

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Diseño de una unidad de decantación
en la obtención de aceite de oliva virgen

Autor: Juan Manuel DELGADO RUIZ

Fecha: Octubre 2004





FACULTAD DE CIENCIAS

TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO



PROYECTO FIN DE CARRERA

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN.**

RESUMEN.

AUTOR:

JUAN MANUEL DELGADO RUIZ.

OCTUBRE, 2004.

1. OBJETO DEL PROYECTO.

En el Proyecto Fin de Carrera “**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN**” se ha realizado el diseño de las unidades de termobatido y decantación centrífuga (decánter), así como la selección del equipo de impulsión necesario y más adecuado para el trasiego de la pasta de aceituna desde la termobatido hasta el decánter.

Estas dos unidades se engloban dentro de los procesos continuos de extracción de aceite de oliva virgen.

España, junto con Italia, son los mayores productores de aceite de oliva del mundo como lo demuestra que en la campaña 2002-2003 la producción mundial fue de 2 404 5000 toneladas de las cuales el 78% corresponden a países de la Comunidad Europea y, dentro de ésta, el 36 y 39 % corresponden a España e Italia.

Dentro de Andalucía, la producción anual media por almazara es de 3 795.71 toneladas, por lo que se han diseñado las unidades para un tratamiento anual de 3 000 toneladas de aceitunas en una campaña de 90 días de duración trabajando 24 horas al día.

Con éstas características, la producción de aceite será de 309.72 kg/h consiguiendo un rendimiento en aceite del 22.3 %.

Es de especial interés remarcar el beneficio para la salud derivada de la ingestión de aceite de oliva virgen motivada por su composición química (**apartado 3.5.**) rica ácidos grasos monoinsaturados (oleico) y valiosos antioxidantes como la vitamina E, la provitamina A y otros compuestos fenólicos (**apartado 3.7.**).

2. DEFINICIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

Según el *Consejo Oleícola Internacional* el **aceite de oliva** es el aceite procedente únicamente del fruto del olivo (*Olea europaea* L.), con exclusión de los aceites obtenidos por disolventes o por procedimientos de reesterificación y de toda mezcla con aceites de otra naturaleza.

Dentro de los aceites de oliva se define: **Aceites de oliva vírgenes** son los aceites obtenidos del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos o por 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.

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA COMISIÓN DE LA COMUNIDAD EUROPEA								
TIPO	ACIDEZ %	ÍNDICE DE PERÓXIDOS Mequ O ₂ /kG	K ₂₃₂ MÁXIMO	K ₂₇₀ MÁXIMO	K ₂₇₀ CON ALÚMINA MÁXIMO	DELTA K MÁXIMO	PANEL DE PRUEBA	DISOLVENTES HALOGENADOS ppm MÁXIMO
ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA	MAX 1	MAX 20	2.4	0.2	0.1	0.01	> 6.5	0.2

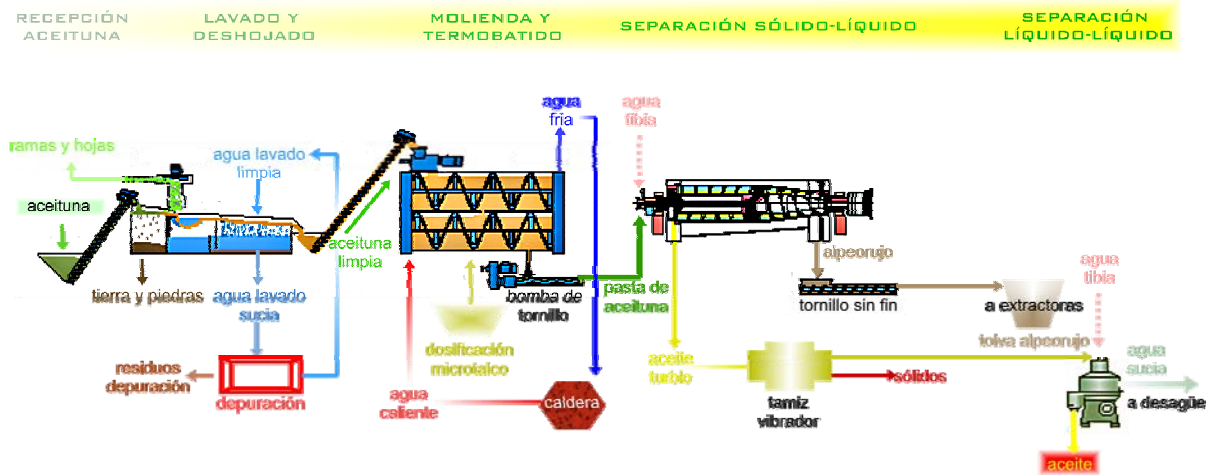
La normativa establece unos valores para los diferentes parámetros que definen la calidad del aceite de oliva virgen (**apartado 3.4.**).

3. PROCESOS DE OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

Los distintos procesos de elaboración del aceite de oliva virgen a nivel industrial son los siguientes (**apartado 4.2.**):

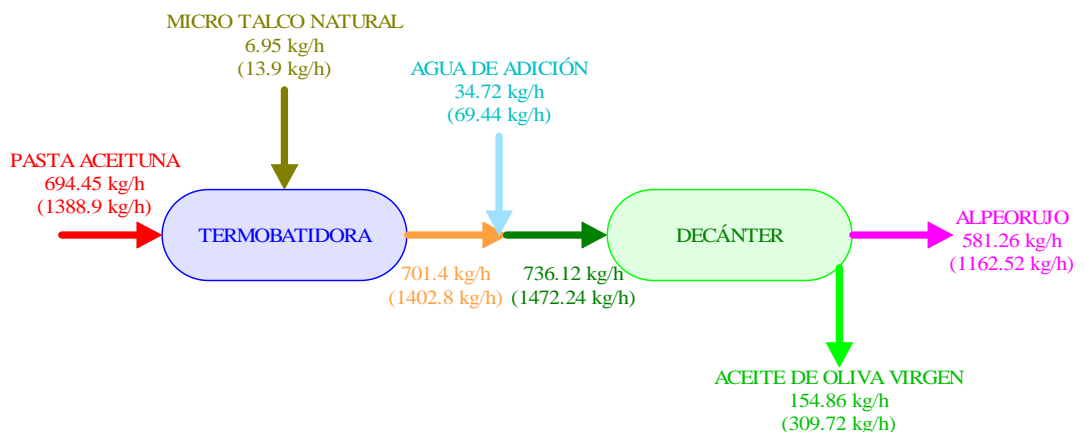
- SISTEMA TRADICIONAL DE PRENSAS HIDRÁULICAS.
- SISTEMA POR PERCOLACIÓN.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 3 FASES.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 2 FASES.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 2 FASES CON REPASO.
- SISTEMA CONTÍNUO DE PULPA DE 2 FASES CON REPASO.

De entre los cuales se ha seleccionado el SISTEMA CONTINUO DE DOS FASES.



VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> -Aceite con menor acidez que en prensas. -Mejora de caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas. -Menor superficie que en prensas. -Continuidad en el proceso. -Posibilidad de automatización. -Menor necesidad de mano de obra que en prensas. -Menor volumen de agua que en 3 fases. -Menor necesidad de agua caliente que en 3 fases. -Volumen de alpechín pequeño. -Reducción de la contaminación ambiental. -Mayor contenido en antioxidantes en el aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> -Orujo con mayor humedad, mayor volumen, mayor dificultad de extracción. -Menores controles visuales. -Mayor control analítico. -Necesidad de personal más especializado.

El balance de masas del sistema es el siguiente:



RESUMEN.

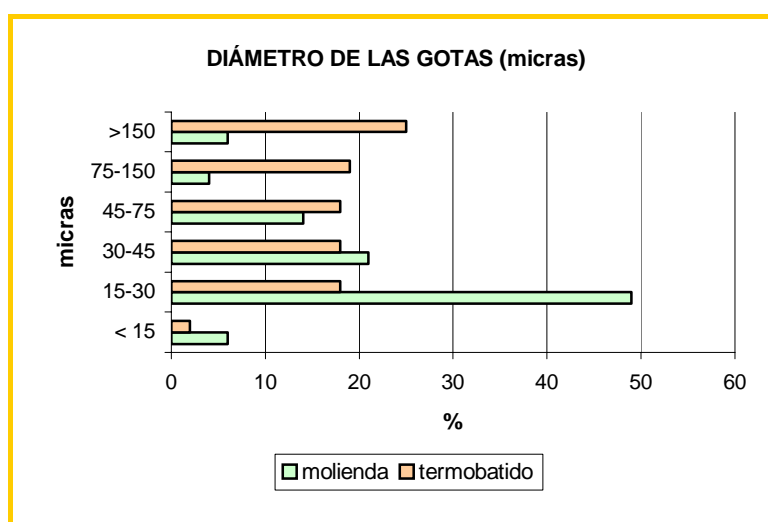
4. UNIDAD DE TERMOBATIDO DISEÑADA.

El aceite se encuentra en el mesocarpio de las aceitunas en forma de gotas diminutas, dentro de las vacuolas de las células. El primer paso para la extracción del aceite es efectuar la molienda; con ésta se produce el desgarramiento de los tejidos dando lugar a la pasta de aceitunas.

Los glóbulos de aceite quedan libres, se agrupan en algunos casos, y forman gotas de tamaños muy variables en contacto con el alpechín, formado por el agua de vegetación de los frutos y por restos de agua de los tratamientos previos a la molturación (lavado de aceitunas y agua de adición) (**apartado 5.**).

Como consecuencia de este contacto, las proteínas solubilizadas en el alpechín se depositan en las gotas, desnaturalizándose parcialmente y formando membranas lipoproteicas que comunican a las gotas una estabilidad considerable.

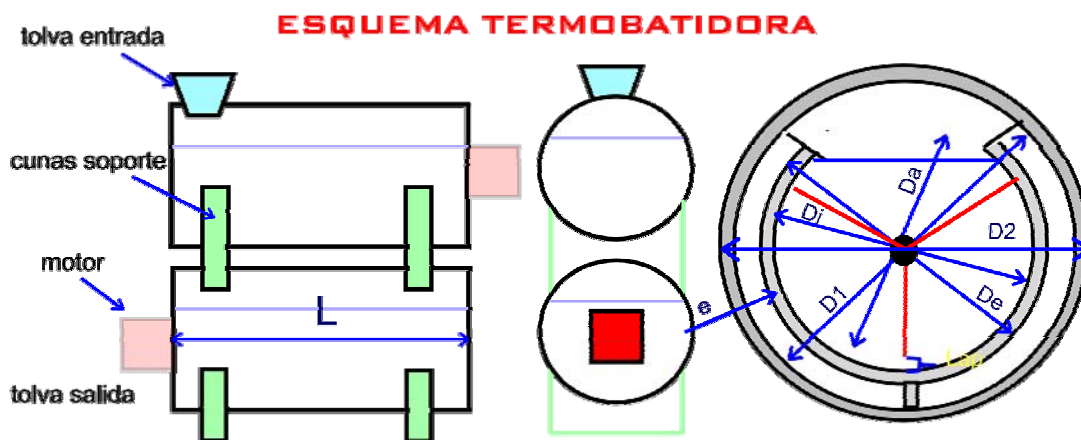
La preparación de la pasta requiere un batido, para facilitar que las gotas de menor estabilidad, generalmente las de mayor tamaño, se unan formando en algunos casos las bolsas de aceite que se desligan de los sólidos de la pasta.



La termobatidora consta de un agitador, el cual gira a baja velocidad, y de una camisa de calefacción para aumentar la temperatura de la pasta de aceituna hasta los 30 °C con lo que se facilita la extracción en el decánter.

Características de la termobatidora:

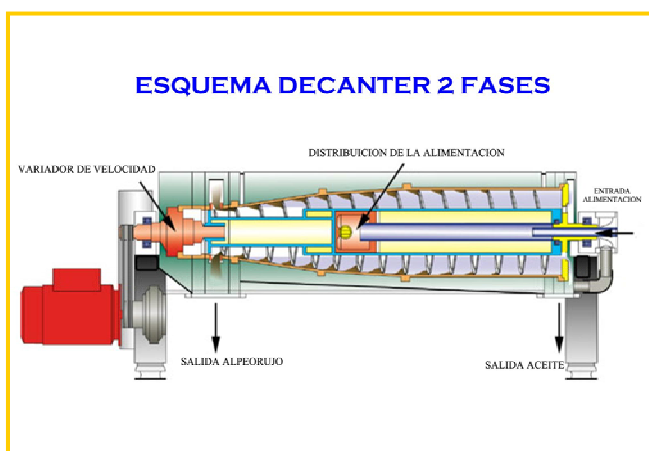
- N° termobatidoras = 2
- N° de módulos por termobatidora = 2
- Caudal de alimentación de pasta de aceituna por termobatidora = 694.45 kg/h.
- Temperaturas =
 - Entrada pasta aceituna = 22 °C
 - Entrada pasta de aceituna en 2º módulo = 26 °C
 - Salida pasta de aceituna de 2º módulo = 30 °C
 - Entrada agua de calefacción 1º módulo = 50 °C
 - Entrada agua de calefacción 2º módulo = 49.77 °C
 - Salida agua de calefacción 2º módulo = 49.54 °C
- Caudal agua de calefacción = 2.5 l/s
- Coeficiente global de transmisión de calor = 96.683 W/m² °C
- Características geométricas (por módulo) =
 - Diámetro externo = 0.555 m
 - Diámetro interno = 0.523 m
 - Longitud = 1 m



5. UNIDAD DE DECANTACIÓN CENTRÍFUGA DISEÑADA.

En la pasta de la aceituna molida y batida pueden distinguirse tres fases: sólidos (hueso, pulpa, piel y otros), agua (de vegetación y de adición, en su caso) y aceite.

Se separarán entre sí sometiendo la pasta a la



acción de la fuerza centrífuga que se genera en el decanter girando a un elevado número de revoluciones. La fuerza creada por una centrífuga será mayor cuando aumenta el radio interior y las revoluciones a las que gira. El incremento de la velocidad de rotación influye más que el incremento del radio (**apartado, 6.**)

Esquemáticamente consiste en un rotor de forma troncocónica cilíndrica, en cuyo interior, adaptado a esta forma y dejando una pequeña holgura, se encuentra un sinfín.

Características del decanter diseñado:

- N° de decánters = 2
- Caudal de alimentación de pasta de aceituna = 694.45 kg/h
- Características geométricas =
 - Radio interno (r_3) = 35 cm
 - Longitud (L) = 70 cm
 - Radio rebosadero aceite (r_1) = 20 cm
 - Radio rebosadero alpeorujos (r_w) = 20.68 cm
 - Volumen total del decanter = 0.181 m³
 - Velocidad angular del bol (W) = 3000 rpm
 - Velocidad angular del tornillo sinfín (W_t) = 2990 rpm
 - Paso del alimentador del tornillo sinfín (L_c) = 0.05 cm

- Separaciones conseguidas =
 - Partícula sólida en capa oleosa → $d_{50} = 38.56$ micras
 - Partícula de agua en capa oleosa → $d_{50} = 253.68$ micras
 - Partícula de aceite en capa acuosa → $d_{50} = 9.75$ micras
 - Partícula sólida en capa acuosa → $d_{\min} = 15.25$ micras

6. OTROS ASPECTOS DE INTERÉS.

A lo largo del proyecto también se han realizado:

- Cálculos de tuberías y pérdidas de carga.
- Selección de la bomba y cálculo de su potencia.
- Análisis de la seguridad en almazaras.
- Análisis de los residuos y sus formas de eliminación.
- Análisis de los peligros y puntos críticos de control (APPCC).
- Etc ...

ÍNDICE GENERAL

▪ Documento nº 1. Memoria.

▪ Memoria descriptiva.

1. Objeto del proyecto.....	3
2. Definiciones. Consejo Oleícola Internacional.....	5
3. El aceite de oliva.....	17
3.1. El olivo.....	18
3.2. Variedades de olivas.....	31
3.3. Maduración de la aceituna.....	45
3.4. Parámetros de calidad del aceite de oliva.....	53
3.5. Composición química del aceite de oliva.....	66
3.6. Estabilidad oxidativa del aceite de oliva.....	85
3.7. Influencias del aceite de oliva en la salud humana.....	94
4. Producción del aceite de oliva virgen.....	109
4.1. Introducción. Situación de la producción oleícola.....	110
4.2. Procesos de obtención del aceite de oliva virgen.....	118
4.3. Descripción de equipos y unidades.....	145
5. Unidad de termobatido.....	160
6. Unidad de decantación centrífuga. Decánter.....	181
7. Tuberías, accesorios y equipo de impulsión.....	202

▪ Anexos a la memoria.

1. Memoria de cálculo.....	218
1.1. Estudio económico preliminar. Producción.....	219
1.2. Diseño térmico de la termobatidora.....	226
1.3. Diseño mecánico de la termobatidora.....	238
1.4. Cálculo de la potencia requerida por el agitador.....	278
1.5. Diseño fluidodinámico del decánter de dos fases.....	281
1.6. Diseño mecánico del decánter de dos fases.....	330
1.7. Cálculo de tuberías, accesorios y equipo de impulsión.....	337
1.7.1. Cálculo de tuberías y accesorios.....	337
1.7.2. Cálculo de la potencia de la bomba.....	343
2. APPCC.....	345

3. Subproductos y residuos de la almazara.....	370
4. Seguridad en almazaras.....	376
5. Válvulas.....	408
6. Manguera flexible.....	413
7. Caudalímetro.....	416
8. Micro talco natural.....	421
9. Bibliografía.....	423

▪ **Documento nº 2. Planos.**

▪ Plano nº1. Esquema distribución en planta. Almazara.....	429
▪ Plano nº2. Diagrama de proceso. P&I. Zona de extracción.....	430
▪ Plano nº3. Distribución en planta. Zona de extracción.....	431
▪ Plano nº4. Alzado. Zona de extracción.....	432
▪ Plano nº5. Termobatidora. Conjunto.....	433
▪ Plano nº6. Termobatidora. Despiece I.....	434
▪ Plano nº7. Termobatidora. Despiece II.....	435
▪ Plano nº8. Decánter. Conjunto.....	436
▪ Plano nº9. Decánter. Despiece I.....	437
▪ Plano nº10. Decánter. Despiece II.....	438
▪ Plano nº11. Esquema isométrico. Línea de pasta de aceituna.....	439
▪ Plano nº12. Esquema isométrico. Línea de agua calefactora.....	440

▪ **Documento nº 3. Pliego de condiciones.**

1. Descripción del proyecto.....	442
2. Condiciones generales.....	446
3. Condiciones particulares.....	474

▪ **Documento nº4. Presupuesto.**

1. Presupuesto.....	489
---------------------	-----



**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE
DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

**DOCUMENTO Nº 1
MEMORIA**

PROYECTO FIN DE CARRERA
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

JUAN MANUEL DELGADO RUIZ



PROYECTO FIN DE CARRERA
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ



MEMORIA
MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL PROYECTO.

El siguiente documento surge como Proyecto Fin de Carrera en la titulación de Ingeniería Química impartida en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz.

El Proyecto Fin de Carrera tiene como título:

“ DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN “

Ha sido tutorizado por los profesores del Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de los Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente:

- Dr. D. Miguel Rodríguez Rodríguez.
- Dr. D. Luis Isidoro Romero García.

En este proyecto se ha abordado el diseño de la unidad de termobatido, así como, la de decantación centrífuga (decánter) de dos fases para una producción de 3000 toneladas/año de aceituna.

MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.

**2. DEFINICIONES. CONSEJO
OLEÍCOLA INTERNACIONAL.**

2. DEFINICIONES. CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL.

El **Consejo Oleícola Internacional** define (**COI, 2003**):

El **aceite de oliva** es el aceite procedente únicamente del fruto del olivo (*Olea europaea* L.), con exclusión de los aceites obtenidos por disolventes o por procedimientos de reesterificación y de toda mezcla con aceites de otra naturaleza. Se comercializará según las denominaciones y definiciones siguientes:

- Los **aceites de oliva vírgenes** son los aceites obtenidos del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos o por 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.

Los aceites de oliva vírgenes aptos para el consumo en la forma en que se obtienen incluyen:

- **El aceite de oliva virgen extra:** aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 0,8 gramos por 100 gramos y cuyas demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma.
- **El aceite de oliva virgen:** aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 2 gramos por 100 gramos y cuyas demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma.
- **El aceite de oliva virgen corriente:** aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo

de 3,3 gramos por 100 gramos y cuyas demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma.

- **El aceite de oliva virgen no apto para el consumo** en la forma en que se obtiene, denominado aceite de oliva virgen lampante: aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico es superior a 3,3 gramos por 100 gramos y/o cuyas características organolépticas y demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma. Se destina a las industrias de refinado o a usos técnicos.
- **El aceite de oliva refinado** es el aceite de oliva obtenido de los aceites de oliva vírgenes mediante técnicas de refinado que no provoquen ninguna modificación de la estructura glicéridica inicial. Su acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 0,3 gramos por 100 gramos y sus demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma.
- **El aceite de oliva** es el aceite constituido por la mezcla de aceite de oliva refinado y de aceites de oliva vírgenes aptos para el consumo en la forma en que se obtienen. Su acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 1 gramo por 100 gramos y sus demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma.
- **El aceite de orujo de oliva** es el aceite obtenido por tratamiento con disolventes u otros procedimientos físicos de los orujos de oliva, con exclusión de los aceites obtenidos por procedimientos de reesterificación y de toda mezcla con aceites de otra naturaleza. Se comercializará según las denominaciones y definiciones siguientes:
 - **El aceite de orujo de oliva crudo** es el aceite de orujo de oliva cuyas características corresponden a las fijadas en la

presente Norma. Se destina al refinado con vistas al consumo humano o a usos técnicos.

- **El aceite de orujo de oliva refinado** es el aceite obtenido a partir del aceite de orujo de oliva crudo por técnicas de refinado que no provoquen ninguna modificación de la estructura glicerídica inicial. Su acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 0,3 gramos por 100 gramos y sus demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma.

- **El aceite de orujo de oliva** es el aceite constituido por la mezcla de aceite de orujo de oliva refinado y de aceite de oliva virgen apto para el consumo en la forma en que se obtiene. Su acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 1 gramo por 100 gramos y sus demás características corresponden a las fijadas para esta categoría en la presente Norma. Esta mezcla no podrá en ningún caso denominarse "aceite de oliva".

CRITERIOS DE PUREZA

Las características de identificación que constituyen los criterios de pureza son aplicables a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva.

En los límites establecidos para cada criterio se incluyen los márgenes de precisión del método recomendado.

❖ Composición en ácidos grasos por cromatografía de gases (% m/m de ésteres metílicos)

- Ácido mirístico	< 0,05
- Ácido palmítico	7,5 - 20,0
- Ácido palmitoleico	0,3 - 3,5
- Ácido heptadecanoico	< 0,3
- Ácido heptadecenoico	< 0,3
- Ácido esteárico	0,5 - 5,0
- Ácido oleico	55,0 - 83,0
- Ácido linoleico	3,5 - 21,0
- Ácido linolénico	< 1,0
- Ácido araquídico	< 0,6
- Ácido gadoleico (eiosenoico)	< 0,4
- Ácido behénico	< 0,2
- Ácido lignocérico	< 0,2

❖ Contenido en ácidos grasos trans (% de los ácidos grasos trans)

	C18:1	T C18:2 T
		+
		C18:3 T
	%	%
- Aceites de oliva vírgenes comestibles	< 0,05	< 0,05
- Aceite de oliva virgen lampante	< 0,10	< 0,10
- Aceite de oliva refinado	< 0,20	< 0,30
- Aceite de oliva	< 0,20	< 0,30
- Aceite de orujo de oliva crudo	< 0,20	< 0,10
- Aceite de orujo de oliva refinado	< 0,40	< 0,35
- Aceite de orujo de oliva	< 0,40	< 0,35

❖ Composición en esteroides y en dialcoholes triterpénicos

▪ Composición en desmetilesteroides (% de esteroides totales)

- Colesterol	< 0,5
- Brasicasterol	< 0,1
- Campesterol	< 4,0
- Estigmasterol	< campesterol
para los aceites comestibles.	
- Delta-7-estigmastenol	< 0,5
- Betasitosterol +	} > 93
- delta-5-avenasterol +	
- delta-5-23-estigmastadienol +	
- clerosterol + sitostanol +	
- delta-5-24-estigmastadienol	

▪ Contenido en esteroides totales (mg/kg)

- Aceites de oliva vírgenes	} > 1000
- Aceite de oliva refinado	
- Aceite de oliva	
- Aceite de orujo de oliva crudo	> 2500
- Aceite de orujo de oliva refinado	> 1800
- Aceite de orujo de oliva	> 1600

▪ Contenido en eritrodilol y uvaol (% de los esteroides totales)

- Aceites de oliva vírgenes comestibles	< 4,5
- Aceite de oliva virgen lampante	< 4,51
- Aceite de oliva refinado	< 4,5
- Aceite de oliva	< 4,5
- Aceite de orujo de oliva crudo	> 4,52
- Aceite de orujo de oliva refinado	> 4,5

- Aceite de orujo de oliva > 4,5

- Contenido en ceras C40 + C42 + C44 + C46 (mg/kg)
 - Aceites de oliva vírgenes comestibles < 250
 - Aceite de oliva virgen lampante < 300
 - Aceite de oliva refinado < 350
 - Aceite de oliva < 350
 - Aceite de orujo de oliva crudo > 350
 - Aceite de orujo de oliva refinado > 350
 - Aceite de orujo de oliva > 350

- Diferencia máxima entre el contenido real y el contenido teórico en triglicéridos con ECN 42.
 - Aceites de oliva vírgenes comestibles 0,2
 - Aceite de oliva virgen lampante 0,3
 - Aceite de oliva refinado 0,3
 - Aceite de oliva 0,3
 - Aceite de orujo de oliva crudo 0,6
 - Aceite de orujo de oliva refinado 0,5
 - Aceite de orujo de oliva 0,5

- Contenido en estigmastadienos (mg/kg).
 - Aceites de oliva vírgenes comestibles < 0,15
 - Aceite de oliva virgen lampante < 0,50

- Contenido en ácidos grasos saturados en posición 2 en los triglicéridos: suma de los ácidos palmítico y esteárico: % de los ácidos grasos en posición 2.
 - Aceites de oliva vírgenes < 1,5

- Aceite de oliva refinado < 1,8
 - Aceite de oliva < 1,8
 - Aceite de orujo de oliva crudo < 2,2
 - Aceite de orujo de oliva refinado < 2,2
 - Aceite de orujo de oliva < 2,2
- Materia insaponificable (g/kg).
- Aceites de oliva < 15
 - Aceites de orujo de oliva < 30

Además del [Consejo Oleícola Internacional](#), los criterios de calidad e identificación de los diversos tipos de aceite de oliva, se describen con detalle en la norma del [Codex Alimentarius \(Codex, 1989\)](#) y en la [Comisión de Regulación de la CEE \(CEE, 2568/91\)](#).

Las normas se complementan entre sí, las normas del Codex Alimentarius incluyen los límites sugeridos para la materia volátil, impurezas insolubles, insaponificables, trazas de metales, densidad e índice de refracción, por otra parte, la Regulación de la CEE es más específica en lo concerniente a la evaluación sensorial.

Las definiciones de los índices de calidad están desarrollados en el apartado 3.4. de la Memoria Descriptiva perteneciente al Documento nº 1: Memoria.

CRITERIOS DE CALIDAD

	Aceite de oliva virgen extra	Aceite De oliva Virgen	Aceite de oliva virgen corriente	Aceite de oliva virgen lampante*	Aceite de oliva refinado	Aceite de oliva	Aceite de orujo de oliva crudo	Aceite de Orujo de oliva refinado	Aceite de orujo de oliva
Características organolépticas									
- olor y sabor					Aceptable	bueno		Aceptable	bueno
- olor y sabor (sobre una escala continua)									
4.1. . mediana del defecto	Me = 0	0 < Me < 2,5	2,5 < Me < 6,0**	Me > 6,0					
. mediana del frutado	Me > 0	Me > 0							
- color					Amarillo Claro	claro amarillo a verde		claro amarillo a amarillo oscuro	claro amarillo a verde
- aspecto a 20 °C durante 24 horas					Límpido	límpido		límpido	límpido
4.2. Acidez libre % m/m expresada en ácido oleico	< 0,8	< 2,0	< 3,3	> 3,3	< 0,3	< 1,0	no limitada	< 0,3	< 1,0
4.3. Índice de peróxidos en meq. de oxígeno de los peróxidos por kg de aceite	< 20	< 20	< 20	no limitado	< 5	< 15	no limitado	< 5	< 15

La simultaneidad de los criterios 4.1, 4.2 y 4.3 no es obligatoria; puede bastar uno sólo.

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

PROYECTO FIN DE CARRERA

JUAN MANUEL DELGADO RUIZ

	Aceite de oliva virgen extra	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva virgen corriente	Aceite de oliva virgen lampante	Aceite de oliva refinado	Aceite de oliva	Aceite de orujo de oliva crudo	Aceite de orujo de oliva refinado	Aceite de orujo de oliva
4.4. Absorbancia en UV (K ^{1%})									
270 nm	< 0,22	< 0,25	< 0,30***		< 1,10	< 0,90		< 2,00	
Δ K	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,16	< 0,15		< 0,20	< 1,70
232 nm*	< 2,50**	< 2,60**							< 0,18
4.5. Contenido en agua y en materias volátiles % m/m	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 1,5	< 0,1	< 0,1
4.6. Contenido en impurezas insolubles en el éter de petróleo % m/m	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05
4.7. Punto de inflamación	-	-	-	-	-	-	> 120°C	-	
4.8. Trazas metálicas mg/kg									
hierro **	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0		< 3,0	

cobre	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		< 0,1	< 0,1

Esta determinación está destinada a ser aplicada únicamente por los socios comerciales y con carácter facultativo.

Los socios comerciales del país en que se venda al por menor podrán exigir que se respeten estos límites cuando el aceite se ponga a disposición del consumidor final.

Después de pasar la muestra a través de alúmina activada, la absorbancia a 270 nm debe ser igual o inferior a 0,11.

Por otro lado tenemos los criterios de calidad dictaminados por la **Comisión del Codex Alimentarius**:

TIPOS	ACIDEZ %	MATERIAS VOLÁTILES A 105 °C MÁXIMO (%)	IMPUREZAS INSOLUBLES MÁXIMO	ÍNDICE DE PERÓXIDOS Mequ O ₂ /kg MÁXIMO	COLOR	OLOR	SABOR	PANEL DE PRUEBA	HIERRO ppm	CONRE ppm	DELTA k	ADITIVOS PERMITIDOS	CONTAMINANTES **		
													Pb ppm	As ppm	DISOLVENTES HALOGENADOS ppm
VIREGEN EXTRA	1.0	0.2	0.1	20	-			< 6.5	5	0.4	< 0.25	NINGUNO	0.1	0.1	0.2
VIRGEN FINO	1.5	0.2	0.1	20	-			> 5.5	5	0.4	< 0.25	NINGUNO	0.1	0.1	0.2
VIRGEN SEMIFINO	3.3	0.2	0.1	20	-			> 3.5	5	0.4	< 0.3	NINGUNO	0.1	0.1	0.2
LAMPANTE	> 3.3	0.3	0.2	-	-			< 3.5	5	0.4	-	NINGUNO	0.1	0.1	0.2
ACEITE DE OLIVA REFINADO	0.3	0.1	0.05	10	CLARO AMARILLO	ACEPTABLE	ACEPTABLE		5	0.4	< 1.10	α-TOCOFEROL	0.1	0.1	0.2
ACEITE DE OLIVA	1.5	0.1	0.05	20	CLARO AMARILLO A VERDE	BUENO	BUENO		5	0.4	< 0.9	α-TOCOFEROL	0.1	0.1	0.2
ACEITTE DE ORUJO CRUDO	-	1.5	-	-					5	0.4	-	α-TOCOFEROL	0.1	0.1	0.2
ACEITE DE ORUJO REFINADO	0.3	0.1	0.05	10	ACEPTABLE DE AMARILLO A MARRÓN	ACEPTABLE	ACEOTABLE		5	0.4	< 2	α-TOCOFEROL	0.1	0.1	0.2
ACEITE DE ORUJO	1.5	0.1	0.05	20	CLARO AMARILLO A VERDE	ACEPTABLE	ACEPTABLE		5	0.4	< 1.7	α-TOCOFEROL	0.1	0.1	0.2

También tenemos las características de calidad de la **Comisión de la Comunidad Europea**:

TIPO	ACIDEZ %	ÍNDICE DE PERÓXIDOS Mequ O ₂ /kG	K ₂₃₂ MÁXIMO	K ₂₇₀ MÁXIMO	K ₂₇₀ CON ALÚMINA MÁXIMO	DELTA K MÁXIMO	PANEL DE PRUEBA	DISOLVENTES HALOGENADOS ppm MÁXIMO
ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA	MAX 1	MAX 20	2.4	0.2	0.1	0.01	> 6.5	0.2
ACEITE DE OLIVA VIRGEN	MAX 2	MAX 20	2.5	0.25	0.1	0.01	> 5.5	0.2
ACEITE DE OLIVA VIRGEN CORRIENTE	MAX 3.3	MAX 20	2.5	0.25	0.1	0.01	> 3.5	0.2
ACEITE LAMPANTE VIRGEN	> 3.3	> 20	3.7	> 0.25	0.11	-	< 3.5	> 0.2
ACEITE DE OLIVA REFINADO	MAX 0.5	MAX 10	3.4	1.20	-	0.16	-	0.2
ACEITE DE OLIVA	MAX 1.5	MAX 15	3.3	1	-	0.13	-	0.2
ACEITE DE ORUJO CRUDO	MAX 2	-	-	-	-	-	-	-
ACEITE DE ORUJO REFINADO	MAX 0.5	MAX 10	5.5	2.5	-	0.25	-	0.2
ACEITE DE ORUJO	MAX 1.5	MAX 15	5.3	2	-	0.2	-	0.2

MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.

3.EL ACEITE DE OLIVA.

3.1. 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 (**Boskou, 1998**).

El cultivo del olivo tiene orígenes muy antiguos. El área característica de crecimiento es la ribera del Mediterráneo, comprendida entre los paralelos 35° y 45° de latitud Norte; hoy, en cambio, también se encuentran olivares en regiones lejanas como los Estados Unidos, o en países del hemisferio austral como Argentina, Nueva Zelanda o Australia.



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 ó 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 OLIVO EN ESPAÑA.

La estructura varietal del olivo en los países mediterráneos se caracteriza por un elevado número de variedades cuya antigüedad es notoria y que se encuentran normalmente confinadas en torno a su presunta área de origen.

Esta situación es la consecuencia lógica de una selección local de individuos sobresalientes cuya propagación vegetativa por métodos tradicionales (**Infoolivo, 2004**), que requieren propágulos de gran tamaño (estaca-plantón, garrote, zueca, etc.), ha restringido la difusión geográfica de las variedades así obtenidas.

Los trabajos de prospección llevados a cabo en España desde la década de los setenta han permitido la catalogación de **262 variedades de olivo diferentes**. De éstas hay 23 variedades principales que representan la base de las plantaciones de sus respectivas comarcas.

Aunque todas ellas están bien adaptadas a las condiciones del cultivo tradicional en sus supuestas zonas de origen, solo algunas han traspasado con aparente éxito sus confines. Por ejemplo, 'Picual', variedad originaria de Jaén, se cultiva actualmente en numerosas plantaciones de España y de otros países. Algo semejante sucede con 'Manzanilla de Sevilla' y 'Arbequina'.

Sin embargo, incluso estas variedades presentan defectos que limitan sus posibilidades de cultivo. Ello es particularmente cierto si se consideran los cambios que en la actualidad experimenta el cultivo.

Los olivares del siglo XXI serán sin duda diferentes de los que hemos conocido hasta la fecha. La expansión del olivar en riego, los nuevos sistemas de plantación y recolección, la necesidad de conservar el suelo, la creciente preocupación por la calidad, etc. anticipan una dinámica alejada de la estabilidad que ha conformado al olivar tradicional.

En este contexto se inscribe la necesidad de obtener nuevas variedades.

La utilización conjunta de técnicas de cultivos celulares y ADN recombinante ha hecho posible la obtención de plantas transgénicas.

La utilización de estas plantas o sus productos, ha abierto un enorme debate entre los partidarios de su uso, dadas las ventajas que ello va a suponer en el marco de una agricultura moderna, y sus detractores, quienes consideran al material transgénico un factor de riesgo para la salud, y/o el medio ambiente.

Olivo transgénico es aquel en el que se ha introducido, mediante tecnología de ADN recombinante, información genética procedente de otras plantas, de la misma o distinta especie, o de otros organismos.

■ EL CULTIVO DEL OLIVO.

El elevado número de variedades de olivo es debido a modificaciones del genotipo (a causa de distintos tipos de mutaciones) o por oscilación de los caracteres varietales, a causa de condiciones ambientales.

