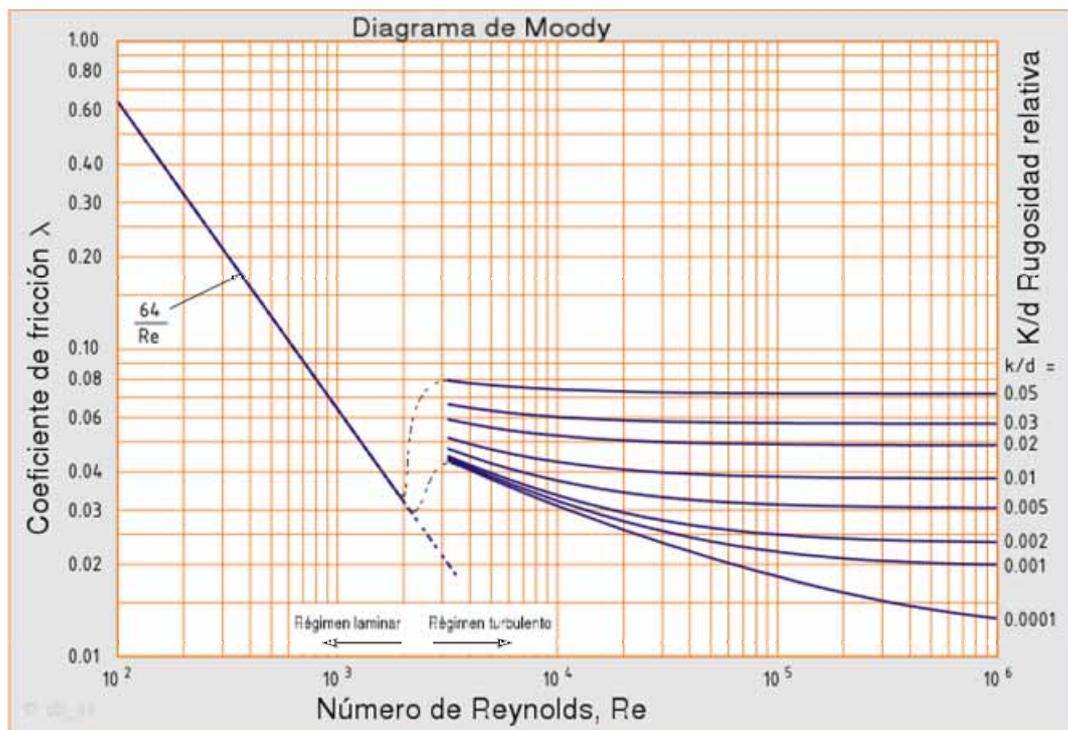


Fig.4. Gráfica de Moody.

También se puede calcular a través de funciones obtenidas por métodos de ajuste no lineal. Entre ellas y, particularmente para régimen laminar ($RE < 2000$) se usa la ecuación propuesta por Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para la zona en régimen turbulento se ha utilizado el diagrama de Moody. La influencia de accidentes en tuberías (codos, reducciones en sección, válvulas y otros accesorios) se toman en cuenta asignando una longitud equivalente de tubería recta a cada accidente, según tabulaciones realizadas en base de datos experimentales.

La longitud equivalente es la longitud de tubería recta que produciría la misma caída de presión que un accesorio si lo reemplazara por tubería. Por lo tanto, en el término L quedan englobados no solo la longitud de tubería sino la suma de

longitud real y todas las longitudes equivalentes a accesorios. La longitud L corresponde pues, a la suma de longitud real de tubería recta L_t más la longitud equivalente de los accesorios L_e .

5.19.4 Accesorios

Los accesorios se utilizan en las conducciones para:

- Cambiar la dirección de la línea.
- Cambiar el diámetro de la línea.
- Conectar diferentes ramas de la línea.
- Cerrar el final de la línea.

En muchos casos, dos o más de estas funciones pueden combinarse en el mismo accesorio.

5.19.5 Tipos de accesorios

- CODOS (ELBOWS o también ELLS). Se fabrican de 90° y de 45°.
- TES (TEES). Son accesorios utilizados para conectar un ramal (BRANCH) perpendicularmente a un colector, pudiendo ser ambos del mismo tamaño ó bien el ramal de menor diámetro que el colector.
- TAPAS SOLDADAS (WELD CAPS). Estos accesorios se utilizan para tapar extremos de las tuberías.
- FAMILIA DE BIFURCACIONES “O-LETS”
 - WELDOLETS conectan un ramal perpendicularmente a un colector.

- LATROLETS permiten conectar un ramal con un colector formando ambos un ángulo de 45°.
- ELBOLETS, SOLDADOS A TOPE conectan un colector un ramal de menor diámetro que aquel, pero en un punto del colector que no sea recto sino curvo y con un radio de curvatura de 1,5 veces el diámetro nominal de éste.

Se usa cada uno de ellos en el momento que nos sea necesario en la instalación del sistema de tuberías. Además se usarán los accesorios del mismo material que las tuberías, y con las dimensiones necesarias para ellas.

5.19.6 Bridas

Las bridas son aquellos elementos de una línea de tuberías destinados a permitir la unión o ensamblado de las partes, sean éstas tuberías, válvulas, bombas u otro equipo que forme parte de la línea.

Es un elemento que puede proveerse como una parte separada o como una pieza que viene unida, desde fábrica, a un elemento como una válvula, una bomba u otra pieza.

Para las bridas, independientemente de su clasificación según la presión primaria de servicio, existe una normalización en cuanto a: Forma de unión de la brida con la tubería y en cuanto a la forma de la cara de la junta (o, FACING):

En función de nuestro sistema de tuberías en la almazara vamos a optar por un tipo de brida “**welding neck**” o “**de cuello soldado**”, ya que proporciona la estabilidad necesaria, además de responder a todas las necesidades, tanto físicas respecto al sistema, como económicas.

Este tipo de brida "(WELDING NECK FLANGES = W.N. FLGS.)" termina en un cuello cónico que coincide con la tubería. También se caracterizan porque su forma de unión con la tubería correspondiente, se realiza mediante SOLDADURA A TOPE (BUTT WELDING, = B.W.).

Se utilizan normalmente en "Tuberías Grandes", es decir, en tuberías mayores de 2", aunque no es muy corriente se utilicen por encima de 12".

Existen diferentes tipos de caras de bridas que, junto con una buena empaquetadura, permiten obtener un sello hermético de la unión.

Se opta por la brida de cara plana (*flat face*), por su mayor uso, facilidad de instalación y manejo, además de ser más económica que otras con sus mismas características.

En este tipo de bridas la cara de la brida no está toda ella contenida en un sólo plano, sino que la parte central de la misma sobresale del resto de la cara.

La junta correspondiente a una brida de cara resaltada tendrá sus diámetros exterior e interior coincidiendo con el exterior e interior del resalte respectivamente. Este tipo de cara se utiliza para obtener mayor estanqueidad que con las bridas de cara plana, pues con el mismo apriete de las tuercas de los pernos, se obtiene mayor presión en la junta en el caso de bridas de cara resaltada que en la de cara plana. Ambas bridas son idénticas, teniendo un resalte de 1/16" las de 150-300 lb. y 1/4" para las demás (400 – 2500 lb).

Se usarán en la almazara las de clase **150 lbs** (fig.5.).

Presiones de trabajo (psi) vs temperatura grupo 2.3							
T °F	Clase-150	Clase-300	Clase-400	Clase-600	Clase-900	Clase-1500	Clase-2500
-20 a 100	230	600	800	1200	1800	3000	5000
200	195	505	675	1015	1520	2530	4220
300	175	455	605	910	1360	2270	3780
400	160	415	550	825	1240	2065	3440
500	145	380	510	765	1145	1910	3180
600	140	360	480	720	1080	1800	3000
650	125	350	470	700	1050	1750	2920
700	110	345	460	685	1030	1715	2860
750	95	335	450	670	1010	1680	2800
800	80	330	440	660	985	1645	2740
850	65	320	430	645	965	1610	2680

Fig.5. Tabla de presiones de trabajo (psi) frente a temperatura para 150lb.

5.19.7 Válvulas

Las válvulas son elementos que estando instalados en una tubería pueden realizar alguna de las siguientes funciones (bien sea de una forma automática o por accionamiento manual):

- Impedir totalmente la circulación de un fluido por una tubería, o bien permitirla sin oponer ningún obstáculo. (Por ejemplo, las válvulas de compuerta, ó GATE VALVES).
- Variar la pérdida de carga que sufre un fluido al atravesar la válvula con lo cual se puede regular el caudal que circula por la tubería. (Por ejemplo las válvulas de asiento, o GLOBE VALVES).
- Permitir la circulación de un fluido a través de la válvula en un único sentido (por ejemplo, válvulas de retención, o CHECK VALVES).

- Permitir el paso de un fluido a través de la válvula, únicamente cuando la diferencia de presión a un lado y otro de la misma, sobrepasa un cierto valor previamente establecido. (Por ejemplo, válvulas de seguridad o SAFETY-RELIEF VALVES).
- Permitir el paso de un fluido a través de la válvula, cuando dicho fluido se presenta en forma líquida, pero no, si se presenta en forma de gas o vapor, o viceversa. (Por ejemplo, los purgadores automáticos y las ventilaciones automáticas o STEAM TRAPS Y AUTOMATIC VENTS).

Según sea la forma de unión de una válvula con las tuberías que con ella conectan, así serán los extremos de la válvula. Según esto las válvulas pueden ser de extremos bridados, de extremos biselados para soldadura a tope, de extremos con un rebaje para soldadura a solape, o de extremos roscados. En los dos últimos casos los extremos de la válvula son hembra normalmente.

Los materiales metálicos más frecuentes utilizados para la fabricación de válvulas son:

1. FUNDICION (CAST IRON)
2. ACERO MOLDEADO (CAST STEEL)
3. ACERO FORJADO (FORGED STEEL)
4. BRONCE (BRONZE).

Existe una gran variedad de diseños, de acuerdo a su uso y en una variedad de materiales, apropiados para cada aplicación particular.

Dado que una válvula es un elemento formado por múltiples partes, se elige para cada parte, el material con las características adecuadas a la función de esa parte.

Los tipos principales de válvulas son:

- **Válvulas de compuerta:** Este tipo de válvula resulta poco recomendable para una regulación cuidadosa del flujo, aunque si es muy adecuada para servicios que requieran frecuentes cierres o aperturas. Estas válvulas no deben utilizarse de forma prolongada para regular el caudal del fluido que pasa por una tubería, pues se averiarían rápidamente, aparte de que la regulación sería muy inexacta. Funcionan mediante una compuerta, cuya traslación se asegura por un vástago roscado que se desplaza perpendicularmente al flujo. La compuerta obtura la sección de paso del fluido al deslizarse entre dos aros fijos en el cuerpo.
- **Válvulas de globo:** Es recomendable para servicios de regulación del flujo y se utiliza también como elemento de cierre para las presiones muy altas. El movimiento del fluido queda interrumpido por un obturador, que cierra el paso entre los dos lados del cuerpo de la válvula. La estanqueidad queda asegurada por el aro del cuerpo y del obturador. El cuerpo va cubierto por una tapa, roscada o con bridas, según el diámetro, que recibe el sistema de estanqueidad del vástago de maniobra, estando sujeto en la tapa para subir o bajar el obturador.
- **Válvulas de retención ("Check-value"):** Su finalidad es evitar el retorno del fluido. Pueden ser varios tipos.
 - **De chapaleta o clapeta (SWING TYPE)**
 - **De pistón (LIFT TYPE)**
- **De bola (BALL TYPE):** Operan como las de pistón, con el pistón sustituido por una bola guiada. Se caracterizan porque detienen el contraflujo más rápidamente que los otros dos tipos. Es buena para operar con fluidos viscosos, cuyos depósitos perjudicarían la operación de los otros tipos. Estas válvulas, al igual que las de asiento, tienen marcada siempre la dirección

correcta de flujo en el cuerpo de la misma y deberán siempre instalarse con arreglo a dicha indicación.

- **Válvulas de macho:** son válvulas de cierre, que se utilizan en algunos casos para regulación. Están constituidos por un cuerpo en el que un elemento cónico o esférico, llamado macho, que lleva una abertura, al girar obtura o descubre el paso del fluido. El macho es solidario de un cuadrado externo que permite su maniobra abriendo o cerrando con un mínimo esfuerzo en un cuarto de vuelta del macho.

Las tres clases de válvulas de macho, que son:

- Válvulas lubricadas.
- Válvulas no lubricadas dotadas de un mecanismo para despegar el macho del cuerpo antes de cada maniobra.
- Válvulas con el cuerpo cubierto interiormente de teflón.

- **Válvulas de mariposa** (Butterfly valves).

Estas válvulas que son de construcción extremadamente simple tienen su aplicación fundamental en la regulación de caudal en tuberías de gran tamaño, y se prestan muy bien al accionamiento neumático, hidráulico, etc.

Pueden utilizarse tanto para líquidos como para gases. No se consigue generalmente con estas válvulas un cierre perfectamente estanco, ni tampoco son utilizables en líneas de alta presión. Las válvulas de mariposa crean insignificante pérdida de carga en la línea cuando están completamente abiertas.

- **Válvulas de seguridad** (Safety-Relief valves).

Estas válvulas se utilizan para proteger a los equipos o tuberías a los cuales van conectados, en un exceso de presión, para lo cual dichas válvulas, que están normalmente cerradas por la acción de un muelle, se abren cuando la diferencia de

presión entre la entrada y la salida de la válvula alcanza un cierto valor previamente establecido.

Existen básicamente dos tipos de válvulas de seguridad:

- Safety valves
- Relief valves

- Válvulas de control (Control valves)

Son válvulas automáticas que están diseñadas para ejercer un ajuste perfecto de regulación y monitoreo (registro) del flujo dentro de un sistema de tuberías.

El tipo de válvula más utilizada para este control es la de globo, aunque se pueden utilizar otros tipos, la de globo resulta más efectiva para la función aquí descrita. La válvula de control recibe una señal eléctrica, neumática o hidráulica para ejercer la regulación o limitar la presión.

La tarea de especificar una válvula para un uso particular, implica determinar su tipo y diseño de acuerdo a las necesidades y características de la instalación, fijar sus dimensiones de acuerdo a la presión de trabajo, elegir el tipo de unión a la línea de tuberías para facilitar de montaje y servicio o la menor posibilidad de fugas, puntos de corrosión u otros problemas.

También se deben elegir los materiales de los diversos componentes (cuerpo y partes móviles), de acuerdo a la agresividad (corrosión, abrasión) del fluido, bajo las condiciones de temperatura y presión de operación.

De acuerdo a la presión de trabajo, se distingue dentro de cada tipo o diseño, una ‘clase’, expresada en libras / pulgada cuadrada (psi). Por ejemplo:

- Clase 150
- Clase 300
- Clase 600
- Clase 1500
- Clase 2500

Se opta por válvula de control (globo y mariposa), de retención y válvulas de seguridad (SAFETY-RELIEF VALVES) de acero inoxidable de 150 lbs.

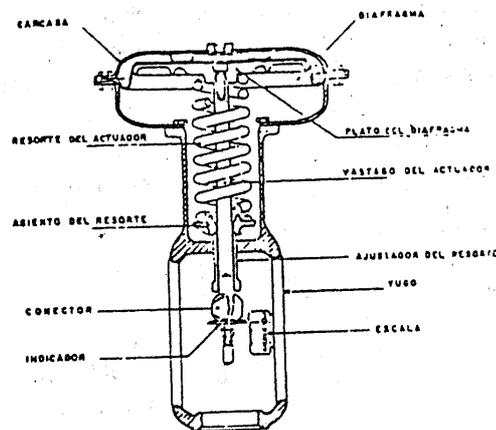


Fig.6. Actuador de una válvula de control.

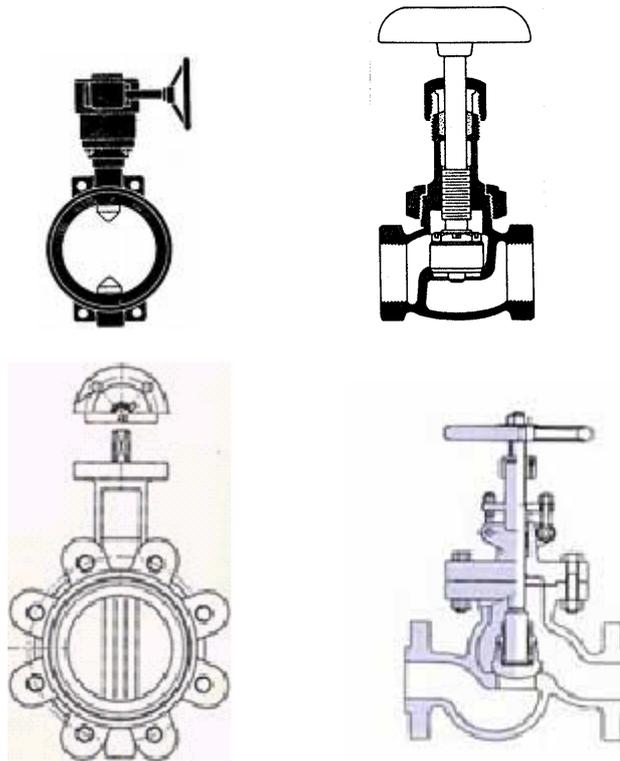


Fig. 7. Esquemas de válvulas de globo y mariposa.

Las de control de globo y mariposa se usarán en el sistema de flujo de fluidos en la planta, por el contrario, las válvulas de seguridad-alivio o (Safety-Relief Valves), se utilizarán en los tanques de almacenamiento de aceite, para evitar un aumento de presión debido a que se haga el vacío en el interior del tanque al entrar el flujo de aceite para su llenado por la parte inferior.

Estas válvulas tendrán forma de campana impuesta sobre un cilindro y con un tope para que se mantenga en su sitio y ocurre algún problema. El aire ira saliendo por ella a medida que va entrando el aceite por la parte inferior del tanque. Este tipo de válvulas es más cara que la válvula de alivio controlada, por lo que solo se colocará con control en los lugares que sea necesario un control del alivio de los tanques.

También podemos conseguir válvulas de alivio controladas. (fig.8).

VALVULA SEGURIDAD ALIVIO FIG. 370		A	B	C	D	E	F	G	H
⑤		1/4"							
⑥		3/8"		11,5	85	12			
⑧		1/2"		14,5	105	12			
④		3/4"		19,3	130	15			
②		1"		24	145	18			
⑦		1" 1/4		29	175	20			
③		1" 1/2		34	195	20			
①		2"		49	200	20			
		2" 1/2							
		3"							
	1	Pie válvula				Latón*			
	2	Campana				Latón fundic.			
	3	Obturador de cierre				Latón**			
	4	Resorte				Acero tratado			
	5	Tornillo regulador				latón			
	6	Tuerca regulación				latón			
	7	Porta-muelle inferior				latón			
	8	Porta-muelle super.				latón			
	FLUIDO	AIRE	AGUA	VAPOR					
	PN máx.	12	16	12	kgs				
	*	Opcional en bronce							
	**	Opcional en otro material el cierre							

Fig.8. Esquemas de válvulas de alivio de gases con control.

5.20 ANEXO XIX (A)

5.20.1 ESPECIFICACIONES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO PARA AGUAS RESIDUALES



Tank Capacity Charts

Water Standpipes and Reservoirs

AWWA Structural Design, Concrete Floor

Capacities in cubic meters

Tank with Concrete Floor

Tank Diameter	Nominal Height	Nominal Height																																			
		1.7	3.1	4.5	5.9	7.3	8.7	10.1	11.5	12.9	14.3	15.6	17.0	18.6	20.0	21.4	22.8	24.2	25.6	27.0	28.4	29.8	31.2	32.6	34.0	35.4	36.8										
3.4	9.1	15	28	40	53	66	79	91	104	117	130	142	155	170	183	195	208	221	234	246	259	272	285	297	310	323	336										
4.3	14.3	23	43	63	83	103	123	143	163	183	203	223	243	266	286	305	325	345	365	385	405	425	445	465	485	505	525										
5.1	20.6	34	63	91	120	149	178	206	235	264	292	321	350	383	411	440	469	498	526	555	584	612	641	670	699	727	756										
6.0	28.0	47	86	125	164	203	242	281	320	359	398	437	476	521	560	599	638	677	716	756	795	834	873	912	951	990	1029										
6.8	36.5	61	112	163	214	265	316	367	418	469	520	571	622	681	732	783	834	885	936	987	1038	1089	1140	1191	1242	1293	1344										
7.7	46.3	77	142	206	271	336	400	465	529	594	659	723	788	862	925	991	1056	1120	1185	1249	1314	1379	1443	1508	1572	1637	1702										
8.5	57.1	95	175	255	335	414	494	574	654	734	813	893	973	1064	1144	1223	1303	1383	1463	1542	1622	1702	1782	1862													
9.4	69.1	116	212	309	405	502	598	695	791	888	984	1081	1177	1287	1384	1481	1577	1674	1770	1867	1963	2060															
10.2	82.2	138	253	367	482	597	712	827	942	1056	1171	1286	1401	1532	1647	1762	1877	1992	2107	2221	2336																
11.1	96.5	162	296	431	566	701	836	970	1105	1240	1375	1510	1644	1798	1933	2068	2203	2338	2472																		
11.9	111.9	188	344	500	657	813	969	1126	1282	1438	1594	1751	1907	2066	2242	2398	2555	2711																			
12.8	128.5	215	395	574	754	933	1113	1292	1472	1651	1830	2010	2189	2395	2574	2753	2933																				
13.6	146.2	245	449	654	858	1062	1266	1470	1674	1879	2083	2287	2491	2725	2929	3133																					
14.5	165.0	277	507	738	968	1199	1429	1660	1890	2121	2351	2582	2812	3076	3306																						
15.3	185.0	310	569	827	1086	1344	1602	1861	2119	2378	2636	2895	3153	3448																							
16.2	206.1	346	634	922	1210	1498	1786	2073	2361	2649	2937	3225	3513																								
17.1	228.4	383	702	1021	1340	1659	1978	2297	2617	2936	3255	3574	3893																								
17.9	251.8	423	774	1126	1478	1830	2181	2533	2885	3236	3588	3940																									
18.8	276.4	464	850	1236	1622	2008	2394	2780	3166	3552	3938	4324																									
19.6	302.1	507	929	1351	1773	2195	2617	3039	3461	3882	4304																										
20.5	328.9	552	1012	1471	1930	2390	2849	3309	3768	4227	4687																										
21.3	356.9	599	1098	1596	2095	2593	3092	3590	4089	4587																											
22.2	386.0	648	1187	1726	2266	2805	3344	3883	4422	4961																											
23.0	416.3	699	1280	1862	2443	3025	3606	4188	4769																												
23.9	447.7	752	1377	2002	2628	3253	3878	4504	5129																												
24.7	480.2	807	1477	2148	2819	3490	4160	4831	5502																												
25.6	513.9	863	1581	2299	3017	3734	4452	5170																													
26.4	548.8	922	1688	2455	3221	3987	4754	5520																													
27.3	584.7	982	1799	2616	3432	4249	5065	5882																													
28.1	621.9	1044	1913	2782	3650	4519	5387	6256																													
29.0	660.1	1109	2031	2853	3875	4797	5719	6641																													
29.8	699.5	1175	2152	3129	4106	5063	6060																														
30.7	740.1	1243	2277	3310	4344	5378	6411																														
31.5	781.8	1313	2405	3497	4589	5661	6773																														
32.4	824.6	1385	2537	3688	4840	5992	7144																														
33.3	868.6	1459	2672	3885	5098	6311	7525																														
34.1	913.7	1536	2811	4087	5363	6639																															
35.0	959.9	1613	2953	4294	5635	6975																															
35.8	1007.3	1692	3099	4506	5913	7320																															
36.7	1055.9	1774	3248	4723	6198	7673																															
37.5	1105.5	1857	3401	4945	6490	8034																															
38.4	1156.4	1943	3558	5173	6788	8403																															
39.2	1208.3	2030	3716	5405	7093	8781																															
40.1	1261.4	2119	3881	5643	7405	9166																															
40.9	1315.7	2210	4048	5886	7723																																
41.8	1371.1	2303	4218	6133	8048																																
42.6	1427.6	2398	4392	6386	8380																																
43.5	1485.3	2495	4570	6644	8719																																
44.3	1544.1	2594	4751	6907	9064																																
45.2	1604.1	2695	4935	7176	9416																																
46.0	1665.2	2798	5123	7449	9775																																
46.9	1727.4	2902	5315	7727	10140																																
47.7	1790.8	3009	5510	8011	10512																																
48.6	1855.3	3117	5708	8300	10891																																
49.5	1921.0	3228	5911	8594	11277																																

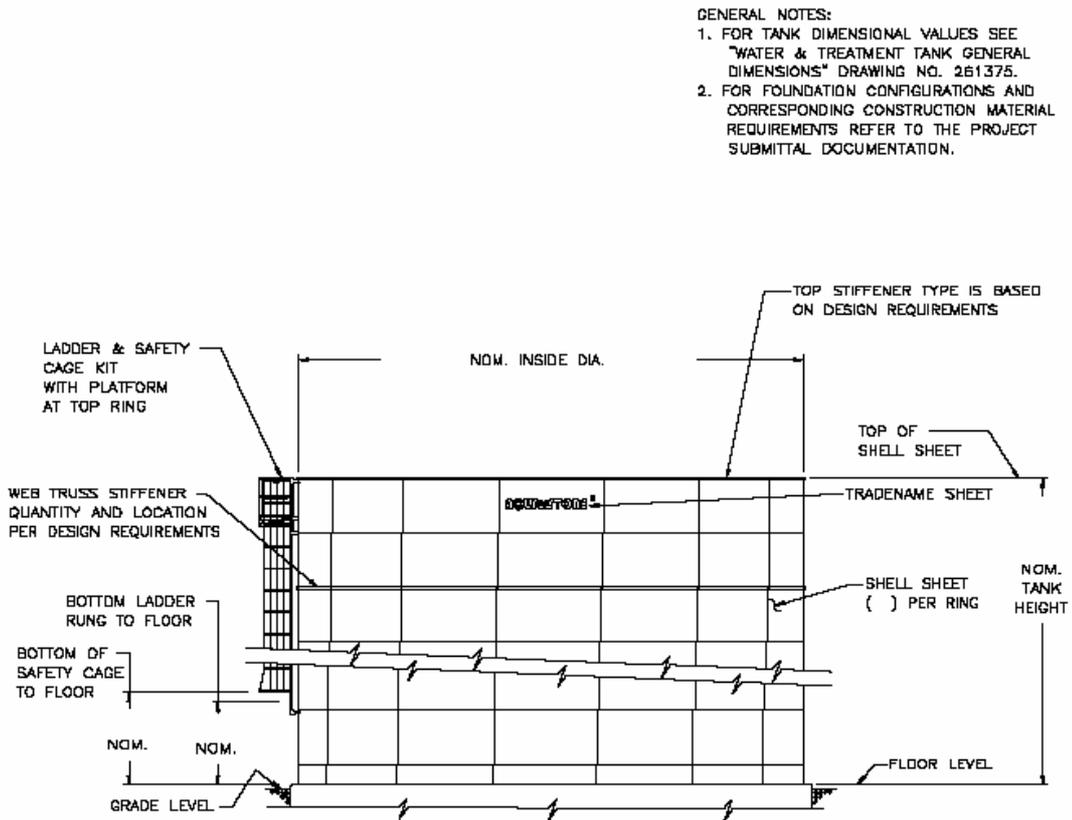
- Designed to meet structural requirements of AWWA D-103 Standard
- Seismic Design: I
- Specific Gravity: 1.0 @ STP
- Wind Speed: 160 KPH
- Snow (Live) Load: 122 Kg/M²
- Freeboard: None
- ANSI/NSF Standard 61 Approved
- Any size can be Factory Mutual Approved
- ISO 9001 Quality System Certified

Diameters and heights are measured in meters. These dimensions are nominal. Tanks may be designed to incremental heights not shown on this chart. Contact your local dealer or the Municipal/Industrial Sales Department for details.



5.21 ANEXO XIX (B)

5.21.1 EXQUEMA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO DE 11,10 DE DIAMETRO.



5.22 ANEXO XX (TABLA DE CONVERSIÓN)

5.22.1 TABLA PRÁCTICA DE CONVERSIÓN AL SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (SI)

Para convertir	a	Multiplicar por
<u>Longitud</u>		
pulgada	milímetro (mm)	25,4
pulgada	metro (m)	0,0254
pie (ft)	metro (m)	0,3047
yarda (yd)	metro (m)	0,9144
<u>Área</u>		
pie cuadrado (sq ft)	metro cuadrado (m ²)	0,09290
pulgada cuadrado (sq in)	milímetro cuadrado (mm ²)	645,2
pulgada cuadrada (sq in)	metro cuadrado (m ²)	0,0000006452
yarda cuadrada (sq yd)	metro cuadrado (m ²)	0,8361
<u>Volumen</u>		
pulgada cúbica (cu in)	metro cúbico (m ³)	0,00001639
pie cúbico (cu ft)	metro cúbico (m ³)	0,02832
yarda cúbica (cu yd)	metro cúbico (m ³)	0,7646
galón (gal) Canadá *	litro (l)	4,546
galón (gal) Canadá *	metro cúbico (m ³)	0,004546
galón (gal) Estados Unidos *	litro (l)	3,785
galón (gal) Estados Unidos *	metro cúbico (m ³)	0,003785
*Nota: un galón estadounidense equivale a 0,8321 de un galón canadiense		
<u>Fuerza</u>		
kilopontio (kip)	kilogramo (kgf)	453,6
kilopontio (kip)	newton (N)	4448,0
libra (pound (lb))	kilogramo (kgf)	0,4536
libra (pound (lb))	newton (N)	4,448
<u>Presión o Tensión</u>		
kilopontios/pulgada cuadrada (kips/square inch (ksi))	megapascal (MPa)	6,895
libra/pie cuadrado (Pound/square foot (psf))	kilopascal (kPa)	0,04788
libra/pulgada cuadrada (pound/square inch)(psi)	kilopascal (kps)	6,895
libra/pulgada cuadrada (pound/square inch (psi))	megapascal (MPa)	0,006895
libra/pie cuadrado (pound/square foot (psf))	kilogramo/metro cuadrado (kgf/m ²)	4,882
<u>Masa</u>		
libra (pound (avdp))	kilogramo (kg)	0,4536
tonelada (short, 2000 lb)	kilogramo (kg)	907,2
tonelada (short, 2000 lb)	tonelada (t)	0,9072

Para convertir	a	Multiplicar por
Grain (peso equivalente a 0,006 gramos) tonelada (t)	kilogramo (kg) kilogramo (kg)	0,000000006480 1000
<u>Masa (peso) por unidad de longitud</u>		
kilopontio/pie lineal (kip/lineal foot (klf)) libra/pie lineal (pound/linear foot (plf)) libra/pie lineal (pound/linear foot (plf))	kilogramo/metro (kg/m) kilogramo/metro (kg/m) newton/metro (N/m)	0,001488 1,488 14,593
<u>Masa por unidad de volumen (densidad)</u>		
libra/pie cúbico (pound/cubic foot (pcf)) libra/yarda cúbica (pound/cubil yard (pcy))	kilogramo/metro cúbico (kg/m ³) kilogramo/metro cúbico (kg/m ³)	16,02 0,5933
<u>Momento flexor o torsor</u>		
libra pulgada (inca-pound (in-lb)) pie pulgada (foot pound (ft-lb)) kilopontio pie (foot kip (ft-k))	newton metro newton metro	1,356 1356
<u>Temperatura</u>		
grado Fahrenheit (degf) grado Fahrenheit (degf)	grado Celsius (°C) grado Kelvin (K)	$t_c = (t_f - 32)/1,8$ $t_k = (t_f + 459,7)/1,8$
<u>Energía</u>		
unidad térmica británica (Btu) kilowatt hora (kilowatt hour (kwh))	joule (j) joule (j)	1056 3.600.000
<u>Potencia</u>		
caballo de fuerza (horsepower (hp)) (550 ft lb / sec)	watt (w)	745,7
<u>Velocidad</u>		
milla por hora (mile/hour (mph)) milla por hora (mile/hour (mph))	kilómetro / hora (km/h) metro/segundo (m/s)	1,609 0,4470
<u>Otras unidades</u>		
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de la sección (Section modulus (in³)) • Momento de inercia (moment of inertia (inch⁴)) 	mm ³ mm ⁴	16,387 416,231

Para convertir	a	Multiplicar por
<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de transferencia de calor (coefficient of heat transfer (Btu/ft²/h/°F)) 	w/m ² /°C	5,678
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de elasticidad (modulus of elasticity (psi)) 	MPa	0,006895
<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad Térmica (Thermal conductivity (Btu inch/ft²/h/°F)) 	wm/m ² /°C	0,1442
<ul style="list-style-type: none"> • Expansión Térmica (Thermal expansion (in/in/°F)) 	mm/mm/°C	1.800
<ul style="list-style-type: none"> • Area/longitud 	mm ² /m	2116,80