■ CICLO DE LA PLANTA.

- **de 0 a 7 años:** implantación improductiva (a los 5 años se realiza un trasplante)
- **de los 7 a los 30 años** (aproximadamente): crecimiento con aumento continuo de la productividad (el principio de la producción, con sistemas tradicionales, se da a los 15/20 años; con sistemas modernos, a los 5/10 años)
- **de los 35 a 150 años:** madurez y producción masiva
- **más allá de los 150 años:** se inicia el envejecimiento, aunque con productividad notable durante siglos y, ocasionalmente, milenios.

La primavera corresponde al despertar vegetativo de la planta después de la pausa de los meses fríos y en esta estación, en los olivares, es necesario abonar la tierra, trabajarla para favorecer el almacenamiento del agua y sobre todo podar los árboles.

A veces, en años de maduración tardía de las aceitunas, la colección se dilata en los meses primaverales. En el pasado, cuando se dejaban las aceitunas en los árboles hasta la caída espontánea, se podían ver árboles con frutos maduros y gemas al mismo tiempo.

■ LA PODA.

Hay muchos tipos de poda: la poda de instalación, la poda de reforma, la poda de rejuvenecimiento, la poda de producción... **(Infoolivo, 2004)**

- La **poda de instalación** 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 reforma** se practica para cambiar el aspecto de la cabellera, para devolver la forma originaria a una planta abandonada y en desorden vegetativo o para corregir errores de poda de instalación. Comporta el corte de grandes partes de la planta y su sustitución con rebrotes vigorosos y esmeradamente selectos.
- La **poda de rejuvenecimiento** explota la maravillosa inmortalidad del olivo para devolver productivos viejos olivares o arborizas gravemente perjudicados por el hielo. Comporta el corte del tronco por la base y la cría de dos o tres retoños elegidos entre los más robustos.
- La **poda de producción** 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.



EL ABONO.

El abono primaveral suministra al olivo las sustancias y los minerales necesarios, rectificando la relación de los contenidos en el terreno o integrándolos. Se estima que 1 quintal de aceitunas consume del subsuelo, de media, 900 g. de nitrógeno, 200 g. de anhídrido fosfórico y 100 g. de potasio.

La época, la calidad y la cantidad del abono dependen del terreno, de la exposición al sol y de muchas otras variables. Antiguo y efectivo, es el empleo de los abonos orgánicos (estiércol) que pueden aportar nitrógeno, fósforo, potasio y muchos otros micro-elementos.

A principios del Siglo XX, los residuos de pueblos y ciudades eran reciclados para abonar y fertilizar los olivares. La recogida y el transporte hasta a las zonas olivareras se hacía con animales de carga; era regulado por acuerdos y concesiones de contrata.



LA LUCHA CONTRA LA MOSCA ACEITERA.

El olivar convencional tiene las mismas plagas que hace miles de años, mosca y prais principalmente. No han aparecido problemas notables excepto algunos focos de cochinillas, como parlatoria o serpeta, producidos por tratamientos inadecuados (fumigación cianhídrica) o excesivos.

En el olivar intensivo, sin embargo, empieza a observarse incremento de poblaciones de fitófagos que están causando problemas en olivares de toda España como son euzofera o abichado, glifodes, otiorrincos, eriófidos, gusanos blancos...motivados principalmente por el cambio del

manejo del cultivo: riego, aumento del abonado, mayor número de olivos por Ha...etc.

Todavía no se ha constatado la presencia de nuevas plagas justificadas por el incremento del uso de insecticidas, aunque si se contemplan otros cultivos donde ya se intensificó su manejo, se observa la aparición de ácaros, moscas blancas, pulgones, cochinillas, muchas veces más difícil de combatir que las plagas primitivas y con aparición de resistencias a los insecticidas existentes actualmente en el mercado.

La **mosca aceitera (Dacus Olei)** representa el principal peligro y, algunas veces, este insecto llega a destruir totalmente la cosecha, tanto en calidad como en cantidad.

Esta mosca está presente en todas las zonas del planeta dónde existen plantas salvajes o labrados pertenecientes al género Olea, en las zonas ribereñas del Mediterráneo, en África meridional y oriental y en Asia (hasta a la India).

En un sólo año pueden desarrollarse hasta a 7 generaciones cada vez más numerosas: de los huevos depuestos en las aceitunas salen larvas que se alimentan de la pulpa y la perforan para volar afuera.

En los años en que el frío invernal, las temperaturas altas veraniegas o los predadores no limitan suficientemente el número de las moscas, en la época de la colección cada aceituna puede presentar numerosos agujeros y galerías que la hacen inutilizable tanto para la mesa como para la producción de aceite. En la lucha contra la mosca se usan los anticriptogámicos, anzuelos envenenados y, recientemente, se utiliza la lucha biológica, propagando algunas especies de parásitos del insecto que atacan las larvas durante el verano.

EL 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 (COI, 1992).

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.

Los sistemas tradicionales (por infiltración de surcos, etc.) explotan las inclinaciones del terreno regando cuidadosamente a través de acequias y surcos asiduamente controlados.

Métodos más modernos permiten regar puntos concretos de la planta, por 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.



LA RECOLECCIÓN.

Debe guiarse por la madurez del fruto a fin de obtener el máximo rendimiento con la mayor calidad posible. Aunque la madurez no suele influir de forma significativa sobre parámetros como la acidez, el índice de peróxidos o las medidas de absorbancia en ultravioleta, sí que afecta a la composición en materias fenólicas y compuestos volátiles que dan a los aceites sus aromas y sabor característicos.

Si se realiza un control de la producción de manera que se comience la recolección en el momento óptimo, el índice de madurez del fruto deberá ser de 3 así como proceder a separar los frutos de suelo y vuelo.

En este sentido el Consejo Oleícola Internacional ha sugerido una técnica para el cálculo del índice de madurez para optimizar el momento de la recolección.

El procedimiento consiste en recoger frutos en las ramas exteriores del olivo y a diferentes alturas, pasando a separar 100 unidades y a clasificarlas según la siguiente escala:

Color de las aceitunas	Número	Valor
Verde intenso	a	0
Verde amarillento	b	1
Verde con manchas rojizas	c	2
Rojiza	d	3
Negra con pulpa entera blanca	e	4
Negra con pulpa morada sin llegar a la mitad	f	5
Negra con pulpa morada sin llegar hasta el hueso	g	6
Negra con pulpa morada en su tonalidad	h	7

Siendo a, b, c, d, e, f, g, h, el número de aceitunas de cada grupo y 0,1,2,3,4,5,6,7, sus coeficientes respectivos.

Así se define como índice de madurez (Im):

$$Im = \frac{a.0 + b.1 + c.2 + d.3 + e.4 + f.5 + g.6 + h.7}{100}$$

Se establece como momento óptimo de recogida cuando Im= 3.

En aquellas variedades más verdes el Im debe ser 2. Considerar también la diferente resistencia al desprendimiento según las distintas variedades.

Tendencias actuales recomiendan en exceso la recogida de frutos con un índice de madurez inferior al óptimo, para obtener amargores más acentuados.

Esto en el caso de variedades con un amargor elevado de por sí, puede llegar a producir aceites que sean rechazados por el consumidor medio.

Otra de las consideraciones sobre la recolección es el método empleado. Se pueden diferenciar dos tipos: recolección manual o mecanizada.

Se recomienda realizar la recolección con sistemas que no dañen el fruto además de encontrarse éste con madurez adecuada y no demasiado tardía en las que el árbol esté en forma vegetativa, ya que deriva en un incremento de la vecería y problemas en el proceso de extracción de aceite al generarse pastas más “difíciles”.

Recolección manual

1. *Recogida del suelo*: en algunos casos se realiza barriendo el suelo para facilitar la recogida del fruto. La aceituna del suelo da aceites de mala calidad, siendo además este sistema de recogida económicamente costoso.

2. **Ordeño:** el operario recoge a mano los frutos del árbol. Este es el sistema que menos daños ocasiona tanto al fruto como al árbol y permite obtener aceites de calidad, pero es costoso y lento.

3. **Vareo:** el trabajador derriba la aceituna del árbol mediante una vara con la que golpea los ramones de forma que el golpe incida lateralmente a las ramas con frutos causando el menor daño posible.

Los frutos derribados se recogen sobre lienzos. Esta técnica puede aumentar la tendencia del olivo a la vecería, además de causar daños en la epidermis de la aceituna, facilitando el ataque de microorganismos y pérdidas de características organolépticas.

Recolección mecánica

1. **Recogida del suelo** mediante pinchadoras (son las que más deterioran el fruto aunque actualmente han salido al mercado modelos con pinchos elásticos que evitan el daño al fruto), aspiradoras (no son económicamente viables debido a que precisan de mucha densidad de fruto) o barredoras (son las que actualmente mejores resultados están dando).

El uso de mallas antes de la caída del fruto no es económicamente viable además de incrementar la acidez respecto a la aceituna de vuelo.

2. **Vibradores:** son plenamente eficaces en árboles de un solo tronco, las más recomendables son los multidireccionales. El porcentaje de fruto que queda se puede recoger mediante vareo. Hasta la fecha es el método que mejores resultados a dado, logrando por termino medio eficacias de derribo próximas al 90%.

Los vibradores son tanto más eficaces con ramas verticales o rectas que aquellas con formas más irregulares u horizontales.

Por tanto las técnicas tanto de poda como de nuevas plantaciones de olivos tenderán a conseguir las características que faciliten el derribo del fruto mediante esta tecnología de vibradores. En árboles no adaptados para el

uso de vibradores se pueden emplear equipos manuales que se aplican a las ramas, reduciendo de esta manera el daño tanto al árbol como al fruto.

También se ha experimentado con la aplicación de determinados productos químicos como el etileno para favorecer la caída del fruto, pero se han demostrado poco prácticos al caerse el fruto antes de tiempo por viento, etc.

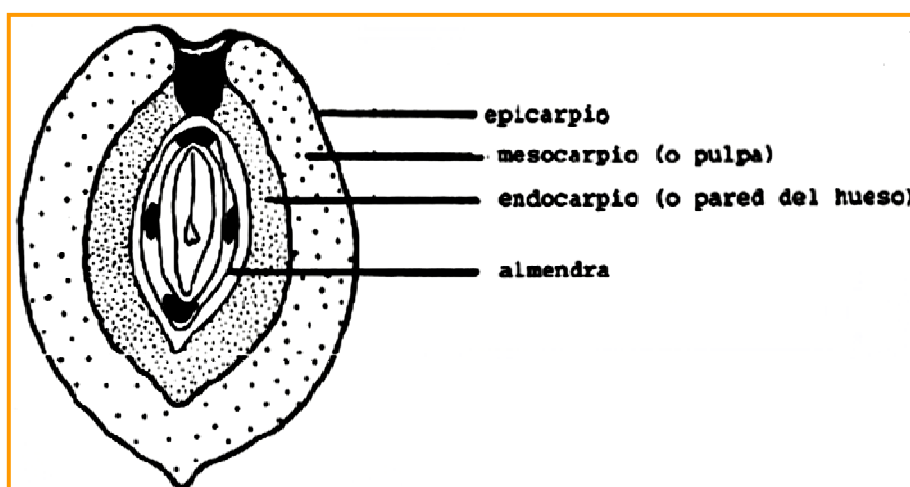
■ LA OLIVA.

El fruto del olivo es la aceituna, una drupa con tamaño variable que depende de las variedades, naturaleza de los suelos, climatología del año, etc (Civantos, 1998).

En la aceituna se puede distinguir un tejido superficial que sirve de envoltura denominado **epicarpio** y que representa entre el 2 y el 2,5 % del peso del fruto.

La parte carnosa de la aceituna es el **mesocarpio**, al que corresponde la mayor parte del peso del fruto, entre el 70 y el 80 %.

El **endocarpio** o hueso que supone entre el 15 y el 23 % de la aceituna, encierra la **semilla** con el embrión, del 2 al 4 % del fruto.



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

AGUA DE VEGETACIÓN	40-55 %
ACEITE	18-32 %
HUESO	14-22 %
ALMENDRA O SEMILLA	1-3 %
EPICARPIO Y RESTO DE PULPA	8-10 %

En las aceitunas maduras, además del agua y del aceite, se encuentran azúcares, proteínas, pectinas, ácidos orgánicos, taninos, oleuropeína, componentes inorgánicos, etc, cuyas proporciones varían con los cultivares, con las condiciones climáticas, con el grado de madure, etc...

La casi totalidad del aceite está contenido en el mesocarpio, mientras que en el endocarpio predomina la celulosa bruta.

3.2. VARIEDADES DE OLIVAS.

España disfruta de una sorprendente diversidad de climas y microclimas, producto de una compleja orografía, junto a una gran variedad y riqueza de suelos (**Asoliva, 2004**).

Estas condiciones geográficas, unidas al gran número de variedades de aceituna empleadas en la elaboración de nuestros aceites de oliva, permite ofrecer una amplia gama y diversidad de aromas y sabores sin equiparación en ningún otro país productor.

De esta forma se encuentran aceites de sabor muy dulce y suave, junto a otros de gran cuerpo y carácter con un agradable sabor amargo o picante de diferentes intensidades. Los aceites españoles tienen en general un aroma afrutado intenso que recuerda a la aceituna verde o madura.

Solo en España se contabilizan más de 260 variedades cultivadas de olivo. Andalucía, con el 75% de la producción española, es la región del mundo donde mas aceitunas se cultivan.

Sólo la provincia de Jaén, con una superficie de aproximadamente el 10% de la de Grecia, produce mas aceite que este país, que es el tercer productor del mundo.

Se calcula que en Andalucía hay 165 millones de olivos, de ellos el 50% en Jaén, y el 30% en Córdoba.

El restante 20% de la producción española se distribuye por diversas áreas de la cuenca mediterránea, con variaciones en el clima y suelo que dan a los aceites producidos en esta zona características particulares.

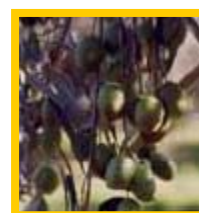
De todas las variedades producidas, estas son las más importantes y representativas:

Picual, Hojiblanca, Lechín, Picudo, Arbequina, Cornicabra, Verdial y Empeltre.

A título de ejemplo, se destaca a continuación las características de algunas de las principales:

▪ **PICUAL**

Es la variedad más importante del mundo, representando el 50 % de las aceitunas y árboles de España y por tanto, aproximadamente, el 20 % mundial.



Su difusión geográfica está claramente ligada a Andalucía, principal región productora a nivel mundial, y en concreto a las provincias de Jaén, Córdoba y Granada.

Esta variedad recibe diferentes nombres según la zona de producción, pero su nombre principal se debe a la forma del fruto como un pezón pronunciado terminado en pico.

El árbol presenta un gran vigor, de ramas algo cortas, ramificadas con tendencia a producir brotes y chupones.

Sus copas son vigorosas y tienden a cerrarse, con buen desarrollo foliáceo siendo la madera joven de color verde grisácea.

Tienen precoz entrada en producción y alta productividad y esta es una de las razones por las que se han intensificado tanto sus plantaciones. Es un tipo de árbol que se adapta a diversas condiciones de clima y suelo y es tolerante a las heladas, pero poco resistente a la sequía y a los terrenos muy calizos.



La hoja es algo alargada, y ensanchada en su mitad superior.

El fruto suele ser generalmente de tamaño medio a grueso, entorno a los 3,2 gramos.

La relación pulpa / hueso está entorno a 5,6. La maduración transcurre desde la segunda semana de noviembre hasta la tercera de diciembre.

El rendimiento graso es muy bueno pudiendo alcanzar en ocasiones valores de hasta el 27 %.

De esta variedad se obtiene las Denominaciones de Origen Priego de Córdoba, Sierra de Segura y Sierra Mágina.

La excelencia del aceite que produce empieza con el contenido en ácido graso y antioxidantes.

Suele contener un 80% de ácido oleico monosaturado, un componente importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, y solo un 4% de ácido linoleico, que en exceso es perjudicial (ácido esencial para la dieta humana pero que si aparece en exceso, es un punto de oxidación con formación de radicales libres dañinos para ciertos órganos del cuerpo humano) y su elevado contenido en polifenoles, lo convierten en el aceite más estable que existe, significando esto un mayor período de vida y un excelente comportamiento frente al uso térmico en cocina.



Desde el punto de vista organoléptico, habría que diferenciar entre el llano y la montaña ya que sus perfiles organolépticos resultan muy diferentes. En el caso de los aceites de llano son aceites de gran cuerpo, normalmente amargos, con cierto sabor a madera.

En la montaña, suelen ser más dulces aunque con un flavor "a fresco" y agradable.

▪ CORNICABRA

Esta variedad es, en número de hectáreas cultivadas, la segunda en importancia, pero la tercera en producción.



Originaria de Mora de Toledo, su área de cultivo abarca las provincias de Toledo y Ciudad Real, en la Comunidad de Castilla la Mancha. Su nombre proviene de la característica forma de cuerno de su fruto.

El olivo de Cornicabra se trata de un cultivo antiguo, que con toda probabilidad constituye una variedad de población, con gran cantidad de ecotipos locales muy adaptados al medio.

Esta variedad presenta un vigor medio, con ramas de mediana longitud, con escasa formación de brotes, mostrando la madera joven un color gris claro de tonos ocres.

La hoja larga y simétrica, presenta tono verde claro por el haz y gris verdoso por el envés.

La aceituna es alargada y algo encurvada, asimétrica, bombeada y plana por el dorso, con vientre en forma de cuerno y de tamaño y peso medio de unos 3 gramos pero de rendimiento graso elevado, en torno al 19% y de alta relación pulpa/hueso de 5.

Los frutos presentan maduración tardía, que suele comenzar en la última semana de octubre y finaliza la primera de enero. Su elevada resistencia al desprendimiento dificulta su recolección mecanizada.



El aceite presenta un color amarillo oro con ligeros reflejos verdosos que anticipan el atributo frutado.

Cuando se obtiene de aceitunas más maduras, al final de la cosecha, es característica la aparición de distintos sabores y texturas a frutos exóticos como el aguacate.

Los aceites de Cornicabra son frutados y presentan un notable equilibrio entre el dulce a la entrada, amargo a hojas verdes y el picante de intensidad media, y su textura es fluida y aterciopelada.

Son aceites estables debido a su alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados.

Su composición equilibrada de ácidos grasos esenciales, alto contenido en ácido oleico y componentes menores productores de excelentes aromas y sabores le hacen especialmente adecuado para su destino dietético.

▪ HOJIBLANCA

El nombre le viene del color del envés de la hoja que le confiere una claridad al árbol, teniendo este un aspecto plateado en la lejanía.

Su área de influencia se extiende por Andalucía, en concreto por el este de la provincia de Sevilla, el sur de Córdoba y todo el norte de la provincia de Málaga.

Puede suponer el 16 % del olivar andaluz. Su uso es tanto para aceituna de mesa negra estilo "californiano" por la firme textura de su pulpa, como para la producción de aceite.

El árbol de vigor medio a bueno, con ramas largas y fructíferas aunque algo péndulas. Las copas mantienen una densidad media y una superficie foliar regular y se caracterizan por el color gris verdoso claro de su madera joven.



Aguanta bien el frío y se adapta perfectamente a terrenos calizos.

La hoja parcialmente acanalada y alargada, pero algo ancha y con envés plateado.

El fruto aunque con muchas oscilaciones, suele ser de tamaño grande a grueso alcanzando de media los 4,3 gramos.

Su forma es de una esfera casi perfecta con una relación pulpa / hueso elevada, entorno a 8.

El fruto también aguanta bien el frío. Su floración dura las dos primeras semanas de mayo teniendo su plenitud al inicio de la segunda semana. La maduración es algo tardía, desde finales de noviembre a finales de diciembre y una vez maduro presenta resistencia al desprendimiento, con lo que su recolección es dificultosa. Su rendimiento en aceite es bajo, con una media entre 17-19%.

El aceite desde el punto de vista físico-químico, presenta una composición de ácidos grasos muy equilibrada con ácidos insaturados relativamente más bajos que en el resto de los aceites de otras variedades.



Su composición es ideal desde el punto de vista alimenticio.

La estabilidad ante la oxidación no es elevada y se recomienda mantener estos aceites al amparo de la luz y sin excesiva oxigenación durante el almacenamiento.

Desde el punto de vista organoléptico, presenta una inmensa gama de sabores, pero se pueden destacar como valores comunes los atributos de dulzura al inicio de la cata, frutado herboso fresco en el aroma, ligero amargor a fruta verde y otras frutas que a veces recuerdan a una macedonia, ligero picante en garganta y regusto final almendrado.

▪ ARBEQUINA

Se halla entre las variedades españolas más conocidas.

Aunque llega a internarse en las provincias de Zaragoza y Huesca, en la comunidad de Aragón, es originaria de la localidad de Arbeca (Lérida), de donde le viene el nombre, encontrándose extensamente extendida por las provincias de Tarragona y Lérida, ambas en la comunidad de Cataluña.

La calidad del aceite ha hecho a estas dos zonas de producción acreedoras de dos Denominaciones de Origen: Siurana y Les Garrigues respectivamente.

El olivo se presenta tanto en cultivo único como asociado a otros, principalmente a viñedos, y a veces ocupando las lindes entre parcelas.

La planta, de reducido vigor permite su utilización en plantaciones intensivas. Sus brotes largos, poco ramificados y el color verde oscuro de la madera joven confieren a este olivo forma de escoba.

Los campos de olivares de la variedades arbequina muestran unos paisajes peculiares, muy diferentes a los que se contemplan, por ejemplo, en zonas de Andalucía.



Esta variedad presenta una época de floración media en la primera quincena del mes de Mayo.

La hoja es acanalada, con bordes no espesados, ensanchada por el ápice. Exhibe color verde ocre en el haz y gris amarillo verdoso en el envés.

El fruto corto, de forma ovalada y casi simétrica y mantiene una baja relación pulpa/hueso de 4.6, y debido a su pequeño tamaño, alrededor de 1.9 gramos, es difícil su recolección mecanizada.

Sin embargo, es variedad muy apreciada por su precoz entrada en producción, con un periodo medio de maduración entre la segunda semana de diciembre y la segunda de enero, elevada productividad y buen rendimiento graso, sobre 20,5 % de aceite, que lo sitúa entre las variedades con mayor porcentaje de extracción de aceite.

Su aceite de exquisito flavor recuerda al olfato, a la alcachofa fresca y, al gusto, trae vestigios de tomates y de huerta.



Son también aceites frutados con cierto aroma

exótico. Olor a manzana fresca acompañado de cierta suavidad y dulzura que los distingue, dejando un regusto final almendrado verde.

Además, son aceites muy frescos y jóvenes que por su composición son algo más delicados que otras variedades frente a la oxidación, por lo que es necesario mantenerlo en la oscuridad y a temperatura baja para garantizar su protección en el tiempo.

Desde antiguo, estos aceites han sido apreciados internacionalmente por su calidad, aunque su producción suele presentar grandes oscilaciones debido a las condiciones climatológicas.

Los aceites vírgenes de la variedad arbequina son densos y fluidos y presentan grandes diferencias de una zona a otra y dentro de una misma zona en años sucesivos.

Cuando se comienza la recolección, las aceitunas son muy verdes y esta característica se refleja en los perfiles organolépticos de los aceites.

Normalmente las aceitunas no llegan nunca a su madurez total.

Las características medias de esos aceites podríamos decir que son frutados, ligeramente verdes y medianamente amargos, picantes y dulces. Por tanto, son unos aceites con atributos muy equilibrados, con sabores más verdes (hoja), amargos y picantes al inicio de la campaña, y más dulces al final.

Aparte de estos atributos podríamos destacar el olor y sabor almendrado (almendra verde) y la fluidez de los aceites, que dan una sensación muy agradable al catarlos.

▪ LECHIN DE SEVILLA

Esta variedad se distribuye por las provincias de Sevilla, Córdoba, Cádiz, Málaga y Huelva.

Su nombre corresponde al color blanquecino de su pulpa y de su mosto oleoso (mezcla de agua de vegetación y aceite).



El árbol se caracteriza por ser muy vigoroso y de grandes raíces, de porte abierto y densidad espesa en su copa.

Es un árbol rústico, tolerante al frío, a la sequía y a suelos calizos y de mala calidad. Aunque es productivo, su época de floración es media y hay bastantes fallos en la cosecha por corrimiento de flor, y su recolección es costosa por resistencia al desprendimiento y tamaño del fruto.

La hoja de tamaño pequeño, cortas y un poco ensanchadas en su mitad, planas, mostrando un vivo verde amarillento en el haz y verde grisáceo en el envés.

La aceituna media tiene un peso cercano a los 3 gramos y es de forma elipsoidal, un poco abombada en el dorso y ligeramente asimétrica.



El ápice es redondeado y en ocasiones presenta un pequeño pezón. Su color es negro en la maduración.

Tiene un contenido medio bajo en aceite, del orden del 18 %, y una alta relación entre la pulpa y el hueso entorno a 7,2 a 8,5.

Su maduración es temprana.

El contenido alto de ácido palmítico (12-13%) se compensa con el reducido contenido en ácido esteárico, y así el total de ácidos saturados es bajo en los aceites producidos con estas olivas.

El aceite desde el punto de vista químico, su composición le hace ser relativamente inestable frente a la oxidación con pérdida de sus valores organolépticos relativamente rápida en el tiempo.

Desde el punto de vista organoléptico, es un aceite fluido con un aroma medio, herboso, a aceitunas y equilibrado. El sabor presenta amargor y pico medio en intensidad y un remanente a almendra verde en boca. Recién producido resulta muy agradable.

- **VERDIAL**

Con el nombre de Verdial se denominan una serie de variedades locales puntualmente extendidas por el Sur y Suroeste de la península, tomando apellidos distintos dependiendo de su origen geográfico.

- **VERDIAL DE BADAJOZ**

Se extiende por la provincia de Badajoz, en la comunidad de Extremadura, llegando hasta Portugal.

El árbol considerado resistente a la sequía, se emplea como patrón de otros cultivos.

Su floración transcurre durante la primera quincena del mes de Mayo.

El fruto es de gran tamaño, con un peso medio de 5.7 gramos, y es apreciada por su doble aptitud para aceite (por su elevado rendimiento graso



cercano al 22%, debido a su elevada relación pulpa hueso en torno a 7,2), y como aceituna de mesa por su tamaño y facilidad de aderezo.

Su periodo de maduración va desde el último tercio del mes de Noviembre hasta prácticamente finales de año.

La recolección mecánica de sus frutos es difícil por su maduración tardía y elevada resistencia al desprendimiento.

○ **VERDIAL DE VELEZ-MALAGA**

Variedad típica de la zona de la comarca de la Axarquía, en el Sureste de la provincia de Málaga.

El fruto es de mayor tamaño que el resto de variedades que se procesan para obtener aceite, aunque no tiene un rendimiento graso muy elevado.

Los aceites son afrutados con sabor muy dulce y agradable sin ningún tipo de amargor o picante. Su composición hace que se sea necesario protegerlos del calor, luz y aire para su mejor conservación.

El aceite virgen de esta variedad Verdial se procesa por separado en Málaga, aunque normalmente también se suelen mezclarse con los de la variedad hojiblanca resultando un coupage organoléptico perfecto y con una estabilidad media.

▪ **EMPELTRE**

La variedad Empeltre es característica de la comunidad de Aragón, teniendo su origen en la localidad de Pedrola, (provincia de Zaragoza).

Su área de cultivo se extiende desde las provincias de Logroño y Teruel por el Valle del Ebro hasta la provincia de Tarragona, dándose incluso en las Islas Baleares.

El árbol de gran vigor, con ramos erguidos y copas con tendencia vertical. Su época de maduración es el primer tercio del mes de Mayo.

La hoja es ensanchada en sus medios superiores. El haz verde oscuro y el envés plateado es surcado por un nervio verdoso y prominente.

La oliva, de forma alargada, asimétrica y ligeramente bombeada por el dorso es de volumen medio (2.7 gramos) con una relación pulpa/hueso de 5.3 y un rendimiento graso aceptable del 18,3%.



La maduración de sus frutos es temprana, desde la primera semana de Noviembre a la primera de diciembre. La baja resistencia al desprendimiento y el porte erguido de sus ramas lo hacen ideal para la recolección mecanizada.

Sin embargo, puede presentar problemas de cuajado de frutos y de daños por heladas invernales.

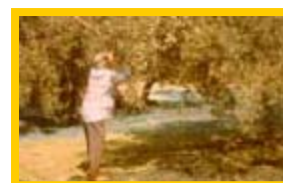
Es una variedad muy apreciada por su productividad y por la excelente calidad del aceite.

El aceite se trata de aceites de color amarillo pálido en la mayoría de los casos, y que no es imputable a una recogida en la postmaduración. Son aceites con olor afrutado apagado, muy agradable en boca y muy dulce, nunca presentan amargor ni picor y suelen dejar un sabor remanente a almendra. Por su suavidad, es ideal para preparar coupages.

▪ **PICUDO**

Recibe esta denominación por la forma del fruto con ápice apuntado y curvado y pronunciado pezón.

Recibe otros nombres pero es curioso el que recibe en Luque, pueblo del sudeste de Córdoba, donde le llaman "pajarero", según se cuenta, porque el



aceite es tan dulce que en el momento de la maduración los pájaros pican los frutos.

Esta variedad se encuentra muy difundida en las provincias de Córdoba, Granada, Málaga y Jaén, con mayor densidad en la zona de Denominación de Origen Baena, al sudeste de Córdoba.

El árbol es muy vigoroso, de porte abierto y de densidad de copa muy espesa. Los ramos fructíferos son de color verde grisáceo.

Tiene una gran capacidad de enraizamiento y se adapta bien a suelos calizos y mejor al exceso de humedad que a la sequía.

Es tolerante al frío y se considera un árbol rústico.

La hoja es de tamaño grande, larga y anchas. El color del haz es de un verde muy oscuro. Desde lejos se puede distinguir el árbol por presentar el aspecto más oscuro de todos.

El fruto de color negro en la maduración, el fruto se caracteriza por ser el segundo en tamaño de los que se dedican a la obtención de aceite, alcanzando un peso medio alrededor de 4,8 gramos.

La relación entre la pulpa y el hueso es elevada, cerca del 6,3.

La maduración transcurre entre la cuarta semana de noviembre hasta final de diciembre y el rendimiento graso es alto, sin llegar a los valores de la picual, pero con cifras cercanas al 20%.

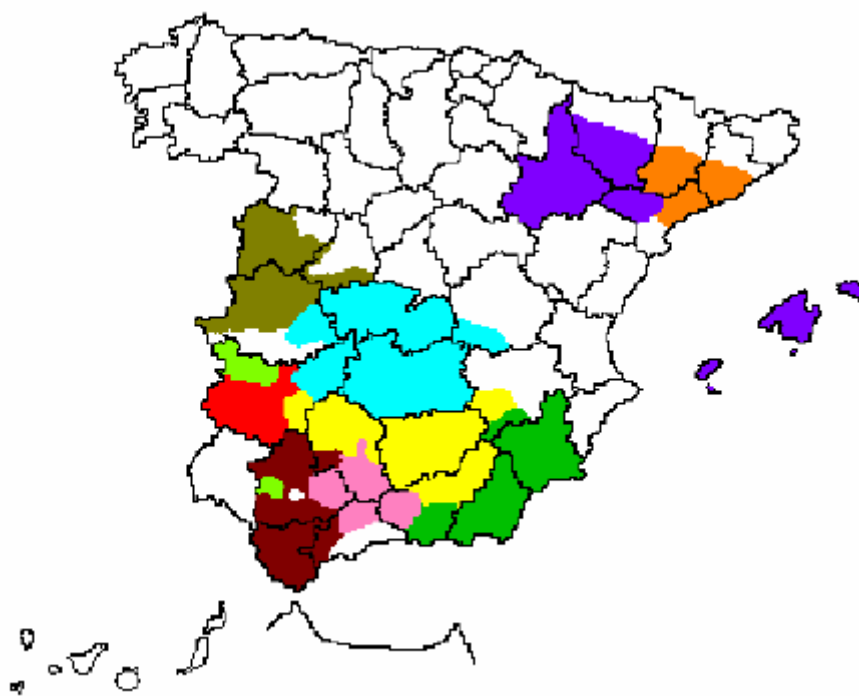


Tiene un excelente aprovechamiento como aceitunas de mesa, tanto verde como estilo californiano.

Su composición de ácidos grasos se acerca un poco a la de la variedad lechín, colocándose en la gama de aceites delicados ante la oxidación.

Sus características organolépticas son muy buenas, con un equilibrio y dulzura inmejorables, sin sabores duros y muy fluidos y ligeros, a veces con ligero recuerdo a frutas exóticas, manzana y almendrados.

Mapa de variedades:



 Picual	 Manzanilla Caocereña
 Cornicabra	 Verdial de Badajoz
 Empeltre	 Lechín de Sevilla
 Manzanilla Sevillana	 Picudo
 Hojiblanca	
 Arbequina	
 Lechín de Granada	

3.3. MADURACIÓN DE LA ACEITUNA.

La recolección de las aceitunas es una etapa muy importante en la producción de aceite de oliva.

Cuando se recolectan las aceitunas para producir aceite, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La mayoría de los frutos deben tener el grado de madurez adecuado.
- El rendimiento en aceite de las aceitunas y su calidad deben ser los máximos posibles.

Uno de los objetivos principales de la recogida de la aceituna, es obtener una cantidad aceptable de aceite, es decir, un buen rendimiento.

Es importante conocer las curvas de acumulación de aceite en las aceitunas, el contenido de aceite en las aceitunas es bastante variable y depende de la variedad, de las condiciones climatológicas, de los recursos de agua disponibles y del momento en el que se efectúa la recogida.

Durante la maduración tienen lugar importantes transformaciones químicas en el interior de la drupa, relacionadas con la síntesis de sustancias orgánicas, especialmente, la formación de triglicéridos (**Kiritsakis, 1992**).

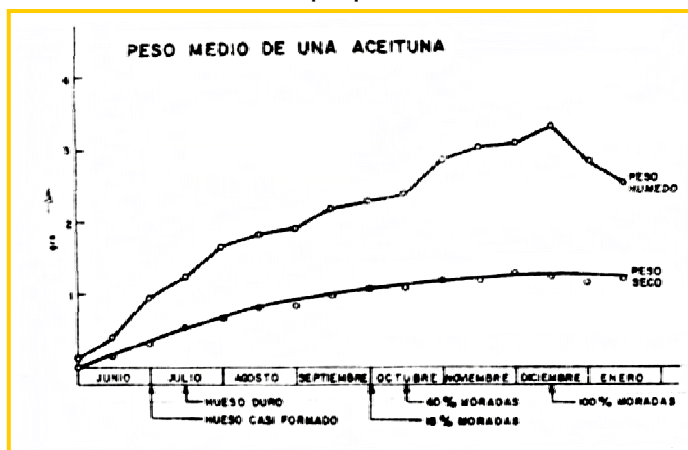
Como resumen, aunque posteriormente se describirán las etapas de la maduración, del proceso químico de maduración se puede decir:

El peso medio del fruto aumenta de manera continua durante el desarrollo, estabilizándose cuando el fruto está ya maduro, y lo mismo puede decirse en cuanto a las variaciones del volumen. El aumento de peso del fruto se debe, casi exclusivamente, al crecimiento de la pulpa.

Este aumento de peso de la pulpa está motivado tanto por acumulación de aceite como por el aumento de la cantidad de agua que contiene, a pesar

de lo cual, el tanto por ciento de humedad de la pulpa desciende gradualmente durante la maduración, salvo en casos anormales que dependen de la variedad y condiciones climáticas.

En la figura (Roncero, 1970) se representan los



pesos húmedo y seco durante el periodo de crecimiento y maduración.

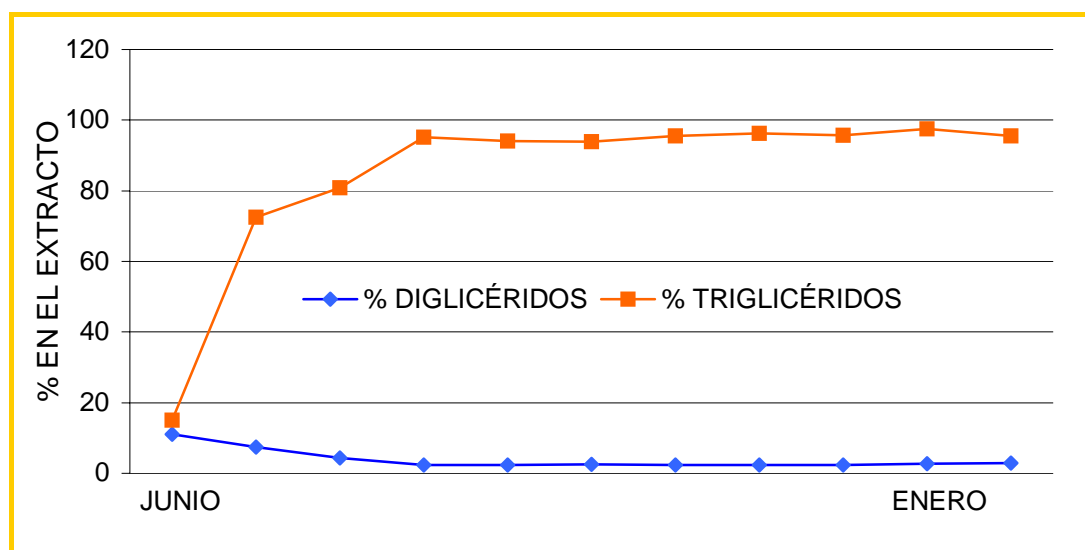
Prescindiendo de las variaciones debidas al contenido en humedad, que depende mucho de las condiciones ambientales, puede verse que el peso seco de un fruto llega a un máximo con la maduración para después estacionarse e incluso descender ligeramente en los frutos sobremaduros.

El hueso está casi formado a principios de Julio, se encuentra totalmente duro 15 días más tarde. En éste momento supone el 30 % del peso del fruto fresco, valor que desciende lentamente hasta quedar alrededor del 13 % en los frutos maduros.

El color de la piel del fruto, que es verde al principio, toma un color morado a medida que avanza la maduración, hasta llegar a ser casi negro cuando las aceitunas están sobremaduras. En general el color cambia de verde a violeta, debido a la paulatina formación de la oleocianina, una mezcla de diversos colorantes.

El color violeta aparece a principios de Octubre pero hasta mediados de Diciembre no están totalmente coloreados. A partir de Enero, cuando los frutos ya están pasados, sobremaduros, el color se oscurece muchísimo y pasa a ser casi negro en lugar de violeta.

El contenido en grasa aumenta continuamente durante el proceso, aunque sus valores dependen mucho de la variedad estudiada.

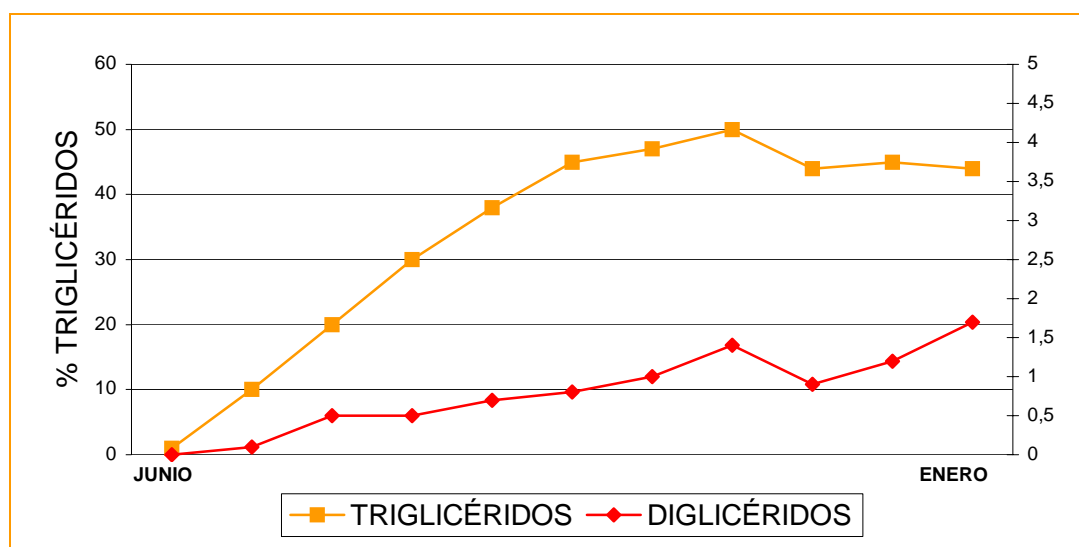


La figura (**Roncero, 1970**) representa los porcentajes de di y triglicéridos en el extracto de éter de petróleo, se observa que en los primeros meses el porcentaje de triglicéridos sube espectacularmente hasta alcanzar el 95 % del extracto total, mientras que el de los 1,2-diglicéridos, que al principio supone un 10 % desciende a menos de la mitad.

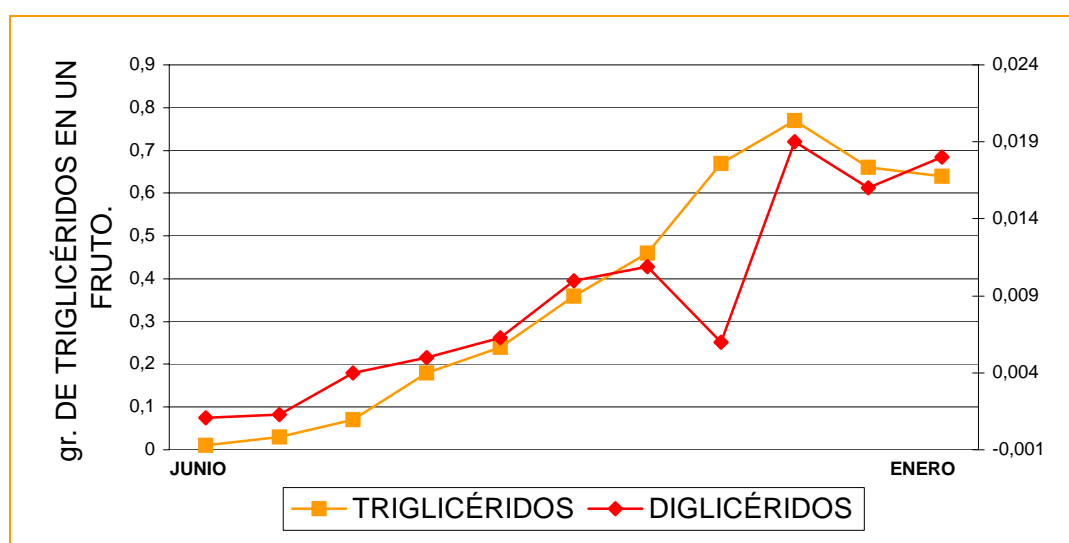
A partir de Agosto ambos porcentajes permanecen prácticamente constantes.

Si se expresan los di y triglicéridos en tantos por ciento del peso del fruto, ambos porcentajes, después de un periodo inicial de subida rápida, mucho más pronunciada en los triglicéridos, se estabilizan durante el resto del desarrollo.

Estos valores tienen poca significación en sí mismos, ya que son cantidades relativas que dependen de muy diversos factores, muchos de los cuales son totalmente ajenos al proceso de formación de los glicéridos en la aceituna.



Por ello son mucho más significativos los datos representados en la siguiente figura, que dan la variación de peso de los glicéridos por cada fruto.



Tanto los diglicéridos como los triglicéridos aumentan en el fruto durante su desarrollo, las anomalías que se observan en la parte final de las curvas se deben a que muchos de los frutos estaban alterados por la picadura de la mosca del olivo que afecta al peso medio de los frutos y a su riqueza grasa. Lo verdaderamente interesante es que en todo momento existe una cantidad apreciable de diglicéridos, cantidad que en un principio es del

mismo orden que la de triglicéridos y que, aunque disminuye al iniciarse el proceso de formación rápida del aceite, guarda una relación constante con la triglicéridos igual a 1/35-1/40 durante toda la maduración.

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 la aceituna con destino a la elaboración de aceite. El seguimiento se hace muchas veces midiendo el rendimiento de las aceitunas, entendiéndose como tal el porcentaje de aceite total respecto al peso en húmedo de los frutos.

Como el peso de los frutos decrece desde el ennegrecimiento, a consecuencia de las deshidrataciones, se puede llegar a que un rendimiento más elevado significa mayor cantidad de aceite por olivo o por hectárea, cuando no es así.

Este falso concepto lleva al retraso de la recolección en muchas ocasiones, por éste motivo se recomienda la relación entre el contenido de aceite total y materia seca expresada en porcentaje, que orienta mejor sobre el contenido de aceite en la aceituna.

$$\frac{\text{AceiteTotal}}{\text{MateriaSeca}} (\%) = 100 \frac{\text{Rendimiento}(\%)}{100 - H}$$

siendo H la humedad de la aceituna en %.

La composición de los ácidos grasos totales también varía durante el desarrollo, disminuyendo la cantidad de ácidos grasos saturados iniciales (pálmítico, esteárico) a favor de los insaturados (oleico y linoleico) que aumentan constantemente, fenómeno común a todas las plantas oleaginosas.

En lo que refiere a los tres ácidos principales: oleico, linoleico y pálmítico, existen interesantes oscilaciones. En primer lugar el ácido oleico aumenta rápidamente al principio hasta alcanzar un máximo del 75 % y después

disminuye continuamente hasta un mínimo del 55-65 % en Octubre o principios de Noviembre.

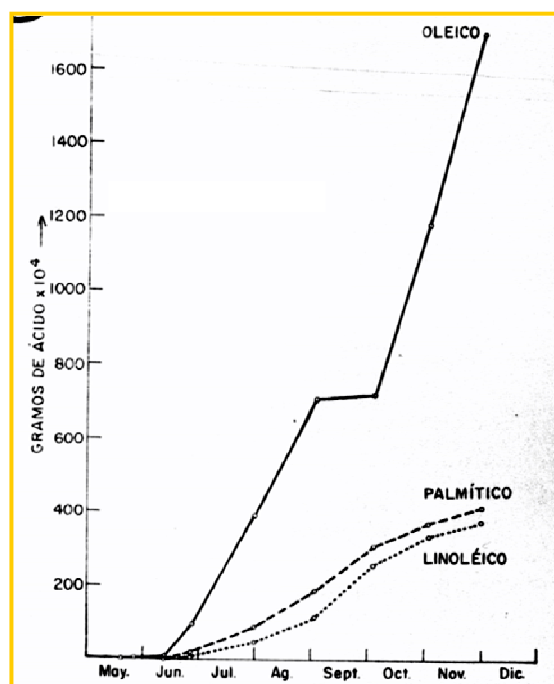
Los ácidos palmítico y linoleico, experimentan también oscilaciones, siempre del 10-20 %, pero mientras que en el palmítico son suaves e irregulares, las oscilaciones del linoleico son justamente complementarias a las del oleico, esto es, ambos presentan sus máximos y mínimos encontrados.

Estas oscilaciones, en especial los mínimos, no significan que disminuyan las cantidades realmente presentes de los correspondientes ácidos. Se trata de cambios en la velocidad de formación que se traducen en una alteración de los porcentajes de los ácidos grasos, pero que de ningún modo pueden atribuirse a degradaciones de las moléculas de ácidos ya formadas.

Por ello el contenido real por fruto de los distintos ácidos aumenta continuamente como puede verse en la figura.

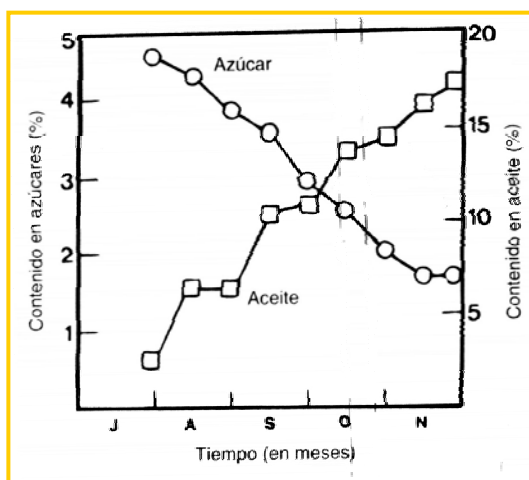
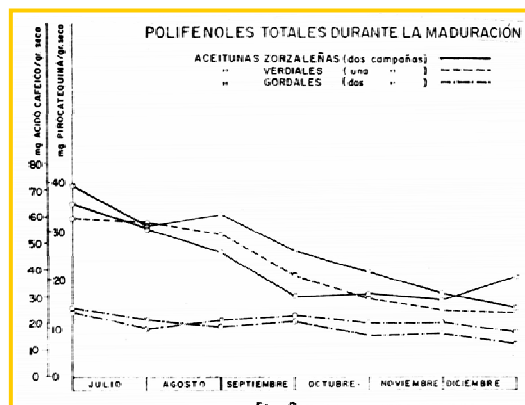
En ella se representan los gramos por fruto de los ácidos oleico, linoleico y palmítico durante todo el desarrollo.

Con respecto al contenido en polifenoles, es siempre muy elevado en comparación con la mayoría de los frutos, llegando a alcanzar en aceitunas verdes 70 mg/g expresados en ácido cafeico. Disminuye a lo largo de la



maduración.

Por último, los azúcares, de los cuales en la pulpa los más importantes son la glucosa y la fructosa tienen una relación directa con el contenido en aceite.



Las fases del crecimiento de la oliva:

Se distinguen 5 periodos o fases con mayor o menor duración dependiendo de las variedades y del medio ambiente (**Kiritsakis, 1992**).

1º Y 2º FASE:

La primera fase supone un escaso despegue del tamaño de la aceituna. El crecimiento celular es intenso, aunque el crecimiento rápido de células no es apreciable hasta la segunda semana.

En la segunda fase el crecimiento continúa, el desarrollo del fruto se hace patente y veloz.

■ 3º FASE:

Es de escaso crecimiento, pudiendo pasar desapercibida. Cuando el endospermo ha alcanzado un cierto grado de desarrollo, el cigoto se transforma en embrión, dejando al endospermo el papel de motor del crecimiento.

Concluye el endurecimiento del hueso, el periodo de abscisión de frutos y el endocarpio llega a su tamaño definitivo.

■ 4º FASE:

Es la etapa de mayor crecimiento de los frutos, extendiéndose hasta el otoño cuando comienzan los cambios de color en el fruto.

Comienzan los procesos de acumulación y síntesis de aceite (lipogénesis), el crecimiento se produce por expansión celular, habiendo concluido el incremento del tamaño del fruto por división celular, quedando determinado el tamaño final del fruto.

■ 5º FASE:

El crecimiento va decreciendo paulatinamente. Al principio continua la lipogénesis, aunque igualmente a menor velocidad. Los procesos de maduración se inician.

3.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA.

La calidad del aceite de oliva virgen tal como la define la Unión Europea, deriva de ser un zumo de fruta recogida en óptimas condiciones de madurez y salud y por procedimientos mecánicos y/o físicos.

Cuando la aceituna se deteriora o el proceso de extracción no es el adecuado, el aceite obtenido pierde sus cualidades potenciales adquiriendo defectos que disminuyen su calidad, e incluso, pueden llegar a hacerlo no comestible directamente, de ahí que los métodos de análisis, traten de poner de manifiesto los deterioros habidos en el aceite, proporcionando información sobre el grado de degradación del mismo.

Estos criterios están definidos por parámetros que se miden a través de métodos físico-químicos y métodos sensoriales.

A continuación se describen los métodos físico-químicos tradicionalmente utilizados en los laboratorios de control de aceite de oliva (**Pineda de los Infantes, 2000**):

- Acidez.
- Índice de peróxidos.
- Absorbancia en el ultravioleta (K232, K270, K225).
- Estabilidad oxidativa.
- Contenido en polifenoles.
- Humedad.
- Análisis sensorial.

○ GARGO DE ACIDEZ.

Cualquier grasa, y el aceite de oliva no es ninguna excepción, desde el punto de vista químico está compuesta por triglicéridos, es decir, ésteres de ácidos grasos y glicerina.

La proporción de triglicéridos en el aceite de oliva es superior al 95%. La reacción de hidrólisis provoca la ruptura de éstos, perdiendo ácidos grasos y dando diglicéridos y monoglicéridos.

Este proceso en el que van apareciendo ácidos grasos libres se produce en determinadas condiciones, enriqueciendo el medio en estos compuestos.

El porcentaje en el que estos ácidos grasos libres se encuentran en el aceite, referidos al porcentaje de ácido oleico, es lo que se conoce como **grado de acidez**, estando el aceite más deteriorado cuanto mayor sea éste índice.

La acidez se determina según norma UNE 55.011 midiendo la cantidad de hidróxido potásico al 0.1 ó 0.5 N, en solución con alcohol o éter, necesaria para neutralizar los ácidos presentes, utilizando como indicador una solución al 1% de fenolftaleína en metanol del 95%.

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.

Cuando la acidez es elevada los aceites no pueden ser utilizados directamente para la alimentación humana. Si superan 3,3º deben ser refinados.

En la Unión Europea está autorizado el consumo directo de aceites vírgenes extras y finos.

○ **ÍNDICE DE PERÓXIDOS.**

Este parámetro junto a la extinción específica a 270 nm, es de los más utilizados para determinar la alteración oxidativa del aceite de oliva.

La alteración oxidativa es un proceso complejo constituido por multitud de reacciones. Su determinación es mucho más complicada que la cuantificación de la hidrólisis debido a la amplia variedad de compuestos originados, los cuales son de muy diferente peso molecular y estructura.

En la primera etapa del proceso oxidativo se forman peróxidos, también llamados compuestos de oxidación primaria, cuyas moléculas corresponden a hidroperóxidos o epiperóxidos con una molécula de oxígeno (**Psomiadou, 2003**).

El índice de peróxidos mide la concentración de peróxidos u oxígeno activo en el aceite, expresándola en miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite, y se determina según norma UNE 55.023.

Los peróxidos desde el punto de vista sensorial son inodoros e insípidos, de manera que este índice detecta la oxidación incipiente, evaluando los primeros estadios de oxidación de aceite, antes de la aparición de olores y sabores extraños.

Este índice se incrementa a medida que aumenta el valor de los peróxidos, pero éstos tienen un máximo, a partir del cual, a medida que avanza el proceso oxidativo, disminuye su concentración al ir transformándose en otros compuestos, por lo que éste índice no ofrece información segura sobre el estado de oxidación real del aceite.

El índice de peróxidos es, entre todos los criterios de calidad, el que ha encontrado mayores dificultades para imponerse, y el que así mismo ha contado con un mayor número de detractores.

Sin embargo, debido a que permite tener una noción clara del estado del aceite en su fase de oxidación primaria, y como consecuencia, de la alteración de determinados componentes de interés nutricional (tocoferoles y polifenoles), sigue siendo uno de los parámetros fisicoquímicos más utilizados en la mayoría de los laboratorios de aceites y grasas vegetales.

Los aceites vegetales comestibles no deben superar un índice de peróxidos de 20.

El método operativo se basa en la suposición de que las sustancias contenidas en el aceite que oxidan al yoduro potásico son peróxidos. Se pone en contacto una muestra de aceite con cloroformo en atmósfera inerte de nitrógeno o anhídrido carbónico, en presencia de ácido acético, con una disolución acuosa de yoduro potásico.

El oxígeno liberado se valora con una disolución de tiosulfato sódico 0.002 N.

El valor del índice de peróxidos viene expresado por:

$$IP = \frac{1000NV}{P} \text{ meq O}_2/\text{Kg}$$

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.

- **COEFICIENTE DE EXTINCIÓN A 270 nm (K_{270}).**

Al avanzar el proceso oxidativo, los peróxidos, favorecidos por la temperatura, se descomponen dando moléculas más pequeñas de diferentes especies químicas, como hidrocarburos, ésteres, éteres, aldehídos y cetonas, etc...

Estos compuestos, mucho más pequeños que los de partida, poseen una tensión de vapor suficientemente baja para ser percibidos por los órganos de los sentidos, dando el característico flavor (sensación olfatogustativa, táctil y quinestética) a rancio.

Este tipo de compuestos, la mayoría de tipo carbonílico, absorben la luz en la región ultravioleta del espectro.

En particular, los formados por α -dicetonas y las cetonas α -insaturadas absorben en la región de los 270 nm. La cuantificación de la luz absorbida, expresada en unidades específicas, es lo que se conoce como K_{270} o coeficiente de extinción específica a la citada longitud de onda.

Este índice es una medida de la oxidación secundaria del aceite de oliva y su valor aumenta a la vez que la alteración oxidativa es mayor, hasta fases muy avanzadas, por lo que complementa la información obtenida por el índice de peróxidos y es más precisa cuando el estado oxidativo es avanzado.

La técnica analítica indica que del aceite filtrado se pesen 0.25 g, se disuelven en isoctano, 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:

$$K(l) = \frac{A}{CE}$$

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.

$K_{m-4; m+4}$ = 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.

- **COEFICIENTE DE EXTINCIÓN ESPECÍFICA A 232 nm (K_{232}).**

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

Sucedo 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 utilizan como medida de la oxidación primaria del aceite.

Estos cuatro parámetros analíticos constituyen junto al análisis sensorial la base para la clasificación de los aceites según la norma europea, pero 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 enraiciamiento (**Rosales, 1989**).

Este parámetro se define como el tiempo necesario para que el aceite comience a presentar síntomas de rancidez.

Depende de las características propias del aceite (instauraciones, contenido en antioxidantes, trazas metálicas, estado de oxidación, ...) y varía según las condiciones (temperatura, luz, oxígeno, calidad y tamaño de los recipientes, ...) en que se haya realizado su conservación.

Para estimar la calidad de los aceites es necesario recurrir a factores que aceleren la oxidación tales como temperatura y paso de aire u oxígeno. Es necesario tener presente la posibilidad de que estos factores alteren el curso normal de la oxidación, dando lugar a reacciones de distinta naturaleza, de forma que los resultados obtenidos puedan no relacionarse estrechamente con la estabilidad que presenta el aceite en la condiciones de conservación sin acelerar.

El método más extendido para la determinación de la estabilidad oxidativa es el denominado **Método de Oxígeno Activo (AOM)** y su versión automática que utiliza el instrumento llamado **Rancimat**.

El método AOM calcula la estabilidad como el número de horas necesarias para alcanzar un índice de peróxidos de 100 meq/kg, mientras que el método automático, Rancimat, se calcula a partir de la conductividad eléctrica.

El proceso de oxidación comprende un periodo de inducción, en el cual apenas se forman productos secundarios y una fase de oxidación rápida durante la cual el consumo de oxígeno y el aumento de peróxidos son muy elevados y en la que se comienzan a detectar los productos volátiles.

El progreso de la curva de oxidación puede seguirse por la determinación del índice de peróxidos o de otros parámetros (conductividad, absorción de oxígeno,...).

La determinación de la estabilidad tiene interés comercial ya que permite predecir de forma comparativa la vida útil de los distintos aceites de oliva.

La norma que lo regula es UNE 55.116.

En cuanto al método Rancimat, el procedimiento es el siguiente: la muestra (2,5 gr) se pesa en el tubo de reacción el cual se coloca en el bloque de calentamiento. Se conecta al surtidor de aire y a las vasijas de medida. Las curvas de oxidación se van registrando automáticamente por medida de la conductividad, dando la estabilidad por el tiempo en horas del periodo de inducción mediante la detección del punto de mayor curvatura experimental. Se trabaja a 100°C y con un flujo de 10 l/h.

- **COEFICIENTE 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.

Hasta 1992 la medida de este atributo se realizaba mediante análisis sensorial (panel test) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), sin embargo se ha demostrado una correlación de $r = 0.91$ entre dicho 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.

El coeficiente de extinción a 225 nm es un parámetro analítico de fácil determinación, altamente relacionado con el amargor sensorial de los aceites, pero todavía no está claro el límite a partir del cual un aceite es inaceptable, se pueden considerar que aceites con K_{225} superiores a 0.250 (corresponde con puntuación de 2.5 panel test) presentan problemas de aceptación y normalmente son rechazados.

- **CONTENIDO EN POLIFENOLES TOTALES.**

Los polifenoles son compuestos fenólicos existentes en pequeñas cantidades en la aceituna.

Parte de los mismos pasan al aceite en el proceso de extracción, principalmente mediante la operación de molienda y batido de los frutos.

Estos compuestos no son fáciles de detectar ya que, por ser solubles en agua, se pierden en las aguas glicerinosas y no se encuentran ni en la fracción del insaponificable ni en la de los ácidos grasos totales.

Su contenido en el aceite de oliva depende de la variedad, grado de maduración de la aceituna, manejo de ésta en la almazara, ...

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.

El agua aunque inmisible con el aceite puede existir en forma de emulsión estabilizada por ciertos componentes .

La humedad favorece la hidrólisis, sobre todo en aquellos aceites de acidez elevada.

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 desecador y pesando, se repite el proceso hasta diferencia máxima entre pesadas del 0.05 %.

Se calcula:

$$H = \frac{Ph - Ps}{Pm} 100$$

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 (por su naturaleza prooxidante) 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 fisico-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.

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.
- Borrás.
- 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.

**ANÁLISIS SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN
REGLAMENTO (CEE) N°1.683/92 DE LA COMISIÓN**

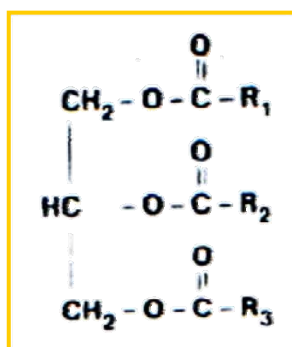
Hoja de perfil Notas olfato-gustativas-táctiles						Tabla de puntuación		
Atributos	Intensidad de percepción (°)					Defectos	Características	Evaluación global: puntos
	0	1	2	3	4			
Frutado de aceituna (madura [o] verde) (°)						Ninguno	Frutado de aceitunas	9
Manzana							Frutado de aceitunas y otros frutos frescos	8
Otra(s) fruta(s) madura(s)								7
Verde (hoja, hierba)						Casi imperceptibles	Frutado apagado de cualquier tipo	6
Amargo								
Picante						Levemente perceptibles	Frutado algo defectuoso, olores y sabores anómalos	5
Dulce								
Otro(s) atributo(s) tolerable(s)						Percepción con intensidad media	Claramente defectuoso, olores y sabores desagradables	4
¿Cuál(es)?								
Agrio/Avinado/Avinagrado/Acido(°)						Claramente perceptibles, con gran intensidad	Olores y sabores totalmente inadmisibles para el consumo	3
Basto								2
Metálico								1
Moho/Humedad						Observaciones:		
Borrás/Turbios						Nombre del catador:		
Atrojado						Clave de la muestra:		
Rancio						Fecha:		
Otro(s) atributo(s) intolerable(s)								
¿Cuál(es)?								

(°) Intensidad de la percepción
 0 - Ausencia total (°)
 1 - Casi imperceptible
 2 - Ligera
 3 - Media
 4 - Grande
 5 - Extrema

(°) Táchese lo que no proceda
 (°) Es obligatorio indicar la ausencia de la nota sensorial marcando una cruz en la casilla correspondiente.

3.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

El aceite de oliva está compuesto en su gran mayoría por **TRIGLICÉRIDOS**, en menor proporción por ácidos grasos libres y un 0.5-1% de constituyentes no glicerídicos que son de gran importancia para la estabilidad, aroma y sabor diferenciando unos aceites de otros.



Los triglicéridos son ésteres de los ácidos grasos y la glicerina. También llamados grasas neutras o, simplemente, grasas.

Su punto de fusión depende de los ácidos grasos componentes: en general es más alto cuanto mayor peso molecular y menos dobles enlaces tienen estos ácidos grasos.

Se pueden hidrolizar con enzimas lipasas.

❖ Como los triglicéridos están formados a su vez por **ÁCIDOS GRASOS** conviene definir los ácidos grasos que se encuentran en el aceite de oliva virgen:

- MIRÍSTICO (14:0)
- **PÁLMITICO (16:0) 7.5-20 %**
- PALMITOLEICO (16:1)
- HEPTADECANOICO (17:0)
- HEPTADECENOICO (17:1)
- ESTEÁRICO (18:0)

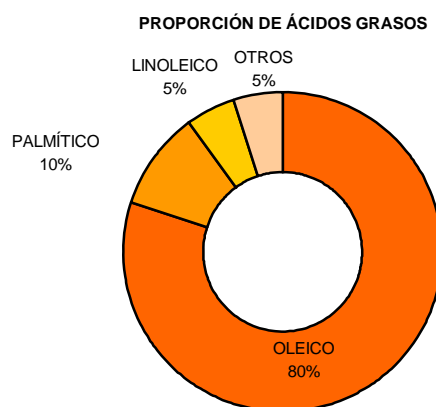
- **OLEICO (18:1) 55-83 %**
- **LINOLEICO (18:2) 3.5-21 %**
- LINOLÉNICO (18:3)
- ARAQUÍDICO (20:0)
- EICOSENOICO (20:1)
- BEHÉNICO (22:0)
- LIGNOCÉRICO (24:0)

La composición de los ácidos grasos difiere de una muestra a otra, dependiendo de la zona de producción.

Las condiciones principales que afectan a la composición de los ácidos grasos son:

- ✓ Latitud.
- ✓ Condiciones climáticas.
- ✓ Variedad de la aceitunas.
- ✓ Grado de madurez de las aceitunas.

Aun teniendo en cuenta esta variedad se presenta, en general, la siguiente proporción de ácidos grasos:



OTROS:

Principalmente:

- Esteárico
- Palmitoleico

La importancia de esta proporción radica en la supremacía del ácido oleico sobre los demás, con las repercusiones favorables que tiene sobre la salud al tratarse de un ácido monoinsaturado *.

PAÍS	ÁCIDOS GRASOS %						
	SATURADOS				INSATURADOS		
	C14:0	C16:0	C18:0	C20:0	C16:1	C18:1	C18:2
GRECIA	-	7.5- 16.0	1.4- 3.8	-	0.5- 2.3	57.6- 93.5	1.6-23.6
ITALIA	-	7.1- 17.5	0.3- 3.4	-	0.2- 5.5	64.1- 85.0	1.0-15.0
ESPAÑA	0.2	9.5	1.4	0.2	-	81.6	7.1

❖ Volviendo a los **TRIGLICÉRIDOS**:

Teniendo en cuenta los ácidos grasos existentes en el aceite de oliva se pueden dar más de 70 triglicéridos distintos, sin embargo el número de éstos que aparecen es mucho menor.

No aparecen :

- Triglicéridos totalmente saturados.
- Triglicéridos triinsaturados que contienen ácido linolénico.
- Ácido esteárico ausente en triglicéridos con 4, 5 y 6 dobles enlaces.
- Ácido palmítico ausente en triglicéridos con 5 y 6 dobles enlaces.
- Muchos en cantidades insignificantes.

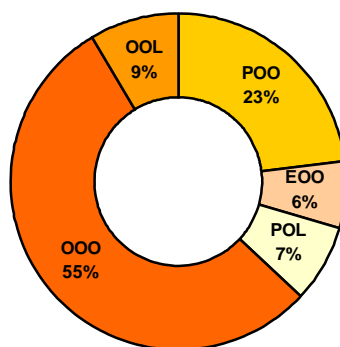
* Referencia bibliográfica múltiple: (Boskou, 1998), (Civantos, 1998), (Kiritsakis, 1992), (Roncero, 1965), (Morrison, 1998).

En definitiva, los triglicéridos que nos encontramos en el aceite de oliva en cantidades importantes son:

- **OOO.....40-59%**
- **POO.....12-20%**
- **OOL.....12.5-20%**
- **POL.....5.5-7%**
- **EOO.....3-7%**

P: PÁLMITICO
O: OLEICO
E: ESTEÁRICO
L: LINOLEICO

PROPRCIONES DE TRIGLICÉRIDOS



Todo lo demás en la composición del aceite de oliva virgen que no son triglicéridos se engloban en **OTROS**:

- Mono y diglicéridos
- Fosfátidos
- Ceras
- Ésteres de esteroides

DERIVADOS DE
ÁCIDOS GRASOS

- Hidrocarburos
- Hidratos de carbono
- Alcoholes alifáticos
- Esteroides libres
- Tocoferoles
- Clorofilas
- Carotenoides
- Compuestos fenólicos polares

❖ MONO Y DIGLICÉRIDOS:

La presencia de glicéridos parciales se debe a la biosíntesis incompleta de triglicéridos o a reacciones hidrolíticas.

- DIGLICÉRIDOS: prevalecen el C-34 y el C-36.

Los 1,2 diglicéridos (diacilgliceroles) tienden a isomerarse a la forma más estable: 1,3 diglicéridos.

- MONOGLICÉRIDOS:

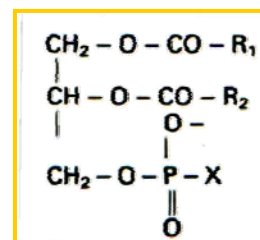
- Glicerol-oleato.
 - Glicerol-linoleato.
 - Glicerol-palmitato.
 - Glicerol-estearato.
 - Glicerol-palmitoleato.
 - Glicerol-linolenato.
 - Glicerol-laurato.
- En menor proporción

❖ FOSFÁTIDOS:

Fosfolípidos, fosfoglicéridos o fosfátidos lípidos complejos son ésteres de la glicerina donde el alcohol secundario de esta y un alcohol primario se hallan esterificados por ácidos grasos, el otro alcohol primario está esterificado por un fosfórico.

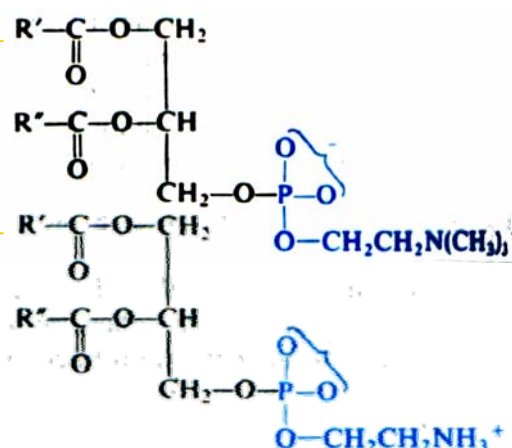
En el aceite de oliva reciente lo encontramos en concentración de 40-135 ppm, en el aceite viejo estas concentraciones son menores.

El patrón de ácidos grasos es similar a los triglicéridos.



Los más comunes son:

- Fosfadidilcolina.
- Fosfadidiletanolamina.
- Fosfatidi-linositol.
- Fosfatidilserina.

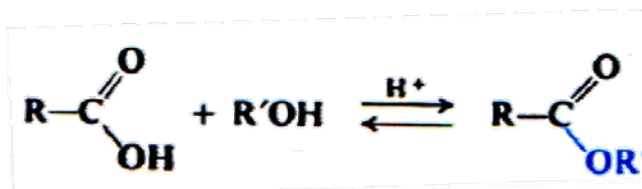


❖ CERAS:

Son ésteres de ácidos grasos con alcoholes grasos, su contenido medio es de 35 mg por cada 100 gr. de aceite.

Los más importantes son ésteres:

- C-36
- C-38
- C-40
- C-42
- C-44
- C-46



❖ ÉSTERES DE ESTEROLES:

Son los ésteres que se forman mediante un ácido graso y un esteroles, los esteroides más importantes se describen en el siguiente apartado.

❖ ESTEROLES:

Son unos constituyentes no glicéridos de gran importancia, su cantidad disminuyen en el aceite de oliva durante su almacenamiento.

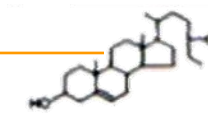
Contenido total de esteroides es de 100-220 mg/100g.

Se encuentran con cuatro grupo de esteroides:

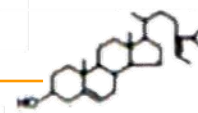
- Esteroides comunes (4α -desmetilesteroides).
- 4α -metilesteroides.
- 4,4-dimetilesteroides (alcoholes triterpénicos).
- Dialcoholes triterpénicos.
- Ácidos hidroxiterpénicos.

■ ESTEROIDES COMUNES:

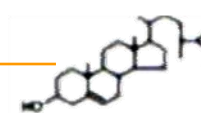
- **β -sitosterol (75-90%)**



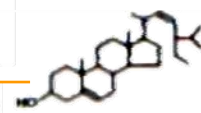
- **Δ -5-avenasterol (5-20%)**



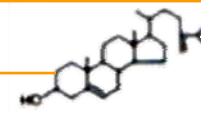
- **campesterol (1-4%).**



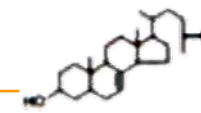
- **Estigmasterol (0.5-2%).**



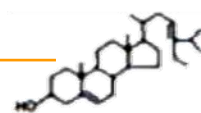
- 24-metilen-colesterol.



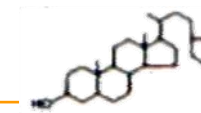
- Δ -7-campesterol.



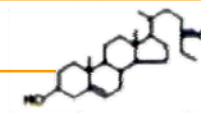
- Δ -5-23-estigmasterol.



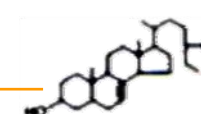
- Sitostanol.



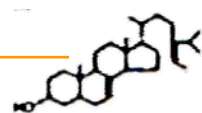
- Δ -5-24-estigmastadienol.



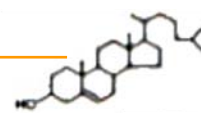
- Δ -7-estigmasterol.



- Δ -7-avenasterol.



- Colesterol.