DOCUMENTO N° 2
PLANOS

6. PLANOS

6.1 Disposición general

6.2 Zona Recepción, Limpieza y Pesado

6.3 Tolvas de Almacenamiento

6.3.1 Planta Tolva

6.3.2 Alzado Tolva

6.4 Sala de Extracción

6.5 Área de Primera Extracción

6.5.1 Planta

6.5.2 Alzado

6.5.3 Canalización

6.5.4 Calefacción

6.6 Área de Segunda Extracción

6.6.1 Planta

6.6.2 Alzado

6.6.3 Canalización

6.7 Sala de Caldera

6.7.1 Planta

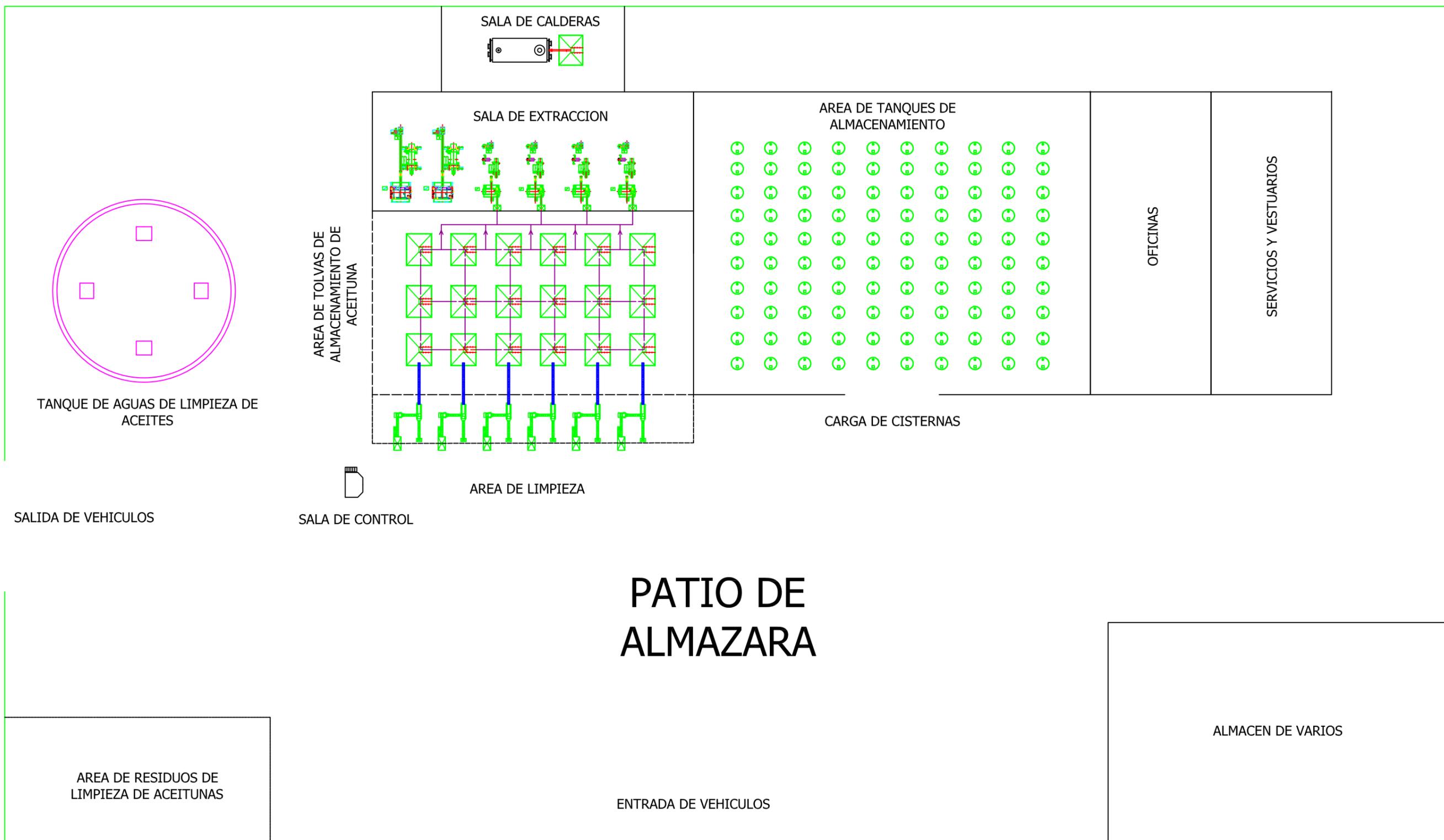
6.7.2 Alzado

6.8 Almacén de Aceite

6.8.1 Planta

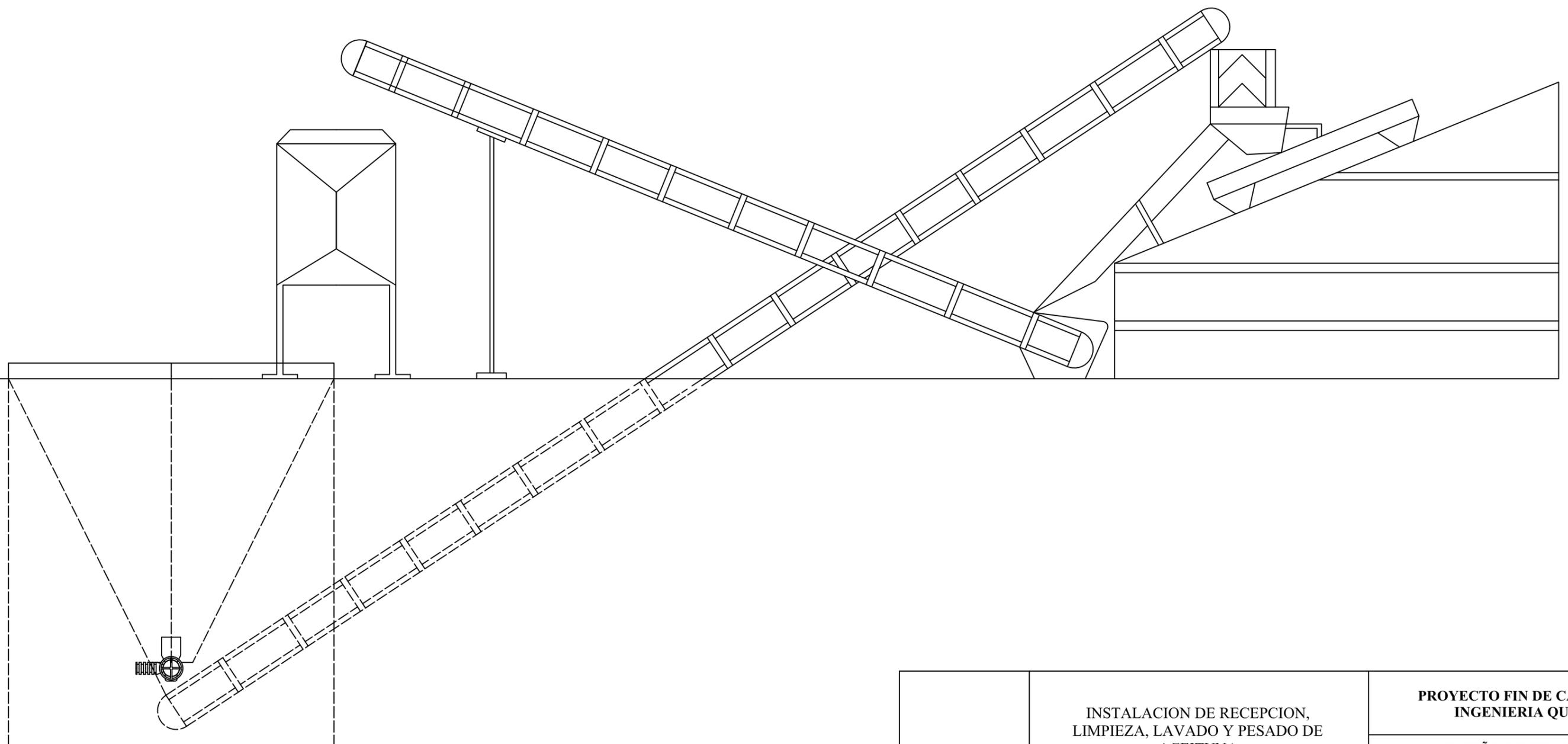
6.8.2 Alzado

6.9 Tanque Agua Residual



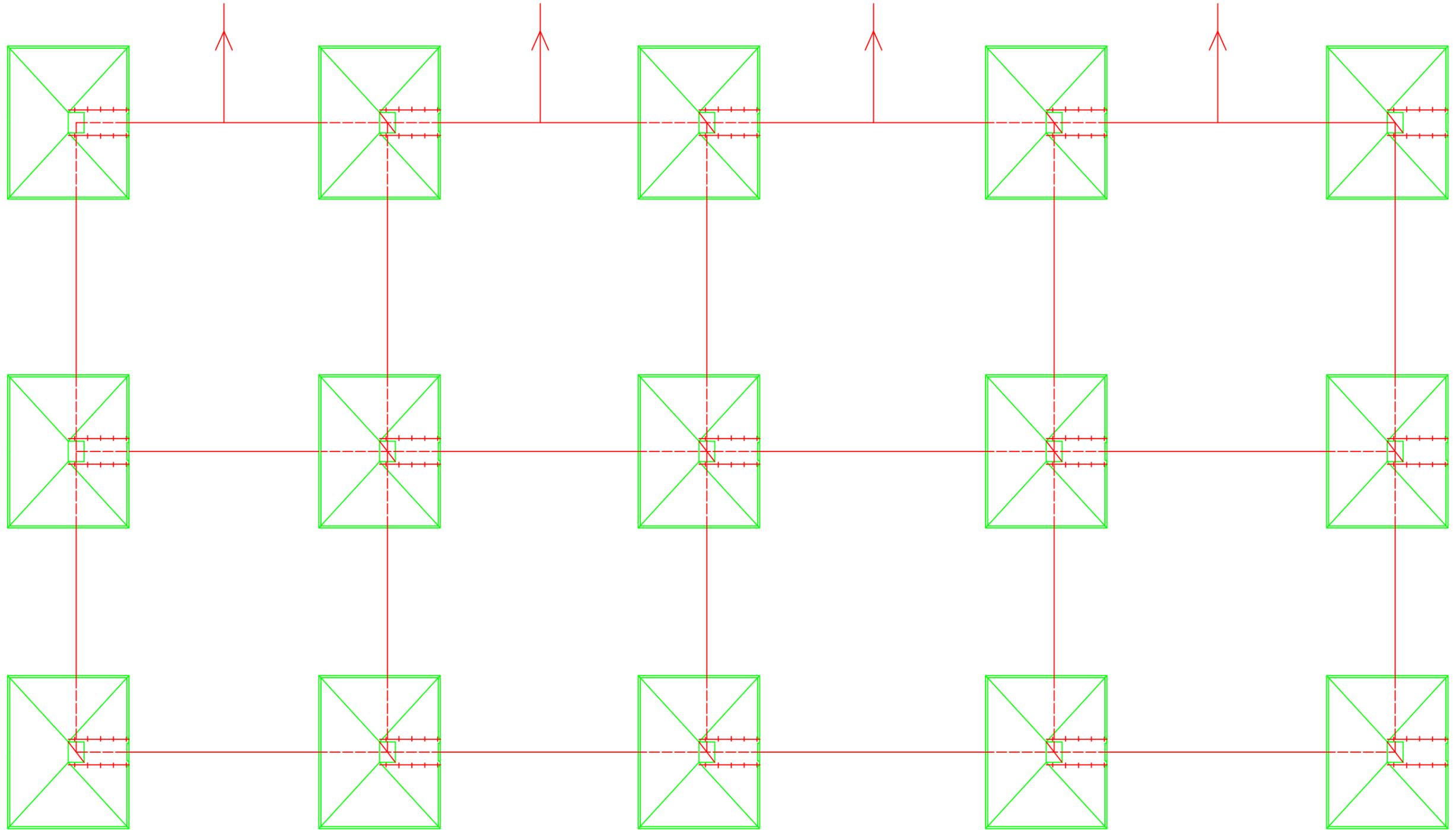
PATIO DE ALMAZARA

DISPOSICION GENERAL DE PLANTA DE ALMAZARA			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA	
			DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA	
REALIZADO	FECHA	NOMBRE	IDE	HOJA
DIBUJADO		M. D. B.		
APROBADO		M. D. B.		
				11

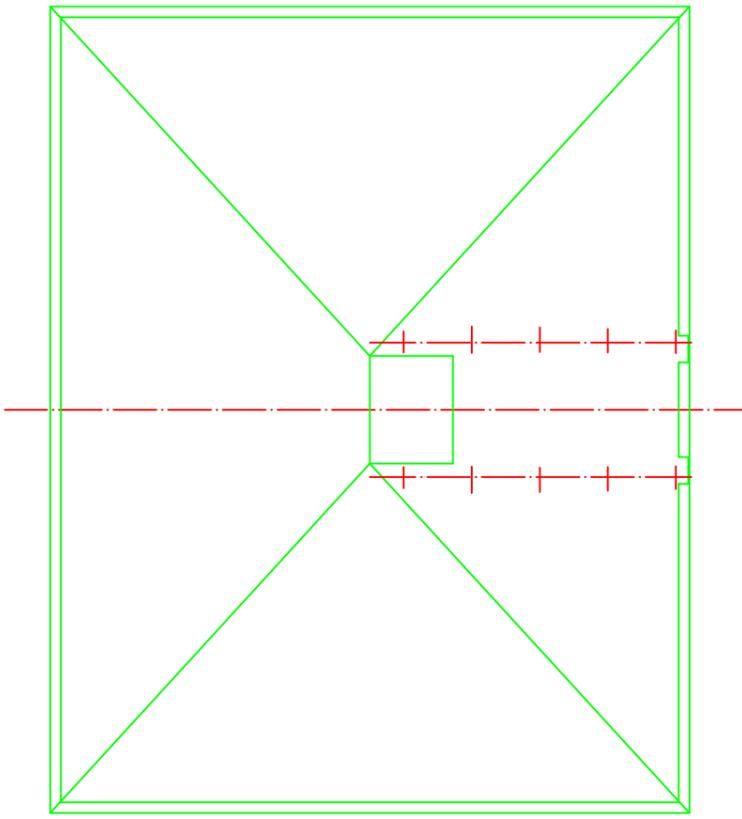


	INSTALACION DE RECEPCION, LIMPIEZA, LAVADO Y PESADO DE ACEITUNA			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA	
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA	
		FECHA	NOMBRE		
	REALIZADO		M. D. B.		
	DIBUJADO		M. D. B.		
	APROBADO				
				IDE	HOJA
					7

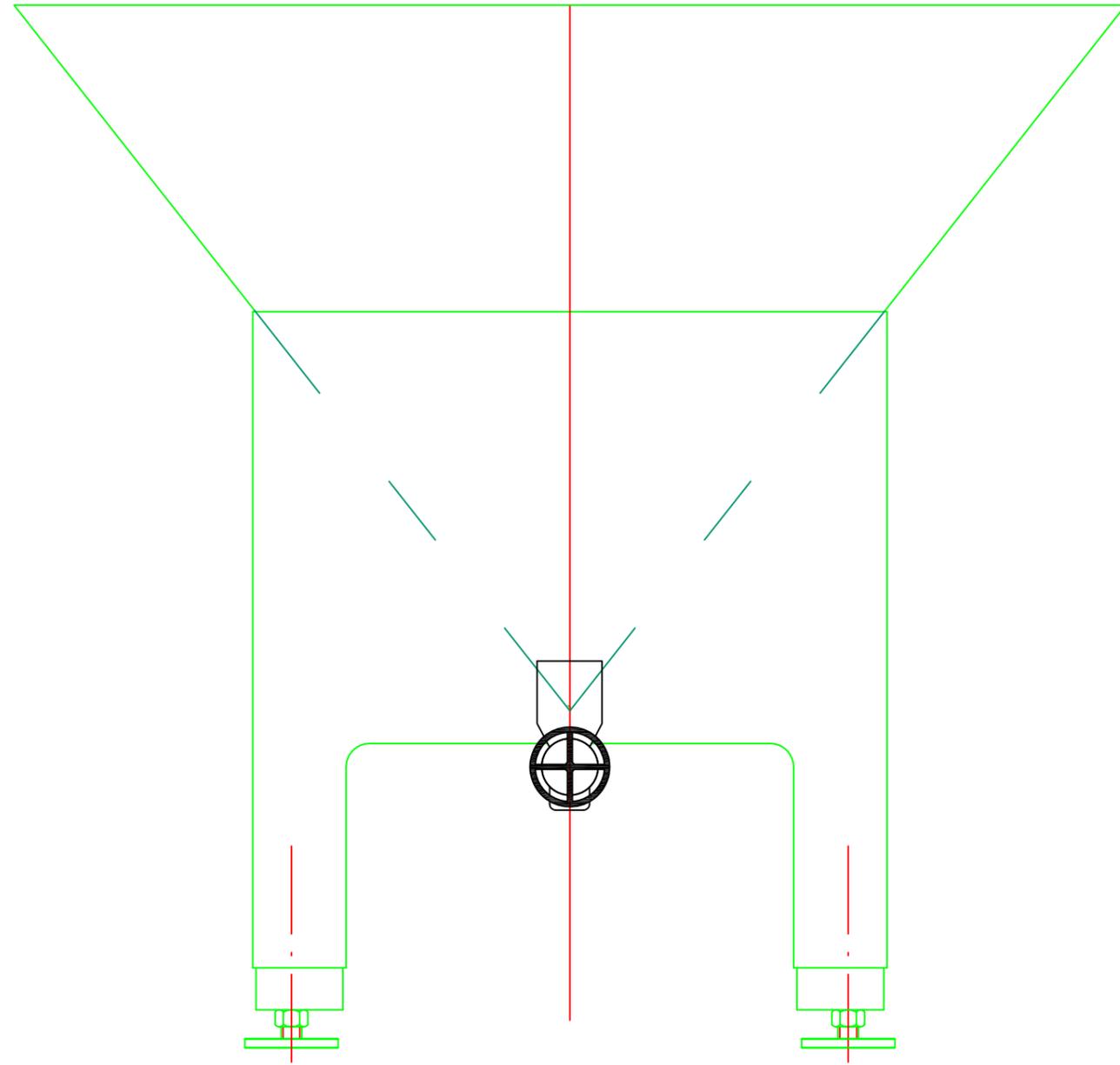
HACIA MOLINOS MOLTURADORES



	ALMACENAMIENTO			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA	
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA	
		FECHA	NOMBRE	IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.		
	DIBUJADO		M. D. B.		
	APROBADO				4

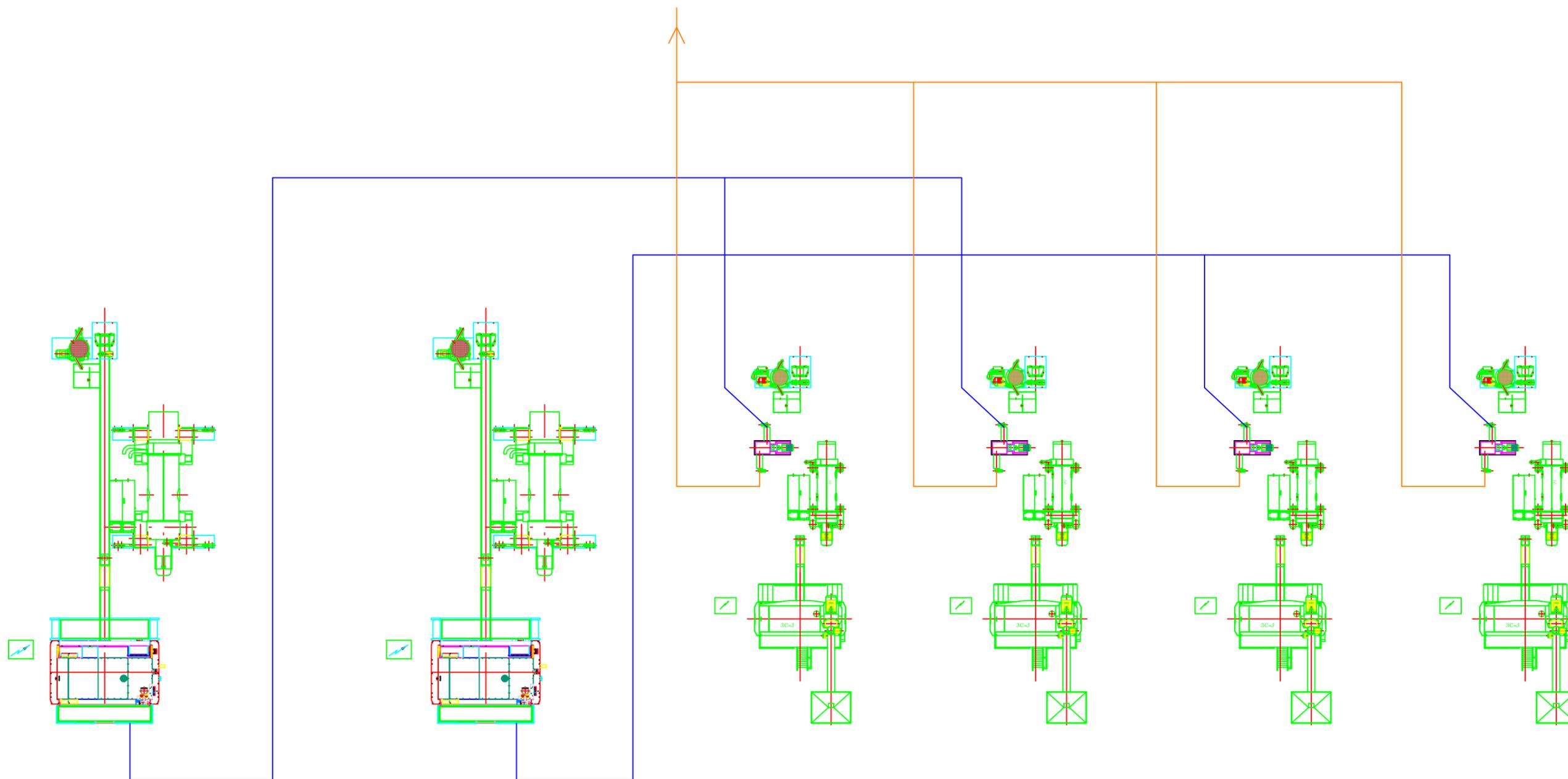


	PLANTA TOLVA			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			
	DIBUJADO		M. D. B.			2.1
	APROBADO					

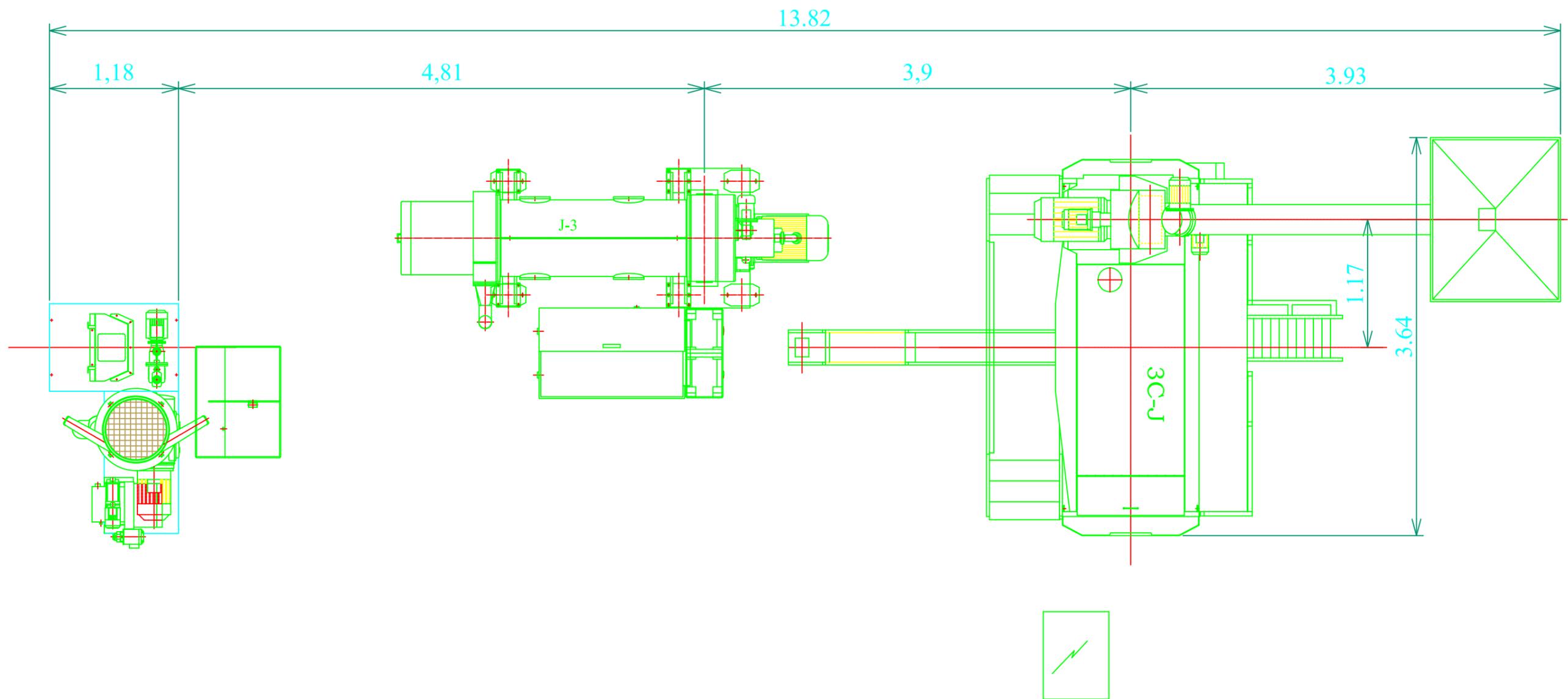


	ALZADO TOLVA			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO					2

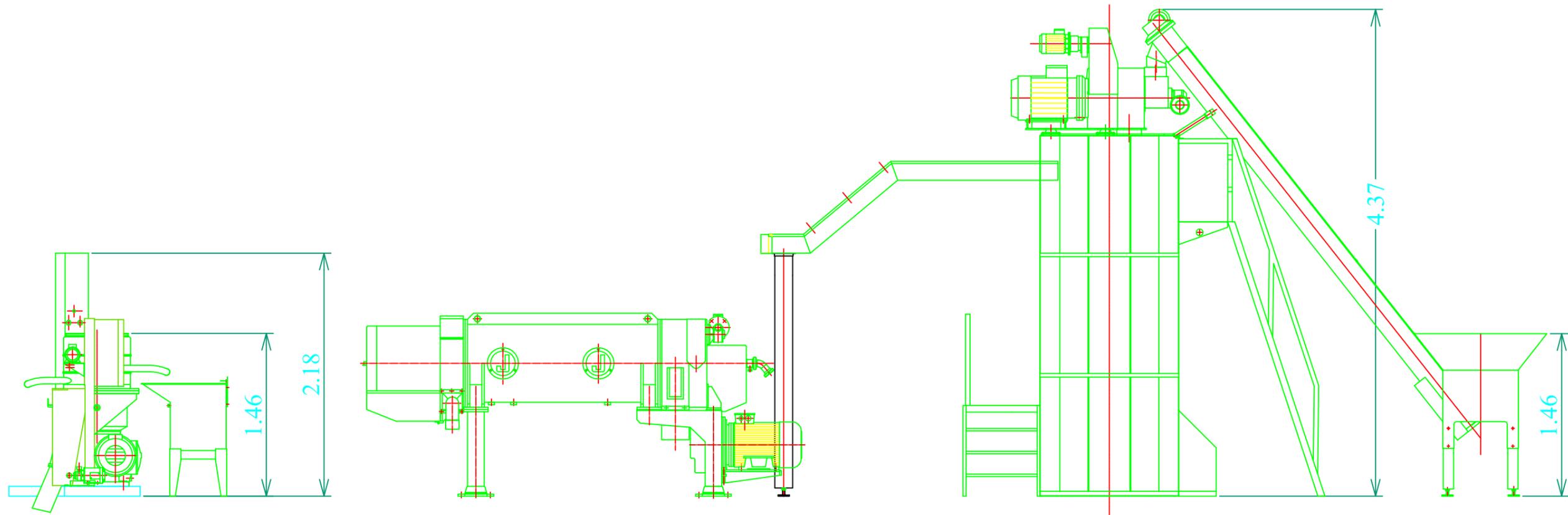
HACIA SALA DE CALDERAS



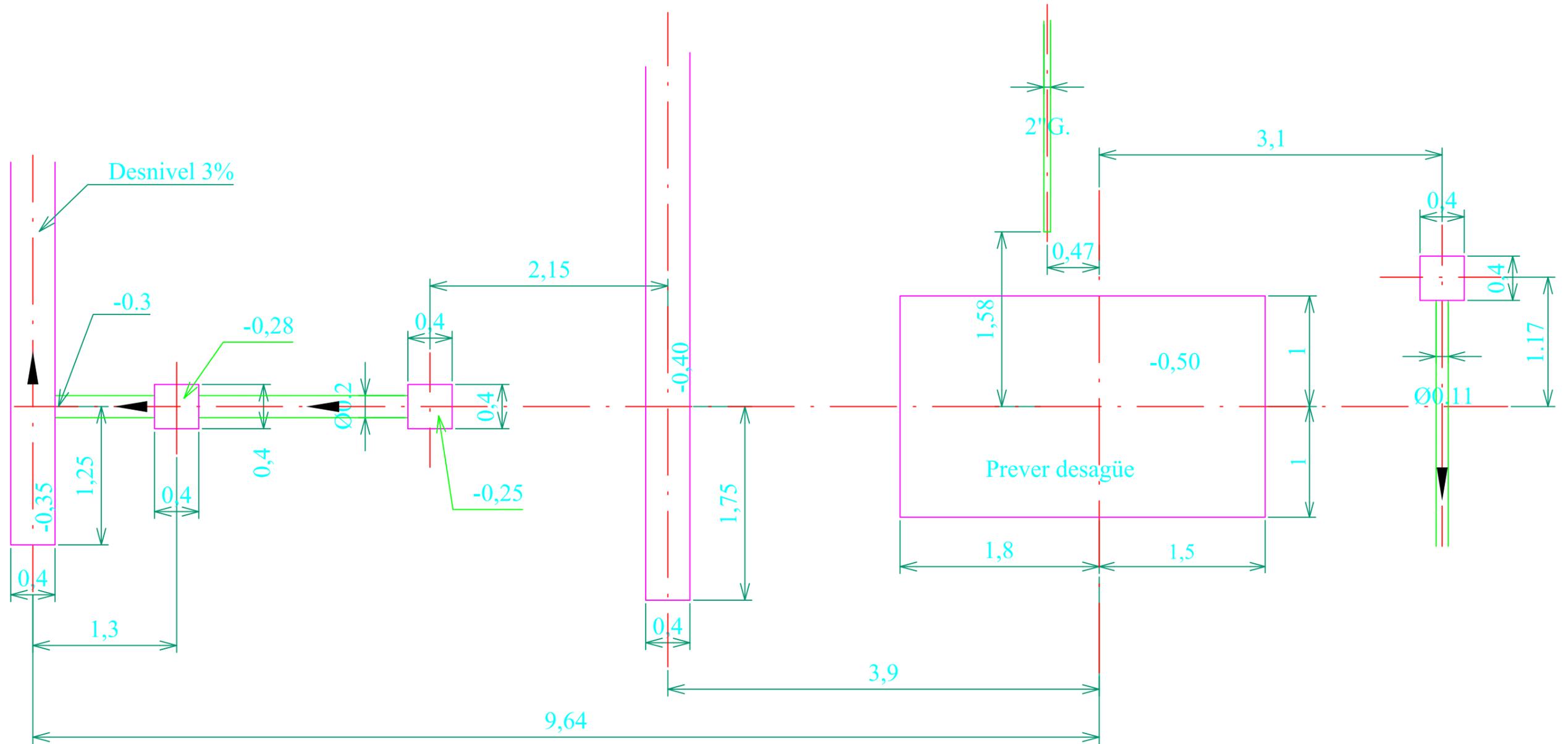
	ZONA DE EXTRACCION			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			8
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO					



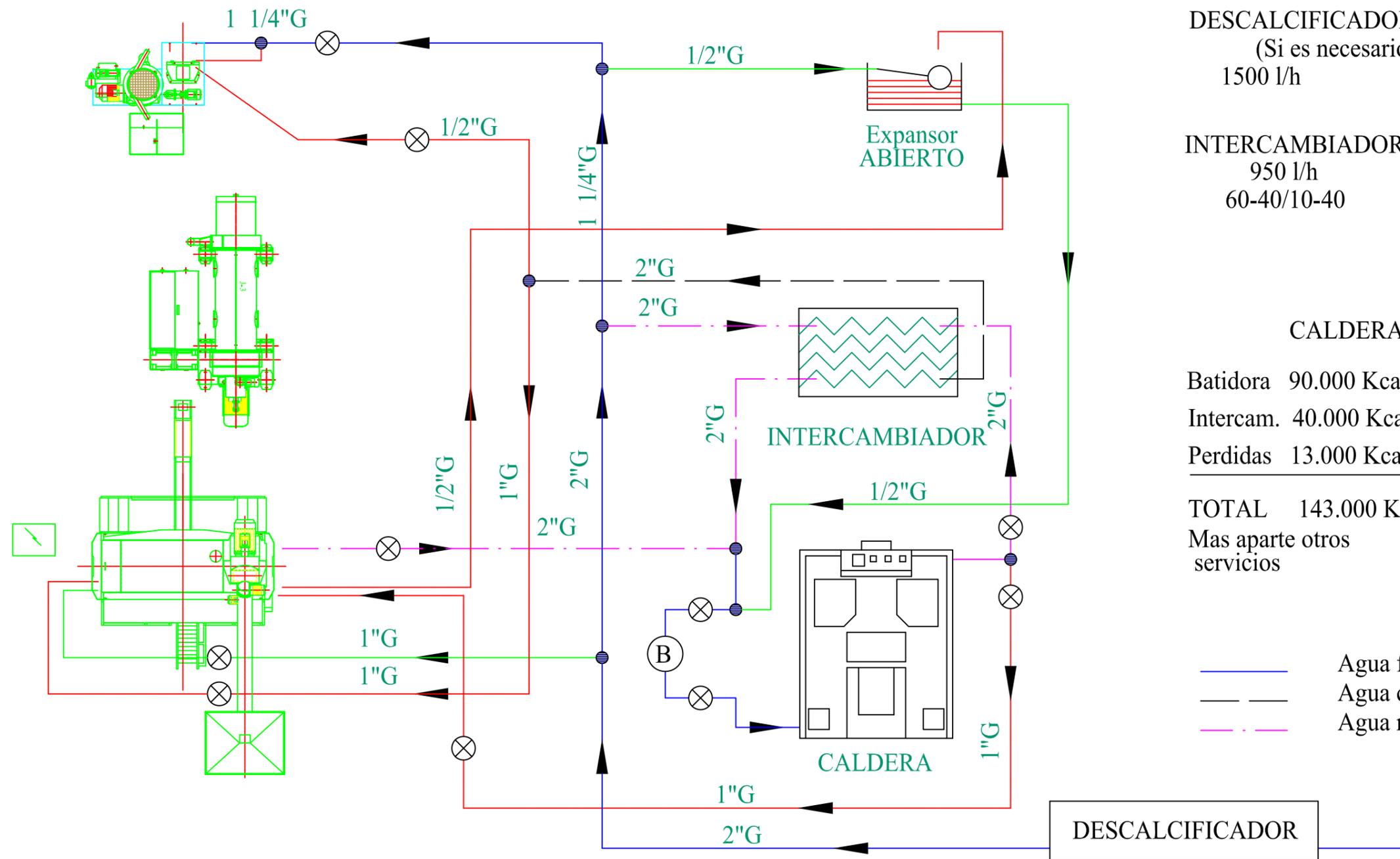
PLANTA SC-3J			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
			DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
	FECHA	NOMBRE	Escala 1:50	IDE	HOJA
REALIZADO		M. D. B.			10.1
DIBUJADO		M. D. B.			
APROBADO					