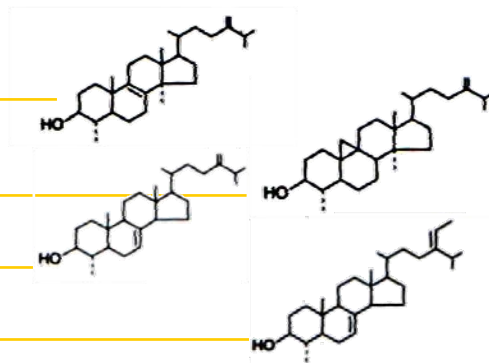
▪ **4 α -METILESTEROLES:**

○ Obtusifoliol.

○ Cycloeucalenol.

○ Gramisterol.

○ Citrosteradienol.



▪ **4,4-DIMETILESTEROLES (alcoholes triterpénicos):**

○ β -amirina.

○ Butirospermol.

○ Cicloartenol.

○ 24-metilen-cicloartanol.

○ Taraxerol.

○ Dammaridienol.

○ Germaniol.

○ Parqueol.

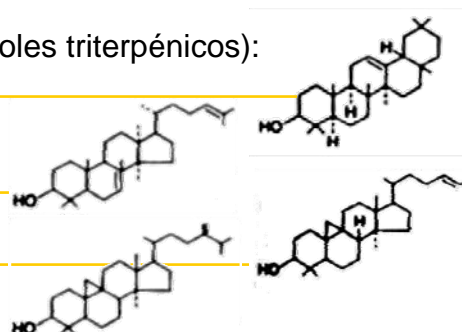
○ 7,24-tirucaladienol.

○ 24-metilen-24-dihidroparqueol.

○ Ciclosadol.

○ Ciclobranol.

○ α -amirina.

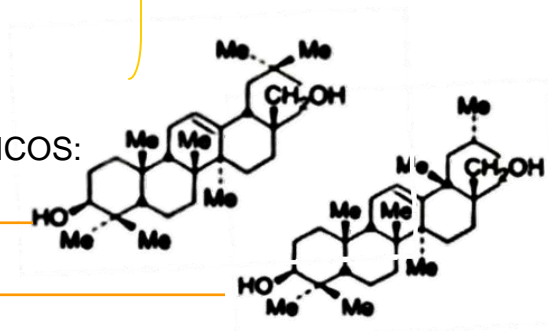


EN MUY PEQUEÑAS CANTIDADES.

▪ **DIALCOHOLES TRITERPÉNICOS:**

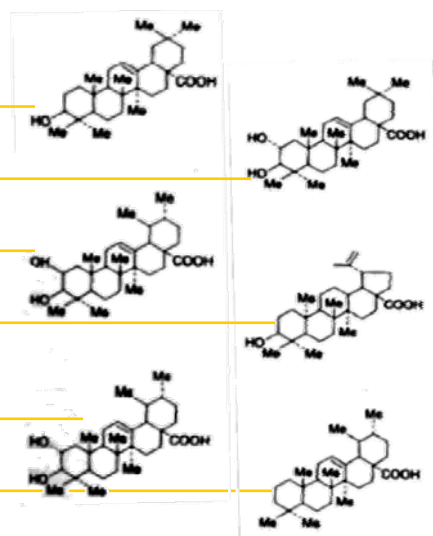
○ Eritrodiol.

○ Uvaol.



■ ÁCIDOS HIDROXITERPÉNICOS:

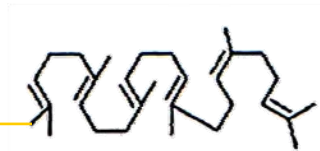
- Ácido oleanólico.
- Ácido maslínico.
- Ácido ursólico.
- Ácido betulínico.
- Ácido 2 α -hidroxi-ursólico.
- Ácido deoxiursólico.



❖ HIDROCARBUROS:

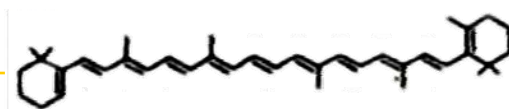
Los más importantes son:

- Escualeno.



Precursor bioquímico de la síntesis de esteroles.

- β -caroteno.



Se trata de un pigmento.

Otros hidrocarburos encontrados en el aceite de oliva son:

- Parafinas desde C6 a C30, los más importantes:
 - Hexano.
 - Octano.
 - Nonano.
- Hidrocarburos ramificados, principalmente:
 - Isopentano.
- Hidrocarburos aromáticos:
 - Benceno.
 - Etilbenceno.

- Tolueno.
- Naftaleno.
- Etilnaftaleno.
- Acenaftaleno.
- Fenantreno.
- 1,2-benzantraceno.
- Criseno.
- Perileno

❖ TOCOFEROLES:

Confieren estabilidad al aceite de oliva, son antioxidantes. Se trata de la vitamina E.

Hacia el final de recogida de las aceitunas se reduce el contenido en tocoferoles, pero la biosíntesis de estos continúan después de la recogida, por el contrario se reduce el contenido de compuestos fenólicos, ya que por hidrólisis se producen tirosol e hidroxitirosol que son más polares que los glicósidos y desaparecen parcialmente con el procesado de la aceituna.

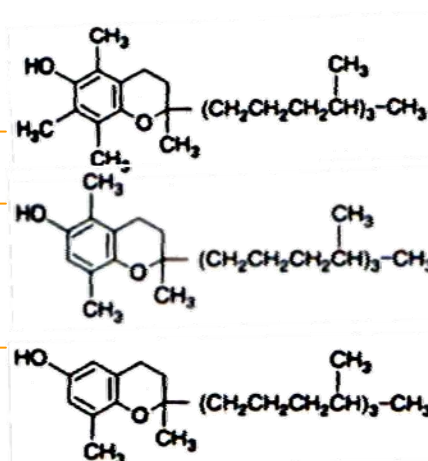
Los más importantes son:

○ α -tocoferol (88,5%).

○ β -tocoferol (9,9%).

○ Δ -tocoferol (1,6%).

○ γ -tocoferol (trazas).

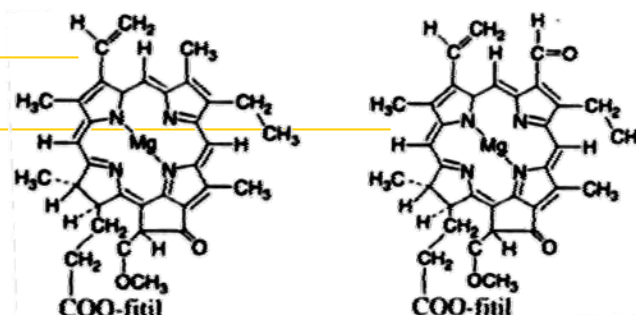


❖ CLOROFILAS:

Junto con los carotenoides son los pigmentos presentes en el aceite de oliva.

Los más importantes son:

- Clorofila a.
- Clorofila b.
- Feofitina a.
- Feofitina b.



Las clorofilas se degradan a feofitinas.

Las clorofilas son verdes y las feofitinas son marrones.

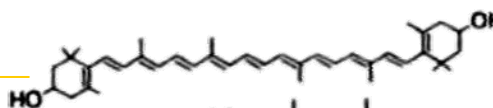
Los aceites obtenidos por centrifugación tienen de un 20 a un 40% más de clorofilas.

❖ CAROTENOIDES:

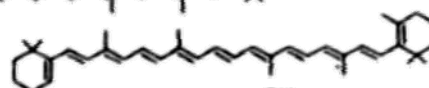
El principal componente de la fracción carotenoide es la luteína, durante la maduración se produce la reducción significativa de clorofilas.

Los principales carotenoides son:

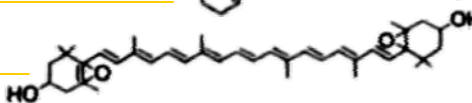
- Luteína.



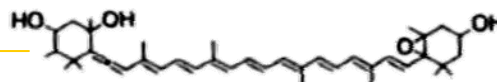
- β-caroteno.



- Violaxantina.



- Neoxantina.



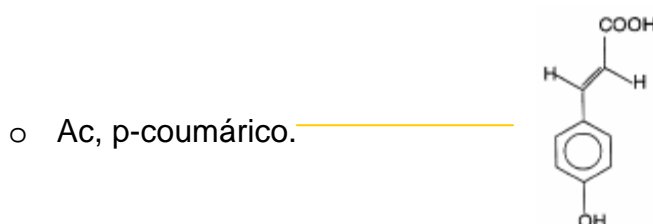
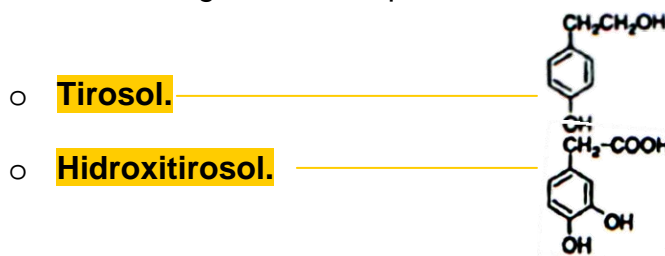
❖ COMPUESTOS FENÓLICOS:

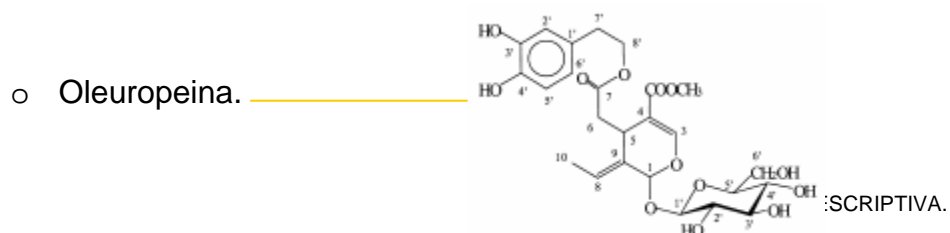
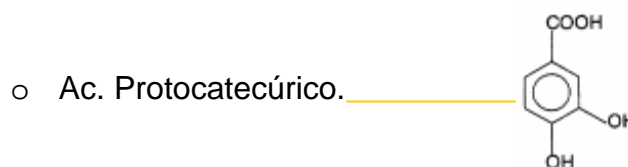
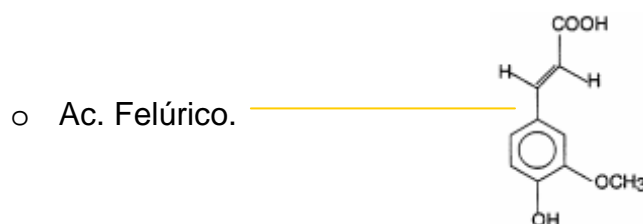
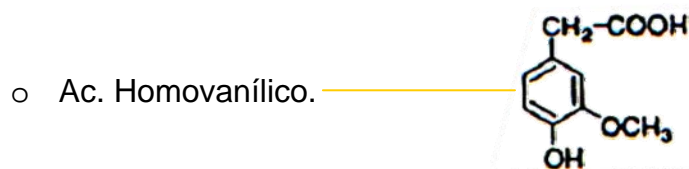
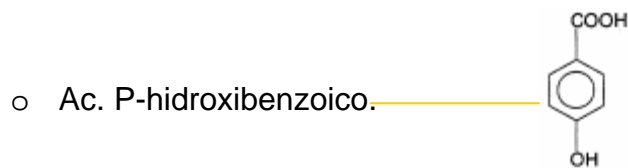
Afectan a la estabilidad, sabor y aroma del aceite de oliva virgen, se caracterizan convencionalmente como polifenoles.

El tirosol e hidroxitirosol son considerados los más importantes.

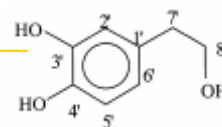
Los compuestos fenólicos encontrados en la aceituna difieren de los encontrados en su aceite.

Nos encontramos los siguientes compuestos fenólicos:

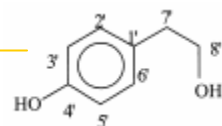




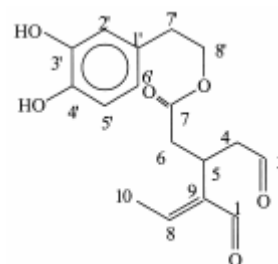
- 3,4-dihidroxifenil etanol (3,4-DHPEA)



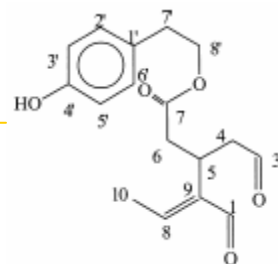
- p-hidroxifenil etanol (p-HPEA)



- 3,4-DHPEA-EDA



- p-HPEA-EDA



❖ COMPUESTOS VOLÁTILES Y AROMÁTICOS.

Dentro de éste apartado se han encontrado más de 100 compuestos, lo que da una idea de la complejidad química del aceite de oliva virgen y la dificultad de abordar la composición cuantitativa del mismo.

Sólo una pequeña fracción de la compleja mezcla de productos volátiles tiene influencia en el aroma y sabor del aceite de oliva virgen.

La formación de compuestos aromáticos está relacionada con la destrucción celular. Tiene lugar un proceso enzimático, donde se producen reacciones de hidrólisis y oxidación.

Los compuestos volátiles y aromáticos que están presentes se clasifican en los siguientes grupos:

- Hidrocarburos.
- Alcoholes.
- Aldehídos.
- Cetonas.
- Éteres.
- Ésteres.
- Fenoles y derivados.
- Derivados del furano.
- Derivados del tiofeno.

- Hidrocarburos: los presentados en su apartado.
- Alcoholes:
 - Metanol.
 - Etanol.
 - Butanol.
 - 2-metil-propan-1-ol.
 - Pentan-1-ol.
 - Pentan-3-ol.
 - 2-metil-butan-1-ol.
 - 3-metil-butan-1-ol.
 - Hexan-1-ol.
 - Trans-2-hexen-1-ol.
 - Cis-3-hexen-1-ol.
 - Hepten-1-ol.

- Octen-1-ol.
 - Nonan-1-ol.
 - 1-penten-3-ol.
 - 2-penten-1-ol.
 - Linalol.
 - α -terpineol.
 - Lavandulol.
- Aldehídos:
- Acetaldehído.
 - Butan-1-al.
 - 3-metil-butano-1-al.
 - 2-metil-butano-1-al.
 - Pentan-1-al.
 - Trans-2-pentano-1-al.
 - 2-metil-2-buten-1-al.
 - Hexanal.
 - Trans-2-hexen-1-al.
 - Cis-2-hexen-1-al.
 - Cis-3-hexen-1-al.
 - 2,4-hexadien-1-al.
 - Heptan-1-al.
 - Trans-2-hepten-1-al.
 - Cis-2-hepten-1-al.
 - 2,4-heptadien-1-al.
 - Octan-1-al.
 - Trans-2-octen-1-al.
 - Cis-2-octen-1-al.
 - Nona-1-al.
 - Trans-2-nonen-1-al.
 - Cis-2-nonen-1-al.
 - Decan-1-al.

- Trans-2-decen-1-al.
 - Trans, trans-2,4-decadienal.
 - Trans-2-undecenal.
 - Benzaldehido.
 - Fenil-acetaldehido.
 - Trans-4,5-epoxi-trans-2-decenal.
 - N-propano-1-al.
- Cetonas:
- Acetona.
 - Pentan-3-ona.
 - 3-metil-butan-2-ona.
 - 1-pentan-3-ona.
 - Hexan-2-ona.
 - 4-metil-3-penten-2-ona.
 - Octan-2-ona.
 - 1-octen-3-ona.
 - 2-metil-2-hepten-3-ona.
 - Nonan-2-ona.
 - Trans- β -damascenona.
 - 2-metil-2-hepteno-6-ona.
 - Butan-2-ona.
- Éteres:
- Metoxibenceno.
 - 1,3-dimetoxi-benceno.
- Ésteres:
- Etil-acetato.
 - Etil-propianato.
 - Metil-butanato.
 - Metil-propil-acetato.

- Propil-propionato.
 - Etil-butanoato.
 - Etil-2-metil-propanoato.
 - Metil-pentanoato.
 - Metil-2-metil-butanoato.
 - Metil-butil-acetato.
 - Propil-2-metil-propanoato.
 - Etil-2-metil-butanoato.
 - Etil-3-metil-butanoato.
 - Metil-hexanoato.
 - Hexil-acetato.
 - Cis-hexen-2-enil-acetato.
 - Metil-heptanoato.
 - Etil-heptanoato.
 - Metil-octanoato.
 - Octil-acetato.
 - Etil-octanoato.
 - Etil-decanoato.
 - Etil-benzoato.
 - Etil-fenil-acetato.
 - Etil-ciclo-hexanoato.
- Fenoles y derivados:
- Fenil-etanol.
 - Guayacol.
 - Vinil-fenol.
 - Vainillina.
- Derivados del tiofeno:
- 2-isopropil-tiofeno.
 - 2-etil-5-hexil-tiofeno.
 - 2,5-dietil-tiofeno.

- 2-etil-5-hexil-dihidrotiofeno.
- 2-octil-5-metil-tiofeno.

- Derivados del furano:
 - 2-propil-furano.
 - 2-pentil-3-metil-furano.
 - 2-propil-dihidro-furano.

3.6. ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

La lipólisis o rancidez hidrolítica y la oxidación o rancidez oxidativa son los dos procesos más importantes que deterioran la calidad del aceite de oliva.

La lipólisis comienza generalmente cuando el aceite está todavía en el fruto, por su parte la oxidación se produce después de la extracción, esta oxidación se puede dar tanto en la oscuridad (autooxidación) como en presencia de luz (fotooxidación) **(Kiritsakis, 1992)**.

■ LIPÓLISIS.

La rancidez hidrolítica está relacionada con la hidrólisis de los triglicéridos, con el consiguiente incremento de la acidez total y con el deterioro del aroma, causado por ciertos ácidos grasos libres.

Los principales factores que afectan a la hidrólisis son:

- Humedad.
- Temperatura.
- Enzimas.
- Ciertos microorganismos.

De estos cuatro factores, los verdaderamente generadores de la lipólisis son la presencia de ciertas enzimas y ciertos microorganismos, tanto la humedad como la temperatura favorecen a los anteriores:

○ LIPÓLISIS MICROBIANA.

La lipólisis microbiana la producen microorganismos presentes en las aceitunas que liberan la enzima lipasa.

Se han encontrado 130 tipos de bacterias, levaduras y mohos en las aceitunas, de las cuales el 70 % mostraron una muy alta actividad lipolítica. Estos microorganismos son tan activos que pueden provocar la hidrólisis de los glicéridos entre la trituración y la separación de las fases líquida y sólida.

El correcto almacenamiento de las aceitunas es fundamental para evitar que proliferen estos microorganismos.

○ LIPÓLISIS ENZIMÁTICA.

La producen las enzimas naturales lipasas, que se encuentran en las aceitunas.

La lipasa endógena no manifiesta su actividad hasta que el fruto comienza a volverse de color púrpura.

Las condiciones óptimas para la acción de las lipasas son:

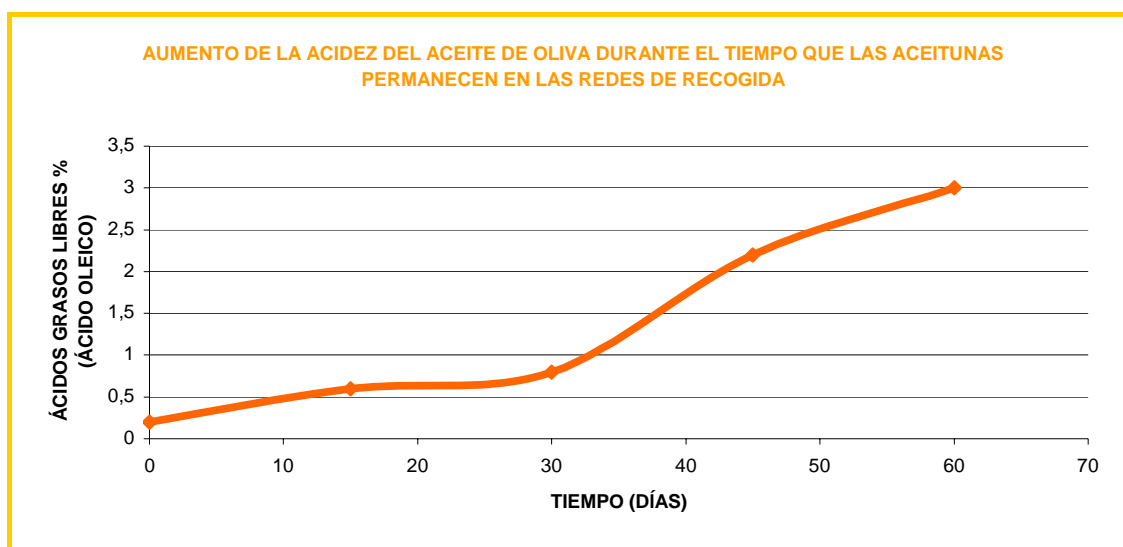
- Temperatura: 45 °C.
- pH: 8.3

Los frutos golpeados o picados por insectos tienen una actividad mayor que los frutos sanos.

Si se almacenan las aceitunas antes de su procesado, y si este almacenamiento no es adecuado en mayor cuantía, el efecto combinado de las lipasas propias y microbianas puede hacer que aumente la acidez del aceite y disminuya la calidad.

Las aceitunas respiran, esta transpiración libera calor que aumenta la temperatura y activa las enzimas lipolíticas, además, la presencia de agua

facilita la lipólisis ya que el agua disuelve las enzimas y favorece el crecimiento microbiano.



Una buena práctica de fabricación debe tratar de evitar las condiciones que favorecen la actividad enzimática.

Con objeto de tener un aceite de oliva de calidad se deben tomar las siguientes precauciones:

- i. Las aceitunas se deben recoger con cuidado.
- ii. Las redes deben levantarse sobre el suelo para evitar el contacto de las aceitunas con impurezas.
- iii. Las aceitunas se deben manejar adecuadamente durante el transporte y el almacenamiento para minimizar los daños mecánicos y prevenir las fermentaciones y el crecimiento de mohos.
- iv. Las aceitunas se den disponer en sitios bien ventilados y la altura de las capas no debe ser superior a 50 cm.
- v. La temperatura de la pasta de aceituna, del aceite y del agua de proceso nunca debe ser superior a 35 °C.
- vi. El tiempo de batido no debe ser superior a 90 minutos.
- vii. Durante el almacenamiento del aceite se debe controlar la temperatura, en contacto con agua, residuos sólidos o coloides.

■ LA OXIDACIÓN.

El aceite de oliva se oxida en contacto con el oxígeno, esta oxidación produce olor y sabor desagradables y pueden afectar negativamente al poder nutricional del aceite ya que ácidos grasos como el linoleico o linolénico son destruidos al igual que ciertas vitaminas solubles en las grasas.

El aceite de oliva es resistente a la autoxidación, debido al bajo contenido en ácidos grasos polinsaturados, pero es muy sensible a la fotoxidación, debido a su contenido en pigmentos fotosintéticos (**Velasco, 2002**).

○ AUTOXIDACIÓN.

La autoxidación se produce en tres etapas:

1. Iniciación:

Se toma hidrógeno de una molécula de ácido graso y se forma radical libre (R·).



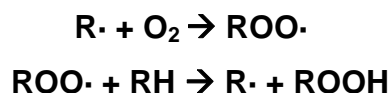
Los hidroperóxidos también se pueden formar mediante la reacción con un metal catalítico:



2. Propagación:

Este radical reacciona con una molécula de oxígeno y se forma un radical peróxido (ROO·).

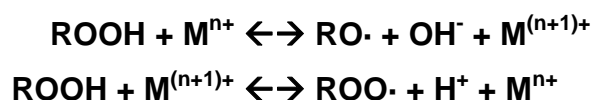
Éste radical reacciona con otra molécula de ácido graso produciendo hidroperóxidos y nuevos radicales libres.



Una vez que se forman los hidroperóxidos, las reacciones de iniciación se suceden fácilmente.

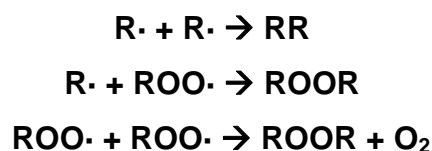
Los metales de transición, tales como el hierro y el cobre, también catalizan la descomposición de los hidroperóxidos.

Esta descomposición viene acompañada de la formación de nuevos radicales libres.



3. Finalización:

La fase final es el mutuo aniquilamiento de los radicales libres. La terminación automática de la oxidación es difícil ya que no es probable que todos los radicales libres formados se inactiven entre sí.



Los antioxidantes pueden inhibir la oxidación de los lípidos, reaccionando con los radicales libres y rompiendo la reacción en cadena (**González-Quijano, 1997**).

Los antioxidantes actúan cediendo hidrógeno, con lo que se forman radicales antioxidantes libres.



Los radicales antioxidantes reaccionan de dos formas:



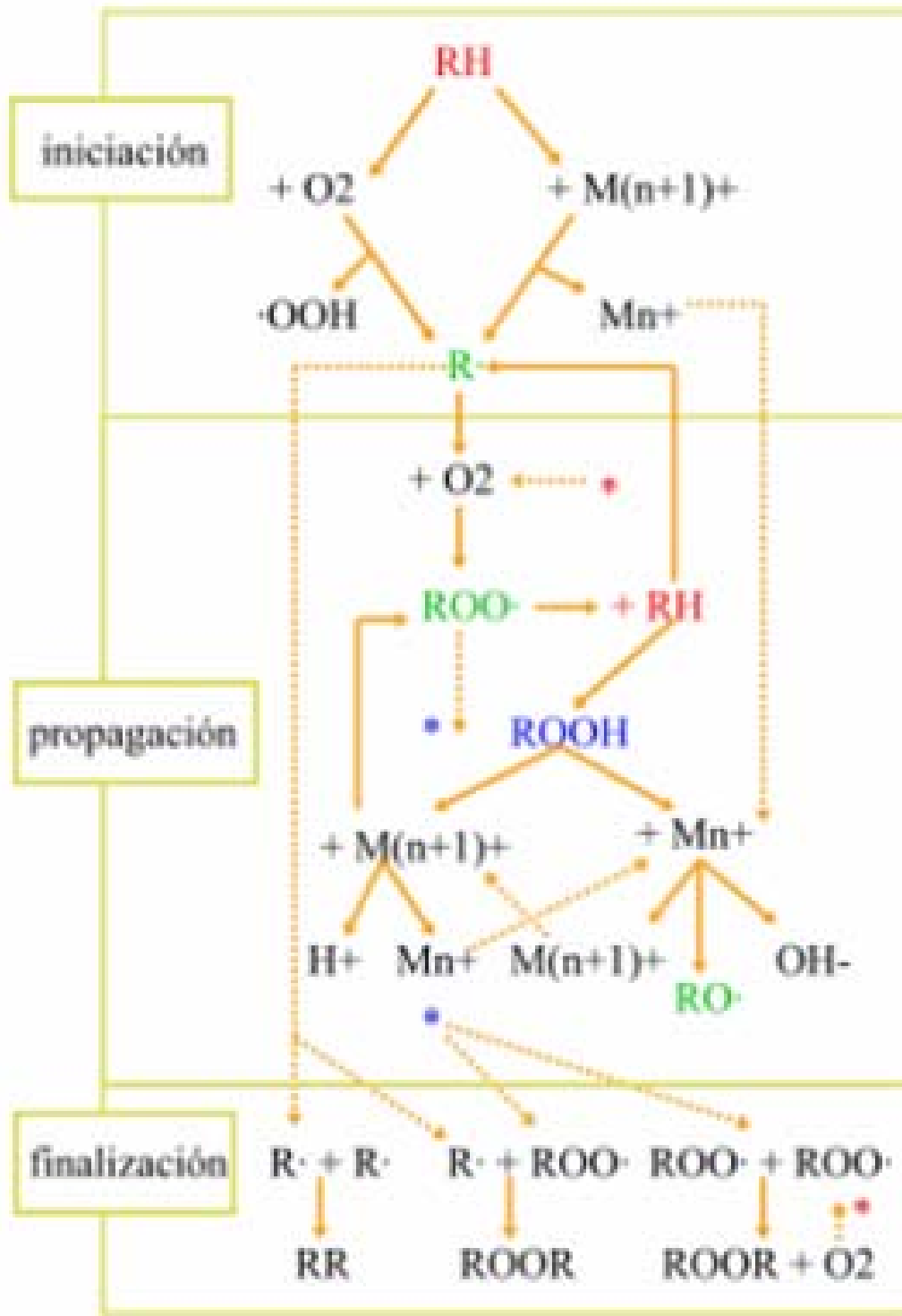
Los peróxidos son productos inestables que se descomponen con facilidad, dando origen a compuestos volátiles, con pequeño número de carbonos, responsables del olor y sabor desagradables de los aceites oxidados.

Estos compuestos son:

- 2-pentanal.
- Hexanal.
- 2-heptanal.
- Heptanal.
- 2-octenal.
- Octanal.
- Nonanal.

En general, aldehídos, cetonas y ácidos de bajo peso molecular.

CUADRO RESUMEN :



○ FOTOXIDACIÓN.

Los compuestos químicos absorben la energía de la luz en diferentes longitudes de onda dependiendo de la estructura molecular. A la absorción de la energía radiante se la conoce como el proceso fotoquímico primario, que da como resultado una molécula activada:

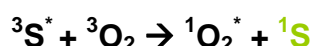
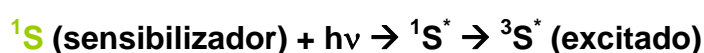


Los hidroperóxidos se pueden formar por la reacción de un ácido graso con la molécula de oxígeno en su estado simple excitado.

Pequeñas trazas de pigmentos en los aceites vegetales son las causantes de la oxidación fotosintetizada.

Los fotosintetizadores (clorofilas, flavinas,...) absorben la luz en el espectro visible y alcanzan un nivel de excitación y transfieren el exceso de energía a la molécula de oxígeno.

El oxígeno simple generado de ésta forma reacciona con la molécula grasa y se forma un hidroperóxido.

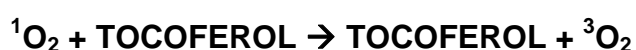
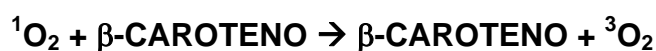
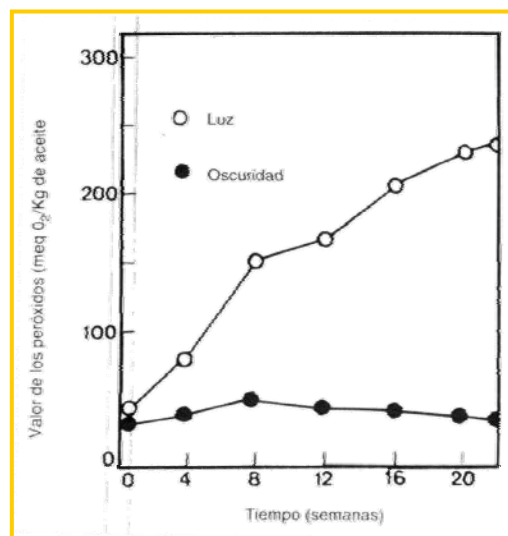


La oxidación fotosintetizada no puede evitarse o retardarse mediante la adición de antioxidantes, solo con secuestrantes del oxígeno simple (${}^1O_2^*$) como el β -caroteno y los tocoferoles.

En la fotoxidación con oxígeno triple no se producen reacciones en cadena, la fotoxidación no requiere de un periodo de inducción.

Los cuatro pigmentos presentes en el aceite de oliva (clorofila a y b, feofitinas a y b) bajo la acción de la luz desarrollan un efecto oxidante, mientras que en la oscuridad actúan como antioxidantes.

A su vez, el tocoferol y el β -caroteno, actúan como buenos captadores de oxígeno simple:



LA MEDIDA DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA.

OBJETIVO	TEST	MEDIDA	COMENTARIOS
PREDICCIÓN DE LA ESTABILIDAD DURANTE EL ALMACENAJE	OIL STABILITY INDEX (OSI)	INCREMENTO DE LA CONDUCTIVIDAD. SE CALCULA EL PERIODO DE INDUCCIÓN.	STANDARD AOCS METHOD Cs 12b-92. 100-140 °C AIRE BURBUJEANDO
	ACTIVE OXIGEN METHOD (AOM)	TIEMPO HASTA QUE SE ALCANZA UN VALOR DE PEROXIDOS DE 100 Mequ/Kg ACEITE	OLD STANDARD AOCS METHOD 12-57 98 °C AIRE BURBUJEANDO
	OXYDOGRAPH	REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN DE OXÍGENO. SE CALCULA EL PERIODO DE INDUCCIÓN.	ALTA PRESIÓN INICIAL DE OXÍGENO 100 °C
	SCHAAL TEST	RANCIDEZ APARENTE O VALOR DE PEROXIDOS.	63 °C ALTA SUPERFICIE DE ACEITE

3.7. INFLUENCIA DEL ACEITE DE OLIVA EN LA SALUD HUMANA.

El aceite de oliva virgen es un zumo de frutas naturales que conserva el sabor, aroma, vitaminas y todas las propiedades del fruto del que procede, siendo además el único aceite vegetal que puede consumirse directamente virgen y crudo.

Su valor calórico es de 9 calorías por gramo. La misma proporción calórica que cualquier otra grasa animal o vegetal.

Las grasas (o lípidos) son nutrientes indispensables para el organismo. Su función es predominantemente energética. Aportan la energía que permite al individuo desarrollar actividades físicas e intelectuales y son una fuente de calor.

Además de hacer las comidas más apetitosas, poseen un evidente valor biológico ya que los tejidos necesitan los lípidos para desarrollar su actividad. Por otra parte como algunas vitaminas (A, D, E, K) sólo son solubles en las grasas, necesariamente dependen de los lípidos para ser absorbidas.

Los lípidos están constituidos por ácidos grasos que pertenecen a dos grandes grupos:

- Los ácidos grasos saturados, que se encuentran en las grasas de origen animal (carne, quesos, mantequilla, nata) y en los aceites de coco y de palma.
- Los ácidos grasos insaturados (no saturados) presentes en los aceites vegetales y en los pescados, comprenden a su vez los ácidos monoinsaturados y polinsaturados.

De estos ácidos grasos presentes en los aceites vegetales, hay dos que resultan fundamentales para la vida humana:

- El ácido oleico (monoinsaturado), que constituye el 80% del aceite de oliva.
- El ácido linoleico (polinsaturado) también presente en el aceite de oliva, que es esencial para el organismo.

El colesterol es una sustancia grasa contenida en los organismos animales que juega un importante papel en las funciones vitales. Muchas hormonas del organismo, indispensables para la vida, se elaboran en el cuerpo humano a partir del colesterol.

Las grasas y el colesterol, para ser transportadas por la sangre, se asocian con proteínas formando unas asociaciones moleculares llamadas lipoproteínas.

- La proteína de baja densidad LDL (o colesterol malo).
- La proteínas de alta densidad HDL (o colesterol bueno).

El colesterol malo (LDL) se deposita en las paredes internas de las arterias en forma de placas de ateroma, estrechándolas, siendo el factor causante de la aterosclerosis, que es una forma de arterosclerosis, con el peligro que esto conlleva para las enfermedades cardiovasculares.

El aceite de oliva, por la cantidad de ácido oleico que contiene, se considera la grasa ideal.

El ácido oleico aumenta el colesterol bueno (HDL), que ejerce un papel de protector, ya que transporta el colesterol malo depositado en las arterias hasta el hígado para su eliminación, reduciendo los riesgos de trombosis arterial y de infarto.

Resumiendo, los efectos beneficiosos del aceite de oliva sobre el organismo son *:

- **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.

- **Sistema endocrino**

Mejora las funciones metabólicas.

- **Sistema óseo**

Estimula el crecimiento y favorece la absorción del calcio y la mineralización.

Por su contenido en vitamina E y el efecto antioxidante de ésta sobre la membrana celular, el aceite de oliva está especialmente recomendado para la infancia y la tercera edad.

Éste conocimiento de las cualidades nutricionales y farmacológicas del aceite de oliva ha sufrido altos y bajos a lo largo de la historia, en donde ha habido periodos en los cuales no se aconsejaba su consumo.

Breve evolución histórica:

- **Años 1.950-1.960**

Los investigadores ANCEL KEYS y FRANCISCO GRANDE COVIÁN comenzaron sus estudios clásicos sobre la incidencia del colesterol sobre las cardiopatías coronarias en 22 poblaciones de siete países (Seven

* Referencia bibliográfica múltiple: (Kiritsakis, 1992), (Guiamiguelin, 2004), (Visiol, 2002); (TUC, 2002)

Countries Study) y señalaron que las poblaciones que ingerían pocas grasas saturadas (principalmente carne, embutidos, aceites de coco y palma, margarinas y mantequilla), presentaban niveles bajos de colesterol y una incidencia mucho menor de cardiopatías coronarias; también observaron que en las poblaciones del Área Mediterránea aunque sus dietas alimenticias eran ricas en grasas, pero que en su mayoría eran a base de aceite de oliva, presentaban niveles bajos del colesterol total y una baja incidencia de cardiopatías coronarias.

Como consecuencia, en ésta época se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se elogiaron las grasas poliinsaturadas (pescados, aceites de semillas, girasol, soja, maíz, cacahuete y margarinas vegetales).
- Se condenaron las grasas saturadas (contenidas en los alimentos antes mencionados).
- Se consideraron neutrales las grasas monoinsaturadas (principalmente aceite de oliva).

▪ **Años 1.970-1.980**

En este período, millones de personas de América del Norte, Australia y parte de Europa modificaron sus hábitos y consumieron aceites vegetales polinsaturados (principalmente aceites de semillas y margarinas) en lugar de las grasas saturadas que habían utilizado anteriormente (mantecas de carne, carnes y derivados).

Pero los investigadores descubrieron entonces, que el colesterol podía ser transportado por dos tipos de proteínas: Lipoproteínas de Alta Densidad (HDL) o Lipoproteínas de Baja Densidad (LDL) y se demostró que el colesterol transportado por las proteínas HDL (Alta Densidad)

desempeñaban un papel protector, mientras que el colesterol transportado por las proteínas LDL (Baja Densidad) era el verdadero culpable de incrementar el riesgo de formación de placas en las arterias y, con ello, aumentar el proceso aterosclerótico.

En esta época, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se elogiaron las grasas poliinsaturadas, pero sólo si se utilizaban en pequeñas cantidades (aceites de semillas).
 - Se volvieron a condenar las grasas saturadas (carnes y derivados).
 - Se consideraron valiosas las grasas monoinsaturadas (aceite de oliva).
-
- ***Decenio de 1.990***

La investigación se concentra ahora en los efectos perjudiciales que tiene la oxidación de determinados ácidos grasos polinsaturados (principalmente el linoleico presente en los aceites de semillas de girasol, maíz, soja, pepita de uva etc...) que producen pequeñas partículas que se unen a residuos específicos de la proteína LDL (Baja Densidad) para formar "LDL oxidada", la cual muestra entonces tendencia a formar células que contribuyen a la formación de placas en las arterias coronarias; y que los ácidos grasos polinsaturados parecen ser más sensibles a la oxidación que las grasas monoinsaturadas: teniendo en cuenta que, además, los alimentos que tienen gran contenido en grasas monoinsaturadas contienen potentes antioxidantes (aceite de oliva).

En esta última época, se llega a las siguientes conclusiones:

- La ingestión de grasas poliinsaturadas quizás deba reemplazarse por grasas monoinsaturadas, más seguras y menos oxidables.
- Las grasas saturadas se consideran indeseables.
- Las grasas monoinsaturadas han ocupado el lugar más importante.

Si a esto se añade que el aceite de oliva, no sólo es rico en ácidos grasos monoinsaturados (75% ácido OLEICO), sino que además contiene valiosos antioxidantes como la Vitamina E, la provitamina A y otros compuestos fenólicos que tienen importancia por su actividad antioxidativa, parece cerrarse el círculo de lo que los investigadores KEY y GRANDE COVIÁN observaron en el decenio de los años 50:

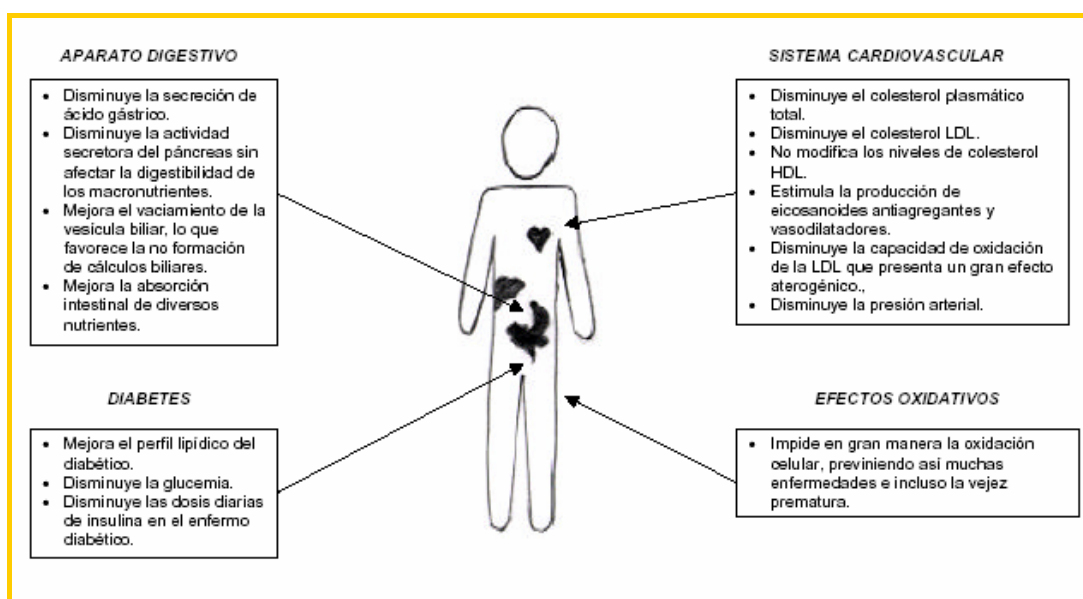
Que el aceite de oliva es el producto más saludable y nutritivo entre todas las grasas y aceites comestibles.

ACEITES DE SEMILLAS	ACEITE DE OLIVA
→ Rico en ácidos grasos poliinsaturados , principalmente Linoleico y Linolénico.	→ Rico en ácidos grasos monoinsaturados , principalmente Oleico.
→ Más sensible a la oxidación, con menor cantidad de antioxidantes.	→ Menos sensible a la oxidación, con gran cantidad y potentes antioxidantes.
→ Contribuye a disminuir el Colesterol Malo (LDL), pero no contribuye a incrementar el Colesterol bueno.	→ Disminuye el Colesterol Malo (LDL) y contribuye a aumentar el Colesterol Bueno (HDL).

En los últimos años, se han podido conocer las propiedades de las dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados (oleico) que actúan:

- En enfermos diabéticos, disminuyendo los niveles de glucosa en la sangre.
- Disminuyen la presión arterial, tanto sistólica (máxima) como diastólica (mínima), lo cual es adecuado para las personas que tienen la tensión alta.
- Disminuyen la secreción de ácido gástrico cuando está en el intestino delgado, por lo que tiene importancia en las personas con dispepsia (gases) o úlcera de estómago y duodeno.
- Mejoran la absorción intestinal de los distintos nutrientes.
- Mejoran el vaciamiento de la vesícula biliar y por lo tanto el inicio de la formación del cálculo.
- Producen una menor actividad secretora del páncreas, por lo que puede ser importante en patologías como la pancreatitis.

Otros alimentos ricos en ácido oleico son los frutos secos, con especial mención de las almendras y avellanas.



EL ACEITE DE OLIVA COMO FUENTE DE LÍPIDOS.

Los lípidos son importantes macronutrientes de la dieta humana, que suministran a las células la energía química almacenada en sus abundantes enlaces C-H.

Son fuente de vitaminas insolubles que juegan un papel importante en el crecimiento y desarrollo del sistema reproductivo y nervioso, así como de la piel y el hígado.

Entre los ácidos grasos esenciales que el organismo no puede sintetizar, está el ácido linoleico (18:2, w-6), sus funciones son la regulación de la fluidez y la permeabilidad de la estructura celular y servir como precursores en la síntesis de prostaglandina.

La deficiencia de estos ácidos grasos esenciales tiene implicaciones clínicas serias, si bien no se necesitan cantidades elevadas ya que entonces pueden llegar a ser dañinos.

La parte negativa de este tipo de dieta es el riesgo de peroxidación de los lípidos, es poco corriente en los ácidos grasos saturados y monoinsaturados, pero muy rápida en los polinsaturados, ya que la vulnerabilidad a la peroxidación aumenta con el número de dobles enlaces.

La peroxidación de los lípidos produce una reacción en cadena que da lugar a la formación de radicales libres que pueden tener efectos tóxicos intracelulares: enfermedades del hígado, inflamaciones malignas tales como cáncer intestinal y aceleración del envejecimiento.

Además, la peroxidación de ácidos grasos polinsaturados puede contribuir a la arterosclerosis, al provocar una hiperagregación de plaquetas y un agravamiento de las lesiones endoteliales.

Metabolismo de los lípidos:

Los lípidos procedentes de la alimentación, son absorbidos a través de las microvellosidades intestinales, por el quilífero linfático y son transportados al hígado desde donde y a través de las lipoproteínas será enviados a los diferentes tejidos para su utilización u almacenamiento.

En el interior de las células epiteliales, una vez llevados a cabo los procesos de digestión y absorción de los lípidos se obtienen triglicéridos, colesterol y fosfolípidos, que al unirse a unas proteínas específicas (apoproteínas) sintetizadas por los ribosomas, constituyen el quilomicrón el cual es captado y degradado por el hígado, que sintetizará las demás proteínas.

FUENTE EXÓGENA (GRASAS, TRIGLICÉRIDOS)**DIGESTIÓN POR SALES BILIARES (LIPASA PANCREÁTICA
INTESTINAL)****ÁCIDOS GRASOS****+****GLICERINA****PARED INTESTINAL****HÍGADO****TEJIDO ADIPOSO**

La composición química del aceite de oliva, lo hace que sea ideal como defensa nutricional contra la peroxidación de lípidos. Tiene un alto contenido en ácido oleico monoinsaturado (18:1, w-9) que comporta un riesgo menor de peroxidación que los aceites polinsaturados teniendo además un alto contenido en tocoferol, biológicamente activo, lo que aumenta su estabilidad frente a la oxidación.

RELACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA CON LA SALUD.

- En el estómago:

El aceite de oliva añadido a las comidas mitigaba el desarrollo de úlceras hepáticas ya que aumentaba la secreción alcalina de las células de la mucosa que recubre el estómago.

Con respecto a la tolerancia gástrica de los lípidos, el aceite de oliva en comparación con los ácidos grasos polinsaturados y saturados, tenía el efecto más suave el esfínter esofageal inferior.

- En el intestino:

Tiene un efecto laxante ya que al inducir la secreción de colecistocinina, se activan las contracciones de vesícula biliar y se estimula la peristalsis del intestino delgado.

- En los conductos biliares:

Tiene un efecto relajante positivo sobre las contracciones de la vesícula biliar al activar la hormona colecistocinina.

Dilata el esfínter de Oddi y lo mantiene abierto más tiempo mientras se estimula la evacuación de bilis.

- En el crecimiento:

La deficiencia de ácidos grasos esenciales producen retrasos en el crecimiento de los niños y disfunciones metabólicas y del hígado.

La relación ácido linoleico (18:2, w-6) / ácido linolénico (18:3, w-3) es tan importante como la cantidad.

La deficiencia de alguno de estos ácidos puede dañar el desarrollo del sistema nervioso, al inhibir la producción de determinados compuestos.

La relación óptima de linoleico/linolénico del aceite de oliva es muy semejante a la de la leche materna siendo una fuente muy adecuada de lípidos para el crecimiento de lípidos.

- En el envejecimiento:

Una de las causas probables de la degeneración de la actividad biológica de las células es la acumulación de radicales.

Los radicales libres son productos de reacciones en cadena que provocan mutaciones, distorsionando los fosfolípidos de la membrana y dañando la estructura de ésta última.

Las dietas deficientes en antioxidantes (vitamina E) aumentan la peroxidación y la formación de radicales libres, mientras que las dietas ricas en vitamina E (tocoferol) inhiben la peroxidación y aumentan las expectativas de vida.

El moderado y equilibrado contenido en ácidos grasos polinsaturados y las altas cantidades de vitamina E, hacen del aceite de oliva una fuente ideal de lípidos tanto en la tercera edad como en los jóvenes y los niños en desarrollo.

- En la diabetes:

Dado que los diabéticos son vulnerables a la hiperglucemia y a las enfermedades coronarias, la dieta más correcta debe ser moderada en niveles de glucosa y lípidos en el plasma, así como en insulina.

A la hora de evaluar las dietas hay que tener en cuenta parámetros como los niveles glucémicos, los triglicéridos en el plasma y las fracciones individuales de lipoproteínas (lipoproteínas de muy baja, baja, media y alta densidad).

La dieta con monoinsaturados mejora la tolerancia a la glucosa y tiene un efecto positivo sobre el colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad) y LDL (lipoproteínas de baja densidad) y sobre los niveles de triglicéridos.

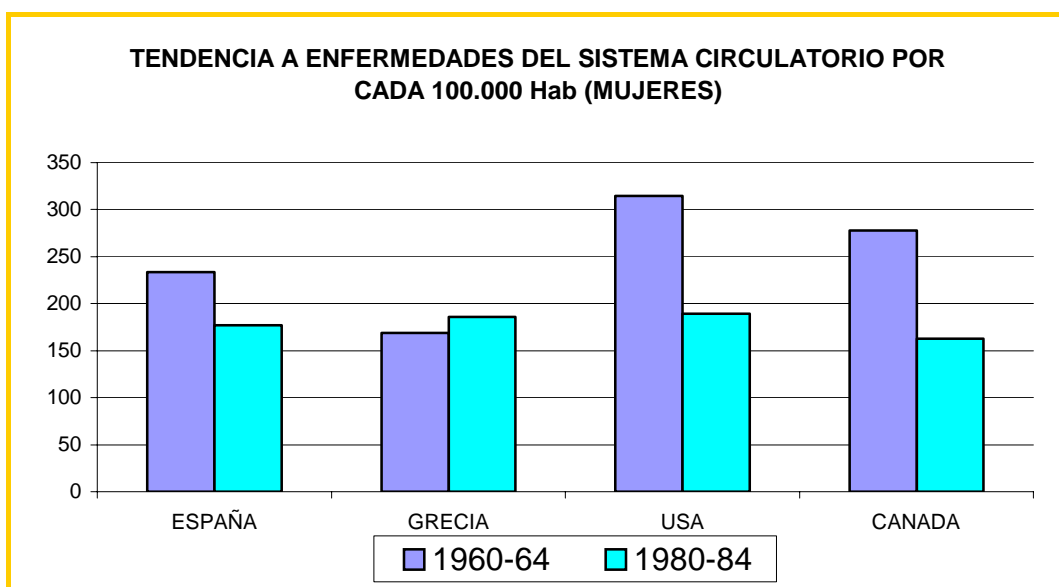
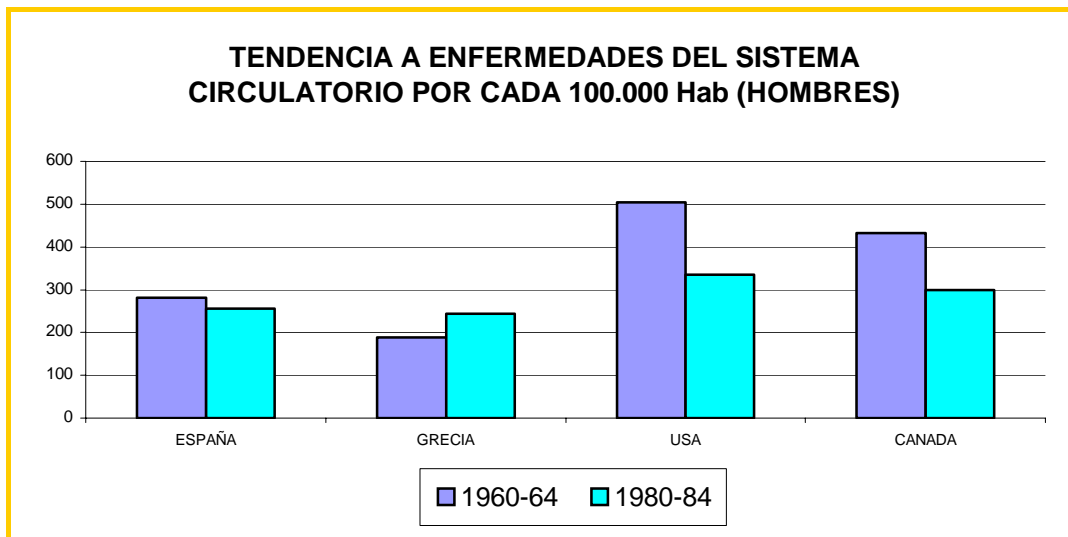
El aceite de oliva debe incluirse en la dieta de los enfermos de diabetes no dependiente de insulina.

- En la arteriosclerosis:

En la arteriosclerosis o endurecimiento de las arterias muchos pacientes tienen una tendencia genética, pero existen otros factores relacionados con la conducta tales como: fumar, la falta de ejercicio físico, la hipercolesterolemia, la obesidad así como hipertensión arterial que pueden provocar la formación de placas arterioscleróticas. Otros factores adicionales son el sexo (más en los varones), la edad (44-54 años), ...

La grasa animal rica en ácidos grasos saturados, aumenta el colesterol en el plasma, que precipita produciendo lesiones arterioscleróticas.

El ácido oleico monoinsaturado es tan efectivo como los polinsaturados para bajar los niveles de colesterol total en el suero, los de colesterol LDL y los de triglicéridos, pero al mismo tiempo tiene un efecto positivo sobre el colesterol HDL, que es un factor de protección contra las enfermedades del corazón.



En las dos gráficas anteriores se llega a las conclusiones:

- Considerando que Grecia tradicionalmente es la que tiene una dieta más “mediterránea”, es decir la que consume más aceite de oliva y menos carne roja, es consecuentemente la que tiene menos incidencia en enfermedades del sistema circulatorio. Si bien tienden a incrementarse al alejarse de esta dieta por el intrusismo de la comida occidental.
- España está a la par que Grecia debido a su dieta, en el polo opuesto nos encontramos a USA (prototipo de comida occidental alta en grasas saturadas y con un consumo casi nulo de aceite de oliva)

con el nivel más alto de enfermedades al igual que su vecino Canadá. Estos países han disminuido su incidencia en estas enfermedades por un aumento en el consumo de aceite de girasol, rico en polinsaturados pero sin llegar a los valores de la dieta mediterránea.

MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.

**4. PRODUCCIÓN DEL ACEITE
DE OLIVA VIRGEN.**

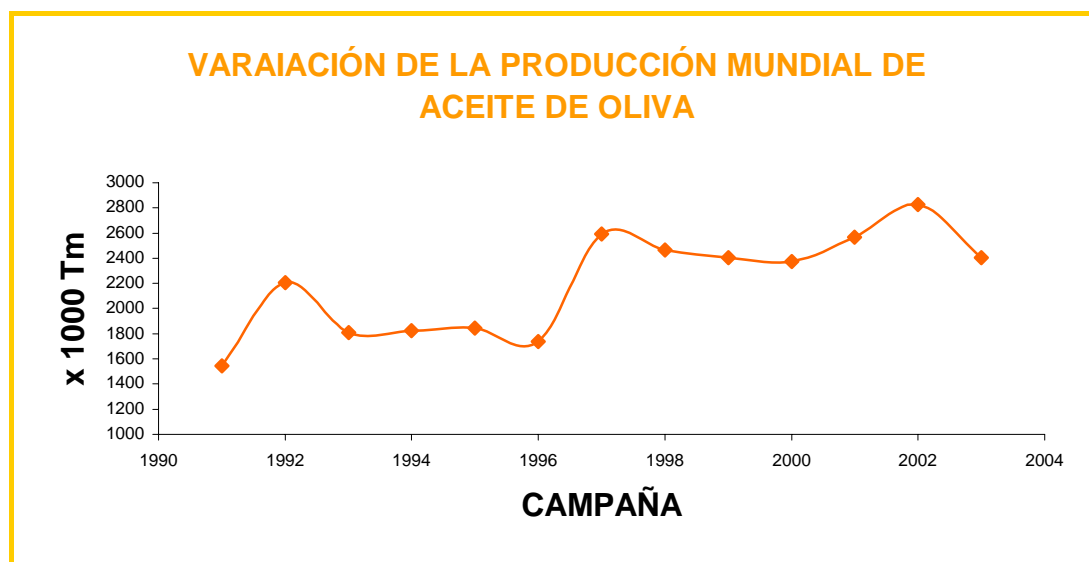
4.1. INTRODUCCIÓN. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN OLEÍCOLA.

Se va a proceder a describir la situación del mercado oleícola en el Mundo, en Europa y en España.

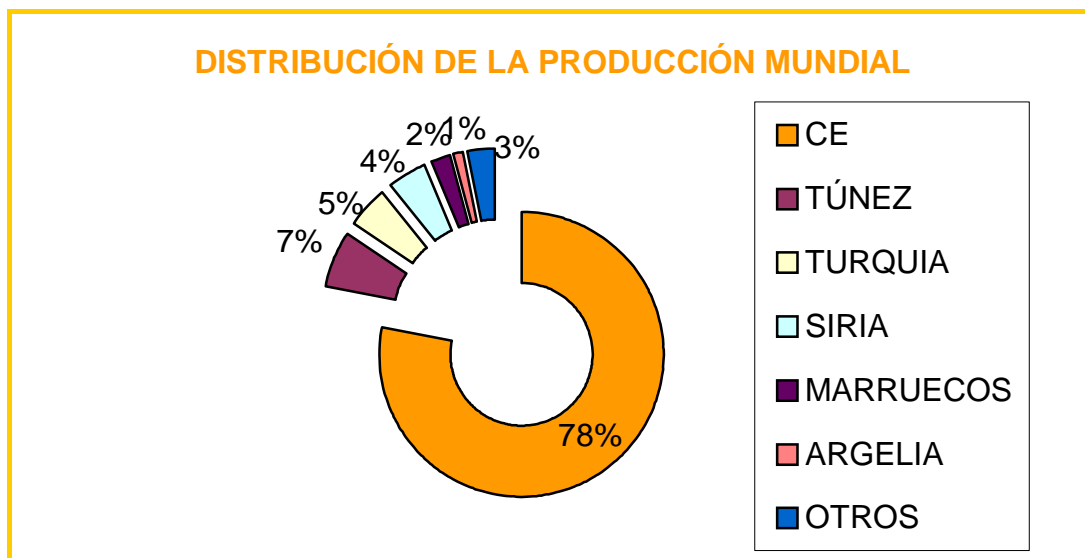
1. Producción de aceite.

▪ EN EL MUNDO:

La producción mundial de aceite de oliva en la campaña 2002/2003 fue de **2.404.500 toneladas**, como se puede observar en el gráfico adjunto, en el que se muestra la variación de la producción de aceite de oliva mundial desde la campaña 1990/1991 hasta la campaña 2002/2003, esta producción indica un ligero retroceso en la producción mundial, pero en general la situación es de crecimiento (COI, 2003).



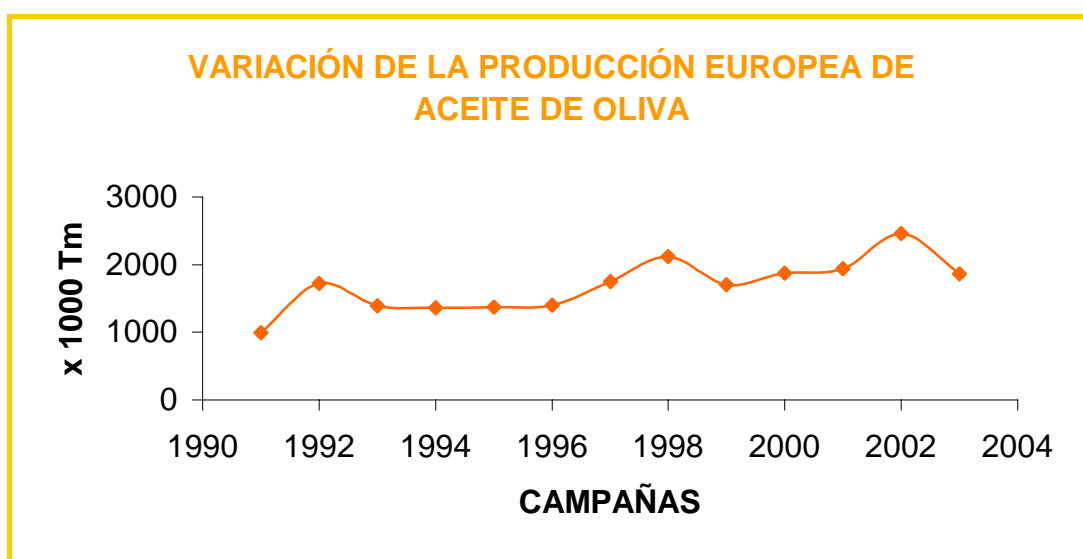
En cuanto a la distribución de esta producción mundial por países, se ha realizado haciendo una media entre las campañas 1997/2001 con una producción total mundial de 2.452.000 toneladas de aceite de oliva, con el siguiente resultado:



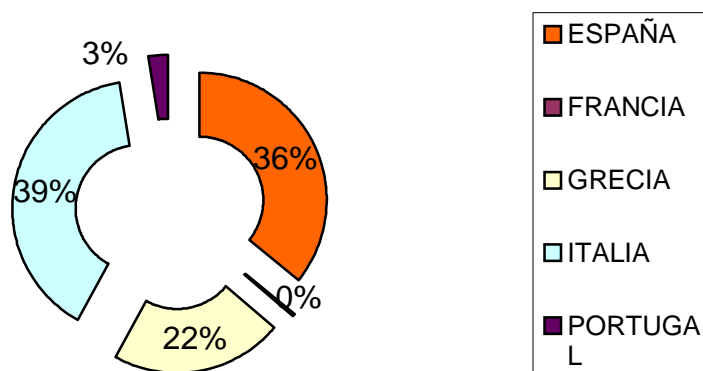
Se observa que el 78 % de la producción mundial es de procedencia comunitaria (Comunidad Europea), seguido muy de lejos por Túnez.

- EN EUROPA:

Europa es el mayor productor de aceite de oliva del Mundo, a continuación se desglosa la aportación Europea en sus países constituyentes:



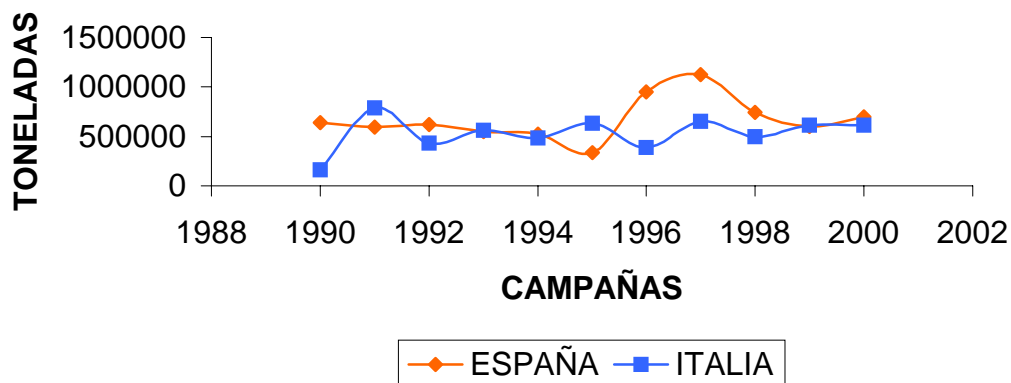
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN EUROPA EN LA CAMPAÑA 1999/2000



En el primer gráfico se muestra como la producción de aceite de oliva en Europa sigue las mismas tendencias que la producción mundial, como era de esperar ya que es el productor mayoritario.

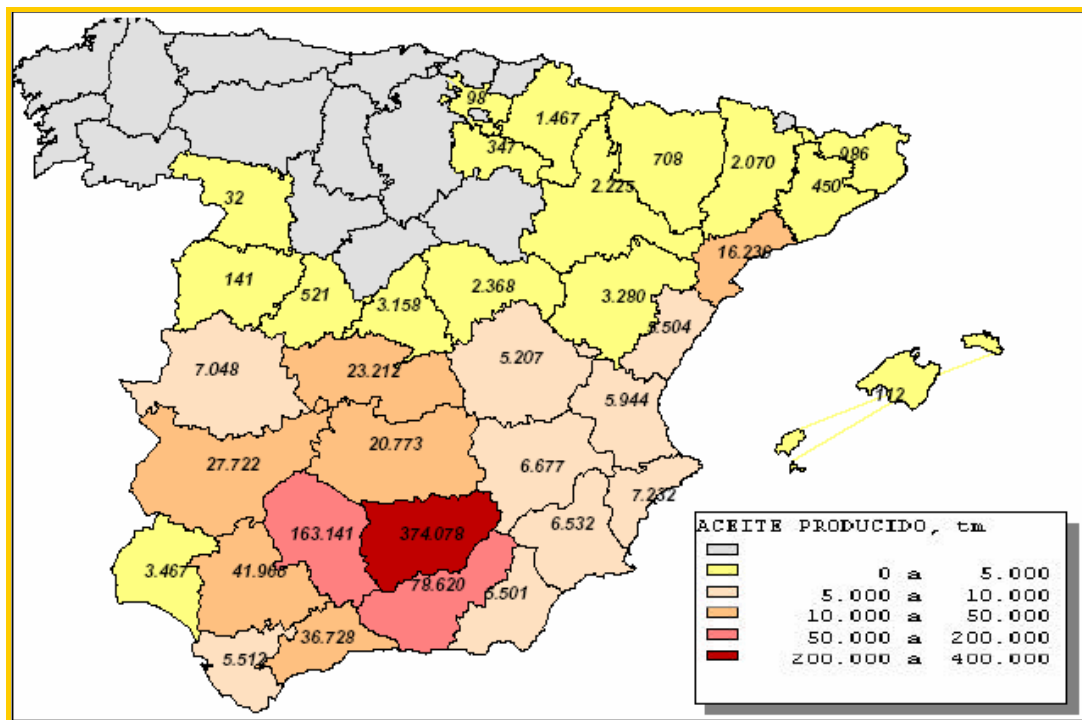
Con respecto a la distribución de la producción en Europa, se observa en el gráfico anterior, correspondiente a la campaña 1999/2000, como Italia produce, ligeramente, más cantidad de aceite de oliva que España. Lo que ocurre es que ambos países se van alternando en éste "liderazgo" como se puede ver en el siguiente gráfico:

VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA ENTRE 1990/2000

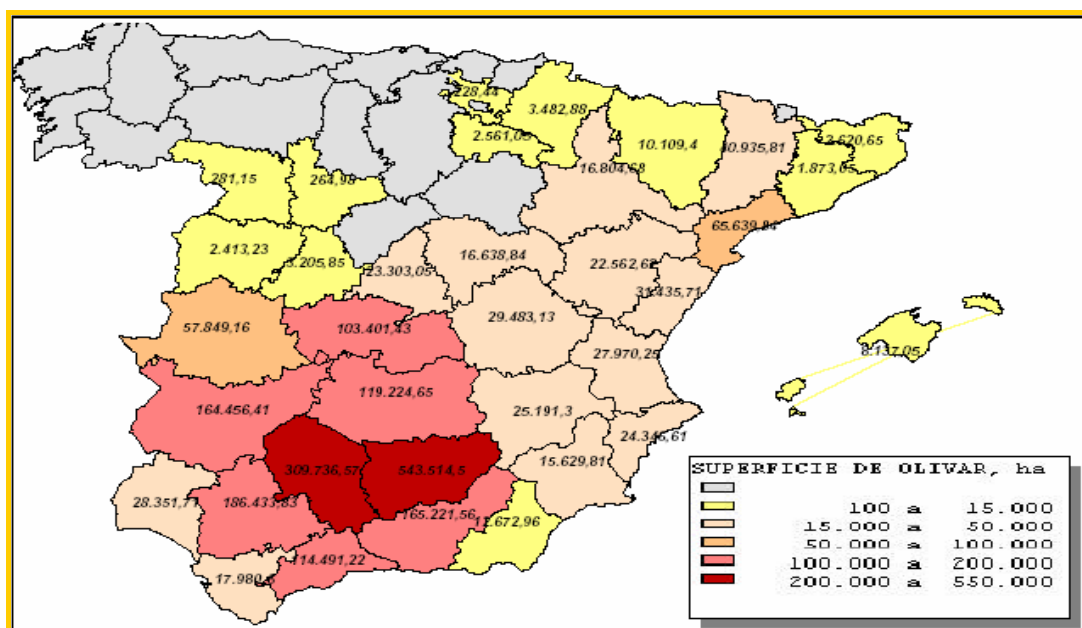


▪ EN ESPAÑA:

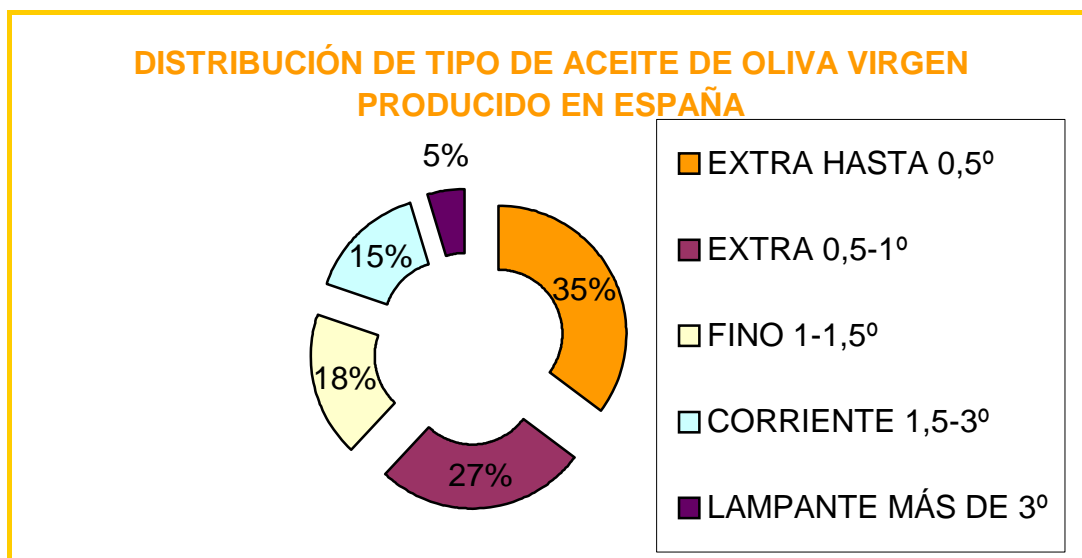
En España, en la campaña 2002/2003, se han producido **859.062 Tm** de aceite de oliva, distribuidas de la siguiente forma (**MAP, 2003**):



En cuanto a la superficie olivarera española, la distribución es la siguiente:



Con respecto al tipo de aceite de oliva virgen producido, en 1999 fue el **aceite de oliva virgen extra hasta 0.5° de acidez** con una producción de 235.044 toneladas sobre 667.536 toneladas.

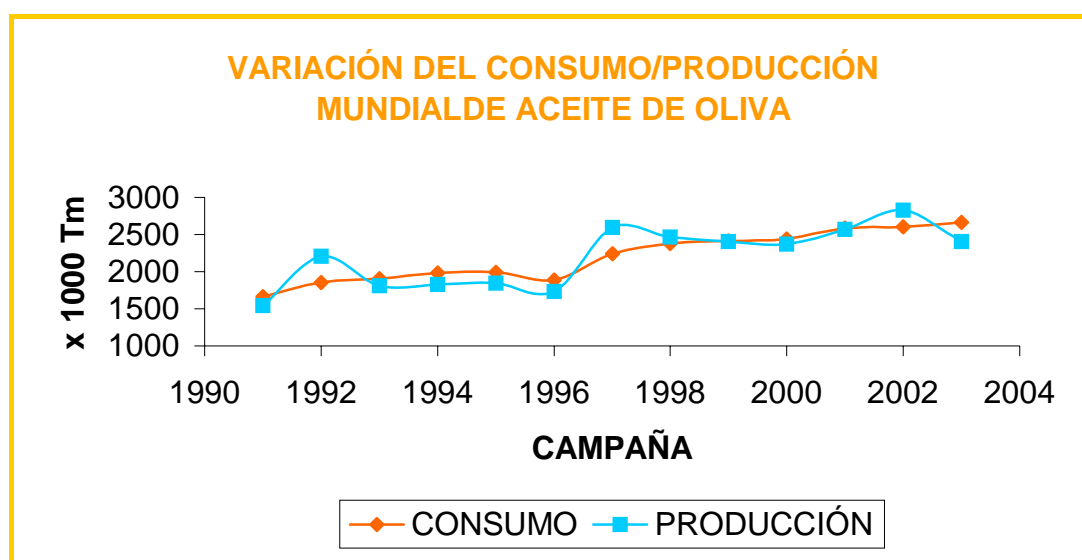


2. Consumo de aceite.

▪ EN EL MUNDO:

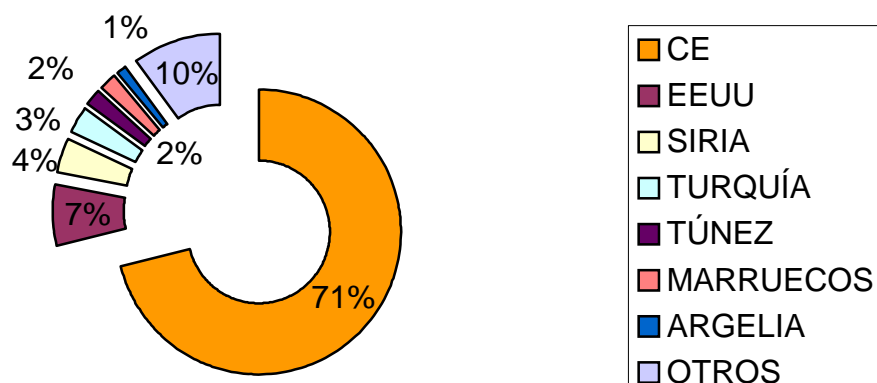
El consumo mundial de aceite de oliva en la campaña 2002/2003 fue de **2.662.500 toneladas**. Más del producido en esa misma campaña, se pudo conseguir ese consumo por las existencias de aceite en los almacenes.