	ALZADO SC-3J			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE	Escala 1:50	IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			10
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO					



CANALIZACION SC-3J			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
			DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
	FECHA	NOMBRE	Escala 1:50	IDE	HOJA 10.3
REALIZADO		M. D. B.			
DIBUJADO		M. D. B.			
APROBADO					



DESCALCIFICADOR
(Si es necesario)
1500 l/h

INTERCAMBIADOR
950 l/h
60-40/10-40

CALDERA

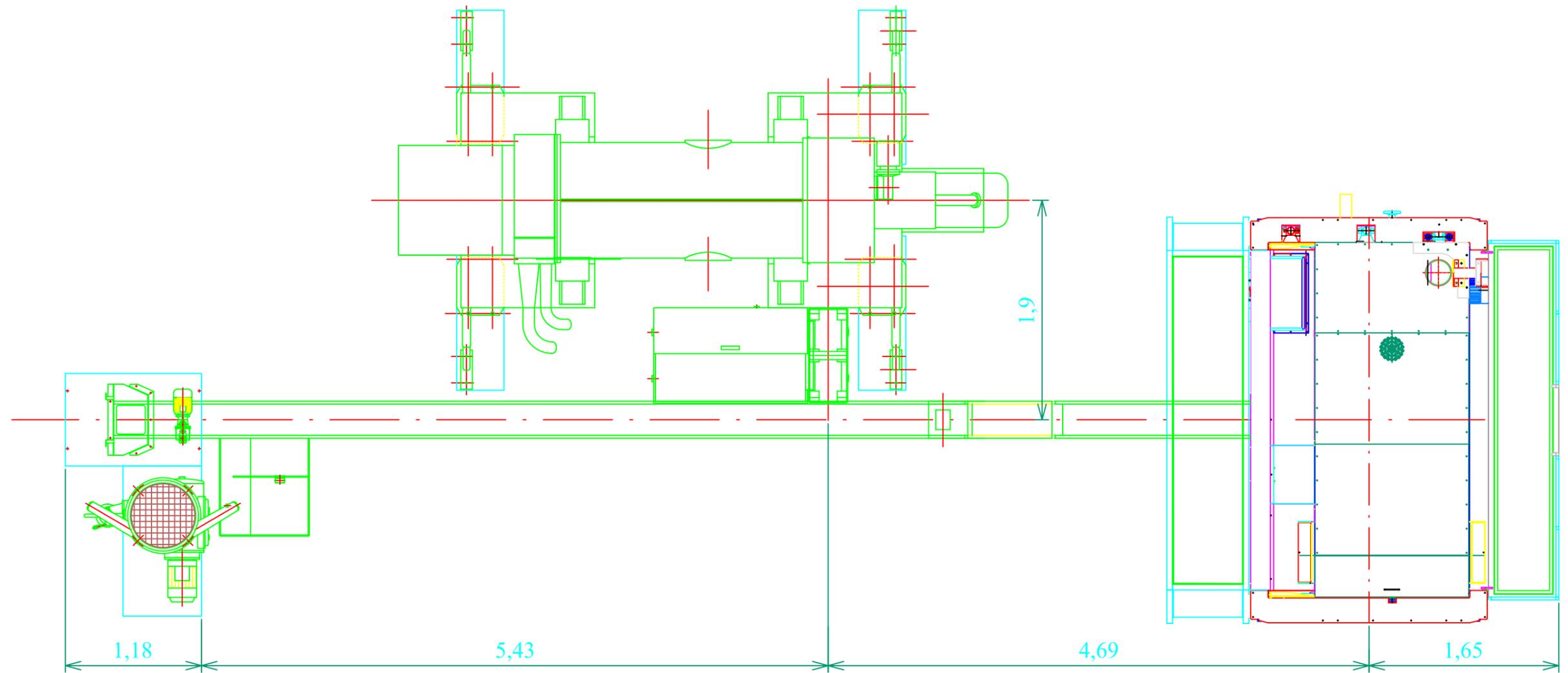
Batidora 90.000 Kcal/h
Intercam. 40.000 Kcal/h
Perdidas 13.000 Kcal/h

TOTAL 143.000 Kcal/h
Mas aparte otros
servicios

— Agua fria
— Agua caliente
- - - Agua retorno

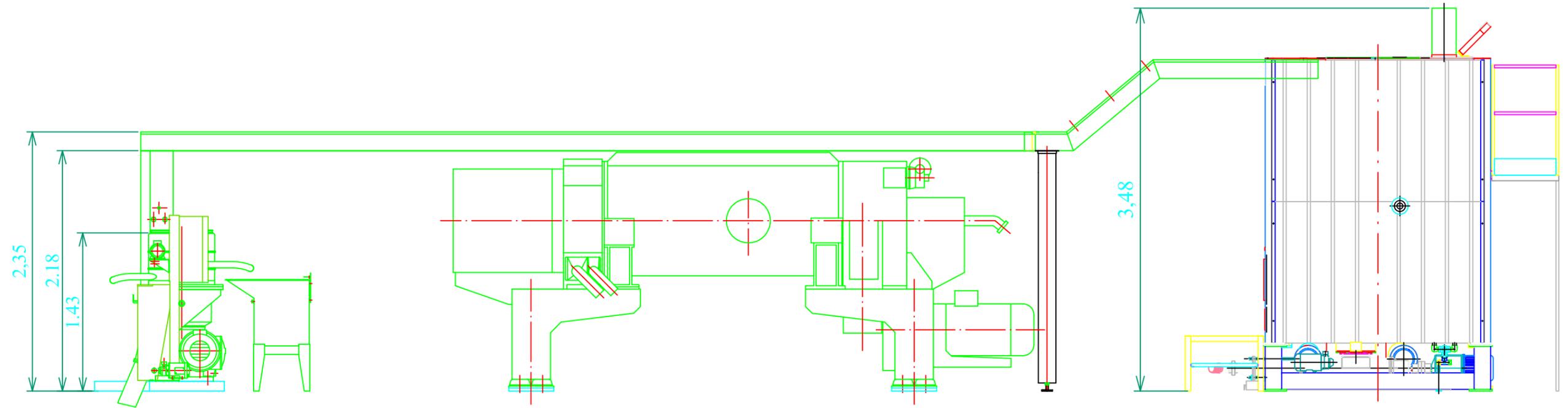
DESCALCIFICADOR

	CALEFACCION SC-3J			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO				10.2	

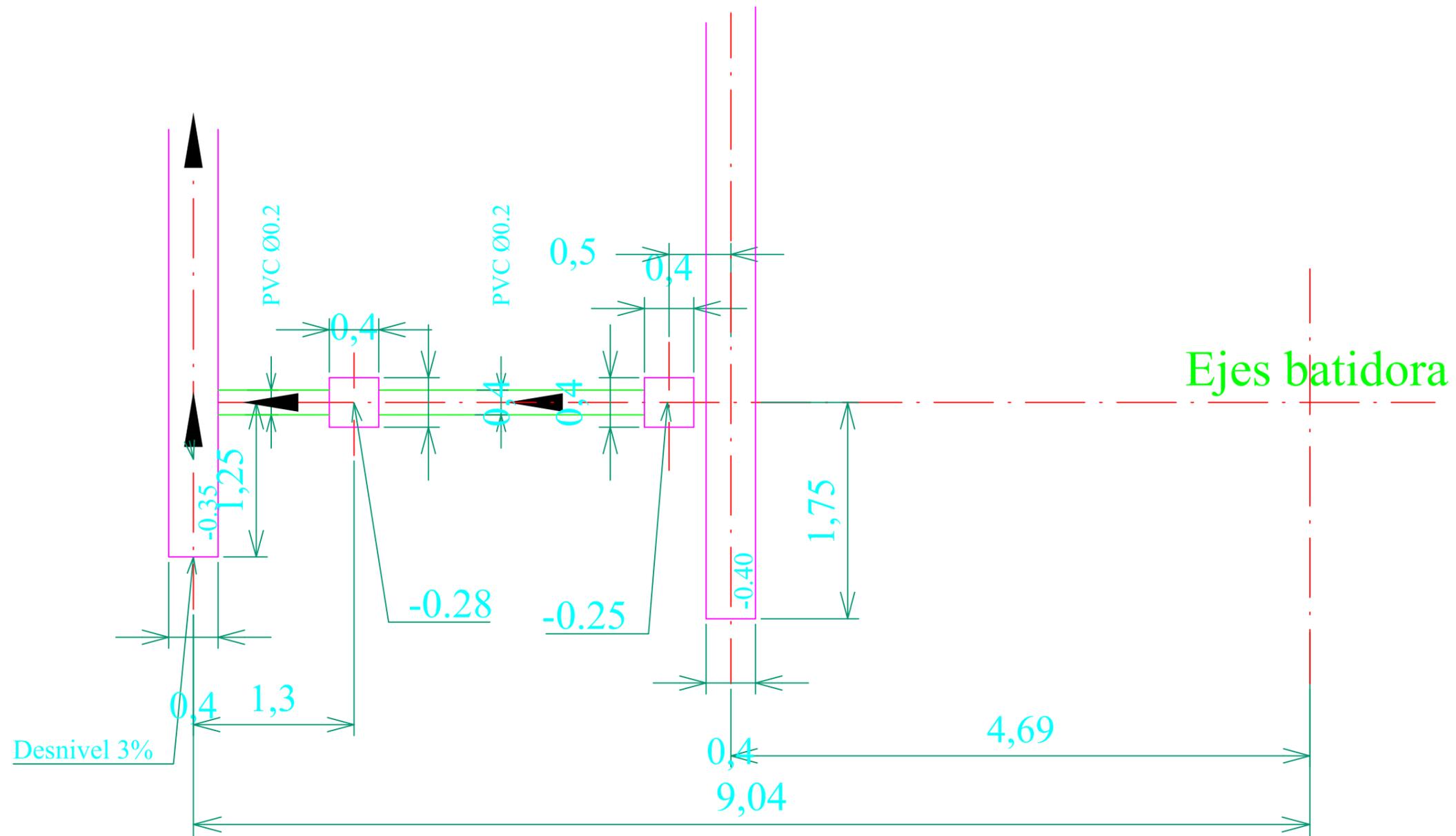


Escala. 1:50

	PLANTA SEGUNDA EXTRACCION			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
	REALIZADO	FECHA	NOMBRE	Escala. 1:50	IDE	HOJA
DIBUJADO		M. D. B.			9.1	
APROBADO						

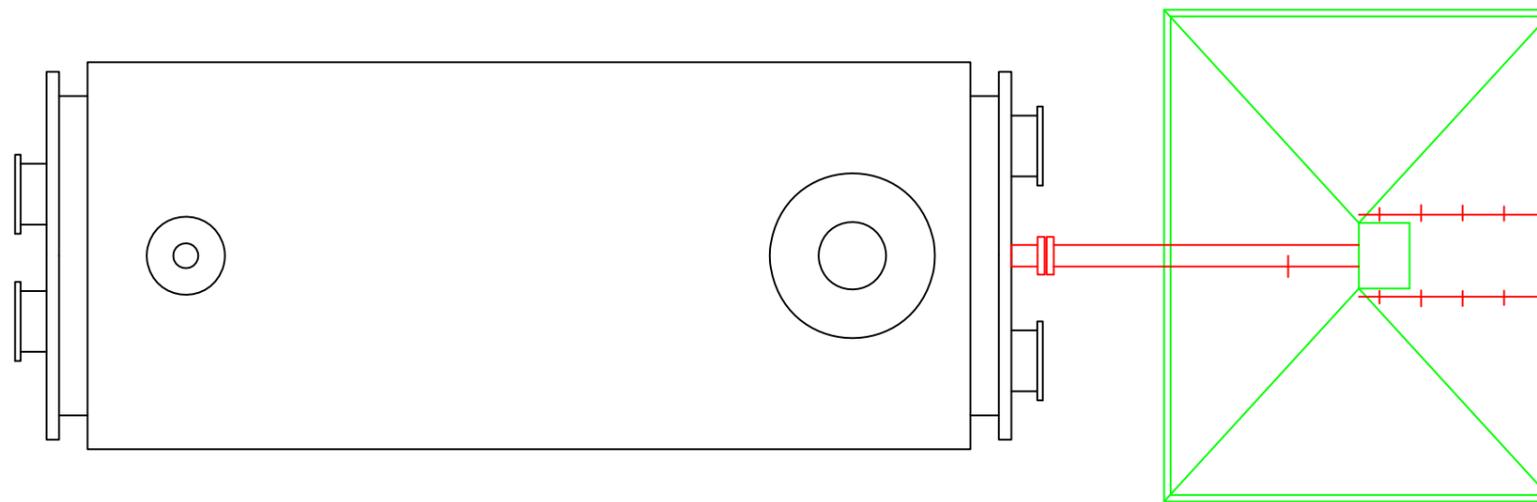


	ALZADO SEGUNDA EXTRACCION			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE	Escala. 1:50	IDE	HOJA
	REALIZADO	M. D. B.			9	
	DIBUJADO	M. D. B.				
	APROBADO					

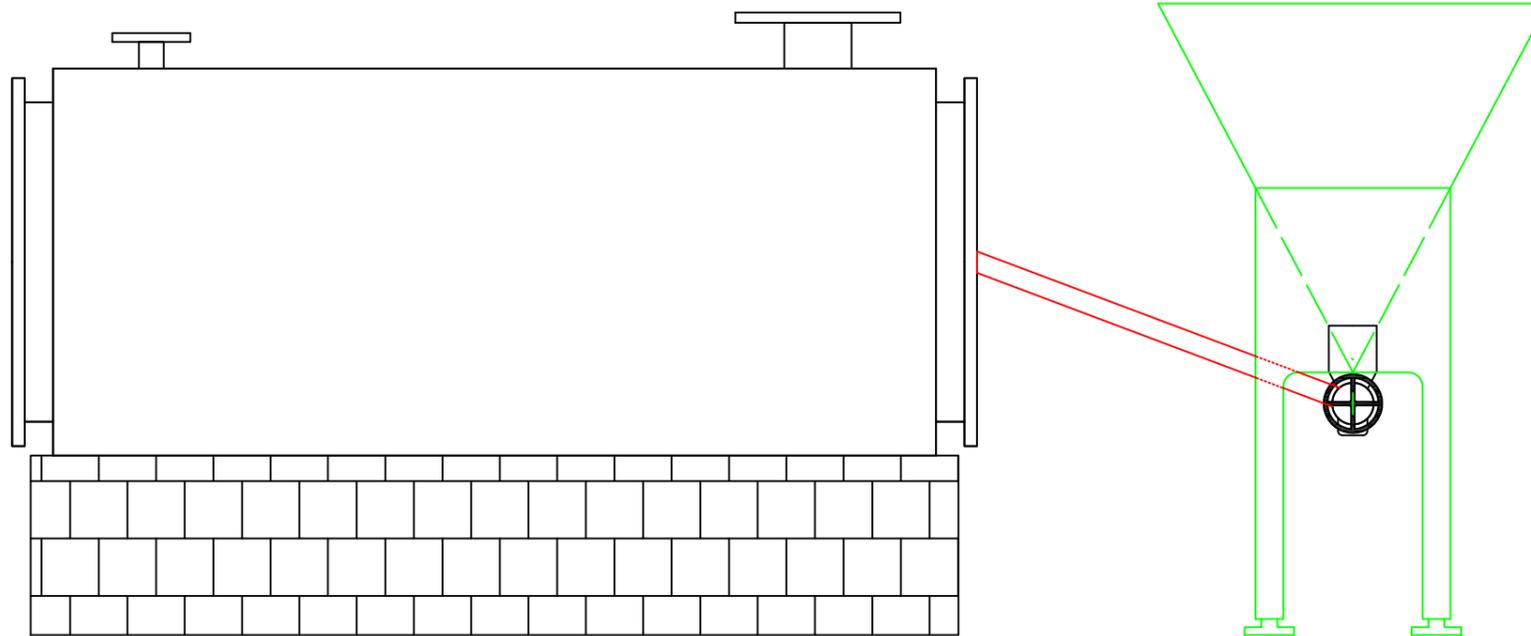


	CANALIZACION SEGUNDA EXTRACCION			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE	Escala. 1:50	IDE	HOJA
	REALIZADO		M.D.B.			9.2
	DIBUJADO		M.D.B.			
	APROBADO					

**TOLVA DE ALMACENAMIENTO DE
ALPERUJILLO**



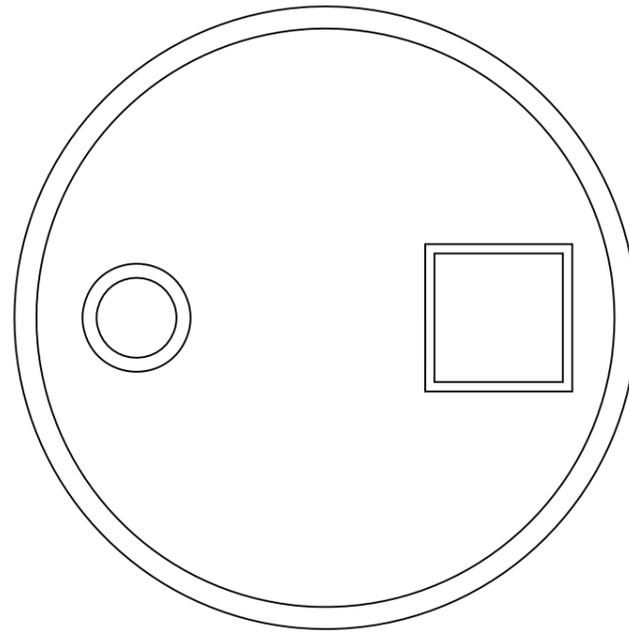
	PLANTA SALA DE CALDERAS			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA	
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA	
		FECHA	NOMBRE		
	REALIZADO		M. D. B.	IDE	HOJA
	DIBUJADO		M. D. B.		5
	APROBADO				



	ALZADO SALA DE CALDERAS			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			5
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO					



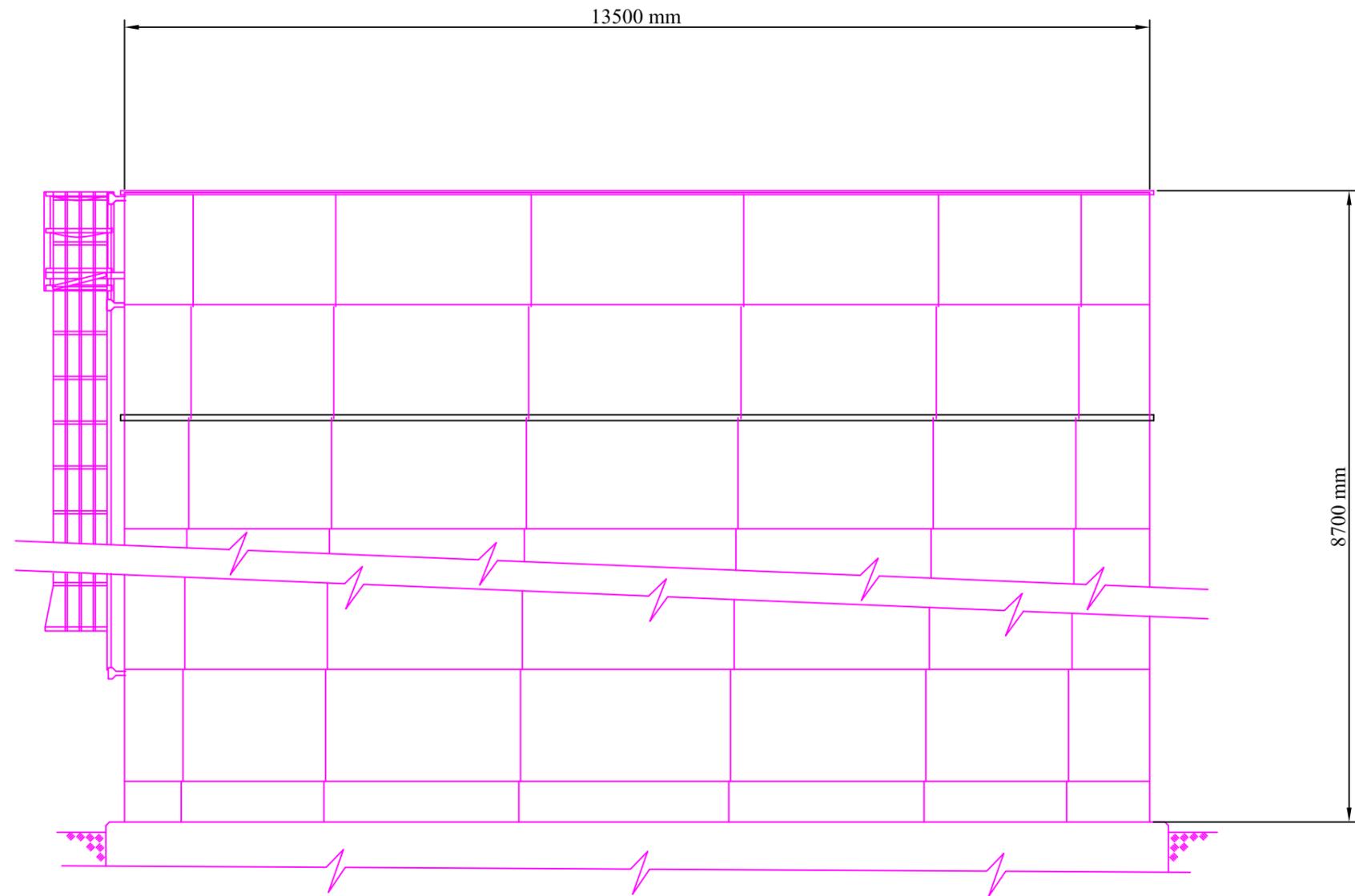
	SALA TANQUES DE ALMACENAMIENTO		PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
			DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
	FECHA	NOMBRE			
REALIZADO		M. D. B.		IDE	HOJA
DIBUJADO		M. D. B.			6
APROBADO					



	PLANTA TANQUE DE ACEITE			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO					1.1



	ALZADO TANQUE DE ACEITE			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
	REALIZADO		M. D. B.			
	DIBUJADO		M. D. B.			
	APROBADO					1



	TANQUE AGUAS RESIDUALES			PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA		
				DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA		
		FECHA	NOMBRE		IDE	HOJA
REALIZADO		M. D. B.			3	
DIBUJADO		M. D. B.				
	APROBADO					

DOCUMENTO N° 3
PLIEGO DE CONDICIONES

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Capítulo 1. ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PLIEGO

ARTÍCULO 1.-OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando la importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

ARTÍCULO 2.-OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

ARTÍCULO 3.-DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al contratista pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los planos, pliego de condiciones, cuadros de precios y presupuestos parcial y total, que se incluyen en el presente proyecto.

Los datos incluidos en la memoria y anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la dirección técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

ARTÍCULO 4.-COMPATIBILIDAD Y RELACION ENTRE LOS DOCUMENTOS

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

ARTÍCULO 5.-DIRECTOR DE LA OBRA

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Químico Superior, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director o sus subalternos puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Capítulo 2. LEGISLACIÓN APLICABLE

- REGLAMENTO DE ACTIVIDADES MOLESTAS, INSALUBRES, NOCIVAS Y PELIGROSAS (B.O.E. 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 (B.O.E. DE 2 DE ABRIL DE 1963).
- PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO. LEY 38/1972 DE LA JEFATURA DE ESTADO DE 21 DE DICIEMBRE DE 1972.
- DESARROLLO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE ATMOSFÉRICO. DECRETO 833/1975 DEL MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DE DESARROLLO DEL 6 DE FEBRERO DE 1975.

- NORMAS DEL MINISTERIO DE TRABAJO SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE (B.O.E. DE 12 Y 16 DE MARZO DE 1971).
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (B.O.E. DE 9 DE OCTUBRE DE 1973 Y 27, 28, 29 Y 31 DE DICIEMBRE DE 1973).
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA. ORDEN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DEL 28 DE JULIO DE 1974; (B.O.E. DE 2 Y 3 DE OCTUBRE DE 1974).
- NORMAS BÁSICAS PARA INSTALACIONES INTERIORES DE SUMINISTRO DE AGUA. ORDEN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DE 9 DE DICIEMBRE DE 1979 (B.O.E. DE 13 DE ENERO DE 1976).
- REAL DECRETO 1244/1979 DE 8 DE SEPTIEMBRE QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTAS E INSTALACIONES FRIGORÍFICAS.
- REAL DECRETO 1244/1979 DE 4 DE ABRIL POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE APARATOS DE PRESIÓN.

Capítulo 3. UNIDADES CONSTRUCTIVAS

1. UNIDAD DE RECEPCIÓN
2. UNIDAD DE LIMPIEZA Y PESADO
3. UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE ACEITUNA
4. UNIDAD DE MOLIENDA
5. UNIDAD DE TERMOBATIDO
6. UNIDAD DE EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO. DECANTACIÓN CENTRIFUGA: DECÁNTER
7. UNIDAD DE DESHUESADO
8. UNIDAD DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO. CENTRIFUGA VERTICAL
9. UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE
10. UNIDAD DEL CALDERA

7.2 CONDICIONES GENERALES

Capítulo 4. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

ARTÍCULO 6.- RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad. Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la NTE “saneamientos, drenajes y arenamientos”, así como lo establecidos en la orden de 15 de septiembre de 1.986, del MOPU.

ARTÍCULO 7.- ACERO LAMINADO

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo se establecen las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adoptan lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: “EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO LAMINADO EN EDIFICACIÓN”. SE FIJAN LOS TIPOS DE UNIONES, LA EJECUCIÓN EN EL TALLER, EL MONTAJE EN OBRA, LAS TOLERANCIAS Y LAS PROTECCIONES.

- NBE-MV-103: “ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACIONES”, DONDE SE FIJAN LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACERO LAMINADO, LA DETERMINACIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS Y LOS PRODUCTOS LAMINADOS ACTUALMENTE UTILIZADOS.
- NBE-MV-105: “ROBLENES DE ACERO”.
- NBE-MV-106: “TORNILLOS ORDINARIOS CALIBRADOS PARA ESTRUCTURAS DE ACERO”.
- NTE-EA: “ESTRUCTURAS DE ACERO”.

ARTÍCULO 8.- ALBAÑILERIA

Se refiere el presente artículo a la fábrica de bloques de hormigón o ladrillo, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimiento de paramentos, suelos, escalera y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipo de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFL: “FACHADAS DE LADRILLO”.
- NTE-EFL: “ESTRUCTURAS DE FÁBRICA DE LADRILLO”.
- NTE-RPA: “REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS. ALICATADOS”.
- NTE-RPE: “REVESTIMIENTOS DE PARAMENTOS. ENFOSCADO”.
- NTE-RPG: “REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS. GUARNECIDOS Y ENLUCIDOS”.
- NTE-RPP: “REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS. PINTADAS”.
- NTE-RPR: “REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS. REVOCOS”.
- NTE-RSP: “REVESTIMIENTO DE SUELOS Y ESCALERAS. PLACAS”.
- NTE-RTC: “REVESTIMIENTO DE TECHOS. CONTINUOS”.
- NTE-PTL: “Tabiques de ladrillo”.

ARTÍCULO 9.-CARPINTERIA Y CERRAJERIA

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

- NTE-PPA: “PUERTAS DE ACERO”.
- NTE-PPM: “PUERTAS DE MADERA”.

ARTÍCULO 10.- AISLAMIENTOS

LOS MATERIALES A EMPLEAR Y EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO ESTARÁN DE ACUERDO CON LO PRESCRITO EN LA NORMA NBE-CB/79 SOBRE CONDICIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS QUE EN SU ANEXO 5 ESTABLECE LAS CONDICIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA AISLAMIENTO TÉRMICO ASÍ COMO CONTROL, RECEPCIÓN Y ENSAYOS DE DICHOS MATERIALES, Y EN EL ANEXO N° 6 ESTABLECE DIFERENTES RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE ESTE TIPO DE INSTALACIONES.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente proyecto.

ARTÍCULO 11.- RED VERTICAL DE SANEAMIENTO

Se refiere el presente artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa aséptica, pozo de filtración o equipo de depuración así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

- NTE-ISS: “INSTALACIONES DE SALUBRIDAD Y SANEAMIENTO”.
- NTE-ISD: “DEPURACIÓN Y VERTIDO”.
- NTE. ISA: “ALCANTARILLADO”.

ARTÍCULO 12. - INSTALACION ELÉCTRICA

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”.

ARTÍCULO 13.- INSTALACIONES DE FONTANERIA

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NTE-IFA: “INSTALACIONES DE FONTANERÍA”.
- NTE-IFC: “INSTALACIONES DE FONTANERÍA. AGUA CALIENTE”.
- NTE-IFF: “INSTALACIONES DE FONTANERÍA. AGUA FRÍA”.

ARTÍCULO 14.- INSTALACIONES DE PROTECCION

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución de los materiales, de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE.IPP: “protección contra el fuego”, y anejo nº 6 de la EH.82.

ARTÍCULO 15.- OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien a su

vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

Capítulo 5. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.

5.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.

ARTÍCULO 16.- REMISION DE SOLICITUD DE OPFERTAS

Por la dirección técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

ARTÍCULO 17.- RESIDENCIA DEL CONTRATISTA

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de la ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia.

Designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

ARTÍCULO 18.- RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE DIRECCION

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

ARTÍCULO 19.- DESPIDO POR INSUBORDINACION, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

ARTÍCULO 20.- COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

5.2. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA.

ARTÍCULO 21.- FACULTADES DE LA DIRECCION DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por si o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación” sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

5.3. LIBRO DE ÓRDENES Y VISITAS.

ARTÍCULO 22.- LIBRO DE ÓRDENES

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el contratista el libro de órdenes, en el que se anotarán las que el ingeniero director de obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio para el contratista como las que figuran en el pliego de condiciones.

5.4. COMIENZO, RITMO, PLAZO Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

ARTÍCULO 23.- COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCION

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al ingeniero director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de seis meses.

El contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la reglamentación oficial del trabajo.

ARTÍCULO 24.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “condiciones generales de índole técnica” del “pliego general de condiciones varias de la edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la

deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el ingeniero director o sus subalternos no la hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

5.5. OBRAS DEFECTUOSAS Y MODIFICACIONES POR FUERZA MAYOR.

ARTÍCULO 25.- TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá con lo establecido en el artículo 34.

ARTÍCULO 26.- OBRAS Y VICIOS OCULTOS

Si el ingeniero director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán a cuenta del contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

5.6. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.

ARTÍCULO 27. - RECEPCIONES PROVISIONALES

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del propietario, del ingeniero director de la obra y del contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente y comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el ingeniero director debe señalar al contratista para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento de la obra y se estuviese conforme con las condiciones de este pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se le entregará al contratista.

ARTÍCULO 28.- PLAZO DE GARANTIA

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

ARTÍCULO 29.- CONSERVACION DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que le ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “pliego de condiciones económicas”.

El contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

ARTÍCULO 30.- RECEPCION DEFINITIVA

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

ARTÍCULO 31.- LIQUIDACION FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 32.- LIQUIDACION EN CASO DE RESCISION

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Capítulo 6. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

6.1. FIANZA.

ARTÍCULO 33.- GARANTIAS

El ingeniero director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personal, al objeto de cerciorarse de si este reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato, dichas referencias las presentará el contratista antes de la firma del contrato.

ARTÍCULO 34.- FIANZAS

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

6.2. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.

ARTÍCULO 35.- EJECUCION DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

6.3. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.

ARTÍCULO 36.- DEVOLUCION DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

6.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

ARTÍCULO 37.- PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la dirección técnica el acta de avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo, ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director, y a concluirla a satisfacción de éste.

ARTÍCULO 38.- RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el contratista, antes de la firma del contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán las bajas proporcionales hechas en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

6.5. REVISIONES DE PRECIOS.

ARTÍCULO 39.- REVISION DE PRECIOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el contratista puede solicitarla del propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación no estuviere conforma con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios

inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. Adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforma con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. Concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al perpetuado en los casos de revisión por alza de precios.

6.6. REVISIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

ARTÍCULO 40.- VALORACION DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fija en correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

ARTÍCULO 41.- MEDICIONES PARCIALES FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminada las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

ARTÍCULO 42.- EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el proyecto, y, por tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

ARTÍCULO 43.- VALORACION DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

ARTÍCULO 44.- CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulte de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo documento, y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales intervenidos en la obra, a cuyo efecto deberá presente el Contratista los comprobantes que se exigen

ARTÍCULO 45.- PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

ARTÍCULO 46.- SUSPENSION POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos, ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

ARTÍCULO 47.- INDEMNIZACION POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista pro causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

ARTÍCULO 48.- INDEMNIZACION POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se consideran como tales casos únicamente los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.
2. Los daños producidos por terremotos y maremotos.
3. Los producidos por vientos huracanados, mares y crecida de los ríos superiores a las que se sean de prever el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar daños.
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc. Propiedad de la Contrata.