La variación del consumo mundial a lo largo de las campañas 1990/1991 hasta 2002/2003 es el que sigue:



En cuanto a la distribución de este consumo mundial por países, se realiza haciendo una media entre las campañas 1997/2001 con un consumo total mundial de 2.454.000 toneladas de aceite de oliva, con el siguiente resultado:

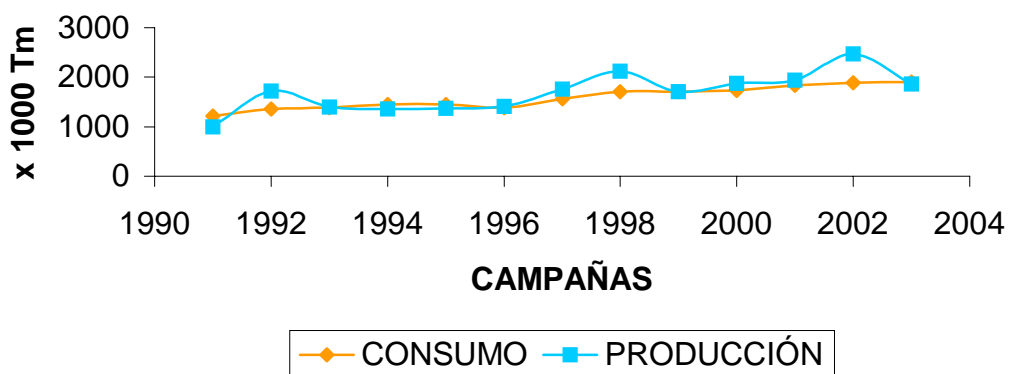
DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO MUNDIAL DE ACEITE



- EN EUROPA:

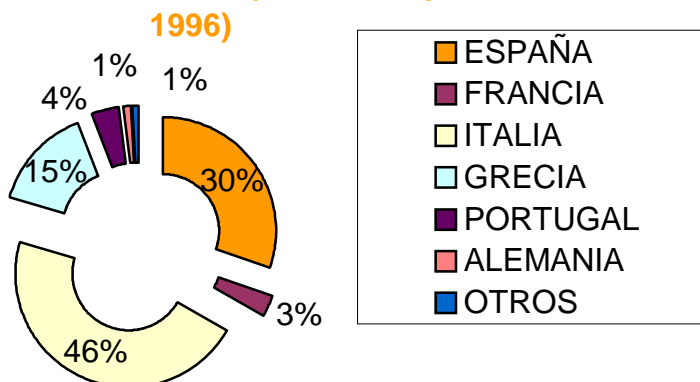
Europa es el mayor consumidor de aceite de oliva del Mundo, a continuación se desglosa la aportación Europea en sus países constituyentes:

VARIACIÓN DEL CONSUMO/PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN LA COMUNIDAD EUROPEA



Se observa como Europa produce más de lo que consume, este dato es indicativo de la gran cantidad de aceite de oliva que se exporta.

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN LA COMUNIDAD EUROPEA (media campañas 1991-1996)

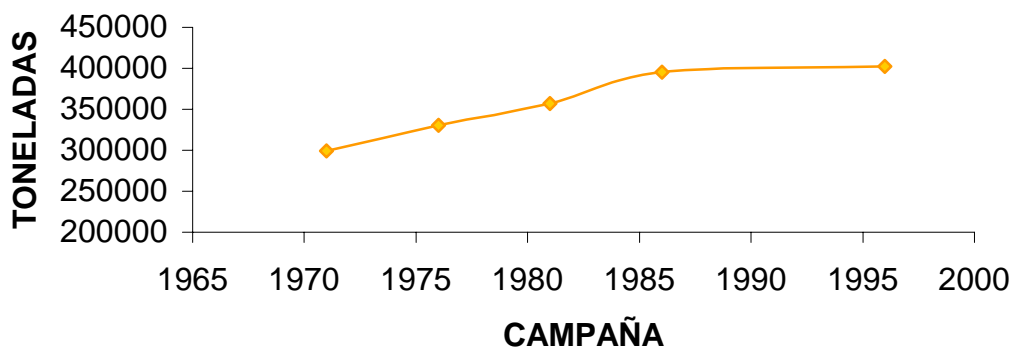


▪ EN ESPAÑA:

La variación del consumo del aceite de oliva en España ha estado marcado por los conocimientos en medicina sobre sus ventajas, así como por la producción.

En el siguiente gráfico se observa la variación del consumo de aceite de oliva en España desde 1971 hasta 1996:

VARIACIÓN DEL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA



4.2. PROCESOS DE OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

4.2.1. INTRODUCCIÓN.

Para obtener un aceite de oliva de calidad deben respetarse al máximo las cualidades naturales que tiene el zumo del fruto del olivo.

El aceite presente en las aceitunas se aloja en las células del mesocarpio encerrado en su mayor parte en las vacuolas, y disperso, en menor medida, en el tejido coloidal del citoplasma; es condición indispensable extraerlo por procedimientos mecánicos, de forma que las diminutas gotas se unan en gotas más grandes y puedan formar una fase líquida continua.

En un proceso racional de extracción hay que cuidar mucho los detalles, en efecto, la tecnología oleícola tiene como objetivo fundamental el extraer la mayor cantidad de aceite pero perjudicando lo menos posible la calidad del producto inicial.

Durante muchos años los esfuerzos se han dirigido a la reducción de los costes de extracción, pasando de las instalaciones discontinuas por presión a las continuas basadas en la centrifugación de las pastas para la separación de las fases, actualmente se tiende a modificar el ciclo de extracción a fin de mejorar la calidad de aceite y de reducir o eliminar la producción de alpechín.

Considerando una composición media o general (en peso) de la aceituna como sigue:

ACEITE	25 %
AGUA	45 %
SÓLIDOS	30 %

Se procederá a describir y analizar los distintos sistemas o procedimientos de obtención de aceite de oliva virgen, así como sus rendimientos y demás variables.

En el proceso de elaboración del aceite de oliva se distinguen una serie de etapas o fases :



▪ EL OLIVO.

Primera fábrica del aceite.

Se constituye en el primer eslabón de la cadena de la calidad y cantidad del aceite producido.

Aspectos tales como el control fitosanitario o la recolección son básicos.

▪ OPERACIONES PREVIAS.

Operaciones previas de recepción, limpieza y almacenamiento del fruto.

Se prevé reducir los costes haciendo una limpieza y lavado de la aceituna en la almazara de forma centralizada y mecanizada y reducir el tiempo de

almacenamiento del fruto mediante la ampliación de la capacidad de la molturación.

Con respecto a la recepción del fruto, separar los frutos que potencialmente puedan producir aceites de calidad de los que producirán aceites de baja calidad.

▪ **PREPARACIÓN DE LA PASTA.**

Consta, no importa qué método se utilizará para la separación de las fases, de la molienda y el batido.

La molienda del fruto tiene como objetivo la rotura de las células en las que está contenido el aceite, liberándolo.

El batido pretende formar un fase oleosa continua fácilmente separable.

▪ **SEPARACIÓN DE FASES.**

Es lo que diferencia a los distintos sistemas de elaboración.

Existen dos métodos fundamentales: presión y centrifugación.

En el sistema de prensas se hace la separación de la fase sólida y a continuación se procede a la separación de las fases líquidas: aceite y alpechín. Esta separación de líquidos puede hacerse por decantación o centrifugación vertical.

En el sistema de centrifugación siempre se produce una separación de tres fases en el decánter: sólida, líquida alpechín y líquida aceite.

Es necesario una purificación de los líquidos para lo que se utilizan centrifugas verticales.

▪ **ALMACENAMIENTO.**

Se ha introducido el acero inoxidable en depósitos de capacidad tal que permita la distinción de calidades.

4.2.2. DISTINTOS PROCESOS DE OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

Los distintos procesos de elaboración del aceite de oliva virgen a nivel industrial son los siguientes **(Kiritsakis, 1992), (Civantos, 1998)**:

- SISTEMA TRADICIONAL DE PRENSAS HIDRÁULICAS.
- SISTEMA POR PERCOLACIÓN.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 3 FASES.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 2 FASES.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 2 FASES CON REPASO.
- SISTEMA CONTÍNUO DE PULPA DE 2 FASES CON REPASO.

- **SISTEMA TRADICIONAL DE PRENSAS HIDRÁULICAS.**

La aplicación de presión mediante prensas es el procedimiento más antiguo y el más utilizado hasta hace poco tiempo, para extraer el aceite.

A lo largo del tiempo han evolucionado las clases de prensas en las que se colocaba la masa para provocar la salida de los líquidos, reteniendo la parte sólida más o menos agotada en contenido de aceite.

Dentro del sistema, cada vez más en desuso, actualmente se utilizan prensas hidráulicas.

La pasta preparada se sitúa en capas finas sobre filtros de material filtrante (capachos). La colocación de la masa puede hacerse a mano o por confección mecanizada en formadores de cargos.

Los capachos se disponen unos sobre otros en una vagoneta y van guiados por una aguja central. Este conjunto de vagoneta, aguja y capachos con la carga de pasta, constituye el cargo que se somete a cada operación de prensada.

Es por tanto un sistema discontinuo con formación de cargo, prensada y descapachado. La presión la recibe el cargo en la prensa hidráulica y es generada por un grupo de bombas hidráulicas.

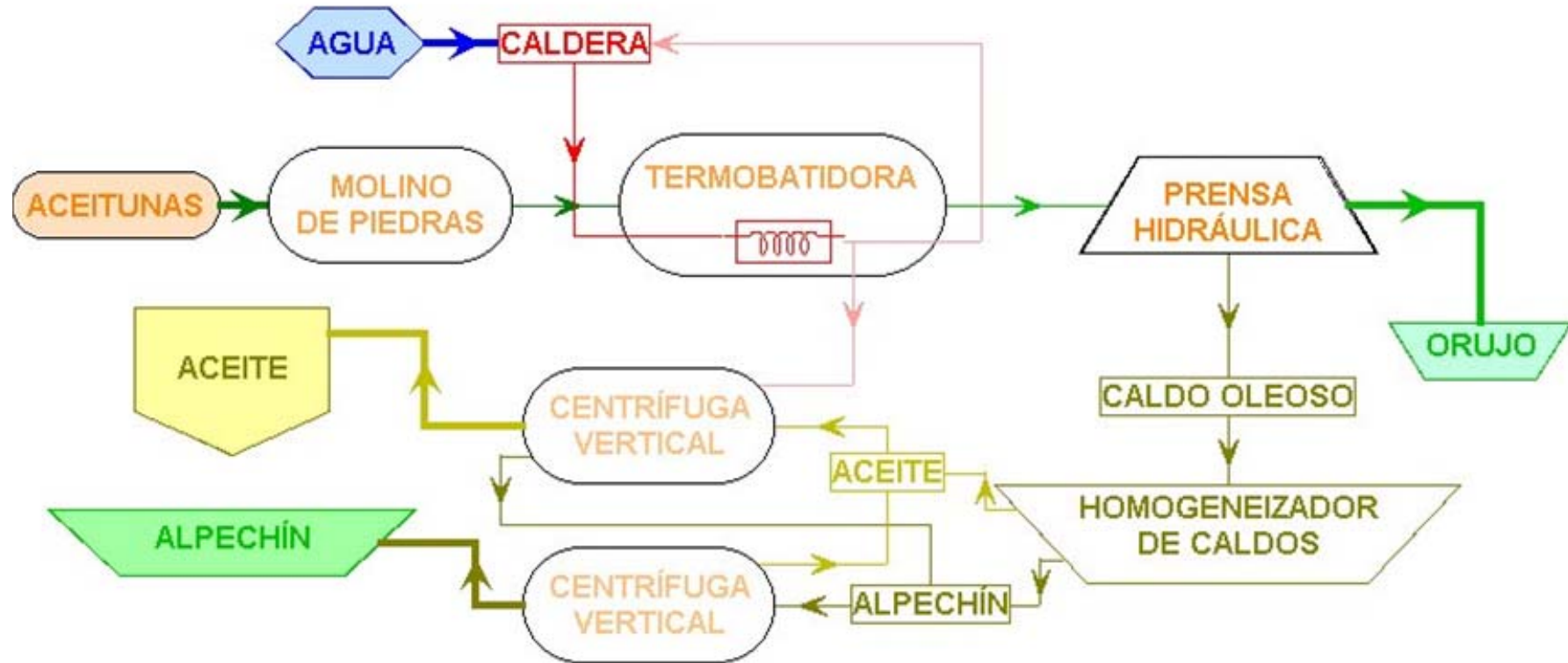
En este sistema las aceitunas son trituradas por aplastamiento al paso de los rulos, la masa formada es arrastrada a través de sinfines a las batidoras donde se consigue homogeneizar la pasta. Las batidoras llevan un circuito externo de agua caliente.

La pasta una vez preparada se va depositando en los capachos, una vez formado todo un conjunto de capachos (cargo), este es sometido a una presión de aproximadamente 200 bares con el fin de que vayan soltando todos sus caldos.

Estos caldos son una mezcla del agua de vegetación de la aceituna más su propio aceite. Dichos caldos son canalizados hasta una estación de pozuelos, los cuales por decantación van dejando el aceite en unos y el agua de vegetación en otros. Del último pozuelo de decantación y a través de un sistema de bombeo, se llevan estos aceites hasta una separadora vertical para la limpieza de contenidos de sólidos y agua, y de aquí al correspondiente almacenaje.

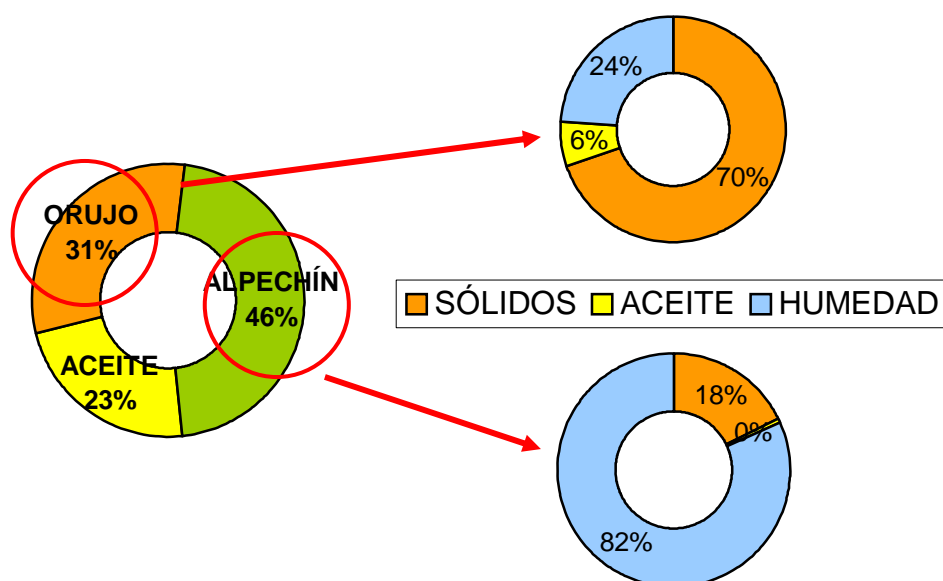
A continuación se muestra un esquema de elaboración mediante el sistema tradicional:

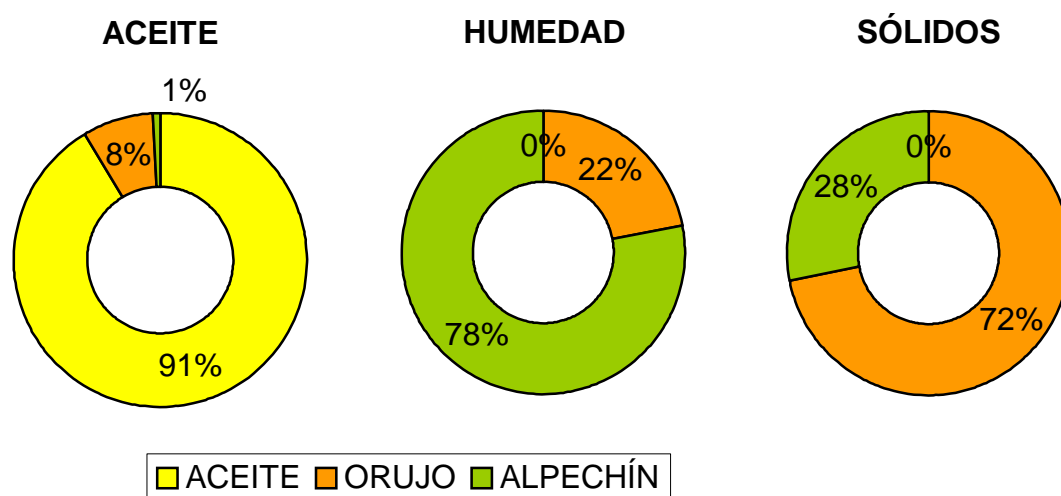
SISTEMA DISCONTÍNUO DE PRENSAS



Los resultados que se obtienen por éste procedimiento son los siguientes:

ACEITE	RENDIMIENTO	91.5 %
	CANTIDAD (Kg aceite/100 Kg de aceituna)	22.9
ORUJO	CANTIDAD (Kg/100 Kg de aceituna)	31.0
	Cantidad (del total)	31 %
	Aceite (del total)	7.6 %
	Aceite (Kg/100 Kg de aceituna)	1.9
	Humedad	24 %
	Sólidos (Kg/100 Kg de aceituna)	21.6
	Sólidos (del total)	72 %
ALPECHÍN	CANTIDAD (Kg alpechín/100 Kg de aceituna)	46.9
	Cantidad (del total)	46.9 %
	Aceite (Kg/100 Kg de aceituna)	0.23
	Aceite (del total)	0.9 %
	Humedad	86 %
	Sólidos (Kg/100 Kg de aceituna)	8.4
	Sólidos (del total)	28 %
	D.Q.O. (ppm)	100.000





Con respecto a la calidad, los resultados son los siguientes:

ÁCIDOS GRASOS LIBRES	0.23 %
ÍNDICE DE PERÓXIDOS	4 meq O ₂ /Kg
POLIFENOLES TOTALES	158 mg/l como ácido gálico
PIGMENTOS DE CLOROFILA	5 ppm
K₂₃₂	1.93
K₂₇₀	0.12
PANEL TEST	6.9

▪ SISTEMA POR PERCOLACIÓN.

En la elaboración por precolación se sumerge una placa de acero en la pasta de aceitunas, al retirarla, estará impregnada de aceite debido a las diferentes tensiones superficiales de las fases líquidas en la pasta.

El aceite y el agua de vegetación tienen diferentes tensiones interfaciales cuando entran en contacto con una lámina de metal que se ha sumergido en la pasta.

En presencia de la fase sólida de la pasta de aceituna, la tensión interfacial del aceite es menor que la del agua de vegetación, por lo que el metal se cubre con una capa de aceite.

Líquido	γ (10^{-3} N/m)
Aceite de oliva	33.06
Agua	72.8

La versión continua de esta instalación consta de una cuba semicilíndrica en cuyo fondo se coloca una rejilla de acero inoxidable.

Unas láminas móviles penetran a través de las aberturas de la rejilla y se hunden lentamente en la pasta de aceituna. Al retirarlas, el aceite gotea de las cuchillas, de ahí el nombre de precolación o goteo.

El aceite extraído por precolación mantiene intactas sus características naturales, especialmente, su contenido en polifenoles.

La extracción se hace a temperatura ambiente y sin aporte de agua de dilución.

No se disponen de datos de operación en planta, los únicos datos conocidos, debido al poco uso industrial de este procedimiento, son los siguientes referentes al orujo:

ORUJO	HUMEDAD	60 %
	ACEITE	10 %

▪ SISTEMA CONTINUO DE 3 FASES.

Dentro de los sistemas continuos podemos distinguir dos tipos, en función del número de fases que se obtengan a la salida de la separación de fases de la masa de aceituna.

Así se distinguen los sistemas en **dos fases** y en **tres fases**.

Los dos primeros pasos del proceso son comunes para ambos sistemas, y consisten en la molienda de las aceitunas (que se realiza en un molino continuo giratorio de mandíbulas) y en el batido de la masa resultante (la pasta de aceituna) en una batidora de flujo continuo calefactada, en la que la masa tendrá un tiempo de residencia adecuado (entre 1 y 2 horas).

La pasta de aceituna pasa de la batidora a la máquina separadora, denominada centrífuga horizontal o **decánter**, que es la que realiza la separación en fases constituyentes de diferente densidad mediante decantación acelerada por centrifugación.

El decánter es una máquina constituida por tambor giratorio que toma en flujo continuo la pasta de aceituna batida, la somete a una centrifugación que la estratifica radialmente y de modo instantáneo en sus diferentes componentes según densidad, y la expulsa en flujo continuo por salidas a diferentes niveles de separación radial, de manera que queda separada en tantas fases de diferentes densidades como número de salidas tenga.

Un elemento característico del decánter es el tornillo sinfín interior, cuya misión es arrastrar la materia sólida, (que se queda decantada en la zona más periférica del tambor), en dirección hacia la salida por la que se expulsa.

El modo de separación de fases que realiza el decánter es el que determina que el proceso sea en dos o tres fases, según se expone a continuación:

El decánter toma en flujo continuo la pasta de aceituna batida junto con agua para proceso, las somete a una centrifugación que estratifica la pasta en sus diferentes componentes según densidad, y las expulsa en flujo continuo por tres salidas a diferentes niveles de separación radial, de manera que queda separada en tres fases:

- La **fase aceite**, que es el **producto** del proceso, si bien aún presenta algo de contenido en agua vegetal, y una pequeña proporción de posos sólidos. Éstos serán separados procesando este aceite en una máquina centrifugadora vertical, y finalmente decantándolo en unos depósitos durante el tiempo adecuado, desde los cuales pasará a los depósitos de bodega.
- La fase acuosa, formada esencialmente por el agua vegetal de la aceituna más el agua añadida para proceso. Aún presenta un pequeño contenido en aceite, que es recuperado procesando esta fase en una máquina centrifugadora vertical, obteniéndose finalmente el **subproducto jamila o alpechín**. El alpechín es un subproducto altamente contaminante para los acuíferos, por lo que debe ser eliminado de una manera ecológica. Habitualmente se envía a balsas denominadas “alpechineras” donde se elimina por evaporación.

- La fase sólida, denominada **orujo**, formado por los restantes constituyentes de la aceituna, es decir, materia sólida (hueso, pulpa y otros), el resto del agua vegetal de la aceituna, y una pequeña proporción de aceite que no ha podido ser separada. Este orujo es trasladado a una **planta extractora**, donde se le extrae el aceite residual (el anteriormente mencionado **aceite de orujo**), y es sometido a un posterior proceso de secado del que se obtiene una materia seca, el **orujillo**, utilizado como combustible ecológico.

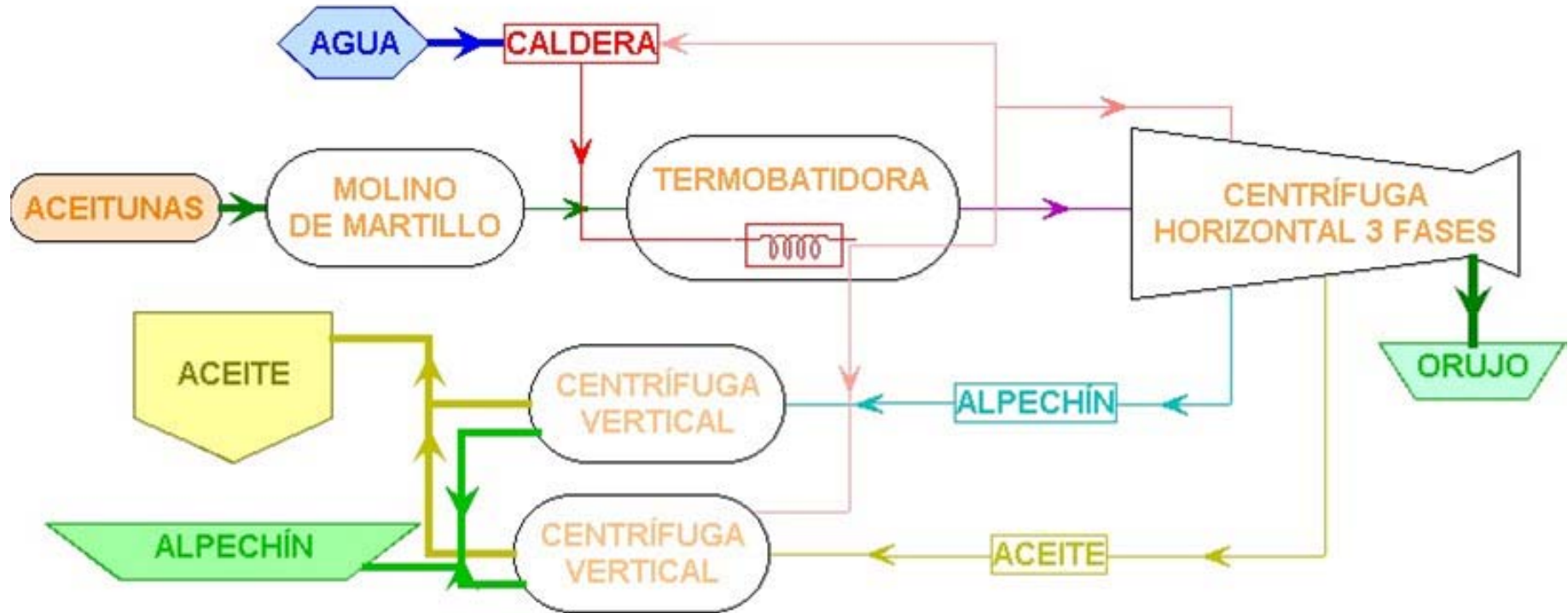
El sistema de separación en tres fases fue el primer sistema que se implantó cuando se inició la utilización de los sistemas continuos. Posteriormente fue sustituido por el sistema en dos fases, debido a los problemas medioambientales que planteaba la eliminación del alpechín.

No obstante, hoy en día sigue habiendo fábricas de aceite funcionando en tres fases, y de hecho la mayoría de los decánter modernos pueden funcionar en tres y en dos fases cambiándole unos pequeños ajustes en las bocas de salida.

El resto de la maquinaria es similar para los dos procesos, y el resto de la fábrica es prácticamente igual salvo que para tres fases se necesitan tanques de alpechín para su almacenamiento antes de ser transportado a las balsas. Estos tanques requieren muchas precauciones debido a que alpechín emana vapores tóxicos.

A continuación se muestra un esquema del sistema de tres fases:

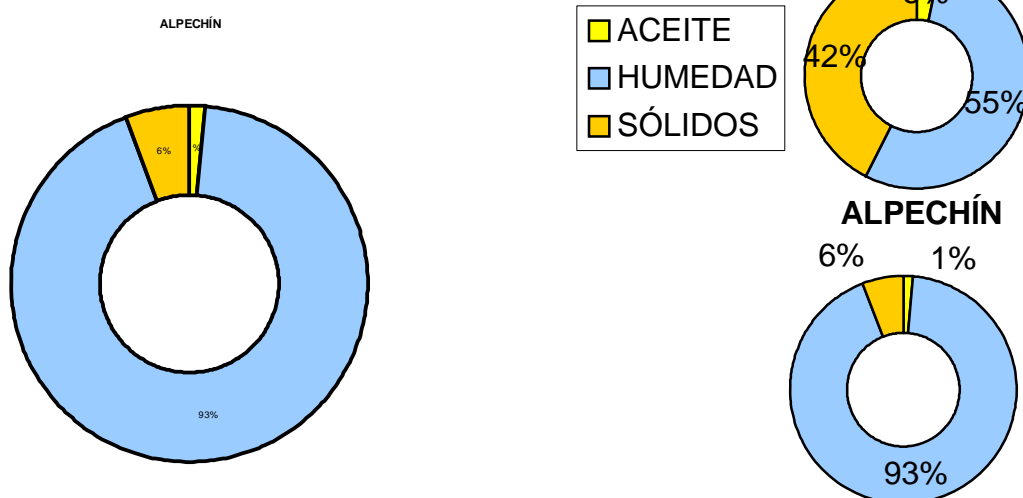
SISTEMA CONTÍNUO DE TRES FASES

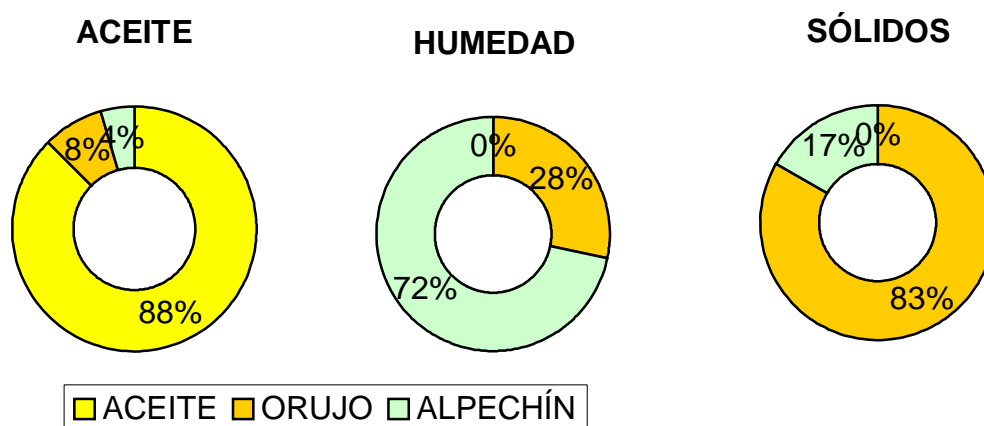


Los resultados que se obtienen por éste procedimiento son los siguientes:

ACEITE	RENDIMIENTO	88%
	CANTIDAD (Kg aceite/100 Kg de aceituna)	21.9
ORUJO	CANTIDAD (Kg/100 Kg de aceituna)	57.7
	Cantidad (del total)	57.7 %
	Aceite (del total)	8 %
	Aceite (Kg/100 Kg de aceituna)	2
	Humedad	55.4 %
	Sólidos (Kg/100 Kg de aceituna)	25
	Sólidos (del total)	83.3 %
ALPECHÍN	CANTIDAD (Kg alpechín/100 Kg de aceituna)	90
	Cantidad (del total)	90 %
	Aceite (Kg/100 Kg de aceituna)	1.1
	Aceite (del total)	4.4 %
	Humedad	90 %
	Sólidos (Kg/100 Kg de aceituna)	5
	Sólidos (del total)	16.7 %
	D.Q.O. (ppm)	80.000

Se ha tomado como relación, de agua añadida, pasta de aceituna / agua = 0.45, tratando 100 Kg de aceituna.





Con respecto a la calidad, los resultados son los siguientes:

ÁCIDOS GRASOS LIBRES	0.22 %
ÍNDICE DE PERÓXIDOS	8 meq O ₂ /Kg
POLIFENOLES TOTALES	113 mg/l como ácido gálico
PIGMENTOS DE CLOROFILA	11.3 ppm
K₂₃₂	1.6
K₂₇₀	0.15
PANEL TEST	7

▪ SISTEMA CONTÍNUO DE 2 FASES.

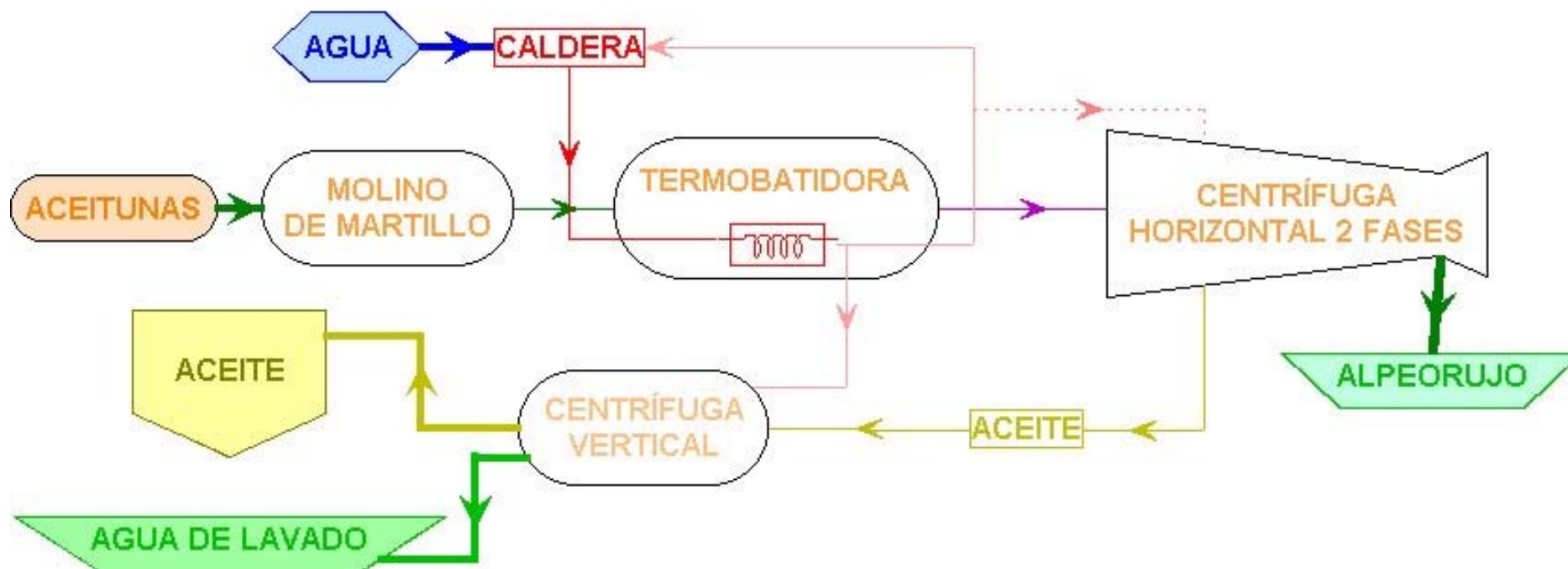
El sistema de extracción de dos fases no necesita agua de adicción para fluidificar la pasta de aceituna.

El decánter tiene dos salidas a diferentes niveles de separación radial, de las que fluyen de manera continua las dos fases siguientes:

- La fase líquida, formada por **aceite**, agua vegetal y una pequeña proporción de posos sólidos. Esta fase líquida será posteriormente separada procesándola en una máquina centrifugadora vertical, en la que se separará el aceite del agua vegetal y posos. Finalmente el aceite es decantado en unos depósitos durante el tiempo adecuado, desde los cuales pasará a los depósitos de bodega, y el agua vegetal de esta fase líquida es eliminada en alpechineras.
- Fase semisólida, formada por el resto de los componentes de la masa, es decir, materia sólida, el resto del agua vegetal y una pequeña proporción de aceite que no ha podido ser separada en la fase líquida. Esta fase es denominada **orujo o alpeorujo** (para referirse a que se trata de orujo procedente de separación en dos fases).
Este orujo es más líquido que el tres fases, por tener un mayor contenido en agua vegetal y una proporción ligeramente mayor en aceite residual.