6.7. SEGUROS DE LA OBRA.

ARTÍCULO 49.- SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del Propietario para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de la cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero eso en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado pro la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista entes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

Capítulo 7. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

7.1. ARBITRAJE Y JURISDICCIÓN.

ARTÍCULO 50.- JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

El contratista se obliga a lo establecido en la ley de contratos de trabajo y además a lo dispuesto por la de accidentes de trabajo, subsidio familiar y seguros sociales.

Serán de cargo y cuenta del contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realizan durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del ingeniero director.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

ARTÍCULO 51.- PAGOS DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

7.2. ACCIDENTES Y DAÑOS A TERCEROS.

ARTÍCULO 52.- ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

7.3. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.

ARTÍCULO 53.- CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se consideran causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del contratista.
2. La quiebra del contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales de mismo, a juicio del ingeniero director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del proyecto modificadas.
 - La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos del 40 por 100, como mínimo de las unidades del proyecto modificadas.
4. La suspensión de la obra comenzada, y en todo caso siempre que, por causas ajenas a la contrata, no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
6. El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
7. El cumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
9. El abonado de la obra sin causa justificada.
10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

7.3 CONDICIONES PARTICULARES

7.3.1 FONTANERIA

7.3.1.1 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”.

7.3.2 SANEAMIENTO

7.3.2.1 NORMATIVA BÁSICA:

- NTE-ISS: “INSTALACIONES DE SALUBRIDAD Y SANEAMIENTO”.
- NTE-ISD: “DEPURACIÓN Y VERTIDO”.
- NTE-ISA: “ALCANTARILLADO”.

7.3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7.3.3.1 NORMATIVA BÁSICA:

- DECRETO 2413/1973 DE 20 DE SEPTIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (R.E.B.T.).
- DECRETO 2295/1985 DE 9 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE MODIFICA EL 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 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 TÉCNICAS 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 LA 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”.

7.3.4 RED CONTRA INCENDIOS

7.3.4.1 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 29-11-1984. 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. MODIFICACIÓN DE LOS PUNTOS 2 Y 7 DEL CAPITULO I.

7.3.5 CONDICIONES PARTICULARES DE LOS EQUIPOS DE PROCESO

7.3.5.1 NORMATIVA BÁSICA:

- REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTEAS E INSTALACIONES FRIGORÍFICAS EN EL REAL DECRETO 3099/1977 DE 8 DE SEPTIEMBRE.
- REAL DECRETO 394/1977 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 473/1988 DE 30 DE MARZO Y 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 FLUIDO RELATIVOS A CALDERAS.

- REAL DECRETO 473/1988 DE 30 DE MARZO, POR 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.

7.3.6 LEGISLACIÓN APLICABLE EN LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN

7.3.6.1 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 3 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 L2001, 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 Reglamento (CE) 640/1999 y Reglamento (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.

7.3.6.1.1 REGLAMENTACIÓN ESTATAL

- **Real Decreto 3000/1979**, de 7 de diciembre, sobre regulación de procesos industriales en el sector del aceite de oliva. (B.O.E. 18.01.80)

- **Real Decreto 308/1983**, de 25 de enero, por el que se aprueba la **Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles**. (B.O.E. 21.02.83)

Modificaciones:

- i. **Real Decreto 2813/1983**, de 13 de octubre, por el que se modifica el último párrafo del apartado d) del punto 2.1., "Etiquetas", 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. (B.O.E. 11.11.83)

- ii. **Real Decreto 259/1985**, de 20 de febrero, por el que se complementa la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles, con la aplicación de la determinación de Eritrodiol en los Aceites de Oliva. (B.O.E. 06.03.85)

- iii. **Real Decreto 1043/1987**, de 24 de julio, por el que se modifica la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles aprobada por el Real Decreto 308/1983, de 25 de enero. (B.O.E. 29.08.87)

- iv. **Real Decreto 494/1990**, de 16 de marzo, por el que se modifica la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles aprobada por Real Decreto 308/1983, de 25 de enero. (B.O.E. 24.04.90)

- v. **Real Decreto 98/1992**, de 7 de febrero, por el que se modifica la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales

Comestibles, aprobada por Real Decreto 308/1983, de 25 de enero. (B.O.E. 13.02.92)

- vi. **Real Decreto 1909/1995**, de 24 de noviembre, por el que se modifica el apartado 5.1.d) del Título III de la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles, aprobada por el Real Decreto 308/1983, de 25 de enero. (B.O.E. 23.01.96)

- **Real Decreto 2551/1986**, de 21 de noviembre, por el que se regula la elaboración y comercialización de aceites de orujo refinado y de oliva. (B.O.E. 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.(B.O.E. 07.07.88)

- **Real Decreto 475/1988**, de 13 de mayo (BOE de 20 de mayo), por el que se establecen límite máximos permitidos de las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 en alimentos para consumo humano.

- **Real Decreto 1808/1991**, de 13 de diciembre (BOE de 25 de diciembre), por el que se regula las menciones o marcas que permiten identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio.

- **Real Decreto 930/1992**, de 17 de julio (BOE de 5 de agosto), por el que se aprueba la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios.

- **Real Decreto 538/1993**, de 12 de abril, por el que se modifica determinadas disposiciones relativas a los requisitos industriales de elaboración, circulación y comercio de aceites vegetales comestibles. (B.O.E. 05.04.93)

- **Real Decreto 2207/1995**, normas de higiene relativos a productos alimenticios.

- **Real Decreto 1334/1999**, de 31 de julio (BOE de 24 de agosto), por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios.
 - i. Corrección de errores en BOE de 23 de noviembre de 1999.

- ii. R.D. 238/2000, de 18 de febrero y RD 1324/2002, de 13 de diciembre.

- **Real Decreto 202/2000**, por el que se establecen las Normas Relativas a Manipuladores de Alimentos. (BOE nº 48, de 25 de febrero de 2000).

- **Real Decreto 142/2002**, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE de 20 de febrero).

- **Orden de 31 de enero de 1977** por la que se establecen métodos oficiales de análisis de aceites y grasas. (B.O.E. 14.07.77)
 - i. **Orden de 31 de julio de 1979** por la que se modifican o amplían los métodos oficiales de análisis de aceites y grasas. (B.O.E. 29.08.79)

 - ii. **Orden de 17 de septiembre de 1981** por la que se modifican o amplían los métodos oficiales de análisis de aceites y grasas. (B.O.E. 14.10.81)

- iii. **Orden de 1 de diciembre de 1981** por la que se modifican o amplían los métodos oficiales de análisis de aceites y grasas. (B.O.E. 20.01.82)

- **Orden de 13 de mayo de 1982** (BOE de 28 de mayo), por la que se aprueban los métodos de toma de muestras de diversos productos, entre ellos, aceites y grasas.

- **Orden de 12 de diciembre de 1984** sobre entrega de aceites de oliva virgen por las almazaras a sus cosecheros para autoconsumo. (B.O.E. 05.01.85)

- **Orden de 9 de octubre de 1985** por la que se establecen métodos oficiales de análisis de aceites y grasas. (B.O.E. 15.11.85)

- i. **Orden de 31 de enero de 1989** por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis de aceites y grasas (ácido erúxico). (B.O.E. 11.02.89)

- **Orden de 13 de enero de 1986** por la que se aprueba la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos para uso en la elaboración de Aceites Vegetales Comestibles. (B.O.E. 22.01.86)

- i. **Orden de 30 de noviembre de 1989** por la que se modifica la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados en la elaboración de Aceites Vegetales Comestibles. (B.O.E. 16.12.89)

- ii. **Orden de 1 de abril de 1992**, por la que se modifica la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados en la elaboración de Aceites Vegetales Comestibles. (B.O.E. 09.04.92)

- iii. **Orden de 18 de diciembre de 1995** por la que se modifica la de 13 de enero de 1986 por la que se aprueba la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos para uso en la elaboración de aceites vegetales comestibles. (B.O.E. 22.12.95)

- o **Orden de 26 de enero de 1989** por la que se aprueba la norma de calidad para los aceites y grasas calentados. (B.O.E. 31.01.89)

- i. **Orden de 1 de febrero de 1991** por la que se amplía la norma de calidad para los aceites y grasas calentados. (B.O.E. 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. (B.O.E. 24.11.2000)

7.3.6.1.2 REGLAMENTACIÓN AUTONÓMICA

- **Decreto 68/2000** Junta de Andalucía 23 marzo 2000, núm. 35/2000 Regula la designación del origen en los vírgenes envasados.

7.3.7 LEGISLACIÓN APLICABLE AL ACEITE DE OLIVA COMO PRODUCTO AGROALIMENTARIO

7.3.7.1 INTRODUCCION Y ALCANCE DE LA NORMA

- Alcance de la certificación

En este pliego de condiciones se describen las características de las diferentes gamas del producto que son objeto de esta certificación.

- Productos especificados

Los productos objeto de Certificación según el presente Pliego tienen las características generales siguientes:

- Aceite de oliva virgen extra: aceite de oliva elaborado a partir del fruto de una sola variedad de aceituna, recolectado exclusivamente de vuelo y de las variedades arbequino, hojiblanca, picual o manzanilla, obteniendo un producto final con categoría de Aceite de oliva virgen extra y obteniendo los valores de los parámetros analíticos siguientes: acidez libre, expresada en ácido oleico, como máximo de 0,7 g por 100 g, índice de peróxidos de 15 o inferior (expresado en mEq. O₂/kg) y en la mediana del atributo frutado (Mf) superior a 0,25.

7.3.7.2 NORMAS DE REFERENCIA

La lista de normas relacionadas a continuación es la de los textos en vigor a la fecha de validación de este Pliego. En caso de variación de la normativa vigente, ésta se considerará incorporada al texto de la norma y sustituidas las referencias obsoletas. Las empresas que se acojan a este Pliego deberán tener al día la legislación vigente.

- **NORMATIVA GENERAL**

1. Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE núm. 44 de 20 de febrero).

2. Real Decreto 2002/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE núm. 11 de 12 de enero de 1996).

3. Real Decreto 2001/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos colorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE núm. 19 de 22 de enero de 1996 y corrección de errores de BOE núm. 52 de 29 de febrero).

4. Real Decreto 1472/1989, de 1 de diciembre, por el que se regula las gamas de cantidades nominales y de capacidades nominales para determinados productos envasados. (BOE núm. 297 de 12 de diciembre y corrección de errores en BOE núm. 101 de 27 de abril de 1990).

5. Real Decreto 723/1988, de 24 de junio, por el que se aprueba la Norma General para el control del contenido efectivo de los productos alimenticios envasados. (BOE núm. 163 de 8 de julio y corrección de errores en BOE núm. 191 de 10 de agosto).

7.3.8 NORMATIVA ESPECÍFICA DEL PRODUCTO Y USO DE OTRAS MARCAS O DISTINTIVOS DE CALIDAD

7.3.8.1 NORMATIVA UNION EUROPEA

- 1.** Reglamento (CE) 1750/2004 de la Comisión de 8 de octubre de 2004, por el que se modifica el Reglamento (CE) 1019/2002 sobre las normas de comercialización del aceite de oliva (DO L nº 312 de 9 de octubre de 2004).
- 2.** Reglamento (CE) 1989/2003 de la Comisión de 6 de noviembre de 2003, que modifica el Reglamento (CEE) 2568/91, relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 295 de 13 de noviembre de 2003).
- 3.** Reglamento (CE) 1176/2003 de la Comisión de 1 de julio de 2003, por el que se modifica el Reglamento (CE) 1019/2002, sobre las normas de comercialización del aceite de oliva (DO L nº 164 de 2 de julio de 2003).
- 4.** Reglamento (CE) 1019/2002 de la Comisión de 13 de junio de 2002, sobre las normas de comercialización del aceite de oliva (DO L nº 155 de 14 de junio de 2002).
- 5.** Reglamento (CE) 796/2002 de la Comisión de 6 de mayo de 2002, relativo a las características de los aceites de oliva y sobre sus métodos de análisis, así como las notas complementarias que figuran en el anexo del Reglamento (CEE) 2658/87 del Consejo relativo a la nomenclatura arancelaria y estadística y al arancel aduanero común (DO L nº 128 de 15 de mayo de 2002).

- 6.** Reglamento (CE) 1513/2001 del Consejo, de 23 de julio de 2001, que modifica el Reglamento nº 136/66/CE y el reglamento (CE) nº 1638/98 en lo que respecta a la prolongación del régimen de ayuda y la estrategia de la calidad del aceite de oliva (D.O.L nº 201 de 26 de julio de 2001).
- 7.** Reglamento (CE) 455/2001 de la Comisión de 6 de marzo de 2001, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 65 de 7 de marzo de 2001).
- 8.** Reglamento (CE) 379/1999 de la Comisión de 19 de febrero de 1999, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 46 de 20 de febrero de 1999).
- 9.** Reglamento (CE) 2815/98 de la Comisión de 22 de diciembre de 1998, relativo a las normas comerciales del aceite de oliva (DO L nº 349 de 24 de diciembre).
- 10.** Reglamento (CE) 282/1998 de la Comisión de 3 de febrero de 1998, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceite

de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 28 de 4 de febrero de 1998).

11. Reglamento (CE) 2527/1995 de la Comisión de 27 de octubre de 1995, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 258 de 28 de octubre de 1995).

12. Reglamento (CE) 656/1995 de la Comisión de 28 de marzo de 1995, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis y el Reglamento (CEE) 2658/1987 del Consejo relativo a la nomenclatura arancelaria y estadística y al arancel aduanero común (DO L nº 69 de 29 de octubre de 1995).

13. Reglamento (CE) 183/1993 de la Comisión de 30 de enero de 1993, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 22 de 30 de enero de 1993, rectificación DO L 176 de 20 de julio de 1993).

14. Reglamento (CE) 1683/1992 de la Comisión de 30 de junio de 1992, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 258 de 28 de octubre de 1995).

15. Reglamento (CE) 1492/1992 de la Comisión de 26 de mayo de 1992, por el que se modifica el Reglamento (CEE) 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 150 de 2 de junio de 1992).

16. Reglamento (CEE) 2568/1991 de la Comisión de 11 de julio, relativa a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L nº 248 de 5 de septiembre de 1991).

7.3.8.2 NORMATIVA NACIONAL

- 1.** Real Decreto 1431/2003 de 21 de noviembre, por el que se establecen determinadas medidas de comercialización en el sector de los aceites de oliva y del aceite de orujo de oliva (BOE nº 285 de 28 de noviembre de 2003).
- 2.** Real Decreto 1909/1995 de 24 de noviembre, por el que se modifica la Reglamentación Técnico Sanitaria de los aceites vegetales comestibles aprobada por Real Decreto 308/1983 de 25 de enero de 1983 (BOE nº 20 de 23 de enero de 2003).
- 3.** Real Decreto 538/1993 de 12 de abril, por el que se modifica determinadas disposiciones relativas a los requisitos industriales de elaboración, circulación y comercio de los vegetales comestibles (BOE nº 107 de 5 de mayo de 2003).
- 4.** Orden de 30 de noviembre de 1989, por la que se modifica la lista de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados en la elaboración de aceites vegetales comestibles (BOE nº 301 de 16 de diciembre de 1989).
- 5.** Orden de 31 de enero de 1989, por la que se aprueba los Métodos de análisis oficiales del contenido de ácido erúico (BOE nº 36 de 11 de febrero de 1989).
- 6.** Real Decreto 1043/1987 de 24 de julio, por el que se modifica la Reglamentación Técnico Sanitaria de los aceites vegetales comestibles (BOE nº 207 de 29 de agosto de 1987).
- 7.** Real Decreto 2551/1986 de 21 de noviembre, por el que se autoriza la elaboración y comercialización del aceite de orujo refinado y de oliva para consumo humano directo y su empleo en la industria alimentaria (BOE nº 302 de 18 de diciembre de 1986).

- 8.** Orden de 13 de enero de 1986, por la que se aprueba la Lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos para uso en la elaboración de aceites vegetales comestibles (BOE nº 19 de 22 de enero de 1986).

- 9.** Orden de 9 de octubre de 1985, por la que se aprueba los métodos de análisis de aceite y grasas (BOE nº 274 de 15 de noviembre de 1985).

- 10.** Real Decreto 259/1985, de 20 de febrero, por el que se determina el contenido máximo de eritrodiol en los aceites de oliva envasados (BOE núm. 56 de 6 de marzo).

- 11.** Real Decreto 308/1983 de 25 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria de los aceites vegetales comestibles (BOE nº 44 de 21 de febrero de 1983, rectificación BOE nº 17 de 17 d).

12. Real Decreto 3000/1979, de 7 de diciembre, sobre regulación de procesos industriales en el sector del aceite de oliva. (BOE nº 16 de 18 de enero de 1980).

7.3.8.3 NORMATIVA AUTONOMICA (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía)

1. Resolución de 27 de octubre de 2003 de la Secretaría General sobre buenas prácticas en el sector oleícola de Andalucía para mejorar la calidad de sus producciones (BOJA núm. 215 de 7 de noviembre de 2003).

2. Decreto 242/2001 de 6 de noviembre, por el que se aprueba la marca Calidad Certificada para los productos agroalimentarios y pesqueros. (BOJA núm. 131 de 13 de noviembre de 2001).

- **Características**

Se indican los requisitos legales y las características diferenciales que deben cumplir las industrias de elaboración y envasado de aceites que se acojan al presente Pliego de Condiciones.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
1.1.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando se hayan utilizado recipientes para el transporte de una materia prima distinta a la utilizada para la elaboración del aceite, deberá procederse a una limpieza eficaz entre las cargas para evitar el riesgo de contaminación. - Los recipientes utilizados en el transporte de las materias primas serán de uso alimentario. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de incidencias en caso de incumplimiento. Las partidas que no cumplan los requisitos anteriores no se considerarán como productos de CALIDAD.
1.1.2 Instalaciones de recepción	<ul style="list-style-type: none"> - Los vehículos que lleguen a las instalaciones deberán estar en adecuadas condiciones de higiene y cargados exclusivamente con aceitunas. - Los receptáculos y contenedores de los vehículos utilizados para transportar las aceitunas deberán encontrarse limpios y en condiciones adecuadas de mantenimiento, a fin de proteger de la contaminación de forma que permitan la limpieza o desinfección adecuadas. - Cuando se haya utilizado receptáculos de vehículos o contenedores para el transporte de otra cosa distinta de las aceitunas o para el transporte de productos alimenticios distintos, deberá procederse a una limpieza eficaz entre las cargas para evitar el riesgo de contaminación. - Se utilizarán cintas transportadoras provistas de bandas de calidad alimentaria. - Se utilizarán tolvas de recepción que permitan una adecuada circulación del fruto y cuya capacidad no supere las 20 Tm. - Pulcritud permanente en las zonas de recepción. - Se llevará a cabo una limpieza por carga y un mantenimiento trimestral de los equipos e instalaciones de recepción. - Se dispondrá de un túnel de lavado y desinfección de cajas de campo en su caso, en local separado de las otras instalaciones de recepción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la utilización de tolvas de recepción en tránsito. - Se prohíbe el recubrimiento interior de las tolvas de recepción con pinturas (excepción en el caso de pinturas de calidad alimentaria). - Se prohíbe la utilización de aceites y lubricantes no alimentarios en aquellos elementos de los sistemas hidráulicos que puedan contaminar o entrar en contacto con los productos primarios. - Se recomienda la utilización de tolvas de recepción construidas en material inerte. - Se recomienda un diseño de tolvas que eviten, al máximo, el deterioro del fruto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de limpieza y desinfección de los receptáculos y contenedores. - Registro de mantenimiento de equipos.
1.1.2 Instalaciones de recepción	<ul style="list-style-type: none"> - No se deben almacenar productos químicos, ni desechos en la zona de recepción de materia prima. - Las zonas de maniobra de los vehículos estarán pavimentadas, tendrán suficiente amplitud para la carga y descarga y para la evacuación de las aguas pluviales. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
1.1.3 Recepción de aceitunas	<ul style="list-style-type: none"> - Declaración de responsabilidad del agricultor de identificación y procedencia de los frutos, así como permitir la realización de los controles de campo que se incluyan como Plan de control por parte de la industria. - Las entregas de aceitunas deben estar perfectamente diferenciadas las procedentes de "suelos" de las de "vuelos". - Se realizará una inspección visual de las partidas de aceituna aportadas a la almazara. - Establecer un sistema para la verificación del índice de madurez y la calidad de los productos entrantes. - Existirá un registro de incidencias en caso de incumplimiento. Las partidas que no cumplan los requisitos anteriores deben dejar de considerarse como productos de CALIDAD, recogiendo en un procedimiento interno las posibilidades de otros cauces de comercialización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la aceptación de frutos procedentes de suelo o que presenten algún tipo de deterioro que comprometa la calidad del aceite. - Se recomienda realizar una recolección temprana, una vez finalizada la lipogénesis. - Se recomienda para cada partida, tomar una muestra de aceitunas y conservarla en frío. 	- Declaración del oliviero (Anexo I).
1.1.4 Pesado, toma de muestras y control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Una vez limpiada la aceituna se procederá a la toma de muestras y a su pesada, debiendo existir registros que garanticen la identificación de las muestras y las partidas recepcionadas. - Todas las partidas recepcionadas deben tener un control de calidad, anotándose los datos del mismo en un registro que acompañara a la muestra y que deberá conservarse, debiendo existir un procedimiento de toma de muestras que garantice la representatividad y que incluya circunstancias y situaciones excepcionales que pudieran producirse (variedad, sanidad, limpieza, etc.) 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
1.1.4 Pesado, toma de muestras y control de Calidad	- Las determinaciones analíticas mínimas serán: variedad, humedad y contenido en aceite, debiéndose conservar registro de los datos de las determinaciones efectuadas o boletín de análisis de cada muestra.		
1.1.5 Recepción de aditivos y coadyuvantes	- Se permite el uso de coadyuvantes autorizados por la legislación vigente para estos productos. - La utilización de estos principios activos nunca provocará confusión al consumidor en lo que respecta a la composición real del producto y a la denominación con que se expendan.	- Se utilizarán las dosis de estos componentes recomendadas por el fabricante o bien aquellas que no comprometan el contenido final del producto respecto a las dosis máximas establecidas en la normativa vigente.	- Especificación técnica. - Se llevará a cabo un plan de muestreo y análisis anual de estos componentes en producto terminado.
1.1.6 Recepción de envases y embalajes	- El envase cumplirá las normas de higiene y tendrá la solidez suficiente, para garantizar la protección eficaz de los productos contemplados en este Pliego.	- Los envases utilizados serán los especificados en el apartado 7.- Envasado, etiquetado y comunicación, del presente pliego.	- Especificación técnica. - Registro General Sanitario de la empresa que fabrica los envases.
1.2 Acondicionamiento de las materias primas			
1.2.1 Acondicionamiento de la aceituna	- Los frutos en su acondicionamiento solo deben pasarse por la limpiadora y despalladora, en casos excepcionales se podrá realizar un ligero lavado, siempre con agua limpia, garantizándose la limpieza del agua y el escurrido. - Debe evitarse el lavado de frutos procedentes del suelo. Caso de ser necesario se realizará un lavado con agua preferentemente en circuito abierto. - Disponer de un sistema de lavado en el acondicionamiento de aceitunas sin retorno de aguas utilizadas en la instalación de lavado, salvo que este sistema asegure el filtrado y potabilización del agua antes de su reutilización en el lavado las aceitunas antes de su molturación.	- Se prohíbe la utilización de frutos procedentes del suelo	- Registro de producción. - Registro de partidas sometidas a lavado donde constarán el tiempo de lavado, de escurrido y los resultados de los análisis del agua de lavado.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
1.2.2 Instalaciones de acondicionamiento de la materia prima.	<ul style="list-style-type: none"> - Se llevará a cabo una limpieza del fruto con equipos apropiados que preserven la integridad de la aceituna. - Se emplearán despalladoras que preserven la integridad del fruto. - Los equipos destinados a acondicionamiento de materia prima se limpiarán de forma periódica, asegurando su limpieza permanente. - Se llevará a cabo una limpieza por carga y un mantenimiento trimestral de los equipos de acondicionamiento de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la utilización de aceites minerales en los hidráulicos de las pesadoras continuas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de Limpieza y Desinfección. - Registro de mantenimiento.
1.3 Almacenamiento de las materias primas y auxiliares			
1.3.1 Almacenamiento de las materias primas y auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> - La molturación del fruto se llevará a cabo antes de 24 horas a contar desde la hora de recepción del fruto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe el almacenamiento del fruto en trojes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de producción.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
1.3.2 Instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Se llevará a cabo el almacenamiento en tolvas cuya capacidad no exceda el 50% de la capacidad nominal de la/s línea/s a la/s que alimenten. - Se utilizarán tolvas de almacenamiento cuyo diseño permita una adecuada circulación de la aceituna. - Se emplearán vibradores que faciliten la salida del fruto almacenado. - Se utilizarán cintas transportadoras provistas de bandas de calidad alimentaria. - Se instalarán mecanismos que eliminen elementos metálicos del fruto. - En el caso de que las entregas de aceitunas se realicen en cajas de campo, estas cajas de campo deben estar en adecuado estado de limpieza. - Las cajas con producto no deben estar nunca en contacto directo con el suelo. - La limpieza de las cajas y tolvas de almacenamiento se llevará a cabo por carga y el mantenimiento de tolvas será trimestral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la utilización de tolvas de gran capacidad para el almacenamiento del fruto, la capacidad máxima será 50 Tm. - Se prohíbe la utilización de palas cargadoras o cualquier mecanismo de alimentación almacenamiento u otros elementos que no preserven la integridad del fruto. - Se recomienda el uso de tolvas de almacenamiento y sílfines de acero inoxidable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de Limpieza y Desinfección. - Registro de mantenimiento. - Registro de temperatura.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
2. Elaboración del producto			
2.1 Preparación de la pasta, molturación y extracción			
2.1.1 Condiciones Generales	<ul style="list-style-type: none"> - La molturación del fruto se llevará a cabo antes de 24 horas, a contar desde la hora de recepción en la industria. - Se evitará el empleo de enzimas y en todo caso con dosificaciones inferiores al 0,02%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe incorporar a la masa de aceituna, finos y sólidos procedentes de tamices u otras partes del proceso, así como cualquier materia extraña a la masa de aceituna no autorizada. - Se prohíbe sobrepasar los 35 °C de temperatura en la pasta al final del batido. - Se prohíbe superar las dos horas de batido. - Se prohíben las adiciones de coadyuvantes por encima de las dosis recomendadas. - Se recomienda reducir, al máximo, el transporte de masa de la molienda al batido. - Se recomienda no adicionar agua en el batido, salvo casos extremos. - Se recomienda que La temperatura final de la masa batida sea igual o inferior a los 30 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de producción. - Registro de temperatura y tiempo de batido.
2.1.1 Condiciones Generales		<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda efectuar el batido entre los 60 y los 90 minutos. - Se recomiendan dosificaciones de microtalco no superiores al 2% y siempre adecuadas al estado del fruto. 	

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
2.1.2 Extracción parcial	<ul style="list-style-type: none"> - La circulación del caldo obtenido por éste sistema será independiente. - El aceite obtenido se separará inmediatamente. - Se utilizarán centrifugas verticales para la limpieza del aceite. 		- Registro de producción.
2.1.3 Instalaciones de preparación de la pasta, molturación y extracción	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las máquinas y demás elementos que estén en contacto con las materias primas o auxiliares, artículos en procesos de elaboración, productos elaborados y envases serán de características tales que no puedan transmitir al producto propiedades nocivas y originar en contacto con él reacciones químicas. Iguaes precauciones se tomarán en cuanto a los recipientes, elementos de transporte, envases provisionales y locales de almacenamiento. Todos estos elementos estarán contruidos en forma tal que puedan mantenerse en perfectas condiciones de higiene y limpieza. - La limpieza de los molinos será utilizando exclusivamente agua caliente a presión. - Las almazaras que no producen la totalidad del aceite de aceituna de producción para acogerse al pliego de condiciones realizaran una limpieza exhaustiva en la línea de molturación y batido, previamente al proceso de elaboración con aceitunas de producción que puedan acogerse al Pliego de Condiciones. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de limpieza y desinfección. - Registro de mantenimiento.
2.1.3 Instalaciones de preparación de la pasta, molturación y extracción	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizarán materiales inertes o acero inoxidable en los elementos de molino y componentes de la batidora en contacto con la masa de la aceituna. - Se instalarán protecciones en la batidora que impidan la incorporación, incluso accidental, de materias extrañas a la masa en el batido. - Se utilizarán batidoras con mecanismos que impidan la formación de corrientes de masa. - Se utilizará material alimentario en raederas. - Se llevará a cabo una limpieza sistemática de los sinfines de alimentación de aceituna a molinos o de masa a batidoras 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
2.2 Separación de fases sólidas			
2.2.1 Presión	<ul style="list-style-type: none"> - Se procederá a una renovación total y anual de capachos. - La separación de fases se llevará a cabo a presiones reducidas, sin sobrepasar los 60 Kg./cm² en el capacho. - En caso de uso de cargos, cada uno se regará con agua caliente con una temperatura máxima de 35 ° C. - En el caso de uso de cargos, el tiempo de prensado del cargo estará comprendido entre los 60 y 90 minutos. - Se utilizarán capachos de fibra mixta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la utilización de agua de vegetación o de lavado en el riego de cargos. - Se prohíbe el empleo de productos químicos no autorizados por la legislación vigente en materia alimentaria y de calidad alimentaria en la limpieza de capachos. - No se repicará el cargo. 	-Registro de tiempo y presión del proceso.
2.2.2 Centrifugación de masas	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizará un control de potabilidad del agua de inyección y de adición. - La temperatura del agua de inyección será igual o inferior a 35° C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la utilización de aguas de vegetación o de reciclado como coadyuvante en la inyección de masa al decanter. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de temperatura. - Análisis de potabilidad del agua de inyección y adición.
2.2.2 Centrifugación de masas	<ul style="list-style-type: none"> - La relación agua/masa no superará la relación 1:2 en caso de elaboración en tres fases. - En la elaboración en dos fases, se utilizará la mínima cantidad de agua compatible con unos buenos agotamientos, sin sobrepasar el 10% del volumen de masa inyectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe el uso de cualquier producto que no esté expresamente autorizado en la elaboración del aceite de oliva. - Se prohíbe una segunda centrifugación de la masa. - Se adecuarán los ritmos de inyección al estado de la masa, reduciéndolos si es necesario como medida prioritaria frente a otras más agresivas con el aceite (temperaturas de proceso, cantidad y temperatura del agua de adición, etc.). 	

DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE ELABORACIÓN DE ACEITE DE OLIVA
María Luisa Delgado Barajas

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
2.2.3 Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Se separarán los líquidos de primera y segunda presión, con líneas de circulación y decantación diferenciadas. - Se utilizarán bombas de calidad alimentaria. - Se utilizarán mangueras para inyección de masa y dosificadores automáticos de masa de uso alimentario. - Se llevará a cabo una limpieza y mantenimiento por carga de los capachos, las conducciones y los elementos en contacto con el mosto oleoso, vagonetas, agujas, discos metálicos. - Se llevará a cabo una limpieza y mantenimiento por carga del decanter, tamices y depósitos de aceite y alpechín, así como del recinto de elaboración. - Se utilizarán máquinas lavadoras de capachos y conducciones de caldos cerradas. - Se dotará a los sistemas de doble caudalímetro para dosificar en dos y tres fases. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de limpieza y desinfección. - Registro de mantenimiento.
2.3 Separación de fases líquidas			
2.3.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizará un control de potabilidad del agua de lavado. - Se procederá a un sangrado diario de los pozuelos. - La sala de decantación se encontrará separada del resto de las dependencias de la almazara. - Los aceites en decantación no se lavarán mediante duchas de agua templada. - La temperatura máxima del agua de adición será de 35°C manteniendo el gradiente positivo de temperaturas desde la batidora a la centrifuga vertical. - Se controlará la relación de caudales agua/aceite, sin sobrepasar la relación 1:1. - Capacidad adecuada de decantación será no menor de 6 horas en 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe la reutilización de agua de lavado en la centrifugación de líquidos. - Se prohíbe el empleo de detergentes y desengrasantes no autorizados y homologados en la industria agroalimentaria en la limpieza de pozuelos y centrifugas verticales. - Se prohíbe la centrifugación cruzada en tres fases. - Se prohíbe la práctica de múltiples centrifugaciones para acondicionamiento sensorial de los aceites. - Se recomienda el mantenimiento de la 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de producción. - Registro de temperatura de la sala de decantación. - Registro de potabilidad y temperatura del agua de lavado. - Registro del caudal agua/aceite.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
	centrifugación y de 36 horas en decantación por gravedad. - Se programarán las descargas de la centrifugas de aceite de forma manual. - Se controlara la temperatura de la sala de decantación.	temperatura de la sala de decantación, en torno a los 20/22° C.	
2.3.2 Instalaciones	- Los pozuelos estarán contruidos con material inerte. - Limpieza periódica de los componentes de la centrifugas verticales. - Se dispondrá de pozuelos con fondo inclinado que permitan un sangrado adecuado. - Los pozuelos serán de acero inoxidable.		- Registro de limpieza y desinfección. - Registro de mantenimiento.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
2.3.2 Instalaciones	<ul style="list-style-type: none">- Se llevará a cabo una limpieza por carga y mantenimiento trimestral de los componentes de las centrifugas verticales.- El trasiego de aceites de centrifuga vertical a pozuelos será por gravedad.- Se dispondrá de un sistema de cierre de los pozuelos que evite la caída accidental de materias extrañas al aceite.		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
3. Almacenamiento del producto terminado			
3.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Los aceites se almacenarán en depósitos separados según calidades. - Los depósitos y envases para el aceite se utilizarán exclusivamente para este fin. - La temperatura en bodega se mantendrá en torno a los 18/20° C. - Se utilizarán inertizantes en los depósitos. - Los envases y materiales de envasado deberán almacenarse en lugar limpio y protegido. - En la zona de almacenamiento de los envasados no se deben almacenar productos químicos, ni desechos. - El producto debe estar almacenado a la temperatura tal que no lo deteriore. - Los palets guardarán una distancia mínima entre ellas y con las paredes para permitir una correcta circulación del aire. - Antes de cargar, todos los recintos de transporte deben encontrarse limpios, en buen estado y exentos de olores y objetos extraños. - Los aceites que se acojan al presente Pliego se almacenarán separados de aquellos productos que no se acojan. Su localización se señalará convenientemente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe almacenar en bodega cualquier producto distinto al aceite. - Se prohíbe realizar trasiegos sucesivos. - Los envases no podrán ser reutilizables - Los envases llenos de aceites, así como, las cajas llenas de productos envasados no deben estar nunca en contacto con el suelo. - Se recomienda el uso de borboteo de gas inerte para la homogeneización de aceites. - Se prohíbe la limpieza de depósitos y conducciones con productos no homologados para industrias alimentarias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de producción. - Registro de temperatura.
3.2 Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los envases y materiales de envasado deberán reunir los requisitos establecidos en la legislación vigente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe el uso de depósitos de hierro o trujales abiertos, aéreos y sin revestir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de limpieza y desinfección. - Registro de mantenimiento.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
3.2 Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los depósitos tendrán una capacidad máxima del 10% de la producción total. - Los depósitos estarán contruidos en material inerte con formas que permitan y aseguren un sangrado eficaz, dotados de mecanismos de limpieza, llenado por el fondo y sistema de muestreo. - Se dispondrá de un sistema de tuberías de carga y descarga, contruidas en material inerte y con pendientes adecuadas para su completo vaciado. - Las zonas de almacenamiento de envases y materiales de envasado estarán claramente diferenciadas de la zona de envasado y manipulación. - Bodega en edificio independiente y alejada de fuentes de olores no deseables. - Los parámetros verticales y horizontales serán de materiales impermeables y de fácil limpieza. - La bodega estará aislada térmicamente. - El revestimiento y conservación de depósitos se realizará de forma periódica y con materiales autorizados para productos alimentarios. - Se llevará a cabo una limpieza por carga y mantenimiento trimestral de los depósitos, conducciones de aceites y de la bodega. - Se dispondrá de un sistema manejable para mantener una buena rotación y control de las existencias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los depósitos del aceite serán preferiblemente de acero inoxidable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de control de productos elaborados.
4. Envasado y etiquetado			

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
4.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Los envases y materiales de envasado deberán almacenarse en lugar limpio y protegido. - El envasado se efectuará, en lugares previstos a tal fin y en condiciones higiénicas satisfactorias. - Los envases y las cajas no deben estar nunca en contacto con el suelo. - Efectuar controles periódicos que garanticen que los envases se encuentren limpios previamente al llenado con aceite. - El filtrado y envasado de los aceites se realizará en un local independiente de la bodega. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de envasado.
4.2 Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - La maquinaria empleada para el envasado del aceite debe ser de acero inoxidable y de fácil limpieza. - Se llevará a cabo un mantenimiento trimestral y una limpieza por carga de los equipos de envasado y etiquetado. - Los equipos utilizados para el envasado y etiquetado serán de acero inoxidable. - Las zonas de almacenamiento de envases y materiales de envasado estarán claramente diferenciadas de la zona de envasado y las de vinificación y almacenamiento. - La bodega estará aislada térmicamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prohíbe el uso de iluminaciones que puedan afectar a los aceites. - Se recomienda la utilización de envasadoras automáticas con eliminación de aire, inertización y ajuste de nivel de llenado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de limpieza y desinfección. - Registro de mantenimiento.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
4.2 Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Se efectuará un lavado de las botellas previamente al llenado, mediante inyección de agua caliente. Efectuándose sistemáticamente una verificación de la limpieza y un control microbiológico de las botellas lavadas, de las que se guardará un registro. - La planta de embotellado estará separada de la bodega, en un local enlosado y con paredes embaldosadas. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	

5. Características del producto terminado			
5.1 Variedades de aceite	- Aceites monovarietales, procedentes de aceitunas de las variedades arbequino, hojiblanca, picual y manzanilla.		- Registro de entrada.
5.2 Procedencia de las aceitunas	- Los frutos procedentes de árbol y los del suelo deben recepcionarse, clasificarse y procesarse por separado. - El aceite se elaborará a partir de aceitunas exclusivamente de vuelo.		- Registro de entrada.
5.3 Características fisicoquímicas	- El aceite de oliva virgen extra que se acoja al Pliego de Condiciones será exclusivamente aceite de oliva virgen extra con las siguientes características: a) grado de acidez (% expresado en ácido oleico): $\leq 0,7$ b) índice de peróxidos (mEq. O ₂ /Kg.): máximo 15.		- Análisis de aceite.
5.4 Organolépticas	- Evaluación organoléptica mediana del atributo frutado (Mf). - La media de frutado (Mf) en los aceites que se acojan al Pliego de Condiciones será superior a 0,25.		- Registro de cata organoléptica.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
6. Identificación y trazabilidad de la procedencia de las materias primas y productos elaborados			
6.1 Condiciones generales			
6.1.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - En cada centro de elaboración de productos acogidos a este Pliego deben existir registros de control y albaranes de entrada, en los que figure el producto, cantidad, proveedor, número de lote y fecha de entrada. - Las envasadoras dispondrán de un sistema de registros de entrada de materia prima y salida de producto elaborado, debidamente documentado, que como mínimo incorpore, para cada una de las partidas de aceite que recibe la almazara de procedencia y la información de trazabilidad facilitada por aquella. Esta información la trasladarán a los documentos preceptivos que acompañen a las distintas expediciones o ventas de aceite para asegurar el mantenimiento de la trazabilidad. - Se realizará un loteado de todas las materias primas que se recepcionen incluyendo los envases y embalajes. - Cada lote de producto final se asociará a los lotes de materia prima con los que ha sido elaborado y con el día de elaboración. - Existirá un albarán de salida en el que se relacione el lote del producto con el destinatario. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de entrada. - Registro de producción. - Registro de expedición.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
6.1.1 Condiciones generales	<p>- Las empresas que no obtienen la totalidad de sus aceite sujeta a este Pliego para su control y certificación tendrán además que poseer un sistema implantado y documentado de identificación y trazabilidad de los productos para garantizar la separación del producto que se acoja al Pliego de Condiciones del resto de productos:</p> <p>a) Deberá quedar claramente definido el intervalo de tiempo durante el cual se manipula cada tipo de producto, lo cual debe ser conocido por todo el personal implicado en el proceso.</p> <p>b) Las líneas de manipulación o transformación deberán ser limpiadas completamente de otros productos de origen no sujetos a esta norma antes de proceder a su manipulación o transformación.</p>		
7. Instalaciones generales			

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
7.1 Condiciones generales			
7.1.1 Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los materiales que se usen en las instalaciones deben ser aptos para uso alimentario, adaptándose a las distintas especificaciones y necesidades, según el Código Alimentario Español y la normativa vigente. - Los materiales poliméricos autorizados serán inocuos y no deberán transmitir a los productos propiedades nocivas ni cambiar sus características organolépticas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizarán de forma general acero inoxidable que resista el ataque de detergentes y soluciones esterilizantes. 	
7.2 Características constructivas, de diseño y mantenimiento			
7.2.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las superficies en contacto directo con el producto deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la comprobación de su estado de limpieza. - Las separaciones entre máquinas, o de estas con las paredes serán, como mínimo de 45 cm. - Las instalaciones estarán en buen estado de conservación mediante un adecuado mantenimiento. - Los pasillos se encontrarán libres de obstáculos, existiendo pasillos para el personal y pasillos de vehículos. - Las esquinas y obstáculos fijos deben estar señalizados adecuadamente. 		
7.2.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Las zonas de elaboración y manipulación del producto deben estar perfectamente aisladas del resto de instalaciones, limpias y construidas de tal forma que permitan una higiene adecuada (paredes alicatadas, desagües, etc.). 		
7.2.2 Aseos y vestuarios	<ul style="list-style-type: none"> - Debe existir un número suficiente de aseos debidamente localizados y señalizados, incluido un cartel recordatorio de la obligatoriedad del lavado de manos después de la utilización de los mismos. - Los lavabos para la limpieza de las manos estarán provistos de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Los aseos no comunicarán directamente con los locales en los que se manipulen productos (materias primas y producto terminado). 	

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
	<p>corriente así como de material de limpieza y secado higiénico de las manos (distribuciones de jabón y dispositivos de secado de manos por aire o toallas de un solo uso).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los lavabos dispondrán de agua caliente para facilitar la limpieza de las manos, cepillo de uñas y accionamiento no manual. - Las taquillas de los vestuarios estarán separadas en su interior para almacenar ropa de trabajo y ropa de vestir. - El número de vestuarios se ajustará a las necesidades del personal de la empresa; se dispondrá de taquillas para ropa y calzado, de fácil limpieza y desinfección. - Se evitarán huecos y ventanas o se pondrán elementos que impidan la entrada de insectos. 		
7.2.3 Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las instalaciones deben tener ventilación natural o mecánica adecuada que asegure la eliminación de condensación e impida el crecimiento de hongos y bacterias, especialmente en aseos y vestuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> - En caso de sistemas de ventilación mecánica se recomienda que pueda accederse fácilmente a los filtros y otras partes que deban limpiarse o sustituirse. 	
7.2.4 Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Los locales por donde circulen los productos deben estar suficientemente iluminados por medios naturales o artificiales. - Toda la luminaria estará provista de pantallas protectoras. - Los tubos fluorescentes o lámparas se protegerán con medios adecuados para evitar la posible caída de cristales en caso de rotura y su fijación al techo o a las paredes será e forma que facilite su limpieza y se evite la acumulación de polvo. 		
7.2.5 Superficies	<ul style="list-style-type: none"> - Las superficies de suelos, paredes y techos deben ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar. Los suelos además deberán tener un tratamiento antideslizante. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
7.2.6 Zonas de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Deberán existir zonas diferentes para el almacenamiento de productos y de envases vacíos. - Los productos alimenticios estarán separados 45 cm. del perímetro de las paredes y más de 10 cm. del suelo. - Las zonas de almacenamiento se mantendrán ordenadas y limpias. - Se evitará el almacenamiento de materiales de desecho en la zona de manipulado. - Los productos químicos deben estar almacenados en un lugar que se pueda cerrar y debidamente señalizado. El acceso al lugar de almacenamiento de productos químicos, así como la manipulación de los mismos, sólo podrá realizarse por el personal autorizado designado por la empresa y no podrán estar dispuestos en el área de producción cuando ésta se esté realizando. - Los productos químicos almacenados estarán correctamente etiquetados y con autorización para su uso en la industria alimentaria. 		<ul style="list-style-type: none"> - Fichas técnicas. - Fichas de seguridad. - Registro General Sanitario de los productos.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
7.2.7 Suministro de agua	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa dispondrá de un suministro de agua potable clorada (o cualquier otro sistema de potabilización y desinfección autorizado por la Administración Sanitaria competente) utilizada para el contacto directo con los productos (lavado, tratamiento, refrigeración, o la humidificación del producto) o con cualquier superficie en contacto con éstos. - El plan de control de agua potable estará documentado y actualizado y deberá asignarse un responsable del plan. - Los depósitos intermedios de agua deben limpiarse y desinfectarse periódicamente. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro diario de cloro libre residual del agua. - Análisis completos y análisis de control anuales.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
8. Higiene y mantenimiento sanitario de las instalaciones			
8.1 Plan de limpieza y desinfección			
8.1.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Cada empresa debe disponer de un plan de limpieza y desinfección detallado de las instalaciones, zona de elaboración del producto y envasado, que corresponda a sus necesidades. - El plan, desglosado por zonas, líneas de trabajo o secciones, con instrucciones claras, concretas y sencillas, debe estar por escrito y accesible para los que deban llevarlo a cabo. - El plan debe especificar los tipos de productos utilizados, la frecuencia con la que se realizan estas operaciones y el personal designado para estas tareas. El personal que deba llevarlo a cabo tendrá la formación adecuada en este campo. - Los productos de limpieza deben ser convenientes para el fin perseguido y deben estar autorizados para su uso en industria alimentaria, guardándose en un local específico con el resto de utensilios de limpieza. - Se preverá un local donde se pueda comer, fumar o permanecer independiente de las zonas de recepción, elaboración, envasado y almacenamiento. 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de verificación de la limpieza. - Análisis test de superficies. - Fichas técnicas productos. - Registro sanitario de productos químicos.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
9.2. Lucha contra plagas			
9.2.1 Insectos y roedores: Plan de desinsectación y desratización	<ul style="list-style-type: none"> - Cada empresa debe disponer de un plan documentado de desinsectación y desratización que deberá contener todas las medidas preventivas de control y lucha, esta última en caso necesario. Y al menos, la siguiente información: identificación del equipo de trabajo, tareas y frecuencia de las mismas, material y productos que se van a emplear y el método de aplicación. - Se asignará un responsable del plan que establecerá barreras antivectores y evitará acúmulo de aguas en zonas oscuras y de difícil acceso. - Para las medidas de lucha, será una empresa autorizada externa la que realice la aplicación, diagnóstico y tratamiento. - El uso de insecticidas y/o raticidas se debe realizar de modo que no alcancen a los productos. Estos productos deben cumplir la legislación y estar autorizados para su empleo en la industria alimentaria. - Los cebos deben estar debidamente señalizados y numerados y debe existir un plano de señalización de los mismos. - Cuando se utilicen trampas luminosas para insectos, éstas no deben situarse nunca sobre los equipos y líneas de recepción de materia prima ni de envasado. 		<ul style="list-style-type: none"> - Boletines de diagnóstico y tratamiento. - Registro de los cebos. - Plano de ubicación de los cebos y su identificación. - Registro de verificación de los tratamientos efectuados.
9.2.2 Pájaros y otros animales	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las ventanas y orificios deberán estar provistos de mallas metálicas. - Asimismo, no se debe permitir la entrada de ningún otro animal en las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa tomará las medidas necesarias para evitar la entrada de pájaros a las instalaciones e impedir su nidificación y pemocta. 	

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
9.2.3 Evacuación de desperdicios industriales	<ul style="list-style-type: none"> - Los desechos de la industria deben ser evacuados según una planificación ordenada para minimizar los olores anormales, la nidificación de insectos y sabandijas y sobre todo para prevenir la contaminación de los alimentos, las superficies en contacto con los alimentos y los alrededores de la planta o el suministro de agua. - Deberá documentarse un plan de eliminación de residuos y aguas residuales, y asignar un responsable. - Se realizará una relación de residuos y subproductos generados y una valoración de los riesgos asociados. - Se establecerá un procedimiento de eliminación y su frecuencia. - Las aguas residuales tendrán un tratamiento especial a fin de cumplir las exigencias de la normativa vigente. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de eliminación de los residuos. - Plano de distribución de la red (sifones, rejillas, colectores, desagües) y su conexión a la red general.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
11. Equipos			
11.1 Condiciones generales	<ul style="list-style-type: none"> - Las empresas deben establecer y llevar a cabo el mantenimiento e los equipos para asegurarse de su correcto funcionamiento y tomar las medidas necesarias para evitar el contacto de los productos con sustancias químicas u objetos extraños (protectores, bandejas, etc.) - La empresa tiene la obligación de disponer de un plan de mantenimiento documentado con un responsable y en que se establecerá la frecuencia del mantenimiento, los equipos. - Se establecerán las calibraciones de los equipos y los resultados de estas cuando sea necesario. - Las incidencias o averías serán igualmente registradas. 		<ul style="list-style-type: none"> - Registro de mantenimiento. - Registro de verificación del mantenimiento.
11.2 Diseño	<ul style="list-style-type: none"> - La disposición de los equipos debe permitir su mantenimiento y limpieza adecuados, en línea con unas buenas prácticas de higiene. 		
11.3 Superficies de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Las superficies de trabajo se mantendrán en buen estado y se renovarán cuando sea necesario. 		
11.4 Carretillas	<ul style="list-style-type: none"> - Las carretillas de gasoil se usarán exclusivamente fuera del almacén. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
11.5 Máquinas y herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben utilizar máquinas y herramientas en buen estado que sean seguras y con los medios de protección adecuados (resguardos, dispositivos de seguridad, etc.). Además deben estar almacenadas en un lugar adecuado. - Todos los equipos dispondrán del marcado CE de homologación de calidad. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
12. Personal			
12.1 Formación	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa será responsable de la organización y puesta en práctica de un programa de formación continuada del personal, para que este último pueda cumplir las condiciones de producción y venta higiénica, adaptadas a su estructura. - Deberá existir un procedimiento documentado y un plan de formación establecido. - El responsable de producción, debe estar formado en el proceso indicado por el Pliego de Condiciones de elaboración de aceite. 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de los cursos impartidos y certificado de manipulador de alimentos. - Ficha de personal. - Plan de formación.
12.2 Buenas prácticas de higiene y manipulado	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa debe disponer de una guía de buenas prácticas de higiene y manipulado que debe recoger como mínimo los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> a. los manipuladores deben mantener un grado elevado de aseo personal. b. las personas afectadas por enfermedades infecciosas no deben trabajar en las dependencias donde se manipulen los productos. c. Los cortes y las heridas de los manipuladores que no impidan continuar el trabajo, deben cubrirse con vendajes impermeables. d. Todo el personal debe lavarse las manos, antes de volver a la labor tras cualquier ausencia del puesto de trabajo. e. En caso de utilización de guantes por parte de los manipuladores, estos se mantendrán en perfectas condiciones de higiene en el punto de trabajo y se renovarán cada vez que sea necesario. f. El pelo y la barba de los manipuladores deben recogerse y cubrirse adecuadamente para conseguir una protección efectiva. g. El personal debe vestir ropa de trabajo adecuada y limpia. Los visitantes de las zonas de manipulación y envasado deben llevar ropa protectora y cumplir las mismas disposiciones de aseo personal. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
12.2 Buenas prácticas de higiene y manipulado	<p>h. Los manipuladores no deben salir del recinto de trabajo con las prendas de trabajo ni llevar efectos personales que pudieran desprenderse.</p> <p>i. En las zonas de trabajo los manipuladores no deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - comer, beber, masticar chicle, llevar las uñas de las manos largas esmaltadas o falsas. - toser o estornudar sobre los alimentos. - fumar en las zonas de trabajo y de almacenamiento. <p>- Se colocarán carteles en lugar visible que recuerden éstas normas de buenas prácticas de higiene y manipulado.</p>		
12.3 Salud y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa debe tener documentado un plan de prevención de riesgos laborales. - Los contratos laborales deben ajustarse a los convenios laborales vigentes. 		
13. Control de Calidad			

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
13.1 Calidad del producto	<p>- Se llevará un sistema preventivo de control de los alimentos que garantice la seguridad de los mismos, de acuerdo al Sistema de vigilancia APPCC de "Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos".</p> <p>- La empresa debe tener definido e implantado, un muestreo sistemático de la producción que sirva para comprobar que se cumplen las normas existentes en la legislación vigente referentes a la analítica y normalización comercial. Esta práctica de autocontrol de calidad actuará como mínimo:</p> <ol style="list-style-type: none"> en la procedencia y recepción de las materias primas, incluido sus muestreos. Proceso de elaboración de la el producto. Sobre el producto antes del envasado En el producto ya terminado y listo para su expedición. <p>Los parámetros a comprobar son los especificados para cada producto en las normas de calidad de la legislación vigente de aceite respecto a:</p> <p>Los coadyuvantes y tratamientos de los procesos de manipulación, elaboración, envasado y conservación.</p> <p>Análisis de residuos de productos fitosanitarios en la recepción de productos (apartado a) de materias activas permitidas en los tratamientos y prácticas fitosanitarias de cultivo, tanto los autorizados en el sistema de calidad del producto primario y aquellos excepcionales que se hubieran efectuado.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Todos los registros del Sistema de vigilancia APPCC enumerados anteriormente. - Las especificaciones y fichas técnicas del producto. - Analíticas del producto final.
13.1 Calidad del producto	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis que determine la caracterización de producto, en el producto antes del envasado o ya terminado y listo para su expedición (apartados c ó d). - Se deben conservar los registros de los controles y análisis efectuados. - En el caso que alguna partida no cumpla las condiciones de elaboración de recogidas en este Reglamento , la empresa deberá disponer e un documento o manual de actuación para su comercialización fuera el régimen del Pliego de Condiciones y, en su caso, su posible destrucción si no se cumplen las condiciones mínimas como producto alimentario. 		

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
13.2 Comprobación del instrumental de medida	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa debe disponer de procedimientos escritos que especifiquen la periodicidad y exactitud con que se deben verificar los instrumentos de medida empleados para comprobar la calidad comercial. Estos procedimientos establecerán los registros que deberán quedar de estas verificaciones. - Se establecerá un plan de calibración externa anual además de las verificaciones convenientes. 		
13.3 No conformidades	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa debe disponer un procedimiento de detección y constancia de registros por escrito de la acción correctiva a desarrollar cuando se detecten "no conformidades" en cualquiera de los aspectos contemplados en este Reglamento. - Deberá establecerse un procedimiento de no conformidades y acciones correctivas. 		- Registro de no conformidades y acciones correctivas.

ETAPA	REQUISITOS		CONTROL/INSPECCIÓN
	OBLIGATORIOS	Prohibiciones y recomendaciones	
13.4 Reclamaciones de los clientes	<ul style="list-style-type: none"> - Se dispondrá de un sistema para el tratamiento de las reclamaciones de clientes relacionadas con las obligaciones y requisitos recogidos en este Reglamento. - Se registrarán las reclamaciones y se realizará una revisión de las mismas anual por parte de la Dirección de la empresa. - El sistema contemplará la recepción, registro y evaluación, así como la conservación de los registros de las reclamaciones recibidas, su evaluación y las acciones correctoras emprendidas. 		

- **Métodos de inspección y control**

Todas las personas físicas o jurídicas acogidas a este Pliego de condiciones, estarán sometidas a control por la Entidad de Inspección y Certificación con objeto de verificar que los aceites destinados a comercializarse bajo la marca de CALIDAD CERTIFICADA cumplen los requisitos del presente Pliego de condiciones.

La Entidad de Inspección y de Certificación será un organismo que deberá cumplir las normas EN ISO 17020 y EN 45011, respectivamente y estar inscrita en el Registro de entidades de Inspección y Certificación de producto agroalimentario de la Consejería de Agricultura y Pesca.

Los controles que realizará la Entidad de Inspección y Certificación consistirán en inspecciones en los lugares de producción y elaboración, donde se revisará la documentación generada y mantenida, el manejo de la materia prima, el proceso de elaboración establecido y las características de la materia prima y del producto final mediante toma de muestras y comprobación analítica y organoléptica.

- **Etiquetado y comunicación**

Los aceites que se acojan al Pliego de Condiciones también reunirán otras características diferenciadoras que serán las que se comuniquen en la etiqueta del producto y que son las siguientes:

- teléfono de atención al consumidor.
- punto verde.

Los envases utilizados para los aceites que se acojan al presente pliego serán vidrio, cerámica, PET y lata.

El etiquetado cumplirá lo dispuesto en la legislación vigente, además se añadirán y controlarán por la Entidad Certificadora las características informativas indicadas.

- **Revisión**

La revisión de este Pliego de Condiciones se realizará anualmente, si es necesario. No obstante, se podrán añadir o modificar algunos aspectos del mismo cuando exista una variación de la normativa aplicable o de las circunstancias de los sectores afectados y las condiciones técnicas así lo aconsejen.

ANEXO I
Declaración del olivarero

.....(1),.....(2) DE 2.00...

D/Dª , CON CIF/NIF Nº..... Y Nº
DE REGISTRO DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA , UBICADA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL..... PROVINCIA.....

SE COMPROMETE A GARANTIZAR QUE:

LOS SIGUIENTES LOTES DE ACEITUNAS A ENTREGAR EN LOS ALMACENES DE LA
EMPRESA..... , UBICADA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL..... PROVINCIA.....

PROCEDEN EXCLUSIVAMENTE DE ACEITUNAS DE VUELO Y DE UNA SOLA VARIEDAD,
..... , CUYO CULTIVO HA SIDO REALIZADO SEGÚN UN PLAN DE CONTROL DE
CAMPO QUE COMPRENDE, ENTRE OTROS, PARÁMETROS FITOSANITARIOS, DOSIS DE RIEGO Y
ABONADO Y QUE SE ENCUENTRA A DISPOSICIÓN DE QUIEN LO SOLICITE .

OLIVARERO

LA EMPRESA RECEPTORA

FDO.:

FDO.:

(1): El Plan de Control de Campo abarca control de fitosanitarios, dosis de riego y abonado.

DOCUMENTO N° 4
SISTEMA APPCC

8. SISTEMA APPCC

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico es un sistema relativamente moderno que se comenzó a aplicar por la NASA en los años 60, en los primeros tiempos del programa espacial tripulado de los EEUU, como un sistema para garantizar la salubridad de los alimentos para los astronautas. El sistema fue originalmente diseñado por la Compañía Pillsbury conjuntamente con la NASA y los laboratorios del ejército de los EEUU en Natick.

Esta metodología fue presentada por primera vez, y de forma concisa, en la National Conference on Food Protection en 1971.

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.

Existen diferentes formas de denominar este programa, como son:

- Autocontrol Sanitario
- ARICPC
- ARCPC
- APPCC

Las siglas que nosotros preferimos y que mejor transcriben la terminología con que es conocido internacionalmente, HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), y que se ajusta mejor al concepto y metodología de este sistema.

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 higiénico-sanitaria. 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 y muy especialmente en las zonas de alta producción oleícola, reflejan que es perfectamente aplicable en PYMES, obteniendo beneficios no solo sanitarios sino económicos, optimizando procesos acorde a la máxima calidad higiénico-sanitaria.

8.1 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.

8.2 Principios del sistema

Principios teóricos del sistema APPCC
Definir el ámbito de estudio
Formación de un equipo APPCC
Descripción del producto
Uso de los productos
Elaborar y confirmar un diagrama de flujo
Riesgos o peligros y medidas preventivas
Fijar PCCs ² y límites críticos
Vigilancia y monitorización de PCCs
Acciones correctoras
Documentación
Revisión y mantenimiento

Fig.1. Principios del sistema de APPCC.

1. PCCg: Puntos de Control Crítico general.
2. PCCs: Puntos de Control Crítico.
3. PCCe: Puntos de Control Crítico específico.

8.2.1 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 el caso que nos ocupa, sector de aceite de oliva en la zona olivarera de la campiña sur cordobesa, 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 de oliva, más del 98% 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.

8.3 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.

8.4 Estudio de los productos elaborados en “La Campiña Sur Cordobesa”

En el sector de los aceites de oliva, y más concretamente en el aceite de oliva virgen que es el mayoritariamente producido, nos encontramos tanto aceite de oliva virgen como virgen extra.

8.5 Uso de los productos y estudio de los consumidores

Los productos estudiados y a los que se ha aplicado el sistema tendrán un uso y consumo por todos los sectores de la población.

Conocemos que el destinatario del aceite de oliva es el consumidor directo, que se abastece del mismo directamente desde la tienda instaurada en el área correspondiente a la embotelladora, aunque en muchos casos se distribuye a grandes cadenas de supermercados, todo esto nos dice que se deberán aplicar programas lo más eficaces posibles.

El consumo de este producto en los hogares se realiza tanto directamente como sometido a diversos tratamientos culinarios. Señalar aquí que es consumido por personas bajo riesgo de padecer ciertas enfermedades, como enfermos cardiovasculares, dándole un uso nutracéutico.

Es costumbre que el aceite de oliva virgen producido en pequeños municipios se consuma por los habitantes de la zona, como en el caso de cooperativas entre los socios de la misma, que representan un porcentaje importante de la población del municipio.

8.6 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.

8.7 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.

8.7.1 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.

8.7.1.1 Tablas de gestión

En estas tablas se estudiarán los peligros, medidas preventivas, límites, PCCs y su vigilancia y monitorización.

8.7.2 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.

8.7.2.1 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 (**Anexo I**).

8.7.2.2 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.

8.7.2.3 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.

8.8 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA 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. Como ya hemos visto anteriormente, en este manual proponemos una nueva terminología, que es: PCCg y PCCe.

8.9 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 en otros manuales "prerrequisitos"). Estos PCCg los desarrollaremos en planes según:

- plan de limpieza y desinfección
- plan de residuos
- plan de higiene del personal
- plan de mantenimiento higiénico de instalaciones
- plan de desinsectación - desratización
- plan de agua potable
- 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).

8.9.1 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, decaners, 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 de agentes limpiadores concentrados 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:

- Aplicación de la solución limpiadora diluida con agua caliente. Temperaturas próximas a 50 °C ayudan a fluidificar la grasa.
- 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.
- Aclarado, mediante agua caliente a una presión moderada que eliminará tanto los restos de suciedad como los residuos vehiculizados por los agentes limpiadores.
- 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.
- 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.

8.9.2 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.

Veremos además, cómo éstos residuos pueden variar según el sistema de producción de cada industria, ya sea en dos o tres fases, siendo diferente la gestión en ambos casos.

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 (en sistemas de dos fases).
- Alpechín (en sistemas de tres fases).
- Orujo (en sistemas de tres fases).

- Aguas de lavado de aceite.
- Descargas de las centrífugas 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.

8.9.3 Otros residuos líquidos

Las *aguas de lavado de aceite* si se dispone de balsa autorizada y se trabaja en dos fases, se pueden emplear ésta para secado de las aguas de lavado de aceite, las descargas de la centrífuga 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 ppm hace imposible su depuración con las aguas residuales urbanas.

Las aguas de lavado de aceite en el sistema de dos fases se han convertido en un problema similar al generado con los alpechines.

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*, sí pueden contener una alta carga contaminante, sobre todo si son de lavado de aceituna de suelo. Aquellas industrias que posean balsas para alpechín pueden destinar a ellas estos residuos. Para el resto de industrias como son la mayoría que trabajan en dos fases, este residuo supone un problema de gestión, pues no poseen balsas ni tampoco les está permitido verter este agua a la red de saneamiento público.

Considerar que en estudios realizados en almazaras de la provincia de Jaén por el AMA (Agencia de Medio Ambiente de la J. C. Andalucía), se ha encontrado que las aguas de lavado de aceituna poseen DBO que oscila entre 259 y 14302 ppm, 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 1.000ppm. En los casos 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.

Orujos

Si diferenciamos aquellas industrias que trabajan en dos fases, y que actualmente son la mayoría, el residuo principal 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.

En caso de trabajar en un sistema continuo de tres fases, el orujo que se genera contiene un porcentaje inferior de humedad que el alpeorujo y también será recogido por industrias extractoras.

Los orujos obtenidos en los diferentes sistemas de extracción presentan características muy distintas, como el contenido en agua, que varía entre el 40 y 45% en tres fases, hasta un 60-70% en dos fases. El contenido graso, con un 2,5-3,5% para dos fases.

Estos contenidos hacen que los tratamientos varíen en este residuo, siendo más rentable la extracción del de tres fases, al tener un mayor rendimiento graso y un menor requerimiento energético en su secado. Además las industrias extractoras se encuentran con menos problemas en su almacenaje, pudiendo amontonarse, mientras que el de dos fases, al ser más fluido, precisa balsas impermeabilizadas de almacenamiento.

Otra de las posibilidades en el aprovechamiento del orujo es la valorización térmica en plantas de generación eléctrica de biomasa. En este caso también es más útil

el orujo de tres fases, tanto por sus condiciones de almacenamiento como por necesitar un menor secado previo.

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 nuestro protocolo de gestión de residuos se deberá documentar y certificar la gestión de todos y cada uno de los residuos de la industria (Fig.3.).

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

Fig.3. Tabla de posibilidades de gestión de residuos de almazaras.

El que la mayoría de industrias generen actualmente alpeorajo no elimina el problema de la gestión medioambiental de las aguas de vegetación que ahora pasan a las industrias extractoras que deben modificar sus instalaciones con balsas para almacenar este subproducto fluido, y sus procesos para secar un orujo con un porcentaje de humedad superior al 60%.

Esto ha llevado además a dejar de plantearse soluciones de aprovechamiento alternativas de alpechines como son el riego, cogeneración, etc.

8.9.4 Plan de higiene del 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 practicas 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.

8.9.5 Plan de mantenimiento higiénico de instalaciones

8.9.5.1 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. En el capítulo 4 del presente manual se detallan todos los aspectos referentes al diseño higiénico de almazaras y de equipos habitualmente usados en las mismas.

8.9.5.2 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°.

8.9.5.3 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.

Córdoba es una gran productora de aceite de oliva, lo que implica que para reducir costes de almacenamiento se utilicen depósitos de grandes capacidades que se van enviando a la envasadora mediante camiones cisterna, todas las semanas.

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 decanters.

8.9.5.4 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.

8.9.5.5 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.

En la figura.4. se detallan los puntos de toma de agua, así como la salida de las aguas residuales en aquellos puntos donde se generan.