A continuación se muestra un esquema del sistema de extracción de dos fases:

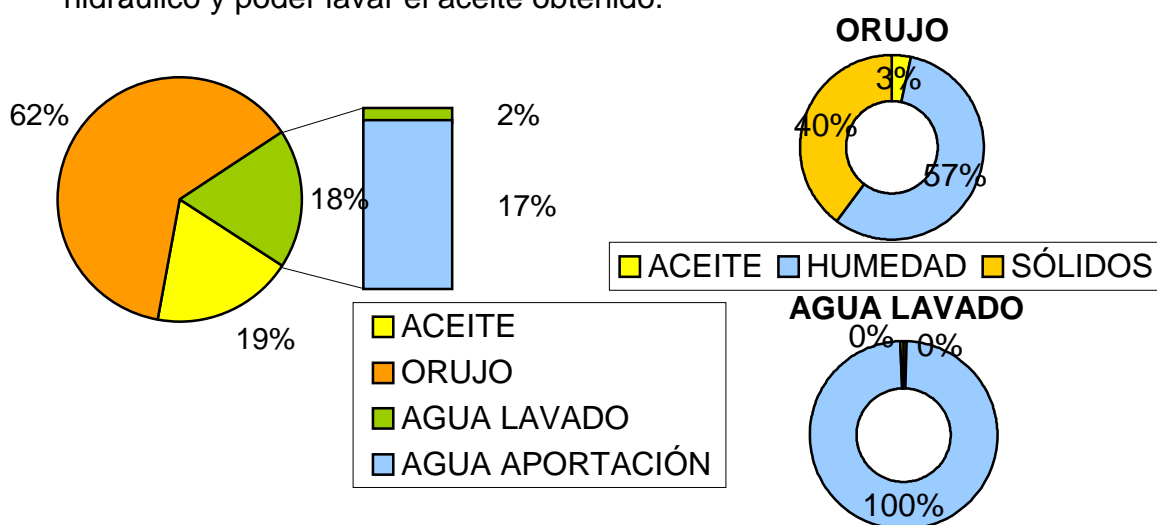
SISTEMA CONTÍNUO DE DOS FASES

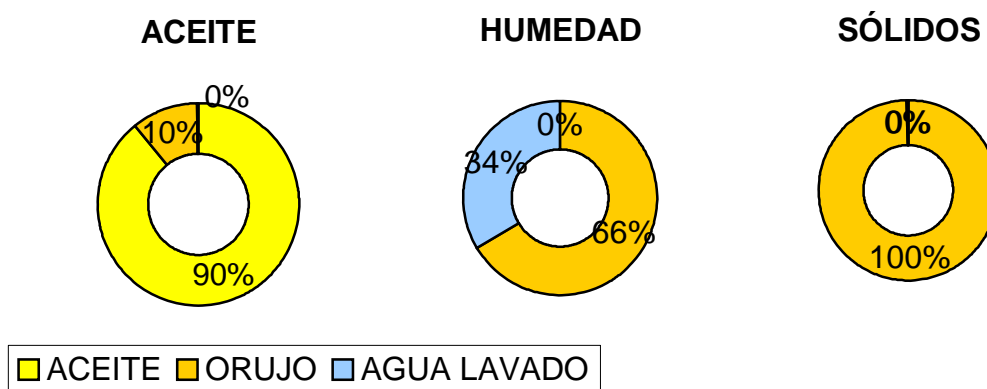


Los resultados que se obtienen por éste procedimiento son los siguientes:

ACEITE	RENDIMIENTO	89%
	CANTIDAD (Kg aceite/100 Kg de aceituna)	22.3
ORUJO	CANTIDAD (Kg/100 Kg de aceituna)	75.5
	Cantidad (del total)	75.5 %
	Aceite (del total)	10.4 %
	Aceite (Kg/100 Kg de aceituna)	2.6
	Humedad	57.3 %
	Sólidos (Kg/100 Kg de aceituna)	29.9
	Sólidos (del total)	99.7%
AGUA DE LAVADO	CANTIDAD (Kg alpechín/100 Kg de aceituna)	22
	Cantidad (del total)	22 %
	Aceite (Kg/100 Kg de aceituna)	0.1
	Aceite (del total)	0.4 %
	Humedad	99.1 %
	Sólidos (Kg/100 Kg de aceituna)	0.1
	Sólidos (del total)	0.3 %
	D.Q.O. (ppm)	10.000

Se considera que para tratar 100 Kg de aceituna se han necesitado 20.2 litros de agua de aportación a la centrífuga vertical para crear el anillo hidráulico y poder lavar el aceite obtenido.





Con respecto a la calidad, los resultados son los siguientes:

ÁCIDOS GRASOS LIBRES	0.22 %
ÍNDICE DE PERÓXIDOS	8.3 meq O ₂ /Kg
POLIFENOLES TOTALES	160 mg/l como ácido gálico
PIGMENTOS DE CLOROFILA	10.4 ppm
K₂₃₂	1.82
K₂₇₀	0.16
PANEL TEST	6.8

▪ SISTEMA CONTINUO DE 2 FASES CON REPASO.

La cantidad y características del orujo obtenido en el sistema de centrifugación de 2 fases son netamente diferentes a los de 3 fases.

Este orujo es más líquido que el tres fases, por tener un mayor contenido en agua vegetal y una proporción ligeramente mayor en aceite residual. A menudo, para recuperar parte de este aceite residual se vuelve a pasar el orujo por otro decánter en dos fases, denominándose a este proceso **el repaso del orujo**, tras el cual se obtiene como subproducto un nuevo orujo con muy poco aceite residual que es finalmente enviado a la planta extractora para obtener el aceite de orujo y el orujillo.

El repaso consiste en la centrifugación del orujo del decánter de 2 fases. Esta segunda centrifugación puede hacerse en dos o tres fases. Experimentalmente se observa una mayor recuperación en el proceso de 2 fases.

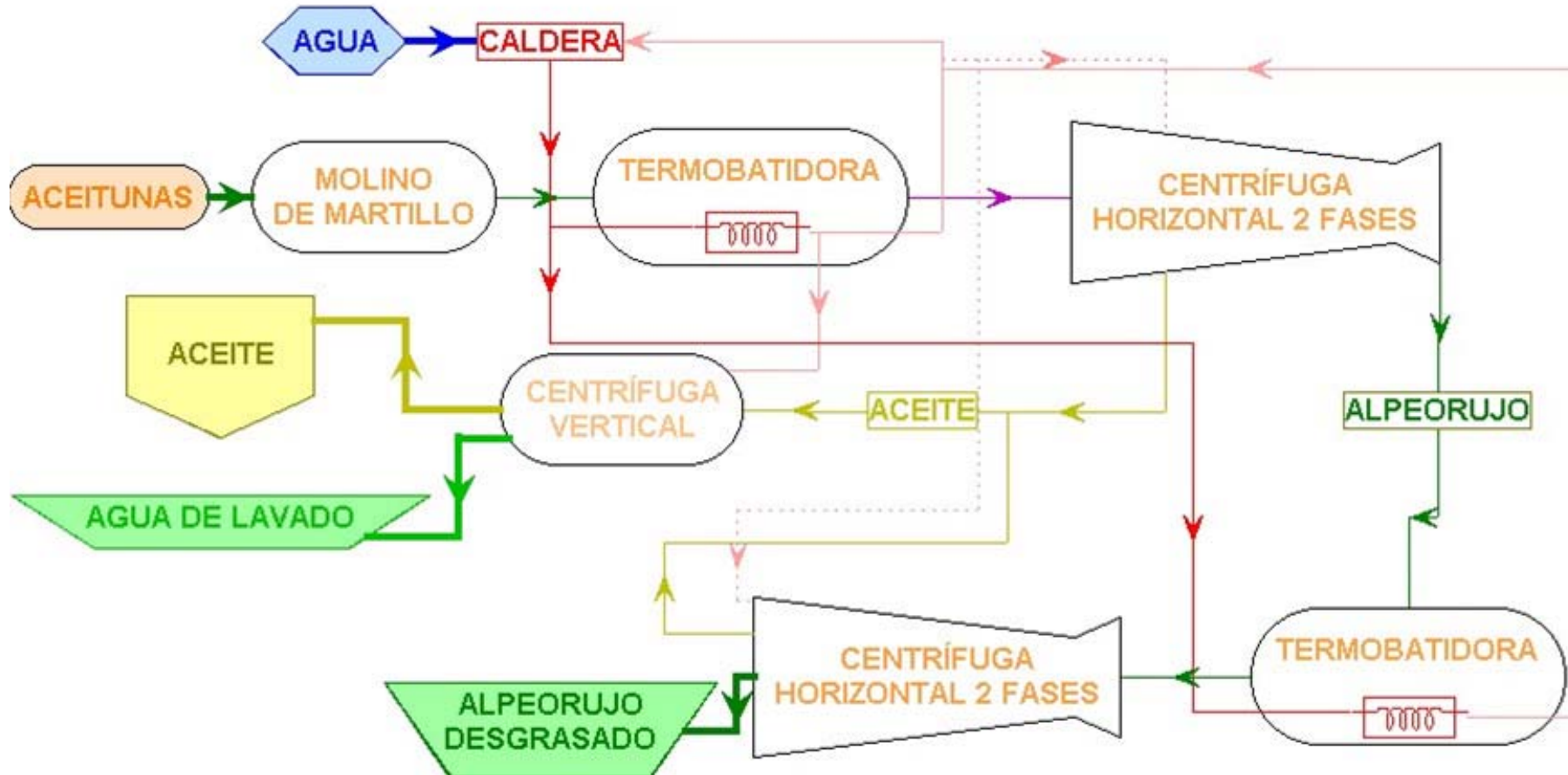
Cuando la centrifugación del orujo se realiza inmediatamente después de producido se consigue recuperar el 33 % del aceite, cuando el orujo ha estado almacenado varios días, la recuperación llega a cifras del 50 %.

La calificación de los aceites procedentes de esta segunda centrifugación es otro punto a considerar, a medida que se retrasa la extracción el contenido en alcoholes grasos superiores es mayor, apareciendo problemas de ceras cuando el orujo permanece una semana en espera de ser repasado.

Para el repaso son necesarias nuevos sistemas continuos, mayor potencia eléctrica,... lo que significa inversiones, gastos de elaboración, etc. Por ello esta operación solo se suele utilizar en almazaras de gran capacidad cuando no están trabajando a pleno rendimiento y tienen unidades o líneas en parada.

A continuación se muestra un esquema del sistema de extracción de dos fases con repaso:

SISTEMA CONTÍNUO DE DOS FASES CON REPASO DE 2 FASES



No se disponen de datos de operación en planta debido al poco uso industrial en continuo de este procedimiento.

▪ **SISTEMA CONTINUO DE PULPA DE 2 FASES CON REPASO.**

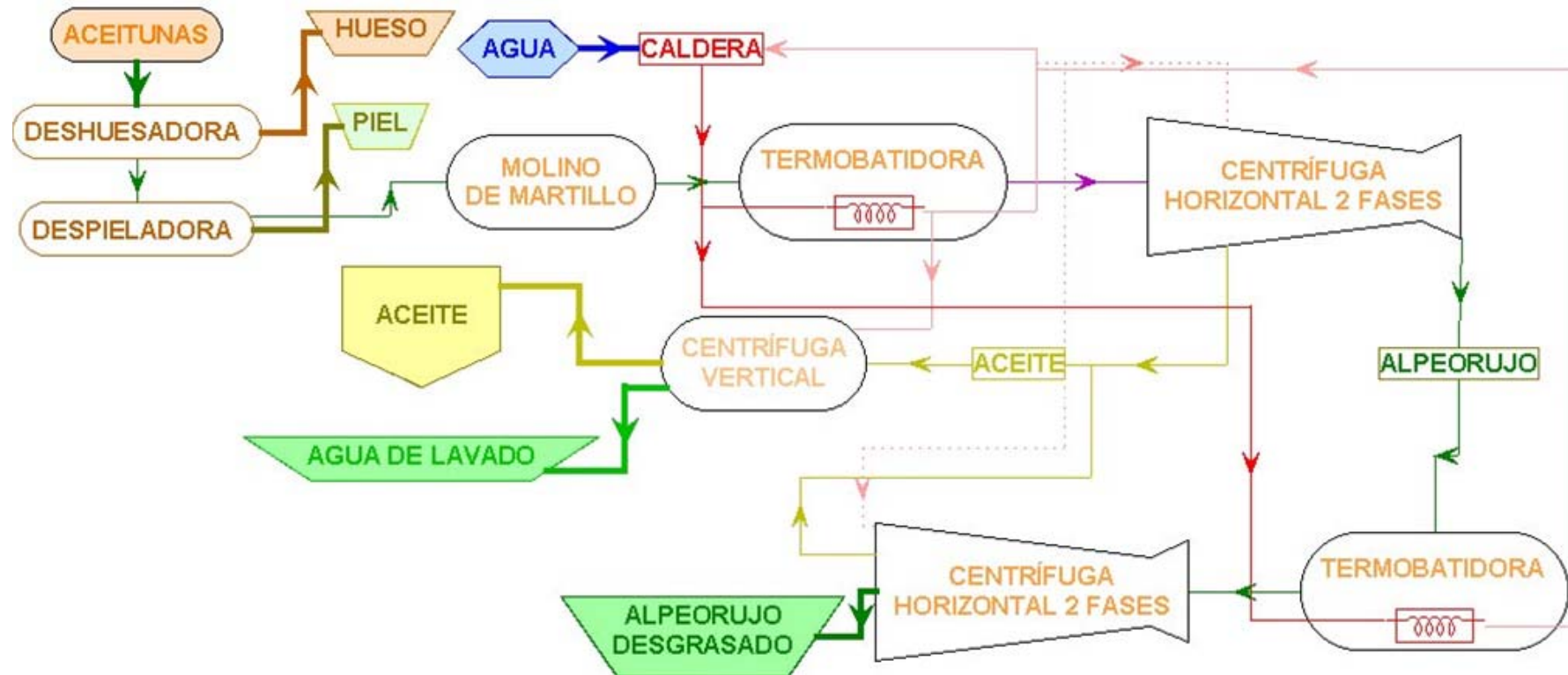
El aceite obtenido por el sistema, anteriormente descrito, del repaso, si bien desde un punto de vista estricto y ateniéndose a las definiciones, debería considerarse aceite de oliva virgen de oliva presenta, no obstante parámetros que exceden, en la mayoría de los casos, los límites reglamentados para el aceite de oliva virgen.

Entre los parámetros que sobrepasan los valores establecidos por la normativa se encuentran: la acidez, eritrodioleína+uvaol, esteroides totales, Fe y el contenido en ceras.

Si bien en el caso de la acidez, ésta puede depender del tiempo de almacenamiento del orujo húmedo, los otros parámetros parece que son inherentes a la propia masa centrifugada y las ceras, básicamente, a que se trata de una pasta cuyo contenido en piel y hueso es mayoritario.

Con objeto de intentar obtener aceites de primera centrifugación con características diferentes y, paralelamente, aceites de repaso sin estos problemas de composición se planteó la obtención de pasta de aceituna sin piel y sin hueso y someterla a dos sucesivas centrifugaciones, con el objetivo de obtener aceite de oliva virgen de la primera centrifugación y aceite de repaso, en la segunda centrifugación, que pueda cumplir todas las normativas.

A continuación se muestra un esquema del sistema de extracción de pulpa de dos fases con repaso:

SISTEMA CONTÍNUO DE PULPA DE DOS FASES CON REPASO DE 2 FASES

Aunque el procedimiento aun se encuentra en fase de experimentación, se puede concluir que los aceites de segunda centrifugación aumentan su acidez en todos los casos.

Así mismo, el agotamiento que del orujo se obtiene en el proceso de elaboración empleando pasta de aceituna deshuesada y sin piel es menor, la elaboración con pulpa deshuesada y sin hueso no permite un rendimiento industrial óptimo debido, probablemente, a la ausencia de sólidos que permitan la formación de los anillos en el decanter y por tanto, un mejor agotamiento de los orujos, obteniendo porcentajes de recuperación en la segunda centrifugación similares a los obtenidos con la pasta de aceituna entera.

Los contenidos en ceras, esteroides totales y eritrodiool+uvaol, que sufren un incremento como consecuencia de la segunda centrifugación, son más bajos cuando los aceites proceden de pasta de aceituna deshuesada y sin piel, obteniéndose aceites con valores dentro de los límites establecidos por la normativa vigente.

4.2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS DISTINTOS PROCESOS DE OBTENCIÓN.

PROCESO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
SISTEMA DE PRENSAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceites de alta calidad (sistemas de extracción en frío). ▪ Poca potencia eléctrica instalada. ▪ Menor inversión. ▪ Orujos más secos, es decir, con menor contenido en humedad. ▪ Poca cantidad de agua de vegetación y con poco aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necesidad de abundante mano de obra. ▪ Dificultad para mantener una correcta limpieza a lo largo del proceso. ▪ Los capachos se contaminan. ▪ Elevado tiempo de estancia en los pozuelos del aceite con el agua de vegetación. ▪ Baja velocidad de proceso (baja molturación) debida a la discontinuidad del proceso y la limitación de volumen de extracción de los capachos. Esta baja velocidad de proceso implica generalmente un mayor tiempo de espera de las aceitunas en las tolvas de almacenamiento, lo que incide negativamente en la calidad del aceite obtenido, por las razones expuestas anteriormente. ▪ La instalación de la maquinaria requiere mucho espacio.
SISTEMA POR PERCOLACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso automático. ▪ Características intactas del aceite extraído, especialmente su contenido en polifenoles. ▪ No se añade agua de dilución. ▪ Poca contaminación. ▪ Necesidad de poca mano de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de energía eléctrica. ▪ Bajos rendimientos de extracción. ▪ Dependencia de las características reológicas de la pata de aceitunas. ▪ Orujo demasiado húmedo y con alto contenido en aceite.
SISTEMA DE 3 FASES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceite con menor acidez que en prensas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor producción de alpechín. ▪ Peligro de contaminación en vertidos.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejora de caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas. ▪ Menor superficie que en prensas. ▪ Continuidad en el proceso. Posibilidad de automatización. ▪ Menor necesidad de mano de obra que en prensas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altos costos de inversión ▪ Especialización de los operarios. ▪ Se consume agua caliente. ▪ Consumo de energía eléctrica. ▪ Orujo húmedo.
SISTEMA DE 2 FASES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ídem que en 3 fases. ▪ Menor volumen de agua que en 3 fases. ▪ Menor necesidad de agua caliente que en 3 fases. ▪ Volumen de alpechín pequeño. ▪ Reducción de la contaminación ambiental. ▪ Mayor contenido en antioxidantes en el aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orujo con mayor humedad, mayor volumen, mayor dificultad de extracción. ▪ Menores controles visuales. ▪ Mayor control analítico. ▪ Necesidad de personal más especializado.
SISTEMA DE 2 FASES CON REPASO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ídem que en 2 fases. ▪ Mayor extracción de aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ídem que en 2 fases. ▪ Necesidad de más maquinaria. ▪ Mayor consumo eléctrico. ▪ Mayor consumo de agua caliente.
SISTEMA DE PULPA DE 2 FASES CON REPASO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ídem que en 2 fases. ▪ Mejores características del aceite obtenido. ▪ Posibilidad de valorizar los huesos en la caldera. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ídem que en 2 fases. ▪ Mayor necesidad de maquinaria. ▪ Mayor consumo eléctrico. ▪ Mayor variedad de residuos. ▪ Menor rendimiento en la extracción.

4.3. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y UNIDADES.

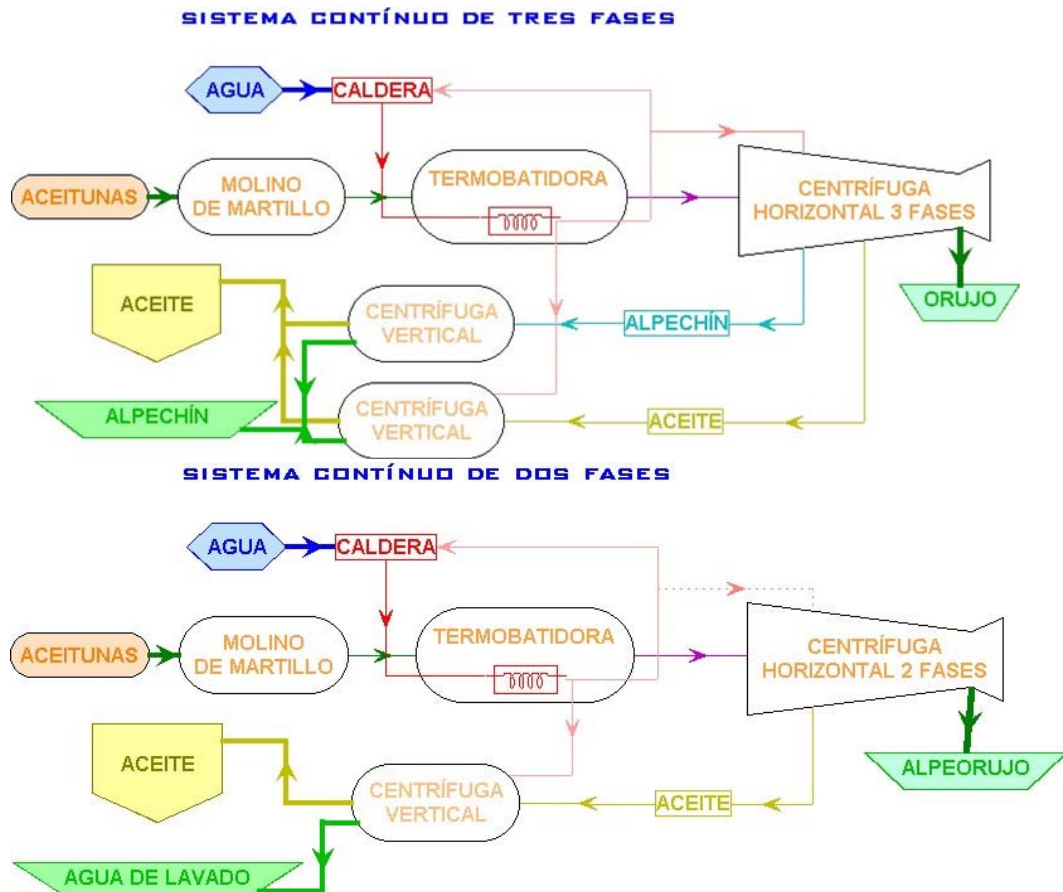
De los procesos descritos anteriormente, se han seleccionado los siguientes:

- SISTEMA CONTÍNUO DE 3 FASES.
- SISTEMA CONTÍNUO DE 2 FASES.

A continuación se describirán brevemente los equipos y unidades implicados en ambos procesos.

Debido a que el objeto de este proyecto es el diseño de las unidades de termobatido y decanter, la descripción de estas unidades se realizará someramente ya que con posterioridad se hará más exhaustivamente.

Recordando los procesos seleccionados:



Descripción de los equipos:

○ **PREPARACIÓN, DESBROCE, LIMPIEZA Y PESADO**

El agricultor debe tener en cuenta las siguientes consideraciones antes de llevar la aceituna a la almazara:

- ✓ La aceituna que está en el árbol es de mejor calidad que la caída al suelo. Por ello, se recogerán y transportarán por separado, no coincidiendo completamente las operaciones a realizar sobre ellas. La aceituna del suelo será sometida a un proceso de limpieza y lavado, mientras que la del árbol sólo será lavada.
- ✓ La aceituna, una vez recogida, debe llevarse lo antes posible a la almazara pues cualquier retraso supone una pérdida en la calidad del aceite.
- ✓ Durante el transporte nunca deben comprimirse las aceitunas, siendo recomendable la utilización de cajas de material plástico, que son resistentes y lavables.

La almazara debe contar con una amplia zona para que la recepción se efectúe sin dificultades ya que ésta se va a producir durante un corto periodo de tiempo y con gran concentración de distintas partidas.

En la imagen se muestran tres tolvas de recepción (cubiertas con una reja).



La instalación de equipos de limpieza y lavado de aceituna es imprescindible en un sistema continuo de extracción. La eliminación de elementos extraños impedirá obtener aceites con malos olores y/o sabores que no corresponden a su naturaleza.

La presencia de elementos extraños dificulta el proceso de extracción porque reduce la vida de las pastillas del molino, ocasiona fracturas y desgastes rápidos en las cribas, produce atranques y sobreesfuerzos en el motor del molino, y ocasiona desgastes y roturas en el decánter.

El lavado tiene también sus aspectos negativos, tales como la pérdida de aceite en aceitunas muy maduras y en frutos magullados y rotos, que pueden llegar al 1% del aceite. El agua depositada sobre las aceitunas durante el lavado puede favorecer la formación de emulsiones, con una mayor dificultad en la extracción, y la presencia de pastas difíciles.

En el momento de la entrada, las aceitunas deben ser clasificadas en función de los primeros tratamientos a los que son sometidas, es decir, limpieza y lavado. Habrá dos puntos de descarga diferenciados.

- **Punto a:** Aceitunas sucias, es decir, las que llegan embarradas, con tierra o piedras. Deben pasar por la limpiadora y por la lavadora.
- **Punto b:** Aceitunas poco sucias, es decir, las que no reúnen las condiciones citadas en el punto a. Basta con someterlas a limpieza.

Realizada la primera clasificación (sucias / limpias), la aceituna va al punto de descarga que le corresponde para su acceso al equipo de limpieza.

Un equipo de limpieza generalmente consta de :

- Una o dos tolvas de entrada empotradas bajo rasante sobre las que se basculan las aceitunas. Dos tolvas facilitan la descarga lo que va en beneficio del buen funcionamiento en las horas punta de entrada. El diseño de la tolva debe facilitar un tránsito del fruto poco traumático para su integridad.
- Cintas transportadoras entre tolvas y máquinas.
- Máquina limpiadora. Despalilladora.
- Máquina lavadora.
- Pesadoras automáticas de aceitunas limpias.
- Cintas transportadoras para llevar las aceitunas hasta las tolvas de almacenamiento.

Es recomendable simplificar al máximo el transporte de frutos porque el movimiento y las caídas magullan las aceitunas de forma muy apreciable.

LIMPIADORAS DE ACEITUNA.

Las limpiadoras de aceitunas se instalan para quitar parte de las impurezas que acompañan a las aceitunas en la recolección, principalmente hojas y ramas, que pueden representar entre el 5% y el 10% del peso del fruto en el momento de entrar en la 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 que facilita la exposición de aceitunas, hojas y ramas a una fuerte contracorriente de aire provocada por un ventilador.

Las aceitunas caen sobre una criba que facilita 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 la separación de elementos livianos.

Todas las partidas que entren en la almazara deben pasar por el equipo de limpieza.

LAVADORAS DE ACEITUNAS.

Tienen el aspecto exterior que se muestra en la imagen.



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, etc. Los elementos más pesados, como es el caso de piedras 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 una cantidad considerable del barro adherido no se elimina del todo. A la salida de la máquina hay un dispositivo para facilitar el escurrido y el secado de las aceitunas.

Las aceitunas, que se muelen de inmediato, han 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. Las aguas de vertido procedentes de

lavadoras llevan un cierto contenido de grasa y algo de alpechín, por lo que hay que tenerlo en cuenta en el momento de hacer el vertido.

Las lavadoras pueden ser el cuello de botella de la recepción, por lo que es muy importante proyectar con holgura esta sección.

TOLVAS AUTOMÁTICAS DE PESADA.

Tienen el aspecto que se muestra en la imagen.



Al concluir la operación de limpieza se obtiene directamente el peso del fruto limpio. Es el momento de tomar la muestra de la partida para conocer el aceite que aporta a la fábrica.

Se suele hacer sobre la cinta transportadora de salida de la lavadora.

Se suelen emplear dos modelos diferentes de básculas:

- Básculas de plataforma con tolva. Éstas están limitadas para cada pesada entre 3 y 5 toneladas. Por ello, el proceso es discontinuo, hay que realizar distintas pesadas aunque los resultados puedan sumarse por los mecanismos electrónicos que llevan incorporados.
- Básculas de pesada continua. Va entrando el fruto y cuando alcanza un peso de 250 kg a 500 kg, descarga automáticamente y sigue recibiendo sin interrupción mediante un sistema de doble tolva incorporada.

○ **ALMACENAMIENTO DE ACEITUNAS Y CLASIFICACIÓN**

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 una cosecha media.

Es difícil, por todo ello, que la capacidad de proceso de extracción 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.

Este almacenamiento se realiza **en tolvas** que generalmente tienen forma troncopiramidal o troncocónica invertida. En su boca inferior existe una **bandeja vibradora**, cuyo funcionamiento hace que las aceitunas fluyan hacia las canales distribuidoras que las arrastran hasta los molinos.

Mediante estas bandejas se controla la alimentación de aceitunas a los molinos.

En la imagen se muestra un conjunto de tolvas con sus elementos accesorios.



Al almacenar las aceitunas comienza, desde el primer momento, una descomposición de la materia orgánica que provoca una gran pérdida en la calidad del aceite que se obtiene, ya que aumenta su acidez y aparecen malos sabores y olores.

Como el proceso de atrojado (amontonamiento) es inevitable, se ha tratado de encontrar soluciones a los problemas que plantea sobre la calidad del aceite. Si sólo se considera el efecto de la subida de la acidez, se ha comprobado que un tratamiento con sal o una inmersión en salmuera da buenos resultados.

Sin embargo, las características organolépticas del aceite se alteran con el empleo de los mismos. Así, el único sistema válido para que no se altere el aceite es minimizar el tiempo de permanencia de las aceitunas en las tolvas de almacenamiento, lo cual se consigue instalando el número de líneas de extracción suficiente.

Las aceitunas que en la recepción se clasifiquen en grupos diferentes deben de tener canales de circulación independientes de elaboración. Esto puede encarecer el patio de la almazara pero es un factor fundamental para la calidad.

Si no se cuenta con este recurso sobre la clasificación. La separación de los aceites obtenidos de las aceitunas de cada uno de los grupos se continuará a lo largo de todo el proceso.

○ **MOLIENDA**

Una vez realizada la recepción y lavado de la aceituna, el siguiente paso es la molienda.

La molienda tiene por objeto la rotura de los tejidos de la aceituna donde se aloja la materia oleosa y debe realizarse con la mayor uniformidad. Para ello se someten las aceitunas a la acción de molinos trituradores.

Los aspectos fundamentales a considerar en la molienda son:

- **Uniformidad:** De esta forma se consigue una máxima eficacia en el batido. Se logra al obligar pasar la pasta por la criba que asegura un grado de molienda homogéneo. Esto favorecerá posteriormente el trabajo de las centrífugas.

- **Grado de molienda:** Indica el tamaño medio en el que quedan las partes más duras de la pasta. Es regulable en los molinos de martillos en función del diámetro de los orificios de las cribas, ya que éstas son intercambiables. Con aceitunas de principio de campaña la molienda debe ser más fina, aumentando el grado de molienda al avanzar la campaña y con aceituna helada. La molienda gruesa puede elevar el residuo graso de los orujos por quedar el aceite retenido en celdas que no se rompen. La molienda fina favorece las emulsiones y la formación de matrices reticulares. En el sistema continuo de dos fases es recomendable hacer una molienda más fina. La observación de la salida del aceite puede dar indicios de una molienda excesivamente fina y/o de la existencia de pastas difíciles, cuando se muestra el aceite turbio, emulsionado y con tonos violáceos. De todas formas hay que considerar la gran importancia del control analítico de los orujos como verdadera referencia válida en el sistema de dos fases.
- **Regulación** de la dosis de aceituna molida: La cantidad de aceituna procesada por el molino debe modificarse según las características que plantee la pasta.
- **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.
- **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.

MOLINOS DE MARTILLOS GIRATORIOS.

Para realizar la molturación se utilizan los molinos de martillos. Éstos están formados por:

- Eje de rotación que arrastra en su movimiento a los martillos.
- Criba. Existe juego de cribas intercambiables que permiten modificar el grado de molienda.

En la siguiente imagen se muestra el aspecto de un molino de martillos, con su tapa abierta.



La velocidad de los martillos es superior a la caída libre de las aceitunas que penetran por la tolva superior, que a su vez es alimentada por las canales distribuidoras que arrastran las aceitunas desde las bandejas vibradoras de las tolvas.

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 aceitunas. Los molinos son de acero inoxidable para evitar la incorporación de trazas metálicas a la pasta.

La pasta resultante de la molienda pasará a unos tubos con un sistema de arrastre mediante tornillo sinfín que la elevarán vertiéndola en las termobatidoras.

○ **TERMOBATIDORA.**

La pasta de aceituna, producida en el Molino triturador, es necesaria prepararla para poder realizar la separación de sus elementos en las mejores condiciones y con un máximo de rendimiento.

La separación de la masa se realiza en la Termobatidora, donde se produce:

- Una agrupación de las gotas de aceite, formando bolsas que se desligan de los sólidos de la pasta.
- La obtención de una temperatura uniforme y homogénea en toda la masa.

Para poder obtener una óptima preparación de la masa en el sistema de extracción es necesario que la pasta permanezca alrededor de una hora y media en la termobatidora y que alcance una temperatura, a su salida, de unos 30° C.

Acoplada a la termobatidora y para la inyección de masa al decanter, se realiza la instalación de una bomba, de husillo salomónico, volumétrica y para líquidos fuertemente cargados de sólidos. La bomba va provista de un rotor de acero inoxidable, con tratamiento superficial para trabajar con sustancias altamente abrasivas, y un estator en goma sintética alimentaria.

○ **CENTRÍFUGA HORIZONTAL.**

Se realiza con el decantador centrífugo horizontal (decánter).

Es un rotor cilíndrico-cónico giratorio y un rascador helicoidal de eje hueco que gira coaxialmente en el interior del mismo y a diferente velocidad que él.

Una vez en el decánter los componentes más pesados (sólidos y agua) se aproximarán a las paredes debido a la fuerza centrífuga. Un sinfín los irá retirando y expulsando al exterior.

En el sistema de dos fases a esta masa de deshecho se le denomina orujo, orujo húmedo o alpeorujo (éste, una vez seco, se está empezando a utilizar como combustible).

La fracción menos densa (el aceite) quedará en las zonas menos alejadas del eje de giro siendo expulsada al exterior.



○ SEPARACIÓN DE FASES LÍQUIDAS

Se realiza en la centrífuga vertical.

Su aspecto exterior se muestra en la siguiente imagen, en la que aparece la pileta de vertido del aceite.



La parte fundamental de la centrífuga es el tambor cónico, cuyo interior presenta una serie de discos contiguos, en forma de cono, entre los cuales pasa el aceite sucio.

Los discos, por su proximidad, reducen el recorrido de las partículas de aceite hasta encontrar su fase continua, y mejoran la separación, que se corresponde con la que se conseguiría con un mayor número de vueltas.

El aceite entra en la centrífuga con un contenido aún alto en agua vegetal, si bien se le añade más agua de proceso para formar un anillo radial de agua mayor, con el fin de facilitar la separación.

Tanto la cantidad de agua de proceso añadida como su temperatura (que no debe sobrepasar 35 °C) deben ser cuidadosamente reguladas, empleándose la cantidad estrictamente necesaria para una óptima separación.

El aceite sucio entra por la parte superior y la fuerza centrífuga le obliga a pasar por las perforaciones de los discos. La componente más pesada (agua) desciende por la cara superior del disco, acumulándose junto a la pared exterior del tambor, subiendo por ésta, de la que finalmente será expulsada por una boca de salida, saliendo por la propia fuerza centrífuga y la presión dinámica debida a su movimiento de giro. Constituye el subproducto denominado **alpechín de dos fases**.

Mientras tanto, la componente más ligera (aceite) asciende a lo largo de la cara inferior del disco y ocupa la zona de la cámara de la centrífuga más próxima al eje, saliendo finalmente de la máquina a través de una boca situada al nivel radial adecuado.

El aceite así obtenido ya es el producto final, y será conducido a los depósitos de bodega, donde a menudo se le vuelve a someter a una nueva decantación en tanque antes de ser comercializado.

Conviene señalar que la separación descrita es muy eficaz, si bien no es perfecta, debiendo ser regulada en función del contenido en agua de la fase líquida tratada. Para ello la centrífuga está dotada de unos anillos de regulación que regulan el nivel radial de la boca de salida de agua. Una elección inadecuada provoca obtención de aceite con alto residuo acuoso, o bien el caso contrario, salida de alpechín con alto contenido graso (indeseable económicamente), debiéndose elegir una solución de compromiso entre ambos, y regulando además la adicción del agua de proceso añadida a la centrífuga.

La presencia de sólidos en el aceite sucio obliga a detener con cierta frecuencia la centrifugación para proceder a la limpieza y separación de los sólidos acumulados.

Con objeto de evitar este inconveniente, se ha pasado a utilizar las centrífugas verticales autolimpiables, que descargan automáticamente las borras, mediante un dispositivo hidráulico que abre unos orificios practicados en la parte inferior del tambor, donde se acumulan los sólidos, para permitir su salida. La frecuencia de las descargas depende del espacio habilitado para el almacenamiento de borras en el interior de la centrífuga, y de las características del aceite sucio que entra.

MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.

5. UNIDAD DE TERMOBATIDO.

5. UNIDAD DE TERMOBATIDO.

MOTIVACIÓN DE LA UNIDAD.

El aceite se encuentra en el mesocarpio de las aceitunas en forma de gotas diminutas, dentro de las vacuolas de las células. El primer paso para la extracción del aceite es efectuar la molienda; con ésta se produce el desgarramiento de los tejidos dando lugar a la pasta de aceitunas.