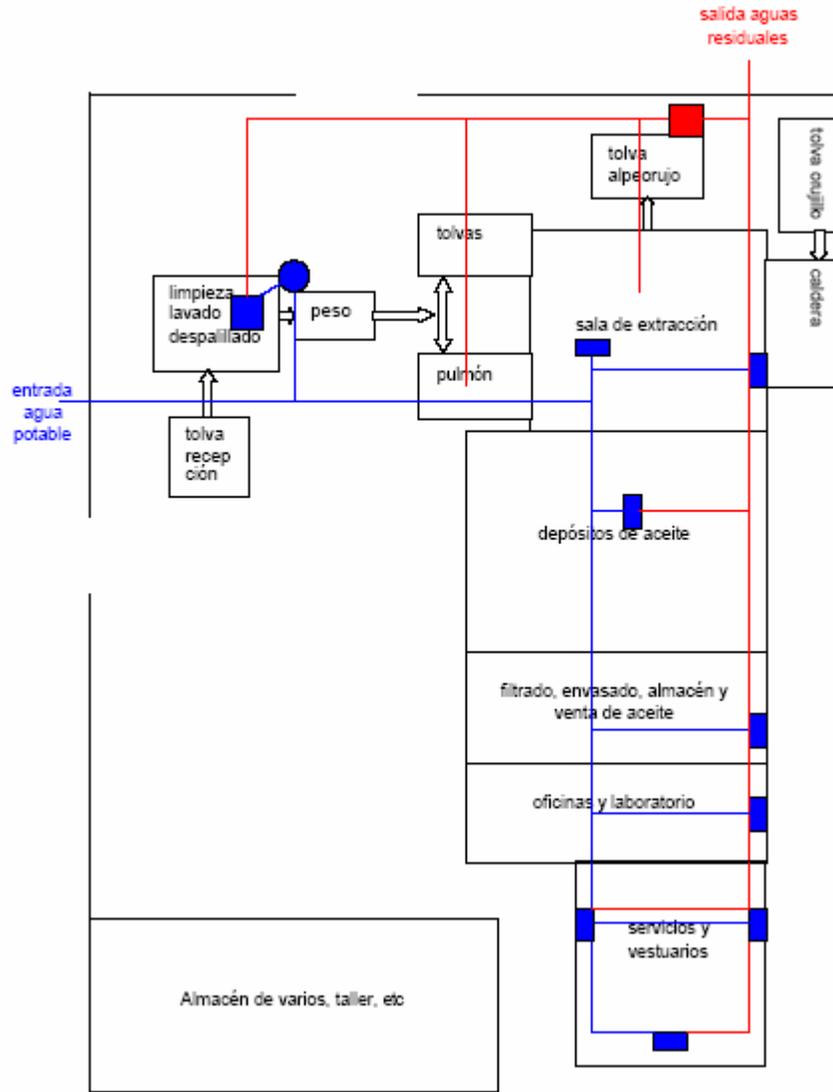


Fig.4. Esquema de entradas y salidas de agua a la planta.

Notas:

- Las líneas azules corresponden a agua potable, siendo los rectángulos puntos de uso, y los círculos depósitos de almacenamiento.
- La línea roja se corresponde con aguas residuales y otros residuos acuosos como alpechín, agua de lavado de aceituna y aceite, etc. el recuadro se corresponde con un pocillo de decantación, usado tanto para la eliminación de sólidos como para la recuperación de aceite.

8.9.5.6 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:

- Alpechín, se usan cisternas o cubas, las cuales deben garantizar su estanqueidad a fin de no producirse fugas. Es habitual, no obstante, que el transporte de este líquido se realice por conducciones a las balsas de evaporación. Las conducciones estarán diseñadas de forma que se eviten desbordamientos o

filtraciones que puedan contaminar otras zonas, siendo lo más conveniente el uso de conducciones cerradas, de PVC por ejemplo, que usar zanjas o acequias.

- Orujos, lo habitual es el uso de camiones tipo bañera, que realizan el transporte desde la almazara a la planta extractora.
- Los alpeorujos también 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.

8.10 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 decepciona 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

Fig.5. Tabla de gestión.

- *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.

8.11 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.

8.11.1 *Árbol de decisiones*

Para identificar si un determinado proceso o etapa es un punto de control crítico (PCC) o únicamente un punto de control (PC), emplearemos el "árbol de decisiones", aplicándolo en cada fase del diagrama de flujo para cada uno de los peligros identificados y de las medidas de control asignadas. Recordemos que definíamos un PCC 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.

En el caso que nos ocupa emplearemos dos modelos de árbol de decisiones, uno de aplicación para las materias primas, los ingredientes y los coadyuvantes que se vayan a emplear, y otro para los procesos de elaboración.

La aplicación de estos árboles de decisiones consiste en responder secuencialmente a una serie de preguntas referidas a los peligros y a las medidas preventivas en cada etapa del diagrama de flujo. Se utiliza el mismo árbol para peligros físicos, químicos y biológicos. En función de las respuestas obtenidas iremos avanzando en un sentido u otro en el árbol de decisiones hasta obtener la respuesta a nuestras preguntas.

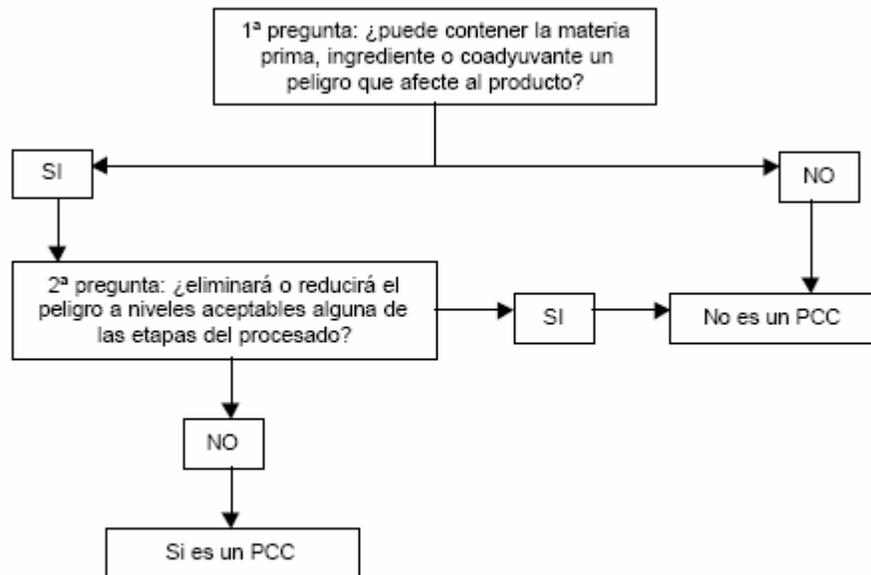


Fig.6. Árbol de decisiones aplicable a materias primas, ingredientes y coadyuvantes

La secuencia de respuestas que nos dirán si nos encontramos ante un PCC son:

P1	P2	PCC
SI	NO	SI

Fig.7. Secuencias de respuestas de la figura 6.

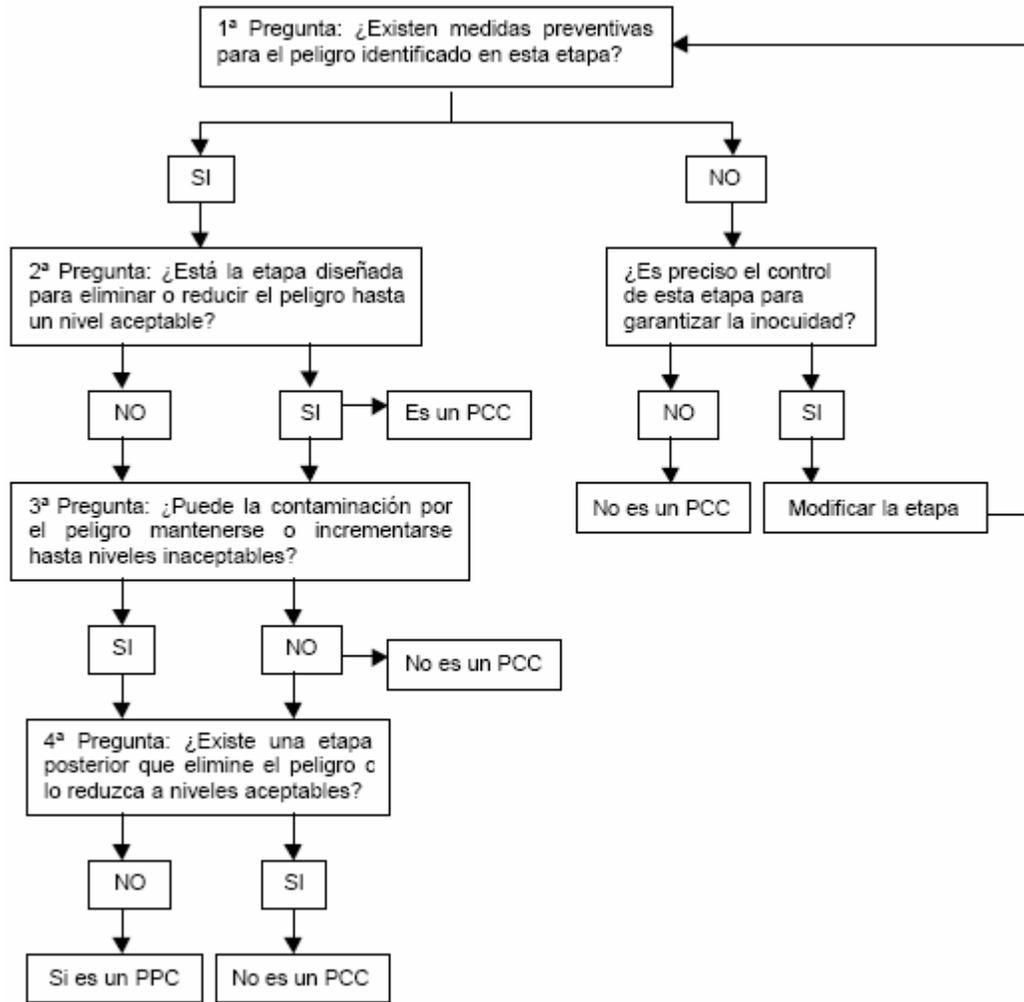


Fig.8. Árbol de decisiones aplicable a las fases de proceso:

La secuencia de respuestas que nos dirán si una etapa es PCC son:

P1	P2	P3	P4	PCC
SI	SI			SI
SI	NO	SI	NO	SI

Fig.9. Secuencia de respuestas de la figura 7.

Aplicando cada árbol de decisiones a las distintas etapas de los diagramas de flujo de una almazara obtendríamos los siguientes PCC. No solo se han considerado los peligros que pudieran afectar a la salud de los consumidores, sino también aquellos que pudieran hacer que la industria no obtuviera el producto deseado, en nuestro caso aceite de oliva virgen.

8.11.2 Procesos de puntos críticos (PCC)

ETAPA	PELIGRO	P1	P2	P3	P4	PCC
Recepción de aceituna*	Biológicos: mohos y parásitos. (1)	Si	Si	--	--	NO
	Químicos: residuos fitosanitarios.	Si	No	--	--	SI
	Físicos: hojas, metales, piedras, etc.	Si	Si	--	--	NO
Limpieza y lavado de aceituna	Químicos: residuos fitosanitarios.	Si	No	Si	No	SI
	Físicos: hojas, ramas, piedras y tierra. (2)	Si	No	Si	Si	NO
Almacén de aceituna	Químicos: productos de oxidación y fermentación.	Si	No	Si	No	SI
Moltración	Físicos: restos de piezas.	Si	No	Si	Si	NO
	Químicos: trazas metálicas.	Si	No	Si	No	SI
Batido	Químicos: residuos de limpieza y desinfección. (3)	Si	No	Si	No	SI
	Químicos: contaminación en coadyuvantes.*	Si	No	--	--	SI
Decanter	Químicos: residuos de lubricantes.	Si	No	Si	No	SI
	Físicos: restos de la fase sólida.	Si	No	Si	Si	NO
Tamizado	Físicos: residuos de la fase sólida.	Si	No	Si	Si	NO
Centrífuga vertical	Químicos: residuos de limpieza y desinfección. (3)	Si	No	Si	No	SI
Recepción de aceites*	Químicos: contaminantes, identidad y pureza del aceite.	Si	No	--	--	SI
Almacén de aceite	Químicos: modificaciones termoquímicas, residuos de limpieza y desinfección.	Si	No	Si	No	SI
Coupage de aceites	Químicos: mezcla de aceites no autorizados.	Si	No	Si	No	SI
Filtración de aceite	Físicos: restos y objetos.	Si	Si			SI
	Químicos: residuos en coadyuvantes.*	Si	No	--	--	SI
Envasado de aceite	Físicos: objetos en aceite y envases.	Si	No	Si	No	SI
	Químicos: migración de sustancias del envase. *	Si	No	--	--	SI
Transporte al por mayor	Químicos: contaminación del aceite.	Si	No	Si	No	SI

Fig.10. Procesos PCC

Notas:

*Se aplica el árbol de decisiones de materia prima, ingrediente o coadyuvante.

(1) La presencia de peligros biológicos en la materia prima como mohos, levaduras o bacterias no se considera PCC dada la imposibilidad de que estos crezcan en el producto final, al carecer éste de agua.

(2) No se consideran PCC los restos de objetos pues en las etapas posteriores, especialmente en el filtrado, se eliminarán totalmente.

(3) Aunque los residuos de los productos de limpieza y desinfección no se consideran en todas las etapas, pueden darse en la totalidad de ellas, considerándose en este caso solo en las etapas en las que la limpieza se realiza habitualmente con productos químicos. El control de estos peligros se verifica en el apartado correspondiente al plan de limpieza y desinfección de los prerequisites.

8.11.3 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.

Los diagramas de flujo, y las tablas de gestión que los siguen, contemplan dos casos dentro de todos los existentes en la industria de los aceites vegetales comestibles.

La extracción de aceite de oliva virgen y extracción de aceite de repaso. Este segundo no deja de denominarse aceite de oliva virgen hasta que no sale de la almazara. El tiempo que permanezca en ella, será denominado aceite de oliva virgen, a la salida se denominará en función de las cualidades o propiedades que mantenga.

En la totalidad de la cadena alimentaria debe aplicar medidas preventivas que deriven en la consecución de productos de adecuadas condiciones higiénicas, aunque éstos sean productos intermedios que no vayan a destinarse al consumo directo.

8.12 Tablas de gestión de extracción 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 atrojadados	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. 1138/90	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

Fig.11. Tabla 1 de gestión de extracción de aceite de oliva.

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	Molituración 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.- Molituración	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

Fig.12. Tabla 2 de gestión de extracción de aceite de oliva.

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	Lubricantes aptos para uso en industria alimentaria	Control documental	Cada nuevo proveedor o lubricante	Rechazar lubricantes no autorizados	Documentación del proveedor
		Regular diafragma	Según características del aceite	Verificar salidas del decanter	Cuando se trabaje	Ajustar diafragma o regular caudal de agua añadida.	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

Fig.13. Tabla 3 de gestión de extracción de aceite de oliva.

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

Fig.14. Tabla 4 de gestión de extracción de aceite de oliva.

8.13 Consideraciones para la elaboración de las tablas de gestión del proceso de extracción de aceite de oliva virgen.

Se deberá tener en cuenta las hojas de verificación de proveedores de cada uno de los elementos que se adquieren en la planta (**Anexo II**)

8.14 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.

La aceituna puede recepcionarse atacada por microorganismos, mohos, levaduras, etc. Sin embargo aunque esto afecta a la calidad del aceite finalmente obtenido, dadas las características físico-químicas del aceite con una muy baja proporción, no existe posibilidad de proliferación de estos microorganismos en el producto final. Por este motivo, solamente consideraremos los peligros biológicos al inicio del proceso y no en el resto de etapas.

8.14.1 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.

Las distintas posibilidades de control están descritas en el capítulo de PCCg referente a agua potable.

8.14.2 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.

8.14.3 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.

8.14.4 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 1-1,5h, aunque el R.D.308/83 permite temperaturas de batido de masa de hasta 65 °C, estimamos que 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 poli fenoles 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.

8.14.5 Separación sólido-líquido

Es en esta etapa donde se procede a separar las fases sólida y líquida (en dos fases o tres fases, detallado en capítulo 3) y se presentan dos tipos de peligros:

- 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.
- 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.

8.14.6 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.

8.14.7 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.

8.14.8 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.

8.14.9 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 pérdidas 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.

8.15 Registros de vigilancia y monitorización.

Los documentos que a continuación se incluyen son ejemplos orientativos, debiendo ser modificados para ajustarlos a las características de la industria, a los controles que se deseen incluir y a las circunstancias de cada empresa.

Es posible que no todas las almazaras tengan que utilizar la totalidad de las fichas, debiéndose ajustar éstas a las características reales de cada una.

Pueden existir fichas o controles preceptivos de la legislación que aquí no contemplamos al no ser estrictamente controles higieno-sanitarios. Algunos de los registros podrán variar su periodicidad, especialmente aquellos que una vez estandarizado el proceso no precisen de un seguimiento exhaustivo (**Anexo III**). Pero no solo de los productos, sino también de los equipos (**Anexo IV**)

El objetivo de los registros es doble, por un lado documentar el control sobre aquellos puntos que se consideren necesarios, lograr la trazabilidad de los aceites producidos y facilitar la operación de establecimiento de lotes.

Trazabilidad

Lograr trazabilidad total desde el origen de la aceituna hasta el aceite envasado es imposible dadas las características de trabajo, en el que grandes cantidades de aceituna de muy distintos agricultores se almacenan en las mismas tolvas, molturándose juntas, en continuo.

Únicamente en pequeñas almazaras, con un número muy reducido de agricultores que la abastecen, se pueden separar aceitunas de cada proveedor en distintas tolvas y molturar y almacenar aceite por separado.

Sí es posible lograr trazabilidad una vez que tenemos el aceite almacenado en un depósito hasta que el aceite se envasa o vende en cisternas, independientemente del número de trasiegos, filtraciones, etc. Que este sufra.

Ante cualquier problema o defecto detectado en un lote o botella de aceite se podrá conocer todo el camino y procesos que este sufrió hasta su primer depósito de almacenamiento. A partir de aquí hacia atrás, podremos identificar, partiendo del control de fechas en registros de proceso y de tolva de almacenamiento de aceituna, un determinado grupo de proveedores de esa aceituna.

Loteado de aceites

Un lote es un conjunto homogéneo de unidades de producto que se procesaron o se produjeron en las mismas condiciones, y que por lo tanto deben tener las mismas características.

Las utilidades del lote son muy variadas, especialmente a nivel interno de la industria, pero a un nivel higieno-sanitario el lote nos permitirá identificar, tras detectarse cualquier tipo de problema en un producto, el grupo de productos que por haber sido procesados, almacenados, obtenidos, etc., en las mismas condiciones pueden estar afectados por los mismos problemas.

Debido a esto es recomendable que el tamaño de los lotes sea manejable, ni tan pequeño que no existan diferencias entre lotes, ni tan grande que pierda homogeneidad.

Esto puede llegar a suceder en aquellos casos en los que el lote se establece para toda la producción de la campaña.

El lote debe cumplir otros requisitos, especialmente a la hora de definir las premisas en las que nos basaremos para crearlo. Se tendrá en cuenta siempre la rastreabilidad del lote, de forma que desde un determinado momento se puedan identificar siempre los procesos por los que ha pasado ese aceite y las condiciones de los mismos.

Estas condiciones se deben registrar de forma documental junto con la información de cada lote.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, consideramos que una de las mejores maneras de establecer el lote es a partir de los depósitos de aceite, considerando que la trazabilidad en la mayoría de los casos no se puede establecer hasta el origen de las aceitunas utilizadas en la elaboración de estos aceites.

El lote se puede establecer tanto desde un depósito de aceite según se obtiene, tras una serie de coupages o tras el filtrado. En cualquier caso se debe mantener un registro documental de todos los trasiegos, coupages y operaciones a las que ha sido sometido ese aceite.

8.2 ANEXO I

DESARROLLO DOCUMENTAL DE UN PROGRAMA APPCC.

Todos los puntos y apartados anteriormente estudiados deben quedar reflejados en un documento completo que compendie toda esta información, de forma lógica y estructurada, de manera que su manejo resulte sencillo, práctico, fácilmente revisable y modificable.

Toda la información que se refleje en nuestro programa se deberá llevar a cabo, por lo que al principio es recomendable desarrollar un programa sencillo, fácil de manejar y aplicar, y ante todo, que sea lo más coherente posible con la realidad de nuestra empresa.

Los puntos a considerar a la hora de cumplimentar la documentación de un programa APPCC son los siguientes:

ÍNDICE DEL PROGRAMA

- 1.** Presentación de la empresa
- 2.** Puntos de Control Crítico General
- 3.** Plan de limpieza y desinfección.
- 4.** Plan de residuos.
- 5.** Plan de higiene del personal.
- 6.** Plan de mantenimiento higiénico de instalaciones.
- 7.** Plan de desinsectación-desratización.
- 8.** Plan de agua potable.
- 9.** Plan de transportes.
- 10.** Puntos de Control Crítico Específico
- 11.** Diagramas de Flujo
- 12.** Tablas de Gestión
- 13.** Anexos
- 14.** Fichas o documentos de control
- 15.** Planos
- 16.** Documentación acreditativa de lo expuesto en el programa.

1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

En este apartado se incluyen los datos identificativos de la industria, como son: nombre, ubicación, RGSA, número de trabajadores, descripción de la actividad que se realiza indicando el método de trabajo, sistema productivo, número de líneas y su diseño y cuantos otros datos sean necesarios para describir fielmente la actividad de la industria.

Se indicará la legislación aplicable según corresponda.

Se adjuntará un plano o croquis de la industria, indicando la ubicación de las distintas salas, los equipos ubicados en cada una de ellas, los depósitos correctamente identificados, almacenes, etc.

2. PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO GENERAL

2.1 Plan de limpieza y desinfección

- Indicar quiénes realizan las operaciones de limpieza y desinfección: empresa contratada o personal de la propia empresa.
- Adjuntar protocolo de limpieza y desinfección:
 - describir como se limpian, con qué productos y con qué frecuencia las superficies que tienen un contacto directo con el aceite.

- describir como se limpian, con qué productos y con qué frecuencia las superficies que no tienen un contacto directo con el aceite (puertas, suelos, paredes, etc.).

- Adjuntar fotocopia de las fichas técnicas y de los registros sanitarios de los productos de limpieza y desinfección empleados. Únicamente se pueden utilizar productos autorizados para industria alimentaria.

- Indicar donde se almacenan los productos de limpieza y desinfección. (deben estar en un local o armario totalmente separado del resto de locales y alejado de cualquier posible contacto con el aceite o productos intermedios).

- Indicar el método de vigilancia de la eficacia del protocolo de limpieza y desinfección así como el control de residuos de productos de limpieza.

2.2 Plan de residuos

Se deberán tener en cuenta cuáles son los residuos generados y su gestión, dependiendo en cada caso del sistema de producción. Se deberá justificar el destino que se le da a los residuos.

2.3 Plan de higiene del personal

La empresa debe formar a sus trabajadores en todo lo referente a prácticas correctas de higiene y manipulación, para lo cual deberá desarrollar un programa de formación de los trabajadores en higiene personal del que se adjuntará una copia.

2.4 Plan de mantenimiento higiénico de instalaciones

Se documentará la forma, materiales, etc. en que están diseñados y construidos los equipos e instalaciones, de forma que quede inventariado el estado higiénico de las mismas. En caso de precisar alguna modificación en cuanto a materiales o equipos se procederá a su actualización acorde a las normas higiénicas pertinentes.

Se documentarán las revisiones que se realizan para el correcto funcionamiento de maquinaria y equipos.

Se procederá a documentar un protocolo de verificación de instalaciones, reflejando la periodicidad de la misma así como las modificaciones y medidas correctoras aplicadas.

2.5 Plan de desinsectación-desratización

- Indicar quién lleva cabo el programa de desinsectación-desratización: empresa contratada o personal de la propia empresa.
- *Desinsectación*: se indicará contra qué tipo de insectos se actúa (moscas, mosquitos, cucarachas, etc.), y las medidas aplicadas para evitar o erradicar su presencia, como son telas mosquiteras, lámparas electrocutoras y mantener los accesos al exterior cerrados la mayor parte del tiempo. Si se emplean insecticidas se deberá indicar el tipo de producto, así como la frecuencia y modo de aplicación, lugares donde se aplica y tiempos de espera o supresión (no existe ningún insecticida que se pueda aplicar en presencia de alimentos). Indicar el lugar donde se almacenan los plaguicidas.

- *Desratización*: se indicará contra qué tipo de roedores se actúa: ratas, ratones, etc., y las medidas utilizadas para evitar o erradicar su presencia, como son cebos químicos o rodenticidas, trampas, ceños, etc. En caso de los cebos químicos se adjuntará la ficha técnica de los mismos, incluyendo su número de registro sanitario tal y como se detalla en el plan de desinsectación-desratización del capítulo 6. Estos productos solo pueden ser aplicados por personal especializado y autorizado por la Comunidad Autónoma correspondiente. No se aplicarán estos productos en presencia de alimentos o en lugares donde puedan entrar en contacto con éstos.
- Adjuntar plano o croquis del establecimiento en el que se indique la ubicación de todas las medidas enumeradas anteriormente y que se apliquen en cada establecimiento.

2.6 Plan de agua potable

- Indicar la procedencia del agua: puede ser de la red pública, pozo propio, o de la red pública con un depósito intermedio.
- Indicar los usos del agua: limpieza y desinfección de equipos, superficies e instalaciones, higiene del personal, lavado de aceituna, aceite, como coadyuvante tecnológico en el proceso de extracción, etc.
- Indicar si existe alguna fuente de agua no potable y la forma en que estas están señalizadas, así como el uso que se hace de la misma.
- Indicar los controles y analíticas que se realizarán del agua, así como la frecuencia de los mismos.

- En caso del agua procedente de captación propia se realizará un plano de la industria en el que se indicarán todos los puntos anteriormente expuestos, así como las tomas de agua.
- Si se aplica algún tratamiento al agua como decoloración, descalcificación o desmineralización se indicará el tratamiento, ubicándose la planta de tratamiento en el plano.

2.7 Plan de transportes

- Indicar e identificar los vehículos de que se dispone.
- Indicar el uso al que se destina cada uno de los vehículos: para el transporte de materias primas, aceite envasado, aceite al por mayor, etc.
- Indicar protocolo de limpieza y desinfección de los vehículos, cubas, contenedores, etc.

3. Puntos de Control Crítico específico

En este apartado documentaremos todas las fases que se realizan en nuestra industria, desde que se decepciona la aceituna hasta que se vende el aceite. Esto quedará reflejado en uno o varios diagramas de flujo.

A continuación se desarrollarán las tablas de gestión en la que se estudian los puntos de control crítico específico.

Toda esta documentación se debe poseer en papel, pero su gestión, como el caso de las fichas, certificados, etc., se puede realizar sobre un soporte informático, el cual se imprimirá a requerimiento de los inspectores oficiales de salud pública.

3.1 Homologación de proveedores

La finalidad de la homologación es asegurar mediante el análisis del proveedor, que las instalaciones, organización y controles garanticen no solo la estabilidad en los suministros sino la fiabilidad en los productos que nos suministran (**Anexo __**)

Los proveedores son totalmente responsables de la calidad de sus productos, por lo que deben garantizar que cada uno de ellos satisfaga los requerimientos especificados.

Independientemente de los controles que se realicen en la etapa de recepción de materias primas, documentaremos las especificaciones así como los datos de homologación en cuanto a aspectos sanitarios concierne, que nos pudiesen interesar, como es el caso de RGSA, si posee un sistema APPCC implantado, etc., según la tipología y características del producto que nos suministre.

Dentro de las especificaciones estableceremos el nivel de desviación admisible y el número de no conformidades que nos conllevarán al cambio de proveedor, así como las medidas correctoras a aplicar en cada caso.

En una almazara se deberá verificar en un proveedor, según el producto que nos suministren, los siguientes datos:

Materias primas

De cada uno de los productores de aceituna se solicitará información sobre:

- Nombre.
- Dirección completa.
- Variedad de aceituna.
- Identificación boletín análisis.
- Especificaciones sobre la materia prima producida.
- Condiciones de transporte de aceituna.
- Fitosanotarios aplicados con indicación del nombre del producto y la fecha de la última aplicación.

Envases y embalajes

De los proveedores de los envases y embalajes se debe obtener la siguiente información:

- Nombre o razón social de la empresa proveedora.
- Dirección completa.
- RGSA.
- Materiales permitidos para uso alimentario. Documentación sobre composición, y características del envase o embalaje.
- Que estén correctamente protegidos de la suciedad y humedad (por ejemplo retractilados).

Productos de limpieza

De los proveedores de los productos de limpieza se solicitará:

- Nombre o razón social de la empresa distribuidora.
- Dirección
- completa.
- RGSA.
- Sustancias permitidas para el uso alimentario.
- Fichas técnicas.
- Envases intactos y sin defectos.

Coadyuvantes y materiales filtrantes

De los proveedores de los productos empleados como materiales filtrantes y como coadyuvantes, por ejemplo las tierras de diatomeas, la celulosa o el talco empleado en la etapa de batido como coadyuvante se solicitará:

- Nombre o razón social de la empresa distribuidora.
- Dirección completa.
- RGSA.
- Sustancias permitidas para el uso alimentario.
- Fichas técnicas.
- Envases intactos y sin defectos.

Considerar que la homologación de proveedores debe realizarse de manera específica según las características y las propias necesidades de cada empresa, exponiendo aquí únicamente unas breves referencias de aspectos básicos a considerar

como punto de partida para que cada empresa desarrolle medidas de control específicas en cada caso.

Se cumplimentarán las hojas de verificación para cada proveedor según corresponda, registrando las modificaciones de proveedor cuando se produzcan, y se archivarán por orden cronológico. Se informará al proveedores las especificaciones requeridas y se verificarán las mismas periódicamente.

3.2 Análisis de identidad y calidad del aceite de oliva virgen

Existen diversas medidas y criterios que permiten verificar tanto la identidad como la pureza de los aceites de oliva vírgenes. Junto a estos parámetros existen otros que tienen un enfoque de calidad, de forma que esta se pueda definir respecto a criterios objetivos.

Acidez libre

Indica los ácidos grasos libres en porcentaje en peso de ácido oleico. Es uno de los principales parámetros de calidad utilizados en el aceite de oliva virgen, puesto que la grasa natural es neutra en el momento de su síntesis biológica, la acidez libre es una medida que nos informa sobre el correcto estado de los frutos, la idoneidad del proceso de obtención y la correcta conservación de los aceites a través de una medida del grado de hidrólisis de los ésteres que forman una grasa.

Índice de peróxidos

Se expresa en mili equivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite e indica la cantidad de hidroperóxidos presentes en el aceite. Es una medida directa del

grado de oxidación inicial del aceite y de la desaparición de ciertos compuestos antioxidantes como polifenoles, tocoferoles y vitaminas presentes en el aceite y que le confieren algunas de sus propiedades más apreciadas desde un punto de vista de la salud.

En casos de oxidaciones avanzadas el número de hidroperóxidos decrece, incrementándose otros parámetros.

Alcoholes de cadena larga y ceras

Los alcoholes de cadena larga, alcoholes alifáticos o alcoholes grasos pueden estar presentes en cantidades elevadas en el aceite por diversos motivos como una extracción a elevada temperatura, extracción con disolventes (orujo), refinado, frutos muy dañados, etc.

La presencia de ceras en los aceites es una consecuencia directa de la presencia de alcoholes alifáticos, que por reacciones de esterificación con ácidos grasos libres dan éstas últimas, pudiendo aparecer también como consecuencia de una extracción de las ceras que protegen al fruto. Dado que la presencia de alcoholes alifáticos en algunos aceites de oliva virgen genuinos puede llegar a ser elevada, se ha sustituido el contenido de éstos por el de ceras para determinar la presencia de orujos, aceites de repaso y aceites refinados.

Medidas espectrofotométricas

Las medidas del coeficiente de extinción en la región ultravioleta de 232 y 270nm permiten detectar la presencia de dienos y trienos conjugados respectivamente, formados en gran medida en los procesos de refinado.

Como la K270 nos da también la medida de oxidación secundaria, si pasamos el aceite por una columna de alúmina (Al_2O_3), que retiene los productos de oxidación, se detectarán fundamentalmente los trienos conjugados.

Para medir la K270 sin interferencia de la absorción de fondo, calculamos $\ddot{A}k_{270} = k_{270} - \frac{1}{2}(k_{266} + k_{274})$.

Para detección de aceites de oliva refinados y de orujo también pueden usarse la medida de las relaciones k_{232}/k_{270} , o la de absorción de tetraeno a 315nm.

Perfil lipídico

Se entiende por perfil lipídico la composición de ácidos grasos y esteroides presentes en un determinado aceite, siendo característica de cada tipo. Aunque a la hora de manipular un aceite es relativamente fácil el ajustar su composición de ácidos grasos hasta la del aceite de oliva, es sumamente complicado hacerlo para la fracción de esteroides, y más aún para ambas.

La composición de ácidos grasos es típica del aceite de oliva, pero en algunos casos es necesaria la adición de cantidades significativas, superiores al 20%, de otros aceites para que la modificación sea apreciable.

Por otro lado también se puede utilizar la composición de glicéridos parciales, como 2- glicéridos, o la detección de isómeros trans de los ácidos grasos naturales, procedentes de un refinado fuerte con el fin de eliminar los esteroides del aceite adulterante. La presencia de diacilglicéridos y monoacilglicéridos en cantidades significativas puede ser sintomática de la adición de aceites sintetizados por reacciones de esterificación, que suelen presentar esterificaciones incompletas.

El contenido en trilinoleína en aceites de oliva no será superior al 0,5 %.

El análisis de esteroides se utiliza para detectar la adulteración del aceite de oliva con otros cuya composición en ácidos grasos es parecida, bien de forma natural como el aceite de avellana o por modificaciones en las plantas, como el girasol alto oleico, pues existen determinados compuestos presentes en cantidades significativas en el aceite de oliva.

Casos especiales son los dioles triterpénicos como el eritrodiool y el uvaol, cromatografiados junto con los esteroides, cuyo porcentaje en la fracción total de esteroides es utilizable para detectar la presencia de aceites de oliva extraídos. Dado que estas medidas se realizan por cromatografía de gases o por HPLC acoplados a diversos detectores, la comparación de cromatogramas obtenidos con patrones adecuados permiten detectar numerosas adiciones de aceites ajenos al aceite de oliva virgen. En el caso de determinadas variedades de aceites de oliva vírgenes genuinos que de forma natural se apartan de los estándares generales es preciso utilizar patrones específicos para las características de esos aceites en concreto, tal puede ser el caso del aceite de oliva virgen de la variedad cornicabra, que presenta niveles especialmente altos de campesterol.

3.3 Glosario de términos

Ha continuación se recoge el significado de algunos de los términos usados en este manual:

- *Acaricida*: producto fitosanitario empleado en la lucha contra los ácaros y otros arácnidos de pequeño tamaño.

- *Aceitones*: residuo que queda en el fondo de los depósitos de aceite de oliva virgen tras su decantación natural.
- *Almazara*: industria cuya actividad principal es la obtención de aceite de oliva virgen, pudiendo realizar igualmente actividades de almacén, envasado y venta de este mismo producto.
- *Alpechín*: residuo líquido, producido en la extracción del aceite de oliva virgen por el sistema de tres fases y por presión. Está formado por el agua de vegetación de la aceituna.
- *Alpechinera*: balsa o pocillo donde se dispone el alpechín para separar por decantación el aceite en él contenido.
- *Alperujo o alpeorujo*: residuo fluido, producido en la extracción del aceite de oliva virgen por el sistema de dos fases, está formado por el orujo y el alpechín.
- *Atrojado*: conjunto de fermentaciones y oxidaciones que se producen en la aceituna cuando ésta es almacenada por periodos prolongados de tiempo.
- *Castrar*: operación consistente en eliminar la capa superior de aceite que queda en las alpechineras, de baja calidad, de forma periódica.
- *Compost*: abono de origen orgánico sin ingredientes químicos de síntesis.
- *Contaminación cruzada*: la contaminación que se produce desde un producto o superficie contaminada hasta otro que no lo está.

- *Coupage*: proceso de mezclado de aceites de oliva vírgenes distintos del lampante de diferentes características para conseguir las deseadas.
- *Diagrama de flujo*: secuencia ordenada de manera esquemática que incluye todas las operaciones que se den en la producción de un alimento.
- *Encabezamiento*: adición de aceite de oliva virgen distinto del lampante que se hace al aceite de oliva refinado para darle unas características organolépticas adecuadas.
- *Fitosanitario*: producto químico empleado en la prevención y el tratamiento de enfermedades de vegetales.
- *Fitotóxico*: producto que es tóxico para las plantas.
- *Fungicida*: producto fitosanitario empleado en la lucha contra los hongos.
- *Inertizar*: eliminar el aire de un depósito y del aceite contenido en él introduciendo nitrógeno por una boca inferior situada al efecto.
- *Jámila*: alpechín.
- *Límite crítico*: un parámetro, preferiblemente objetivo, que nos permite decidir si un PCC esta bajo control o no.
- *Maquila*: proceso de compra de aceituna por el que se entrega a cambio de ésta una cierta cantidad de aceite de oliva virgen elaborado y envasado, quedándose el industrial con un porcentaje del aceite elaborado como pago.

- *Medida correctora*: aquella medida que aplicada cuando se superan los límites críticos nos dice qué hacer con el producto en cuestión, y como volver a una situación segura.
- *Medida preventiva*: acciones emprendidas para evitar la actualización de un peligro.
- *Orujillo*: residuo procedente de la extracción del aceite de orujo de los orujos y alpeorujos, se suele utilizar por parte de las almazaras para la obtención de energía.
- *Orujo*: residuo sólido procedente de la extracción de aceite de oliva virgen por los sistemas de tres fases y el tradicional.
- *Peligro*: cualquier característica de un alimento que puede causar enfermedad o daño en quien lo consuma.
- *pH*: escala usada en la medida de la acidez, el valor neutro corresponde a 7, siendo valores menores ácidos y mayores básicos.
- *Plan*: conjunto de procedimientos recogidos por escrito.
- *Principio activo*: sustancia incluida en la presentación comercial de un producto, fitosanitario por ejemplo, y que es responsable de su acción.

- *Punto de Control Crítico*: 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.
- *Punto de Control Crítico específico*: todos aquellos que se identifican dentro de una fase de producción determinada.
- *Punto de Control Crítico general*: son aquellos que se presentan en la mayor parte de las etapas de producción y son estudiados de forma independiente a las fases productivas propiamente dichas.
- *Purgar*: acción mediante la cual se eliminan de un depósito que contiene aceite los sólidos depositados en el fondo durante su decantación.
- *Redlers*: sistema de transporte utilizado habitualmente para elevar el alpeorujo hasta la tolva de almacenamiento. Consisten en cadenas, simples o dobles, que arrastran un sistema de placas generalmente sintéticas que son las encargadas de mover el alpeorujo.
- *Riesgo*: la probabilidad de que un peligro se actualice.
- *Sangrar*: purgar.
- *Sistema APPCC*: sistema preventivo destinado a garantizar la calidad higieno-sanitaria de un alimento.
- *Tabla de gestión*: documentos estructurados en los que se deben estudiar detalladamente las fases descritas en el diagrama de flujo.

- *Turbios*: aceitones. *Veceo*: se llama así a la alternancia de cosechas en algunas plantas, como el olivo, según la cual a un año de buena cosecha le sigue otra menor.
- *Vector*: cualquier elemento que sirva para vehicular un contaminante al alimento.

8.2 ANEXO II

HOJAS DE VERIFICACIÓN DE PROVEEDORES

- **Materias primas**
- **Envases y embalajes**
- **Productos de limpieza**

HOJAS VERIFICACIÓN PROVEEDORES

Persona que verifica: _____
Fecha: _____

MATERIAS PRIMAS						
PROVEEDOR	Dirección	Id. Boletín análisis	ESPECIFICACIONES			
			Condiciones transporte	Fitosanitarios aplicados	Separación suelo/vuelo	Frutos sanos

Persona que verifica: _____
Fecha: _____
Proveedor: _____

ENVASES Y EMBALAJES						
TIPO ENVASE						
Productor						
RGSA						
Razón social						
Dirección						
Documentación						
ESPECIFICACIONES						
Envases íntegros						

Persona que verifica: _____
Fecha: _____
Proveedor: _____

PRODUCTOS DE LIMPIEZA						
PRODUCTO						
Productor						
RGSA						
Razón social						
Dirección						
Fichas técnicas						
ESPECIFICACIONES						
Envases íntegros						

Persona que verifica: _____

Fecha: _____

Proveedor: _____

COADYUVANTES Y MATERIALES FILTRANTES					
PRODUCTO					
Productor					
RGSA					
Razón social					
Dirección					
Fichas técnicas					
ESPECIFICACIONES					
Envases íntegros					

8.3 ANEXO III

FICHAS Y DOCUMENTOS DE REGISTRO DEL PROGRAMA APPCC

Las fichas y documentos de registro que consideramos se pueden generar en un programa APPCC son:

1. Ficha control recepción de aceituna.

2. Ficha control de procesos.

3. Ficha control trasiegos y coupages.

4. Ficha control filtración.

5. Ficha control envasado.

6. Ficha control compra al por mayor.

7. Ficha control venta al por mayor.

8. Ficha control expedición.

9. Ficha control limpieza y desinfección.

10. Ficha control desinsectación-desratización.

11. Ficha control equipos e instalaciones.

12. Ficha control de cloro.

13. Parte de incidencias.

14. Registro de revisiones y actualizaciones del sistema APPCC.

8.4 ANEXO IV

FICHAS DE CONTROL

FICHA CONTROL EQUIPOS E INSTALACIONES

Persona que realiza el control:.....
Fecha:.....

EQUIPO	IDENTIFICACIÓN EQUIPO	ESTADO EQUIPO	INCORRECCIÓN	MEDIDA CORRECTORA
PATIO DE LA ALMAZARA				
TOLVA DE RECEPCIÓN				
DESHOJADORA				
LAVADORA				
CINTAS TRANSPORTE				
TOLVAS PULMÓN				
SALA DE EXTRACCIÓN				
MOLINO				
TERMOBATIDORA				
DECANTER O PRENSA				
VIBROFILTRO				
CENTRÍFUGA VERTICAL				
DECANTADORES				
SINFINES				
CONDUCCIONES				
TOLVA COADYUVANTES				
TELAS MOSQUITERAS EN VENTANAS				
BODEGA O ALMACÉN DE ACEITES				
DEPOSITOS				
CONDUCCIONES				
MANGAS				
FILTRO				
BOMBAS				
SALA DE ENVASADO				
ENVASADORA				
DEPÓSITO ENVASADO				
LÁMPARA ELECTROCUTORA				
LAVAMANOS DE ACCIONAMIENTO NO MANUAL				
TELAS MOSQUITERAS EN VENTANAS				

Fig.1.A. Ficha control equipos e instalaciones.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	ID. SALA	INCORRECCION	MEDIDA CORRECTORA
SUELO PATIO INCLINADO Y SOLADO			
TECHUMBRE PROTECTORA SOBRE EQUIPOS DE PATIO Y CINTAS			
SISTEMAS DE ILUMINACIÓN SUFICIENTE, PROTEGIDOS			
DESAGUES SUFICIENTES, TAPADOS			
PAREDES LAVABLES, SIN DESCONCHONES			
TECHO LAVABLE, SIN ACÚMULOS DE SUCIEDAD			
SUELO ANTIDESLIZANTE, LAVABLE			
EXTRACCIÓN DE GASES EN BUEN ESTADO			
AISLAMIENTO TÉRMICO SUFICIENTE			
USO DE PALETS EN ALMACENES			
SISTEMAS DE CALEFACCION			
AGUA CORRIENTE A PRESIÓN FRÍA O CALIENTE.			
SERVICIOS Y VESTURARIOS LIMPIOS Y SUFICIENTES.			

Observaciones:

Fig.1.B. Ficha control equipos e instalaciones.

NOTAS:

- La periodicidad de este registro será como mínimo bianual, al principio y al final de cada campaña.
- En la “identificación del equipo” se marcará el número asignado a ese equipo o la línea a la que pertenece.
- En “Id. Sala” se indicará la sala en la que se observa la incorrección.

PARTE DE INCIDENCIAS

FECHA Y HORA	INCIDENCIA OBSERVADA	MEDIDA CORRECTORA	FIRMA DEL RESPONSABLE

Observaciones:

Fig.3. Parte de incidencias.

mejoras en él. En cualquier caso se deberá conservar una copia del programa sin modificaciones y otra del programa modificado.

DOCUMENTO N° 5
PRESUPUESTO

9. PRESUPUESTO

9.1 LINEA DE RECEPCIÓN- LIMPIEZA-PESADO

- 9.1.1 Tolva de recepción**
- 9.1.2 Cinta transportadoras**
- 9.1.3 Limpiadora**
- 9.1.4 Tolva de pesada**

9.2 LINEA DE PRIMERA EXTRACCIÓN

- 9.2.1 Molino**
- 9.2.2 Termobatidora**
- 9.2.3 Decánter**
- 9.2.4 Deshuesadora**
- 9.2.5 Centrifuga Vertical**

9.3 LINEA DE SEGUNDA EXTRACCIÓN

- 9.3.1 Termobatidora**
- 9.3.2 Decánter**
- 9.3.3 Centrifuga Vertical**

9.4 ALMACENAMIENTO DE ACEITE

- 9.4.1 Tanques de almacenamiento**

9.5 RESIDUOS

- 9.5.1 Residuos Sólidos**
- 9.5.2 Residuos Líquidos**
 - 9.5.2.1 Aguas de limpieza de aceite**
 - 9.5.2.2 Aguas con alto poder contaminante**

9. PRESUPUESTO

9.1 COSTE TOTAL DE POTENCIA Y ENERGÍA

El coste total de potencia será la suma de:

- Certificado de energía en ambos sentidos en un punto de medida o punto frontera o unidad de oferta (3 años < periodos ≤ 6 años): 1055,17 €
- Términos de potencia y Energía, activa y reactiva, de las tarifas de acceso definidas en el Real Decreto 1164/2001, de 26 de Diciembre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de Energía eléctrica (**Anexo I y Anexo II**).
 - Tarifa de acceso de términos de potencia y energía (Tarifa 3. 1 A) (fig.1.) para acceso a alta tensión:

	Período tarifario 1	Período tarifario 2	Período tarifario 3
Tp: €/kW y año	16,723787	10,313110	2,364914
Te: €/kWh	0,012052	0,011336	0,010033

Fig. 1. Tabla acceso de potencia y energía.

El periodo tarifario que corresponde por ser un proceso industrial temporal es el Período 3.

- Siendo para la planta de **Tp = 2,364914 €/kW año** y **Te = 0,010033 €/kWh**.
- **Potencia: 278 kW + 744 kW = 1022 kW**
- **Energía: 2780h kW + 17.856 kWh = 20.636 kWh**

- La tarifa de acceso:

$$\text{Coste}_{\text{potencia}} = 2,64914 \text{€kW año} \times 1.022 \text{kW} = 2.707,42 \text{€}_{\text{anual}}$$

$$\text{Coste}_{\text{energía}} = 1.055,17 \text{€} + 0,01 \text{€kWh} \times 1.022 \text{kW} = 1.065,39 \text{€}_{\text{anual}}$$

- Tarifa mensual

Como la potencia consumida es elevada (por encima de 145 kW), se aplicara una tarifa de $T_p = 2,144047 \text{€kW mes}$ y $T_a = 0,045578 \text{€kW}$.

$$\text{Coste}_{\text{potencia}_{\text{mes}}} = 2,144 \text{€kW año} \times 1.022 \text{kW} = 2191,168 \text{€}_{\text{mes}}$$

$$\text{Coste}_{\text{energía}_{\text{mes}}} = 0,0145578 \text{€kWh} \times 20.636 \text{kW} = 300,415 \text{€}_{\text{mes}}$$

- Terminó de facturación de energía reactiva (Artículo 9.3 del Real Decreto 1164/2001, de 26 de Octubre)

Está basado en unos recargos y descuentos porcentuales en función del factor de potencia y se aplica sobre la totalidad de la facturación básica. Varía entre un descuento del 4% para $\cos j = 1$ a un recargo del 47% para $\cos j = 0,5$. No es de aplicación este complemento para los abonados acogidos a las tarifas 1.0 y 2.0.

cos Φ	Euro/kVArh
cos Φ < 0,95 y hasta cos Φ = 0,90	0,000010
cos Φ < 0,90 y hasta cos Φ = 0,85	0,012673
cos Φ < 0,85 y hasta cos Φ = 0,80	0,025346
cos Φ < 0,80	0,038019

Fig.2. Tabla de costes de Energía Reactiva

- Precios de los Excesos de potencia

En la fórmula de la facturación de los excesos de potencia establecida en el punto b) 3 del apartado 1.2 del artículo 9 del Real Decreto 1164/2001, de 26 de Octubre, fijada para tarifas 6. en el caso en que la potencia demandada sobrepase en cualquier periodo horario la potencia contratada en el mismo, el valor es de 1,4064 €/kW.

9.2 COSTE DE CONSUMO DE AGUA

Se deberá tener en cuenta:

- Cuota de servicio
- Consumo de agua
- Saneamiento
- Depuración
- Canon de trasvase

9.2.1 Cuota de servicio

Es una cuota fija de consumo, que se abona por el hecho de conectarnos a la red de agua potable.

Para una almazara, la cuota de servicio para un mes será de: 114,41 €

9.2.2 Consumo de agua

- Consumo de las centrifugadoras: $200\text{kg/h} \times 6 \times 24 \times 28 \times 10^3 = 806,4 \text{ m}^3/\text{mes}$.
- Consumo de la caldera, aunque esta recircula el agua que se consume, pero cada cierto tiempo hay que suministrar agua nueva. Este será de una vez al mes, el volumen de la caldera: $2,015\text{m}^3$.
- Consumo total: $808,42 \text{ m}^3$
- Coste por metro cúbico: $0,183 \text{ €}$
- Coste total mensual de consumo de agua: $147,94 \text{ €}$

9.2.3 Saneamiento

El saneamiento es el gasto debido al vertido de aguas residuales al alcantarillado público.

Depende del consumo que se produzca, ya que se tomará como referente para el cálculo de los vertidos:

- Consumo total = Gasto Saneamiento = 808,42 m³
- Coste por metro cúbico: 0,254 €
- Coste total mensual de consumo de agua: 205,34 €

9.2.4 Depuración

A estos costes debemos incluir el coste por depuración de vertidos con un poder contaminante medio, dentro de los cánones de la Normativa Andaluza de gestión del Agua.

- Coste por cuota de depuración: 34,29 €

9.2.5 Canon de trasvase

El canon de trasvase para el volumen mensual de agua consumido

- Canon de trasvase: 43,57 €

9.2.6 Coste total

**Coste total del agua: 147,94 €+114,41 €+205,34 €+34,29 €+43,57 €=
545,55 €**

9.3 LINEA DE RECEPCIÓN- LIMPIEZA-PESADO

Se estimara el presupuesto de la línea al completo, en función de su maquinaria y de sus costes estimados de agua y potencia.

Maquinaria	Consumo Potencia	Coste Potencia	Coste Energ	Consumo Agua	Coste Agua	Coste Maquinaria
Tolva recepción	0	0	0	0	0	3.000 €
Cinta Transportadora Total	7,5 kW	14,69 €	0,49 €	0	0	12.000 €
Limpiadora	12 kW	23,51 €	0,78 €	0	0	38.000 €
Tolva de Pesada	1 kW	1,96 €	0,06€	0	0	10.200 €
Total	20,5 kW	40,16 €	1,33 €	0	0	63.200 €

Tenemos 6 líneas de limpieza, por lo que el total del coste:

- Maquinaria: 378.000 €
- Gasto Energético: 281,52 €

9.4 TOLVAS DE ALMACENAMIENTO

Se tendrá en cuenta el coste de cada una de las tolvas de almacenamiento que se tienen en la almazara para su suministro al proceso.

Maquinaria	Consumo o Potencia	Coste Potencia (al mes)	Coste Energía (hora)	Consumo Agua	Coste Agua	Coste Maquinaria
Tolva de almacenamiento (motor válvula)	1,8 kW	3,53 kW	0,12 €	0	0	14.000 €
Sinfín de tolva a Molino	5,5 kW	10,77€	0,36€	0	0	7.500 €
Total	7,3 kW	14,30€	0,48 €	0	0	21.000 €

Tenemos 15 tolvas de almacenamiento, por lo que el total del coste:

- Tolvas y sífín: 210.000 €

9.5 LINEA DE PRIMERA EXTRACCIÓN

Maquinaria Principal	Consumo Potencia	Coste Potencia (mes)	Coste Energía (hora)	Consumo de Agua	Coste Agua	Coste Maquinaria
Molino	37 kW	72,49 €	13€	0	0	25.361 €
Sinfín	5,5 kW	10,77€	0,36€	0	0	Incluido precio molino
Termobatidora	12 kw	23,51 €	0,78 €	0	0	65.214 €
Bomba de masa	3 kW	5,88 €	0,19 €	0	0	Incluido en el precio de termobat.
Decánter	30 kW	58,77 €	1,95 €	0	0	181.150 €
Deshuesadora	18,5 kW	36,24 €	1,20 €	0	0	8.000 €
Bomba de Decánter a Centrífuga	2,2 kW	4,31 €	0,14 €	0	0	Incluido precio de decánter
Centrífuga Vertical	5,5 kW	10,77€	0,36€	4,8 m³	1,22€	90.575 €
Total	98 kW	191,99 €	6,37 €	4,8m³	1,22€	370.300 €

Tenemos 4 líneas de primera extracción, por lo que el total del coste:

- Maquinaria: 1.481.200 €

9.6 LINEA DE SEGUNDA EXTRACCIÓN

Maquinaria principal	Consumo Potencia	Coste Potencia	Coste Energ	Consumo de Agua	Coste Agua	Coste Maquinaria
Termobatidora	12 kW	23,51 €	0,78 €	0	0	99.450 €
Bomba de Masa	3 kW	5,88 €	0,19 €	0	0	Incluido en el precio de termobat.
Decánter	44 kW	86,20 €	2,86 €	0	0	276.250 €
Bomba	2,2 kW	4,31 €	0,14 €	0	0	Incluido precio de decánter
Centrifuga Vértical	5,5 kW	10,77€	0,36€	4,8 m³	1,22€	138.125 €
Bomba de centrifuga vertical a tanques	3 kW	5,88 €	0,19 €	0	0	Incluido en precio de centrifuga vertical
Total	176 kW	344,80 €	11,45€	4,8m³	1,22€	512.825 €

Tenemos 4 líneas de segunda extracción, por lo que el total del coste:

- Maquinaria: 1.025.650 €

9.7 ALMACENAMIENTO DE ACEITE

Maquinaria	Consumo Potencia	Coste Potencia	Coste Ener	Consumo de Agua	Coste Agua	Coste Maq.
Tanques de almacenamiento	0	0	0	0	0	8.000 €
Bomba de tanque a tanque	3,75 kW	7,35 €	0,24 €	0	0	2.000 €
Aeroterms	143 kW	280,15 €	9,30 €	5.400kg/h	0[⊗]	1.000 €
Bomba de tanque a cisterna	3,75 kW	7,35 €	0,24 €	0	0	2.000 €
Tuberías y Accesorios	0	0	0	0	0	12.000 €
Total	153 kW	299,74 €	9,95 €	5.400kg/h	0	31.000 €

Tenemos 100 tanques de almacenamiento y 10 aeroterms, por lo que el total del coste:

- Maquinaria: 800.000 €
- Aeroterms: 10.000 €
- Bombas: 8.000 €

[⊗] Esta agua se recirculará, por lo que no se produce un consumo del mismo.

9.8 RESIDUOS

9.8.1 Residuos Sólidos

Para residuos sólidos el coste económico es el de gastos de recogida de residuos sólidos por parte del ayuntamiento, o si por el contrario, se ha a reutilizar para su transformación en plantas de compostaje, el coste económico será el de transporte de los residuos sólidos a la planta de compostaje.

	Coste
Gastos de Recogida por Ayuntamiento	56,35€/día
Gastos de Recogida para Planta de Compostaje	60,42€/día

9.8.2 Residuos Líquidos

9.8.2.1 Aguas de limpieza de aceite

Para el caso de aguas de limpieza de aceite en las que nos hemos asegurado que su carga de DBO y DQO están por debajo de la considerada como contaminante, se procederá al pago de un canon a una depuradora por vertido de aguas al alcantarillado público. Este gasto se refleja en el **apartado 8.2.4**.

9.8.2.2 Aguas con alto poder contaminante

Para aguas de alto poder contaminante, aguas de salida de repaso, y de atrojado y limpieza de tanques, se procede a almacenarla en un tanque para aguas residuales, de donde será recogido por camiones cisternas de una empresa de tratamiento de aguas residuales.

	Coste
Tanque de almacenamiento de aguas residuales	60.000 €
Recogida por Empresa de tratamiento de aguas residuales para un año	18.000 €

9.9 CALDERA

En este caso solo se tendrá en cuenta el coste de caldera, ya que el combustible es un subproducto de la planta y no nos genera ningún tipo de gasto adicional. El único gasto es el de la tolva de almacenamiento de orujillo para la alimentación de la caldera.

	Coste agua	Consumo Potencia	Coste de potencia (mes)	Coste de ener. (hora)	Consumo de agua	Coste de maquinaria
Caldera	0,37 €(día)	3,75 kW	7,35 €	0,24 €	2,015 m³	120.000 €
Intercambiador	0	1,2 kW	2,35 €	0,08 €	0	9.000 €
Total	0,37 €(día)	4,95 kW	9,70 €	0,32 €	2,015 m³	120.000 €

9.10 TRANSPORTES

9.10.1 Transporte de recogida de aceite desde almazara

Por lo general, el gasto de envasado se descuenta del pago del aceite realizado por la envasadora. Si esta es una envasadora ajena a la planta, que solo se dedica a envasar el aceite y a reenviarlo. Si la envasadora es la que compra el aceite, los gastos de transporte corren por su cuenta.

9.11 CONSUMOS VARIOS

Equipos	Consumo Potencia	Coste Potencia (mes)	Coste Energía (hora)	Coste Equipo
Iluminación y servicios	14, 52 kW	28,45 €	0,95 €	9.000 €
Total	14,52 kW	28,45 €	0,95€	9.000 €

9.12 Gasto Total de la almazara

El gasto total lo obtendremos de la suma de todos los gastos anteriores.

- Coste total: 4.102.395 €

A este precio se le debe incluir el precio de construcción de las áreas de extracción, almacén de tanques de aceite, zona de control, oficina, vestuarios y cualquier otra instalación que se crea conveniente, pero este coste será aparte del coste de maquinaria total que se detalla anteriormente.

El gasto de implantación será el coste de agua que se contrata, coste de la potencia que se instala, coste de maquinaria y tramites necesarios para poder llevar la planta funcionamiento.

9.1. ANEXO I

9.1.1. RELACIÓN DE TARIFAS BÁSICAS CON LOS PRECIOS DE SUS TÉRMINOS DE POTENCIA Y ENERGÍA

Tarifas y escalones de tensión	Término de potencia Tp: € / kW mes	Término de energía Te: € / kWh
<i>Baja tensión</i>		
1.0 Potencia hasta 770 W	0,277110	0,062287
2.0 General, potencia no superior a 15 kW (1)	1,538801	0,087420
3.0 General	1,506300	0,088179
4.0 General de larga utilización	2,406082	0,080581
B.0 Alumbrado público	0,000000	0,081255
R.0 De riegos agrícolas	0,371897	0,086307
<i>Alta tensión</i>		
<u>Tarifas generales:</u>		
Corta utilización:		
1.1 General no superior a 36 kV	2,205746	0,073853
1.2 General mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	2,085945	0,069344
1.3 General mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	2,015474	0,067300
1.4 Mayor de 145 kV	1,959098	0,065044
Media utilización:		
2.1 No superior a 36 kV	4,538341	0,067370
2.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	4,291692	0,063072
2.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	4,150749	0,061239
2.4 Mayor de 145 kV	4,045042	0,059267
Larga utilización:		
3.1 No superior a 36 kV	12,050562	0,054264
3.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	11,268333	0,051091
3.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	10,923024	0,049120
3.4 Mayor de 145 kV	10,591809	0,047780
<u>Tarifas T. De Tracción:</u>		
T.1 No superior a 36 kV	0,690814	0,077258
T.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	0,634421	0,072676
T.3 Mayor de 72,5 kV	0,620325	0,070421
<u>Tarifas R. De Riegos Agrícolas:</u>		
R.1 No superior a 36 kV	0,563931	0,077329
R.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	0,535731	0,072818
R.3 Mayor de 72,5 kV	0,507538	0,070351
<u>Tarifa G.4 de grandes consumidores</u>	11,370238	0,012547
<u>Tarifa venta a distribuidores (D)</u>		
D.1 No superior a 36 kV	2,406729	0,050903
D.2 Mayor de 36 kV, y no superior a 72,5 kV	2,271838	0,048560
D.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	2,215041	0,046856
D.4 Mayor de 145 kV	2,144047	0,045578

(1) 1. A esta tarifa cuando se aplique el complemento por discriminación horaria nocturna (Tipo 0) no se aplicarán los recargos o descuentos establecidos en el punto 7.4.1 (Tipo 0) del Título I del Anexo I de la Orden de 12 de enero de 1995, sino que se aplicarán directamente los siguientes precios a la energía consumida en cada uno de los períodos horarios:

- Energía consumida día (punta y llano): 0,089807 €/kWh de término de energía.
- Energía consumida noche (valle): 0,040725 €/kWh de término de energía.

2. A esta tarifa cuando no se le aplique el complemento por discriminación horaria (Tipo 0) y el consumo promedio diario sea superior al equivalente a 1.300 kWh en un bimestre, se aplicará a la energía consumida por encima de dicha cuantía un recargo de 0,013 €/kWh en exceso consumido. Para ello, la facturación debe corresponder a lecturas reales de contador.

9.2. ANEXO II

9.2.1. APLICACIÓN DE LAS TARIFAS

9.2.1.1. Tarifas existentes

El sistema tarifario actual desde 1983 en que se estableció, se estructura en torno a unas tarifas generales en función de la tensión de suministro y la utilización de la potencia contratada, a los cuales puede acogerse cualquier tipo de consumidor y de unas tarifas para alumbrado público, riegos, tracción, distribuidores (solo aplicable a pequeños distribuidores existentes), grandes abonados y tarifas domésticas 1.0 y 2.0, condicionados o bien al uso de la energía las cuatro primeras o bien a las características del suministro, las dos últimas.

Además, desde 1994, se ha creado una tarifa para grandes consumidores, la tarifa horaria de potencia, que en sus precios básicos de potencia y energía integran todos los componentes del coste.

Las tarifas del suministro de energía eléctrica en alta tensión desaparecerán el, 1 de enero 2007, según se recoge en el artículo 19, punto 4. del Real Decreto-Ley 6/2000, de 23 de junio de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercado de Bienes y Servicios.

9.2.1.2. Estructura de las tarifas

La formación del precio final de la energía eléctrica consumida, de acuerdo con nuestra actual estructura de tarifas parte de la facturación básica que tiene una fórmula binomia, con un término función de la potencia demandada y otro función de la energía consumida, a esta facturación básica se le suman algebraicamente los recargos o descuentos correspondientes a los cuatro complementos tarifarios existentes, energía reactiva, discriminación horaria, estacionalidad e interumpibilidad, con lo cual se obtiene el precio final de la energía.

La factura eléctrica se completa con los importes, en su caso del alquiler de los equipos de medida y los impuestos.

9.2.2. Complementos

9.2.2.1. Discriminación horaria

El complemento por discriminación horaria establecido en la actual estructura tarifaria, tiene en cuenta el distinto coste de la energía eléctrica en cada periodo horario. Su objetivo fundamental es lograr el aplanamiento de la curva de carga diaria, y, dependiendo de la modalidad, de la monótona del sistema eléctrico nacional.

Se valora como un descuento o recargo en pesetas función de la forma de consumo y del término de energía de media utilización del escalón correspondiente.

Existen cinco tipos de discriminación horaria siendo un derecho del consumidor elegir el que más se ajuste a sus necesidades:

- **Tipo 0:** "Tarifa nocturna". Se aplica solo a los abonados de la tarifa 2.0 (domésticos), durante 16 horas diarias tiene un recargo del 3% y durante 8 horas al día un descuento del 55%. Para facilitar su aplicación, este complemento desde 1997, se ha integrado directamente en el precio de la energía.
- **Tipo 1:** Se aplica a los abonados que no hayan optado por otro tipo de complemento, tiene un recargo del 20% en toda la energía consumida. Se aplica a abonados de cualquier tarifa excepto las 1.0, 2.0 (domésticos) y la B.0 (alumbrado público), que no hayan instalado contador discriminador y tengan una potencia inferior a 50 kW.

Podrían estar incluidas aquí pequeñas industrias y comercios.

- **Tipo 2:** Diferencia dos periodos, por un lado la punta 4 horas al día con un recargo de 40% y por otro el llano y valle, sin recargo ni descuento. Los usuarios serían similares a los del Tipo 1.
- **Tipo 3:** Todos los días del año se dividen en tres periodos, la punta 4 horas al día con recargo del 70%, valle 8 horas al día con un descuento del 43% y llano 12 horas al día sin recargo ni descuento, el usuario tipo sería una pequeña o mediana industria.
- **Tipo 4:** Los días laborables de lunes a viernes se dividen en punta 6 h/día, llano 10 h/día y valle 8 h/día, los sábados, domingo y festivos se consideran valle las 24 horas, las horas punta tienen un recargo del 100%, y las valle un descuento del 43% de uso normal en la industria.
- **Tipo 5:** En este tipo se distribuyen los días del año en cuatro categorías, pico 70 días, alto 80 días, medio 80 días y bajo 135 días, dentro de cada categoría de días se determinan periodos de punta, llano y valle. Los recargos y descuentos correspondientes son los siguientes:

Punta de días pico..... 300% de recargo

Punta de días alto..... 100% de recargo

Llanos..... sin recargo ni descuento.

Valles..... 43% de descuento

Usada por grandes industrias con muchas posibilidades de modulación.

9.2.3. Energía reactiva

Está basado en unos recargos y descuentos porcentuales en función del factor de potencia y se aplica sobre la totalidad de la facturación básica. Varía entre un descuento del 4% para $\cos j = 1$ a un recargo del 47% para $\cos j = 0,5$. No es de aplicación este complemento para los abonados acogidos a las tarifas 1.0 y 2.0.

9.2.3.1. Complemento de estacionalidad

Prevé un descuento del 10% sobre el término de energía para los consumos efectuados en temporada baja (Mayo, Junio, Agosto y Septiembre) y un recargo del 10% durante la temporada alta (Enero, febrero, Noviembre y Diciembre), solo aplicable a los abonados que facturen por el Modo estacional y es incompatible con la discriminación horaria Tipo 5.

9.2.4. Complemento de interumpibilidad

De aplicación a los grandes abonados en tarifas generales de A.T. (Potencia contratada en punta y llano $> 5\text{MW}$). Se aplica sobre la facturación básica y consiste en que el cliente, a cambio de unos determinados descuentos en la factura, se compromete, durante 5 años, a reducir su demanda y no superar una potencia preestablecida ($P_{\text{max.}}$) en los periodos que se le solicite por parte de la empresa suministradora.

Los tipos de interrupciones a los que pueden acogerse los consumidores, según el tiempo de interrupción máximo y el preaviso mínimo, son los siguientes:

Tipo A.....	12 horas.....	16 horas
Tipo B.....	6 horas.....	6 horas
Tipo C.....	3 horas.....	1 horas
Tipo D.....	45 minutos.....	5 minutos

Los descuentos sobre la totalidad de la facturación básica que pueden obtenerse por este complemento son función:

- Del tipo o tipos a los que esté acogido.
- De la potencia ofertada en cada tipo (Diferencia entre la potencia contratada en punta y/o llano y la potencia residual P_{max}).
- De la utilización de la potencia contratada (Energía anual consumida dividido por la potencia contratada en punta y/o llano).
- Del número de interrupciones realizadas.

9.3. ANEXO III

9.3.1. Estudio económico previo en función de la producción.

Como se vio anteriormente en una almazara pueden existir 3 métodos para la obtención del aceite de oliva virgen: presión, centrifuga de tres pasos y centrifuga de dos pasos.

El gráfico siguiente nos muestra las diferencias entre los tres sistemas:

Económicamente el sistema tradicional de presión no puede competir con los sistemas continuos de tres y dos fases, debido fundamentalmente a:

- Elevados costes de elaboración que llevan una mayor necesidad de mano de obra.
- Discontinuidad de la producción
- Gastos inherentes de los materiales filtrantes.

En consecuencia hay que proyectar para una capacidad de producción adecuada para obtener unos resultados económicos óptimos. Es decir, el fin último de la proyección de la planta es que se obtengan beneficios económicos, siendo estos calculados previamente en una fase inicial del proyecto para conocer su viabilidad.

Vamos a estudiar los diferentes costes de cada sistema para poder así decidir cual de ellos será el más adecuado para nuestro proyecto.

9.3.2. Inversión mínima para procesos continuos

En la gráfica siguiente podemos observar los costes de inversión de capital inmovilizado para sistemas de tracción continuos de 2 y 3 fases respectivamente.

INVERSIONES PARA SISTEMAS CONTINUOS DE 2 Y 3 FASES EN EXTRACCIÓN DE ACEITE DE OLIVA

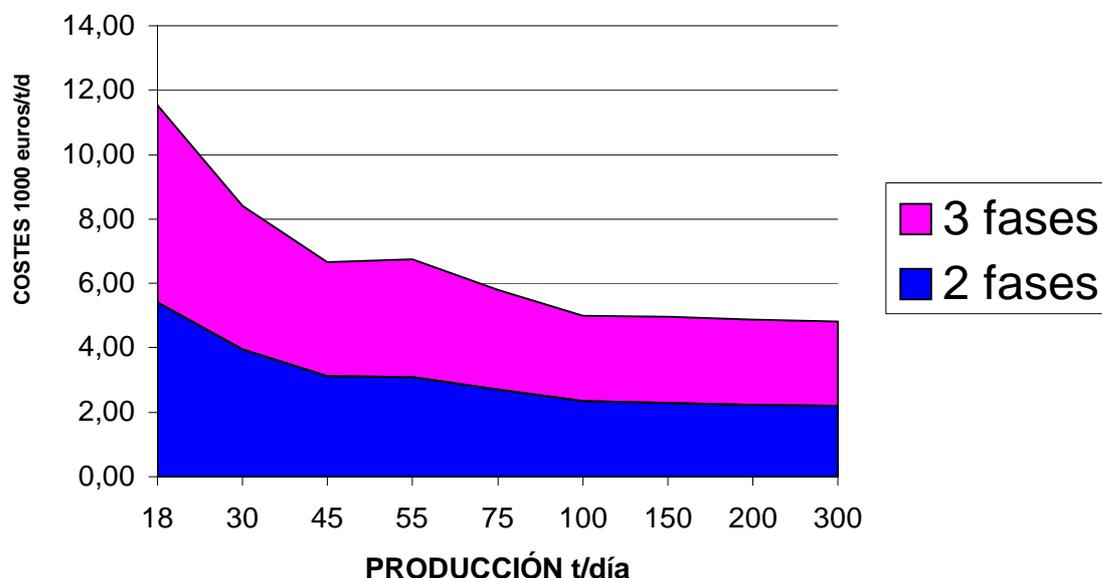


Fig.1. Inversiones para sistemas continuos

Estos gastos de inversión sólo representan el capital mínimo que habría que invertir sin tener en cuenta los edificios, equipos de producción y de servicios generales (sistema eléctrico, caldera, etc.) y complementarios (bodega de almacenamiento, etc.).

Podemos observar que los costes de inversión para sistemas de dos fases son menores que para sistemas de 3 fases. Además, la gráfica nos indica un establecimiento de los costes a capacidades de producción mayores a 100 toneladas/día.

Esto nos indica que nos es más rentable plantas para producciones a partir de 100 toneladas/día.

9.3.3. Costes de capital de la almazara

Para obtener los costes de capital de una almazara es necesario fijar de antemano la vida útil de la planta y el interés del capital invertido.

Se puede establecer como vida útil de una planta en 10 años y el interés en el capital en el 15%. Estos son unos datos estimativos estudiados a partir de la concepción de que es una planta de producción alimentaria (nos hemos basado en datos de industria alimentaria y datos de la maquinaria que estamos usando en estos sistemas).

En la actualidad existen fondos de subvención debido a la unión económica europea para la mejora y modernización de los sistemas de producción, tanto para mejorar la producción como para disminuir al máximo los elementos contaminantes generados en este tipo de proceso (alperujos, aguas sucias, consumo innecesario de recursos energéticos, perdidas por equipos en mal estado, etc.).

9.3.4. Ayudas a almazaras

Como pueden ser:

- Ayudas para la asistencia técnica de las almazaras (con el fin de contribuir a la mejora del medio ambiente y al aumento de la calidad de la producción de las aceitunas y de su transformación en aceite, previstas en el Subprograma III de la Orden del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de 22 de abril de 2005, por la que se aprueba el Programa de mejora de la calidad de la producción de aceite de oliva la campaña 2005/2006.
- Ayudas previstas en el Subprograma II.2 «Actuaciones de producción integrada» (dentro del Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva aprobado por Orden del Ministerio de Agricultura, Pesca y

Alimentación, de 22 de abril de 2005, y con la finalidad de fomentar la producción integrada en el olivar andaluz).

- Ayudas por fondos LEADER. Iniciativa comunitaria de la Unión Europea para el desarrollo rural cuyo nombre responde a las siglas, en francés, "Relaciones entre Actividades de Desarrollo de la Economía Rural" que puede aplicarse a las regiones europeas de Objetivo 1 (menos desarrolladas), 5b (zonas rurales frágiles) y 6 (zonas nórdicas con baja densidad de población).
 - Los OBJETIVOS de LEADER II son fomentar las actividades innovadoras realizadas por los agentes locales, sean públicos o privados, en todos los sectores de actividad del medio rural, dar a conocer experiencias concretas y ayudar a los agentes locales de los distintos Estados miembros que lo deseen a inspirarse en los resultados obtenidos por otros territorios y a realizar en común determinados proyectos.
 - Las medidas subvencionables por LEADER son:
 - A) La Adquisición de Capacidades de los nuevos grupos
 - B) Los programas de innovación rural
 - B.1 Apoyo técnico al desarrollo rural
 - B.2 Formación profesional y ayudas a la contratación
 - B.3 Turismo rural
 - B.4 Pequeñas empresas, artesanos y servicios de aproximación

B.5 Valoración in situ y comercialización de la producción agraria, silvícola y pesquera local.

B.6 Conservación y mejora del medio ambiente y del entorno

C) La Cooperación Transnacional.

D) La Evaluación y Seguimiento.

- PRODER es un conjunto de programas para el desarrollo rural que aplican medidas de desarrollo endógeno y que se han implementado exclusivamente en España. En estos programas se va extendiendo de forma específica la aplicación del método LEADER. PRODER 2 (2000-2006), en el periodo actual de programación es aplicable potencialmente en todo el territorio nacional. Tiene esta denominación genérica (PRODER 2) aunque varía el nombre en cada comunidad autónoma. Son un conjunto de medidas de desarrollo endógeno de zonas rurales que forman parte de la programación de desarrollo rural de ámbito regional, programación que se diferencia en muchos aspectos según esté dentro de las regiones de Objetivo 1 o de fuera de Objetivo 1:
 - En regiones de Objetivo 1 (1): son los Programas Operativos Integrados Regionales.
 - En regiones fuera de Objetivo 1 (1): son los Programas Regionales de Desarrollo Rural.

- FEDER aparecen con objeto de reducir las disparidades entre los niveles de desarrollo de las diversas regiones y el retraso de las regiones o islas menos favorecidas, incluidas las zonas rurales, contribuyendo al desarrollo armonioso, equilibrado y duradero de las actividades económicas, a un alto grado de competitividad, a un nivel elevado de empleo y de protección del medio ambiente, así como a la igualdad entre los hombres y las mujeres. El ámbito de aplicación para llevar a cabo su misión en favor del desarrollo regional participa en la financiación de las medidas siguientes:
 - Inversiones productivas que permitan la creación o el mantenimiento de empleos estables.
 - Inversiones en infraestructuras que en las regiones del objetivo nº 1 contribuyan al desarrollo, al ajuste estructural, a la creación y al mantenimiento de puestos de trabajo y, en todas las regiones subvencionables, a la diversificación, revitalización, integración y renovación de los centros de actividad económica y los espacios industriales en declive, de las zonas urbanas degradadas, y de las zonas rurales y zonas dependientes de la pesca. Estas inversiones pueden también tener por objeto el desarrollo de las redes trans-europeas de transporte, telecomunicaciones y energía en las regiones del objetivo nº 1.
 - Desarrollo del potencial endógeno mediante medidas de apoyo a las iniciativas de desarrollo local y de empleo y a las actividades de las pequeñas y medianas empresas: estas ayudas se destinan a los servicios a las empresas, la transferencia de tecnologías, el desarrollo

de instrumentos de financiación, las ayudas directas a las inversiones, la realización de infraestructuras de proximidad, y a las estructuras de servicios de proximidad.

- Inversiones en el terreno de la educación y la sanidad, únicamente para el objetivo nº 1.

A través de estas medidas se quiere fomentar el desarrollo del entorno productivo, la investigación y el desarrollo tecnológico, el desarrollo de la sociedad de la información, la protección y mejora del medio ambiente, la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres en el trabajo, así como la cooperación trans-fronteriza, transnacional e interregional.

9.3.4.1. Costes fijos

Podemos observar en la gráfica siguiente como se produce una disminución del coste de amortización en función de la capacidad. Esto nos dice que a medida que aumentamos el tiempo de uso obtenemos mayores beneficios al disminuir el coste de amortización en función de la capacidad instalada hasta hacerse prácticamente constante y la notable disminución conforme aumenta la duración de la campaña o, lo que es lo mismo, el coeficiente de utilización de los equipos, ya que se trata de una industria de funcionamiento en temporadas (unos pocos meses al año).

También se deben tener en cuenta costes fijos como el mantenimiento de equipos, personal fijo e impuestos (Espínala, 1997).

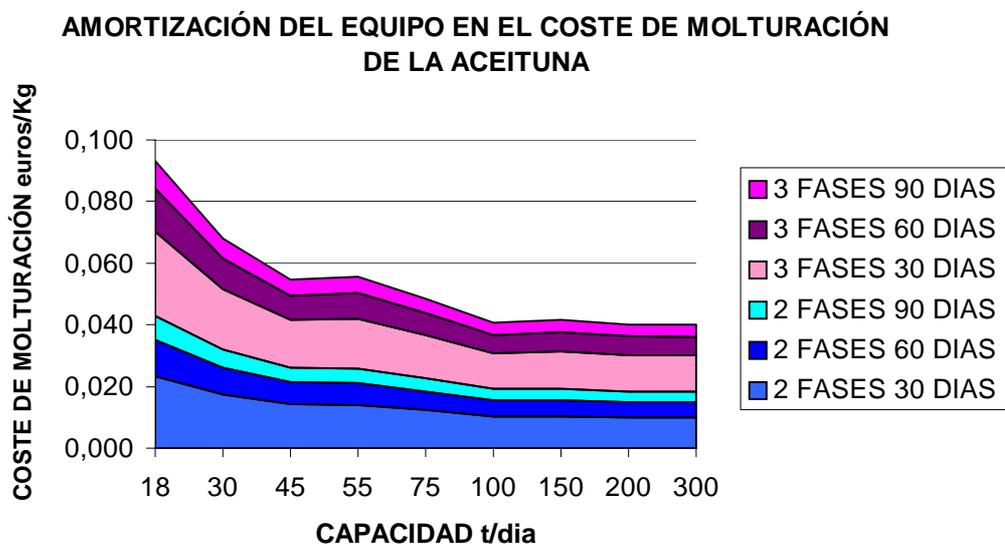


Fig.2 Amortización del equipo

9.3.4.2. Costes variables

En los costes variables se incluyen: mano de obra eventual, los consumos de energía calorífica, energía eléctrica y agua.

Para su estimación se puede tomar como base cinco operarios por turno y 5 por la noche, esta estimación es para instalaciones de 500 toneladas/día (para instalaciones superiores a 100 toneladas/día el número de operarios por turno debe aumentar de forma proporcional, es decir, 2 para menores e iguales a 100 toneladas/día y uno más por cada 100 toneladas/días más).

Los consumos de energía eléctrica, energía calorífica y agua se toman de datos técnicos de los fabricantes o de estimaciones a partir de históricos de otras plantas de similares proporciones.

Los costes unitarios disminuyen conforme aumenta la producción, siendo menores para el sistema de extracción por centrifugación en dos fases que para el de tres fases (en sistemas de dos fases no se utiliza agua de adición en el proceso), consumir menos energía eléctrica (menor equipo, ya que no necesitaríamos equipo para la tercera fase del decánter de tres pasos), calorífica (por el mismo caso que en el de consumo de energía eléctrica) y tener menor coste de amortización (por el mismo caso que en el de consumo de energía eléctrica).

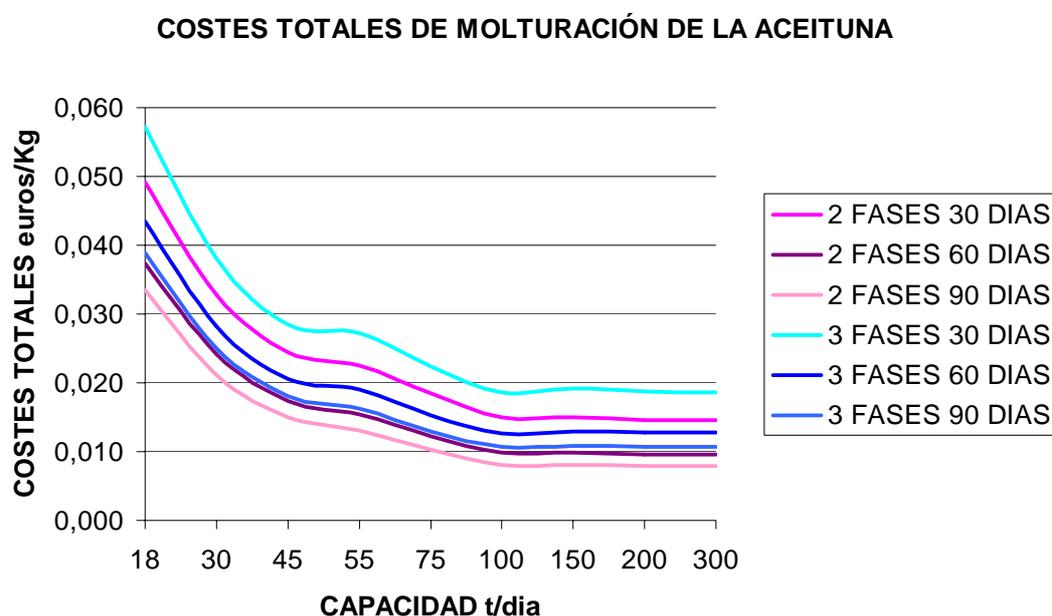


Fig.3. Costes totales de molturación de aceituna

9.3.5. Capacidad de almazara: Cantidad de aceituna a procesar

9.3.5.1. Estudio a nivel mundial del aceite

Inicialmente, durante el planteamiento del proyecto, se realizó un estudio sobre la influencia del aceite de oliva a nivel mundial, teniendo en cuenta: principales países productores, producción en dichos países, además del consumo

mundial anual del mismo. Todo esto se incluyó a las expectativas propuestas por la *Unión Económica Europea* para el futuro de este producto.

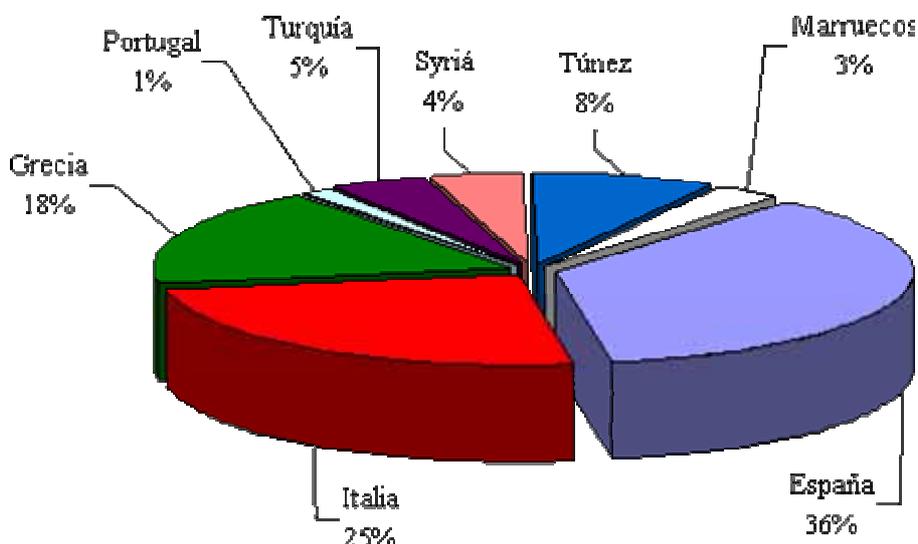


Fig.4. Cuota en % de la producción de aceite de oliva en el mundo.

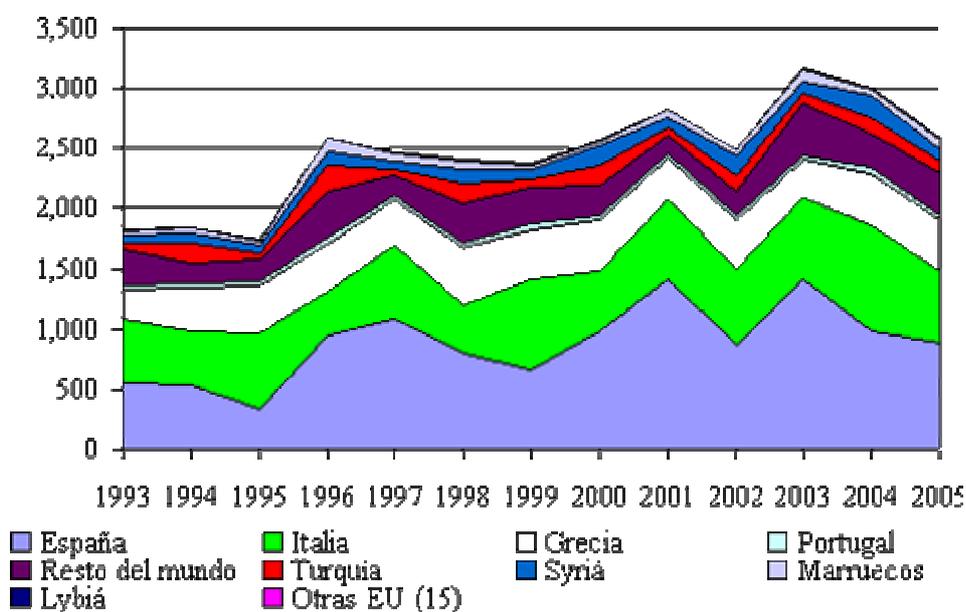


Fig.5. Producción de los principales países productores

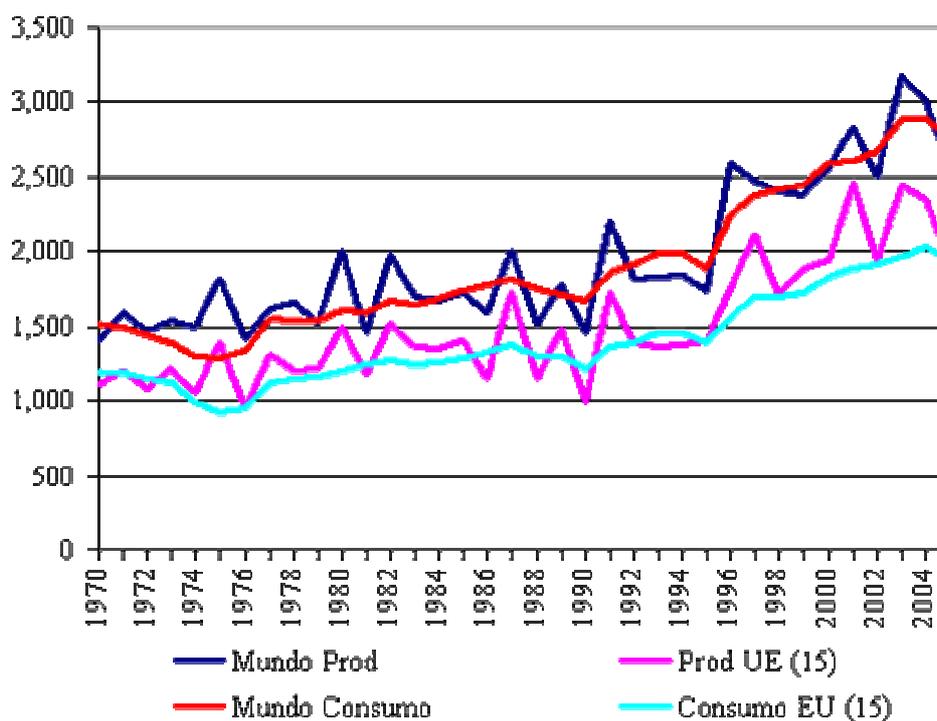


Fig. 6. Producción frente a consumo

9.3.5.2. Estudio a nivel regional del aceite

Después de este estudio se realizó otro más exhaustivo sobre la producción de aceite de oliva en la campiña sur cordobesa, lugar en donde nos interesa realizar nuestra implantación.

Para este proceso se tuvo en cuenta el aumento del cultivo del olivo que se está produciendo en esta región y por tanto, se han estado manejando datos históricos de las almazaras, y datos de aumento de producción de aceite, que se prevé, aumentará de una forma exponencial corto y medio plazo.

Desde un principio se ha especificado la capacidad de la almazara en función de la cantidad de aceituna a procesar:

- Capacidad máxima de producción 500 t/día (capacidad de diseño de la planta).
- Capacidad media de producción en campaña: 300 – 350 Toneladas/día.

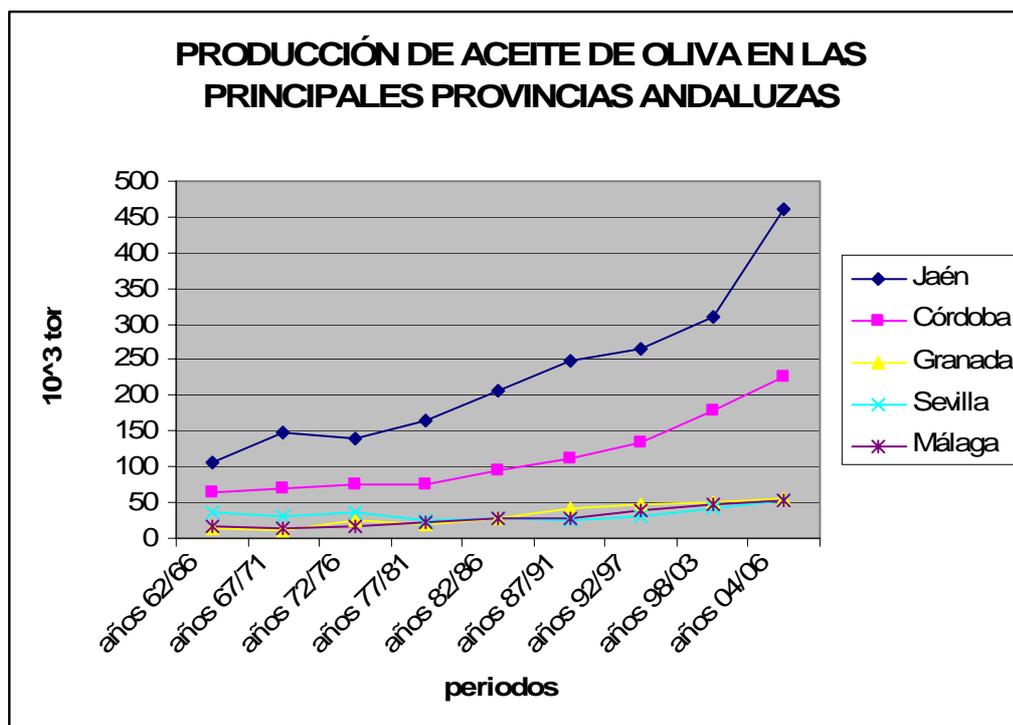


Fig.7. producción en diferentes periodos de tiempo en provincias andaluzas

Provincia	ASAJA	Junta Andalucía	Media
Jaén	500	470	485
Córdoba	230	220	225
Sevilla	50	67,5	58,75
Málaga	60	65,8	62,9
Granada	80	49	64,5
Resto	20	20,4	20,2
Total	940	892,7	916,35

Fig.8.Comparativa de estimaciones de producción de aceite de oliva campaña 2006/07. Datos en miles de toneladas

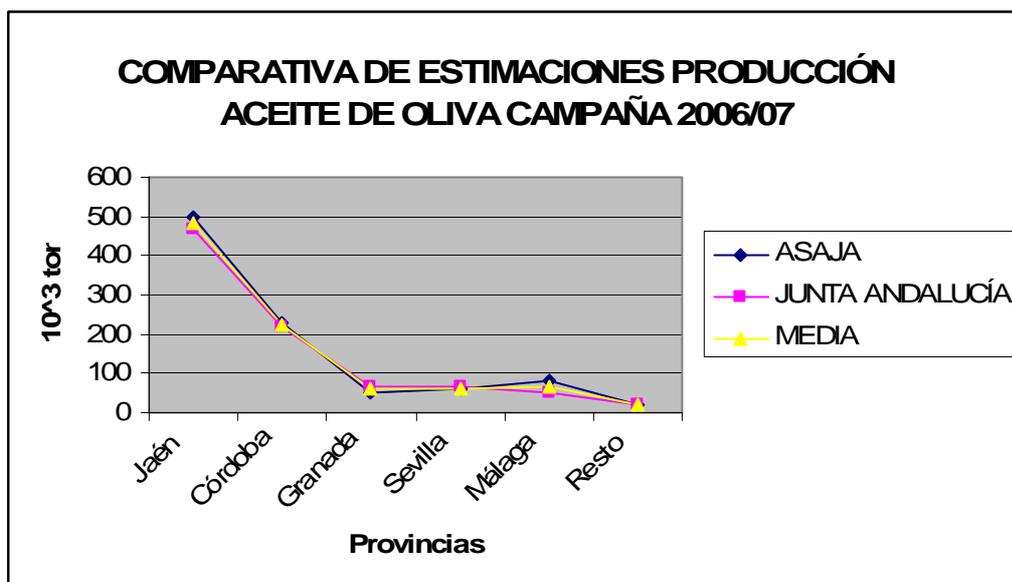


Fig.9. Comparativa de estimaciones de producción

9.3.6. Capacidades de trabajo de la almazara

Después de evaluar todos estos datos se optó por unos datos de capacidad de almazara en función de la capacidad de producción.

La capacidad de almazara en función de la cantidad de aceituna a procesar será:

- **Capacidad máxima de producción 500 Toneladas/día** (capacidad de diseño de la planta), es decir, 20,84 Toneladas/hora (trabajando 24 horas al día).
- **Capacidad media de producción en campaña: 300 – 350 Toneladas/día**, en este caso, 12,5 - 14,58 t/hora.

Esto nos indica que debemos proyectar los equipos para un tratamiento anual de Se ha resuelto proyectar los equipos para un **tratamiento anual de 56.000.000 toneladas** de aceituna.

Hemos tendido en cuenta una campaña de 112 días hábiles: comprendidos entre **Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.**

Vamos a considerar rendimiento del aceite en la campaña cordobesa:

- **Rendimiento total del aceite: 23% (kg aceite/100 kg aceituna).**
- **Rendimiento industrial de primera centrifugación: 20% (kg aceite/100 kg aceituna).**
- **Rendimiento industrial de segunda centrifugación: 1,8% (kg aceite/100 kg aceituna).**
- **Rendimiento industrial total: 21,8% (kg aceite/100 kg aceituna).**

Teniendo en cuenta todos estos datos, se supondrá una producción de aceite en almazara para condiciones de diseño de:

- **Producción de aceite anual: 12.208.000 toneladas.**
- **Producción de aceite diaria: 109.000 toneladas.**
- **Producción de aceite horaria: 4541,67 toneladas.**

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1 LIBROS CONSULTADOS

- **Civantos, Luís. “Obtención del Aceite de Oliva Virgen”. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid, 2000.**
- **Henglein, F.A. “Tecnología Química”. Editorial Urmo S.A: Bilbao, 1975.**
- **Levespiel, Octave. “Flujo de fluidos e intercambio de calor “Editorial Recerté, 1996.**
- **McCabe, “Operaciones Unitarias en Ingeniería Química”, Editorial Mc Graw Hill, 1998.**
- **Perry R. H. “Manual del Ingeniero Químico”. Editorial Mc. Graw Hill. 2001.**
- **Primo Yúfera, Eduardo. “Química de los Alimentos”. Editorial Síntesis. Madrid.1998.**

10.2 PAGINAS WEB, CON DOCUMENTACIÓN, CONSULTADAS

- **Agencia para el Aceite de Oliva. Disponible:**
www.agroinformacion.com/leer-articulo.aspx?not=88
- **Cabellos Sánchez, Pablo Javier. Departamento de calidad de CECAM. García Rodríguez, Mariano. Departamento de calidad de CECAM. Martínez Cepa, Mariano. Dirección General de Salud Pública y Participación. Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Hernández Fierro, Berta. Dirección General de Salud Pública y Participación. Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. García Jané, Antonio. Dirección General de Salud Pública y Participación. Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Manual de Aplicación del Sistema de APPCC en Industrias de Aceites Vegetales Comestibles de Castilla La Mancha. Disponible en:**
www.amerc.es/DptoHigieneAlimentaria/docs/guia_aplicacion_APPCC_restauracion_colectiva_Castilla_La_Mancha.pdf
- **Calidad Ambiental y Ecológica. Sector Almazaras Industriales. Manual de Almazaras. Disponible en:**
www.calidadambiental.info/murcia/sec01/pdf_sec01/Manualalmazaras.doc
- **Consejo Oleícola Internacional. Disponible en:**
www.internationaloliveoil.org/
- **Consultores Premier, Referentes para la Calidad Ambiental y la Ecoeficiencia del Sector de la Agricultura e Industria Agroalimentaria. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental. Disponible en:**
www.calidadambiental.info/murcia/sec05_libros/05mur_textpresent01.htm

- **Diario Oficial de la Unión Europea, Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo. Convenio Internacional sobre el Aceite de Oliva y las Aceitunas de Mesa, Ginebra, 2005. Disponible en:**
www.internationaloliveoil.org/downloads/Convenio03esp.PDF
- **García Brenes, David. La Rentabilidad Económica de la Industria Agroalimentaria en el Mercado del Aceite de Oliva. El caso de Andalucía. AGROALIMENTARIA. N° 21. Julio-Diciembre 2005 (43-55). Disponible en:**
www.fiab.es/v_portal/inc/descarga.asp?f=InformeEconomico2005_1024.pdf&c=1&s=54366110
- **Garrido Fernández, Antonio. García García, Pedro. López López, Antonio. y Noé Arroyo López Francisco; del Instituto de la Grasa, CSIC para su inclusión en la Enciclopedia del Olivo del TDC-OLIVE. Disponible en:**
www.tdcolive.org/
- **Hermida Ramo, Juan José. Director Técnico de Procisa (España). Bordons Alba, Carlos. Profesor de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. IND-15 Optimización Dinámica de una línea continua de extracción de aceite. Foro de la Industria Oleícola y la Calidad. Disponible en:**
www.oleonet.net/almazara/almazara11.pdf

- **Martínez Nieto, L.*; Rodríguez Vives, S.* ; Gimenez Casares, J.A.* ; Lozano Peña, J.L.**.; Cobo Muñoz A.* Ortega Membrive, J. * y Hodaifa Gassan*****

(*) Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada. Grupo de Investigación de Procesos Químicos y Agroalimentarios (TEP-807). Campus de Fuentenueva s/n. 18071. Granada. (**) Laboratorio de UNAPROLIVA. C/ Madre Soledad Torres Acosta 3-3ª. 23001 Jaén (***) Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de Materiales. Universidad de Jaén. TEC-28. Contribución al Estudio de la Composición y Tratamiento de Aguas de Lavado de Aceituna y Aceite. Foro de la Tecnología Oleícola y la Calidad. Disponible en:

www.expoliva.com/expoliva2003/symposium/comunicaciones/Tec-28-Texto.pdf

- **Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Secretaría General de Energía. Dirección General de Política Energética y Minas. Tarifas eléctricas. Disponible en:**

<http://www.mityc.es/Electricidad/Seccion/Tarifas/>

- **Moyano Fuentes J. Universidad de Jaén, Núñez Níkel M. Universidad Carlos III de Madrid. ECO-05. Desarrollo Tecnológico en la Industria de la Extracción de Aceite de Oliva: Un Análisis Dinámico. Foro Económico y Social. Disponible en:**

www.expoliva.com/expoliva2003/symposium/comunicaciones/ECO-05-TEXTO.PDF

- **Ruiz Gómez M^a A., Kasen I., Hidalgo Casado F. Martínez Román F., Moyano Pérez M^a J., Alba Mendoza J. IND-09 Influencia de Parámetros Físicos en el Proceso de la Elaboración de Aceite de Oliva Virgen. Instituto de la Grasa de Sevilla (CSIC.). España, en colaboración con la Facultad de Agricultura de Damasco. Siria. Simposium Científico-Técnico, Expoliva, 2001. Disponible en:**
www.ig.csic.es/Congresos/comco01.html
- **Serrano Jaén, Encarnación; y Crespo Anguita, Rosa; Por parte de la Empresa Pública Desarrollo Agrario Pesquero la responsabilidad de la elaboración del trabajo. Por parte del IFAPA la dirección facultativa ha correspondido a Bilbao Arrese, Marcelino; Jefe de Servicio de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Manual de Producción Integrada en Olivar en Andalucía. Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva y de Aceitunas de Mesa. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica. CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA. Disponible en:**
www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/servlet/FrontController?action=DownloadS&tabl...
- **Servicio de Seguridad Alimentaria CONSEBRO. Alonso Peña, Raquel. Guía Básica de Gestión de Trazabilidad en el Sector Alimentario. Subsector Aceites. Asociación de Industrias Agroalimentarias. Disponible en:**
www.plantecnologico.com/pdf/Guia_Trazabilidad_Aceite.pdf