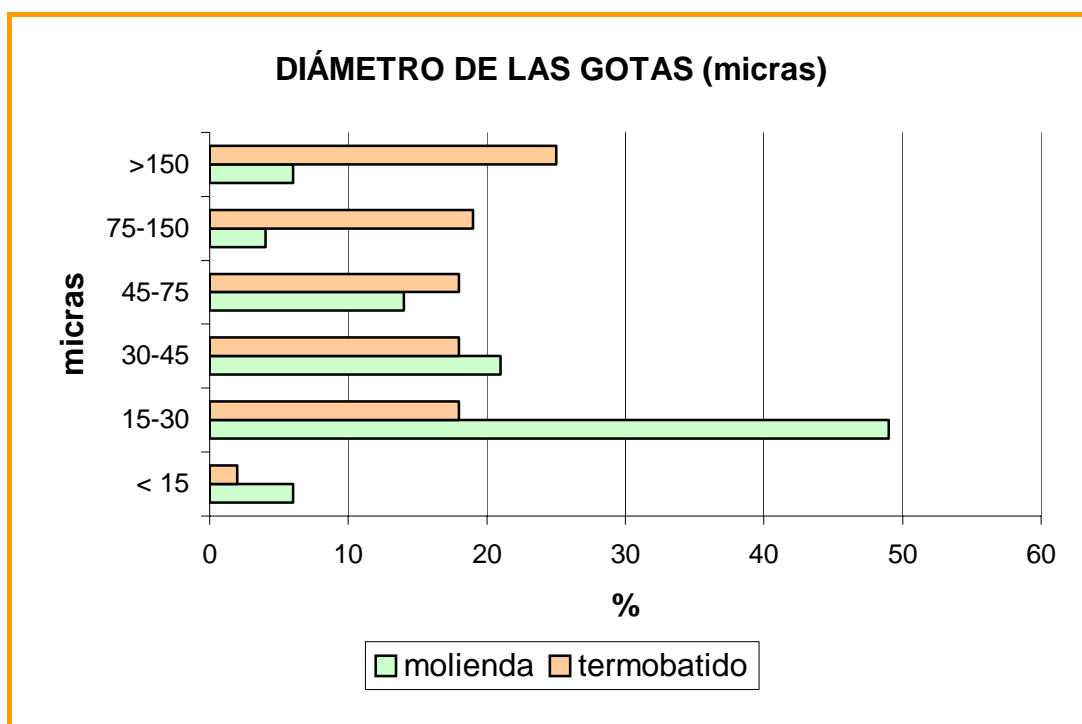
Los glóbulos de aceite quedan libres, se agrupan en algunos casos, y forman gotas de tamaños muy variables en contacto con el alpechín, formado por el agua de vegetación de los frutos y por restos de agua de los tratamientos previos a la molturación (lavado de aceitunas y agua de adición).

Como consecuencia de este contacto, las proteínas solubilizadas en el alpechín se depositan en las gotas, desnaturalizándose parcialmente y formando membranas lipoproteicas que comunican a las gotas una estabilidad considerable.

La pasta está formada por fases sólidas (trozos de hueso y de pulpa) y fases líquidas (gotas de aceite y alpechín en fase continua).

La preparación de la pasta requiere un batido, para facilitar que las gotas de menor estabilidad, generalmente las de mayor tamaño, se unan formando en algunos casos las bolsas de aceite que se desligan de los sólidos de la pasta.

Los tamaños de las gotas de aceite, modificadas por el efecto de la molienda y el batido, ofrecen la siguiente distribución porcentual:



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 (**Civantos, 1998**), (**Hermoso, 1998**).

Las gotas que están fuertemente estabilizadas por sus membranas lipoproteicas permanecen dispersas en el alpechín formando emulsiones muy estables; algunas de estas gotas son del tamaño de las existentes en las vacuolas.

En la pasta de aceituna se puede distinguir una fase sólida formada por los restos de los tejidos, y una fase líquida con el aceite y el alpechín. Pero no es una mezcla simple de estos componentes porque se constituyen numerosos sistemas en estado de gel (microgeles), de estructura reticular, en cuyos espacios retienen importantes cantidades de gotitas de aceite y de alpechín, que se denomina mosto normal.

La individualidad de los microgeles se conserva en todo momento, correspondiendo a la operación de batido sacar del interior de estos microgeles parte de las gotas de aceite y de la fase continua de alpechín allí retenidas.

El conjunto de los microgeles en unión de trozos de epicarpio y restos de estructuras celulares, constituyen la pulpa de los almazareros.

Entre dichos microgeles se hallan fragmentos de huesos, burbujas gaseosas y mosto oleoso suelto, formando el conjunto heterogéneo que es la pasta.

El proceso de extracción consiste en obtener todo el aceite suelto, y la parte de aceite normal que sea posible, utilizando medios físicos.

Sin embargo, después de la extracción queda aceite retenido en los sólidos de la pasta debido, a las limitaciones de los medios extractivos o a la afinidad existente entre las fases sólidas y la fase líquida: aceite o alpechín.

Los sólidos de la pasta pueden clasificarse como hidrófilos o lipófilos según presenten mayor afinidad por el aceite o por el alpechín:

- Sólidos cuyas superficies se mojan preferentemente por el aceite. Son el epicarpio del fruto y la epidermis interna del endocarpio. Las pérdidas de aceite ocasionadas por el mojado selectivo de estas superficies lipófilas es prácticamente despreciable dada su escasa superficie.
- Sólidos con mayor afinidad por el alpechín. Son el endocarpio leñoso y los componentes del albumen y del embrión, los cuales no retienen aceite.
- Sólidos que presentan un comportamiento variable, fundamentalmente el mesocarpio. Es la parte de más peso del fruto y la que se encuentra en mayor contacto con el aceite y se comporta

preferentemente como hidrófilo. Si bien hay algunas zonas lipófilas en las que se pueden quedar retenidas cantidades apreciables de aceite, como ocurre en los frutos que no han alcanzado la madurez completa.

DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD.

Con el batido se pretende conseguir una buena separación de las diferentes fases que constituyen la pasta. El batido completa el efecto de cizallamiento de las partes insuficientemente tratadas en la molienda y reúne en una fase oleosa continua las gotas de aceite dispersas en la pasta molida.



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. Con el fin de facilitar la posterior separación de los aceites, se dota a las batidoras de un sistema de calefacción situado en una doble pared de la termobatidora, tuberías internas o paletas huecas por las que circula el agua de calefacción, que proviene de una sala de calderas.

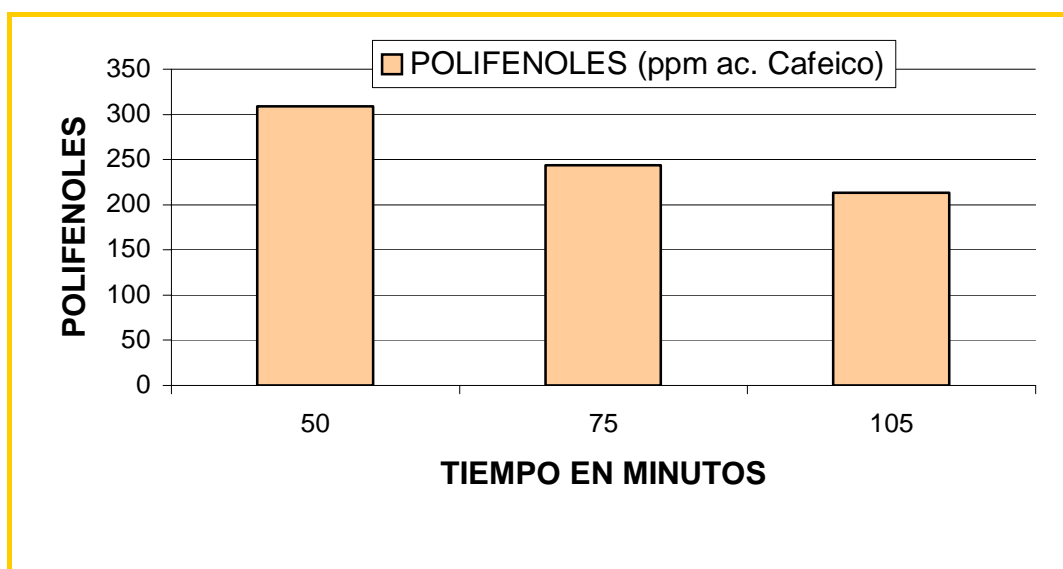
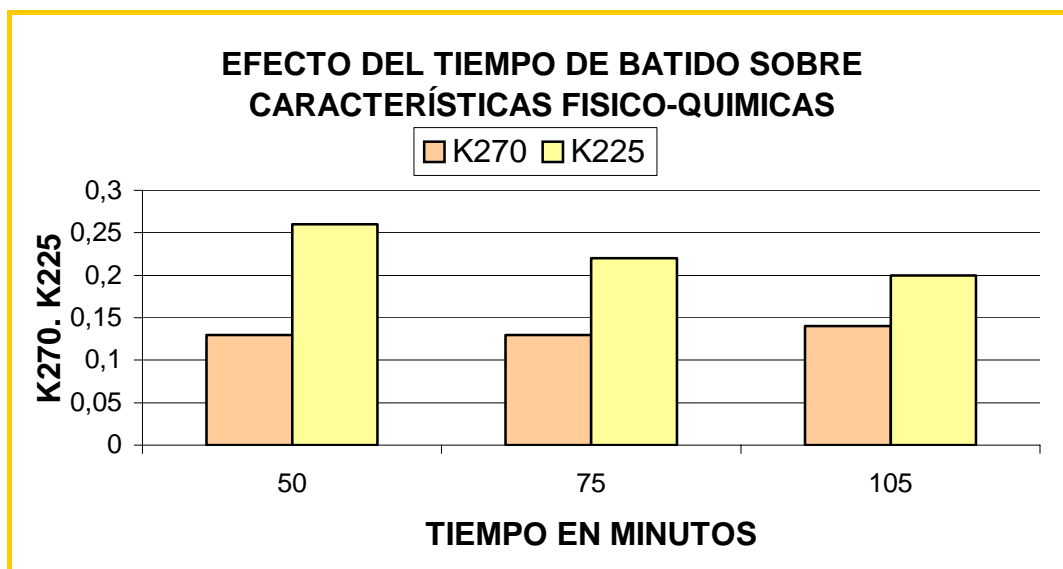


En la operación de batido hay que cuidar:

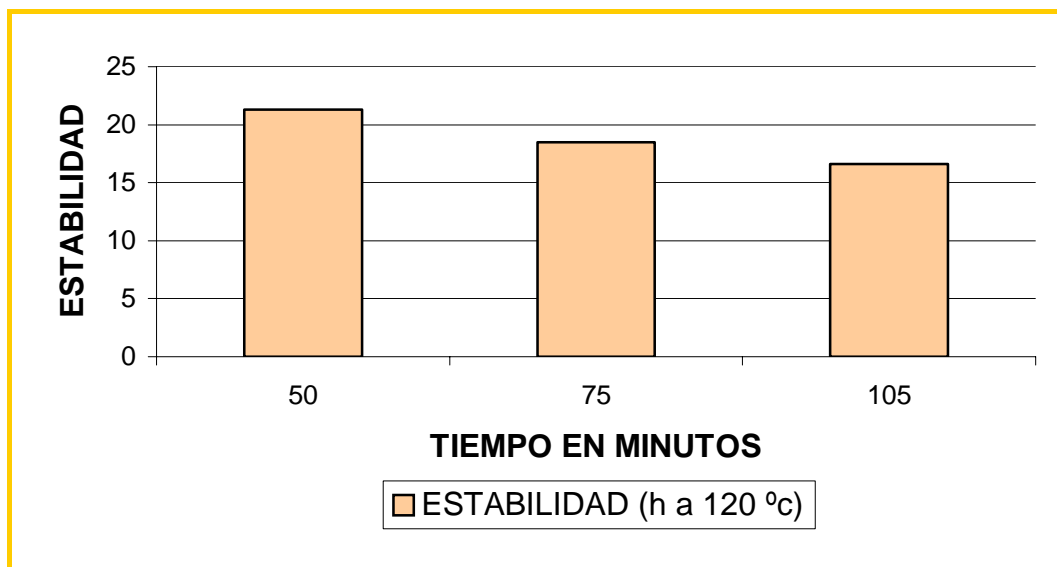
- **Velocidad de las paletas móviles.** Si es excesiva se favorecen las emulsiones.
La velocidad orientativa oscila entre 15-20 r.p.m.. Debe reducirse en pastas difíciles (aquellas en las que se dificulta la extracción del aceite debido a una pérdida total o parcial de su estructura) a la vez que se reduce el caudal.
- **Tiempo de batido.** Si es excesivo puede producir pérdida de aromas, disminución de la estabilidad, disminución del contenido de polifenoles. Los aceites muy batidos incrementan la intensidad de color. El tiempo suele ser entre 50-90 minutos , sin sobrepasar los 105 en las pastas difíciles.

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.

Desde el punto de vista de las características del aceite obtenido, los parámetros que se han visto influidos por los distintos tratamientos se reflejan en los siguientes cuadros * :



* Referencia bibliográfica múltiple: (Amirante, 19893), (Hermoso, 1995), (Di Giovacchino, 2002), (Angerosa, 2000), (Martínez, 1974), (Angerosa, 2001), (Ranalli, 2001)



El contenido en polifenoles y los parámetros con él relacionados (k225 y estabilidad) disminuyen de manera significativa cuando se prolonga el tiempo de batido.

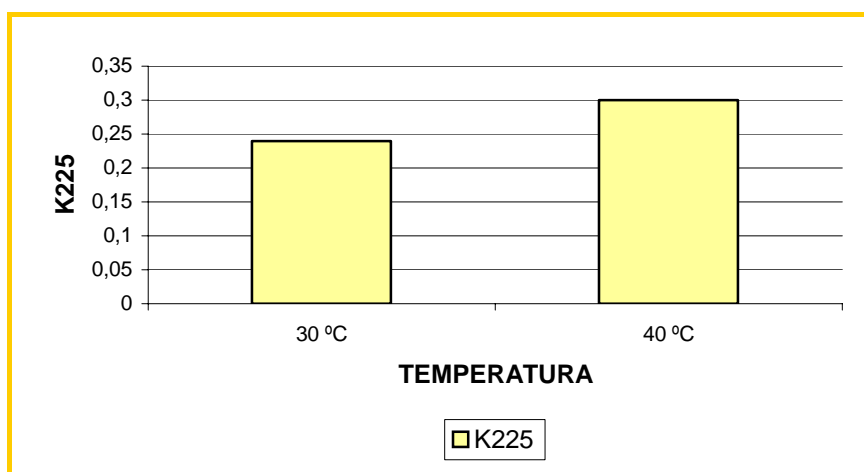
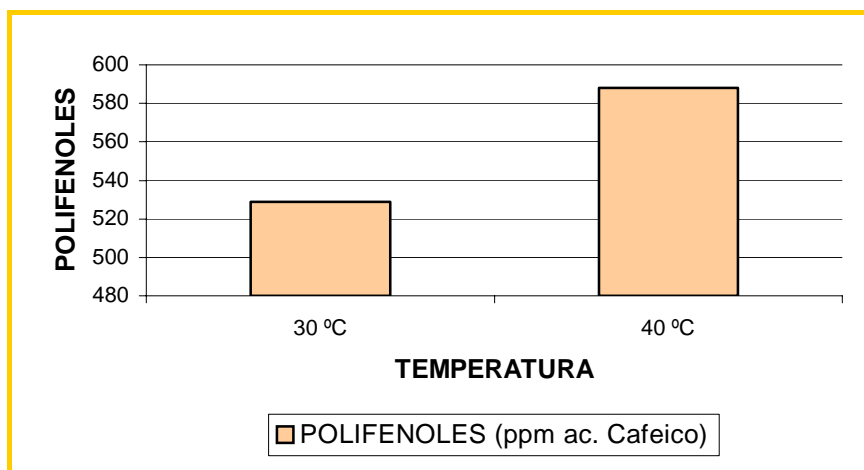
El tiempo de batido no ha influido en otros parámetros como grado de acidez, índice de peróxidos y K232.

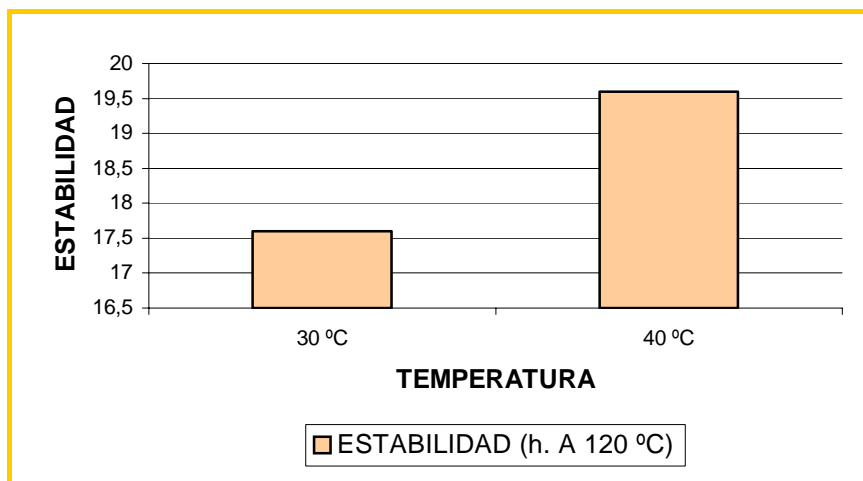
Por lo todo lo anterior se ha optado por diseñar la termobatidora para que tenga un **tiempo de retención de 60 minutos.**

- **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 es de 30 °C-35 °C en la pasta, y si se sobrepasa se provocan alteraciones en la calidad del aceite. Debe cuidarse la uniformidad de la temperatura de la pasta, porque no conduce bien el calor, pudiendo ser más elevada en aquellas zonas más en contacto con las superficies calientes.

Experimentalmente se comprueba que el rendimiento graso/seco de los orujos baja cuando la temperatura de la masa pasa de 30 °C a 40 °C.

Los parámetros de calidad que se ven afectados debido a los distintos tratamientos se observan en los siguientes cuadros (**Civantos, 1998**):





Solo los polifenoles, K225 y estabilidad aumentaron al elevarse la temperatura de la masa de batido. 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.

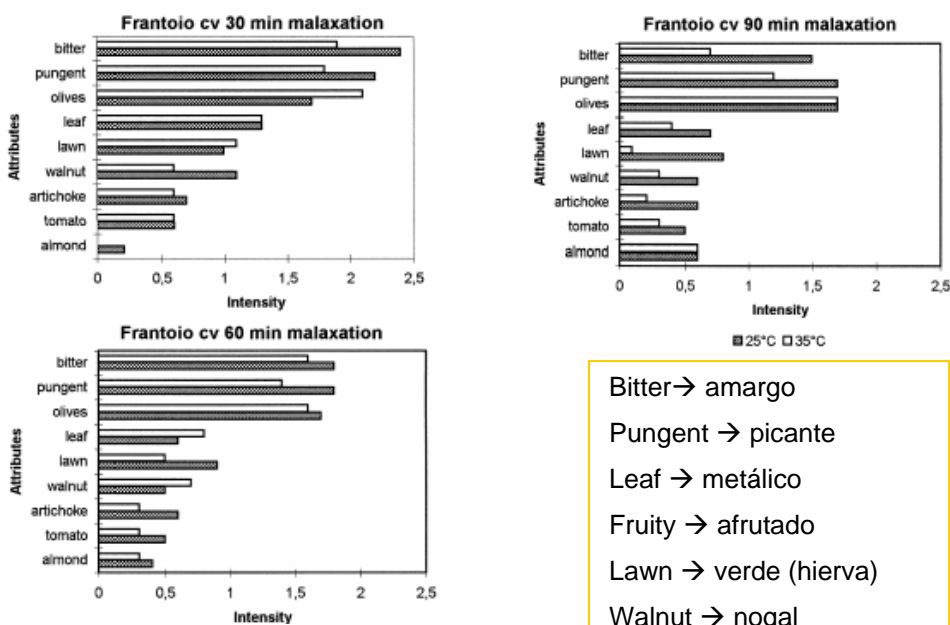
Observando un análisis realizado a la variedad italiana Caroleo en función de la temperatura de la pasta de aceituna:

Analytical oil parameters [mg kg ⁻¹]	Caroleo								
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C					
Free acid content (as oleic acid) [g kg ⁻¹]	2.9 ^a	3.0 ^a	3.2 ^a	3.7 ^b	Tocopherols (α-tocopherol) [mg kg ⁻¹]	108 ^a	119 ^b	136 ^c	133 ^c
Peroxide index [meq O ₂ kg ⁻¹]	6.1 ^a	6.0 ^a	6.3 ^a	7.5 ^b	Swift's accelerated oxidation test [h]	10.7 ^a	11.1 ^b	12.0 ^c	12.1 ^c
Carbonyl index – WMI (E/Y)	2.3 ^a	2.1 ^a	2.5 ^a	3.2 ^b	Sensory scoring (panel test)	7.4 ^a	7.3 ^{ab}	7.1 ^b	6.7 ^c
k ₂₃₂	1.41 ^a	1.42 ^a	1.43 ^a	1.57 ^b	Turbidity (NTU) ⁵⁾	80 ^a	85 ^a	78 ^a	81 ^a
k ₂₇₀	0.09 ^a	0.09 ^a	0.11 ^a	0.21 ^b	Sterols [mg 100 g ⁻¹]	152.3 ^a	155.0 ^a	161.1 ^b	165.5 ^c
Chlorophylls and pheophytins [mg kg ⁻¹]	4.9 ^a	5.9 ^b	6.7 ^c	6.5 ^c	Triterpene dialcohols [mg 100 g ⁻¹]	1.8 ^a	1.9 ^{ab}	2.1 ^{bc}	2.3 ^c
β-Carotene [mg kg ⁻¹]	0.82 ^a	1.12 ^b	1.28 ^c	1.25 ^c	Long-chain alcohols [mg 100 g ⁻¹]	7.1 ^a	7.5 ^b	7.9 ^c	8.3 ^c
Xanthophylls [mg kg ⁻¹] ¹⁾	3.78 ^a	4.01 ^b	4.45 ^c	4.48 ^c	Superior triterpene alcohols [mg 100 g ⁻¹]	83.4 ^a	84.6 ^a	87.5 ^b	89.8 ^c
Naudet's integral colour index ²⁾	6.1 ^a	6.6 ^b	8.5 ^c	8.3 ^c	Triacylglycerols [%] ⁶⁾	95.8 ^a	95.4 ^a	96.9 ^a	96.7 ^a
Phenolics (as caffeic acid) [mg kg ⁻¹] ³⁾	115 ^a	128 ^b	146 ^c	144 ^c	1,2-diglycerides/ 1,3-diglycerides ratio	1.60 ^a	1.51 ^a	1.20 ^b	0.77 ^c
o-Diphenols (as caffeic acid) [mg kg ⁻¹] ³⁾	56 ^a	65 ^b	79 ^c	79 ^c	Σ Mono/Σ polyunsaturated fatty acids ratio	11.5 ^a	11.7 ^a	11.9 ^a	12.5 ^b
Tyrosol (free + aglycons, as resorcinol) [mg kg ⁻¹] ⁴⁾	20.3 ^a	26.1 ^b	37.2 ^c	38.5 ^c	Waxes	191 ^a	200 ^a	220 ^b	262 ^c
Hydroxytyrosol (free + aglycons) [mg kg ⁻¹] ⁴⁾	35.1 ^a	41.3 ^b	52.7 ^c	53.5 ^c					

Lo cual esta de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

La temperatura de la pasta de aceituna óptima de es de 30 °C.

Realizando un estudio de estas dos variables fundamentales, como son el tiempo de batido y la temperatura de la pasta de aceituna, en este caso con variedades italianas, se observa lo siguiente:



- Bitter → amargo
- Pungent → picante
- Leaf → metálico
- Fruity → afrutado
- Lawn → verde (hierva)
- Walnut → nogal
- Almond → almendra
- Artichoke → alcachofa

- **Adición de coadyuvantes tecnológicos.** Se forman pastas difíciles en la molienda y batido de frutos a principios de campaña o cuando se alarga mucho la recolección. Para evitar estos problemas 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 legalmente autorizados para ello: **microtalcó natural y enzimas pectolíticas.**

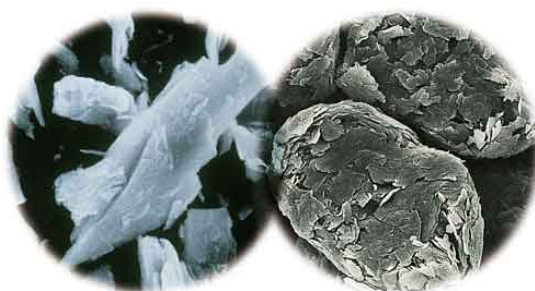
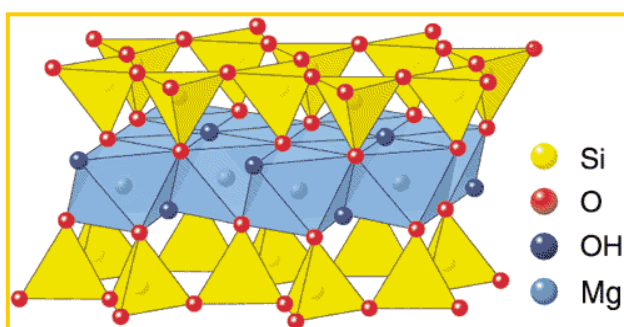
En un sistema de dos fases, a estos dos coadyuvantes clásicos, se debe añadir un tercer coadyuvante: **el agua.**

- **MICROTALCO NATURAL (MTN): $Mg_3 Si_4 O_{10} (OH)_2$**

El microtalcó natural (MTN) mejora considerablemente la textura de la pasta y aumenta el rendimiento de la extracción, todo ello sin afectar a las propiedades intrínsecas de la pasta ni modificar las características fisicoquímicas y organolépticas de los aceites (**Talcoliva, 2004**).

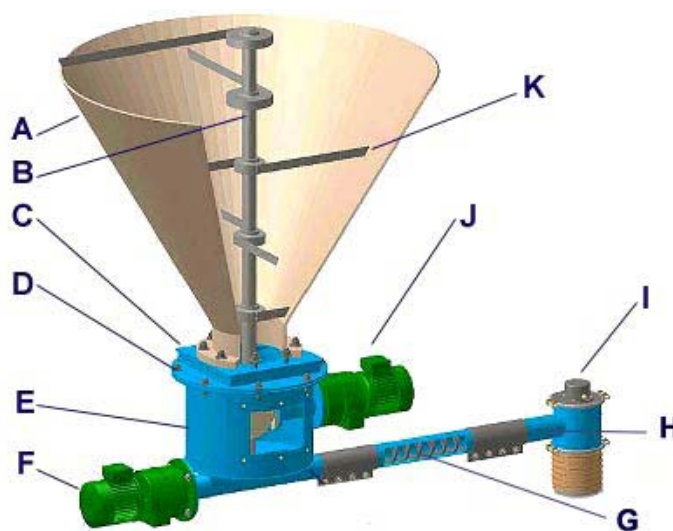
Con su uso se obtienen aceites más limpios, disminuye la proporción de sólidos finos y mejora el agotamiento de los subproductos.

La adición del MTN se realiza al inicio del batido en dosis comprendidas entre **1%-3%**, según criterio del maestro de molino. Dosis demasiado altas conducirán a pérdidas de aceite en los orujos, al retener el MTN más del necesario y eliminarse con los orujos.



El empleo del microtalco se facilita con la instalación de dosificadores mecánicos, con tolva para este material pulverulento, tornillo transportador y dispositivo de regulación electrónica de la dosificación.

- A Cono del silo
- B Turbina rompebóvedas
- C Registro de aislamiento
- D Brida loca
- E Cuerpo del rompebóvedas
- F Motorreductor dosificador
- G Espira de dosificación
- H Tubo del dosificador
- I Seguridad antiapelmazamiento
- J Motorreductor rompebóvedas
- K Alabes rompebóvedas



Este microtalco se elimina completamente con el orujo tras la centrifugación.

En almazaras del CSIC se han realizado experimentos con microtalco llegando a las siguientes observaciones (**Hermoso, 1995**):

- ✓ En todos los casos, la aportación de talco a dosis del 1% disminuyó significativamente el rendimiento graso / seco del orujo.
- ✓ La dosis del 2% no proporcionó reducción del contenido graso del orujo sobre la del 1%. En caso de pastas de gran dificultad de elaboración, pueden ser necesarios dosis del 2% o superiores.
- ✓ Los aceites, a la salida del decánter, aparecen más limpios.

- ✓ Se observa una tendencia a subir el contenido de polifenoles, amargor, sabor picante y a disminuir el flavor dulce cuando se aumenta la dosis de talco al 2%.

Se ha optado por **añadir a la pasta de aceituna en la termobatidora un 1% de microtalco natural** pudiéndose aumentar esta cantidad en función de la materia grasa / seco analizada en el alpeorujo.

○ ENZIMAS PECTOLÍICAS:

En cuanto al uso de enzimas es una técnica cada vez más utilizada en la industria alimentaria. Para la del aceite se utilizan las **pectinasas**.

Se emplean **dosis del orden de 200 mg/Kg** añadidas al inicio del batido.

Las pastas tratadas no presentan modificaciones en la textura y fluidifican ligeramente la pasta.

Existe la posibilidad de combinar el uso de ambos coadyuvantes tecnológicos, talco y enzimas.

El reconocimiento de un correcto batido puede hacerse mediante comprobación visual.

En el último cuerpo de la termobatidora, o en la abertura de salida , la pasta deberá responder a las siguientes características:

- ✓ No adherirse a las paletas; al salir éstas de la pasta deben ir limpias.
- ✓ Masa más oscura que en el primer cuerpo, con aspecto granuloso.
- ✓ Capas de aceite sobrenadante.

Se mejora el rendimiento industrial de las pastas, resultando orujos más agotados.

Los preparados enzimáticos actúan sobre las membranas celulares y lipoproteicas, facilitando la extracción de aceite.

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.

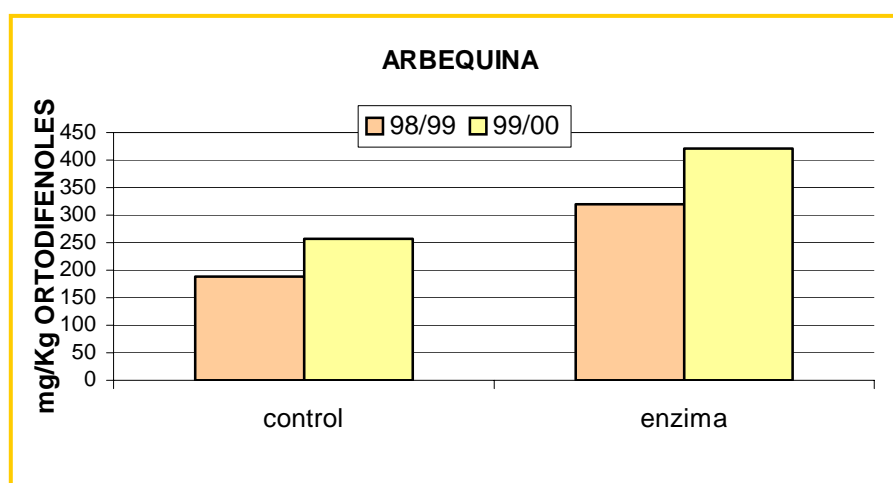
Los efectos de estas adiciones a la pasta de aceitunas se muestran en los siguientes gráficos (**García, 2001**):

Effect of enzyme use during malaxation on the analytical characteristics of virgin olive oils of Arbequina and Picual cultivars

Analytical	Cultivar							
	Arbequina				Picual			
	Season 1998/1999		Season 1999/2000		Season 1998/1999		Season 1999/2000	
	Control	Enzyme ^a	Control	Enzyme	Control	Enzyme	Control	Enzyme
Acidity (as % of oleic acid)	0.15	0.15	0.18	0.21	0.39	0.27	0.18	0.22
Peroxide (meq O ₂ /kg)	7.0	5.8	3.4	3.2	12.5	11.6	2.9	2.7
K ₂₇₀	0.12	0.14	0.10	0.10	0.14	0.13	0.11	0.11
K ₂₃₂	1.80	2.12	1.55	1.70	1.58	1.79	1.73	1.54
Rancimat stability (h)	40.1	47.6	51.3	55.6	42.7	65.7	107.1	113.1

^aOlivex + Glucanex.

Se observa una disminución en el índice de peróxidos y un aumento significativo en la estabilidad del aceite de oliva virgen.



En el gráfico anterior se observa un aumento considerable en polifenoles lo que está en acuerdo con el aumento de la estabilidad Rancimat.

○ **AGUA:**

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

Lugar de adición del agua:

- ✓ Molino o inicio del termobatido: parte del agua es absorbida por las partes hidrófilas de la aceituna y aparece aceite sobrenadante.
- ✓ Decánter: con el fin de ampliar el espesor de la fase acuosa, dificultando así las fugas de aceite en el orujo.

Resultados experimentales (**Hermoso, 1995**):

- ✓ La inyección de agua al decánter es significativamente más eficaz que la adición de agua a la batidora.
- ✓ Cuando el agua se adiciona a la batidora, se necesita una cantidad sustancialmente más elevada para conseguir rebajar el rendimiento graso / seco del orujo, sin alcanzar, en ningún caso, lo conseguido cuando se inyecta directamente al decánter.
- ✓ No es aconsejable sobrepasar el 10% de agua en la inyección incluso con aceituna de humedad del 35 % debido a : aumento de la humedad en el orujo, fracciones de orujo que aparecen en el aceite del decánter.
- ✓ Características de los aceites: no se aprecian diferencias significativas en ninguno de los parámetros: acidez, peróxidos, K232, polifenoles totales, K225, estabilidad,...)

▪ SELECCIÓN DE COADYUVANTES:

A la vista de todo lo anterior, el uso de coadyuvantes es interesante para aumentar el grado de extractabilidad de la aceituna así como para aumentar la calidad del aceite obtenido.

El tipo de coadyuvante a elegir será función del grado de humedad del fruto y de la mayor o menor dificultad de la pasta a procesar:

- Con frutos de más del 45-47 % de humedad el tratamiento más aconsejable sería el talco y/o enzimas. Hay que tener en cuenta que las enzimas son más caras y contaminan más que el talco.
- Con frutos de humedad inferior al 40 % el tratamiento más eficaz sería el agua.
- Si la aceituna tiene un nivel de humedad intermedio el tratamiento más eficaz sería el talco + agua.

El parámetro, en todo caso, que decidirá que tratamiento adoptar será el contenido graso del orujo expresado sobre materia seca.

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.

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

▪ UTILIZACIÓN DE ATMÓSFERA DE NITRÓGENO:

Se ha estudiado también la posibilidad de utilizar atmósferas inertes durante todo el proceso de extracción del aceite de oliva virgen.

Eliminando la presencia de oxígeno se evita o reduce la oxidación del aceite.

Se han realizado experiencias y los resultados son los siguientes:

	Malaxed under air contact		Malaxed under N2 contact	
	Paste [§] [mg/g of dry weight]	Oil [‡] [mg/kg]	Paste [§] [mg/g of dry weight]	Oil [‡] [mg/kg]
O ₂ [ppm] [†]	6.9 ± 0.7 ^a	–	0.16 ± 0.07 ^b	–
Phenolic compounds: [‡]				
3,4-DHPEA	0.04 ± 0.01 ^a	0.7 ± 0.1 ^{ab}	0.04 ± 0.01 ^b	2.0 ± 0.2 ^a
p-HPEA	0.04 ± 0.01 ^a	1.2 ± 0.1 ^{ab}	0.03 ± 0.01 ^b	2.6 ± 0.3 ^{bc}
3,4-DHPEA-EDA	5.7 ± 0.3 ^a	317 ± 16 ^{ac}	10.6 ± 0.5 ^d	504 ± 6 ^{bc}
p-HPEA-EDA	–	25.8 ± 1.4 ^{ac}	–	28.4 ± 1.4 ^f
p-HPEA derivative	–	24.2 ± 0.8 ^{ab}	–	21.6 ± 1.3 ^{ab}
3,4-DHPEA-EA	–	177 ± 8 ^{ab}	–	242 ± 5 ^{ac}
Demethyloleuropein	0.30 ± 0.01 ^a	–	0.71 ± 0.04 ^d	–
Verbascoside	1.3 ± 0.1 ^a	–	2.4 ± 0.2 ^c	–
Oleuropein	0.75 ± 0.05 ^a	–	1.19 ± 0.03 ^c	–
Luteolin-7-glucoside	0.13 ± 0.01 ^a	–	0.25 ± 0.01 ^a	–
Rutin	0.11 ± 0.01 ^a	–	0.17 ± 0.01 ^a	–

Se observa un aumento, en la pasta de aceitunas, de todos los precursores de los polifenoles y en el aceite de oliva extraído un aumento considerable de éstos.

A pesar de la significativa mejoría en la calidad de los aceites obtenidos bajo atmósfera de nitrógeno, industrialmente éste modo de trabajo no se utiliza a cabo por las dificultades técnicas que conlleva.

Por lo tanto en éste proyecto no se utilizará ésta técnica.

SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA OLEÍCOLA ANDALUZA.

Previamente se definirá el ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD (I.G.C.):

$$\text{I.G.C.} = 2,55 + 0,91 \cdot \text{E.S.} - 0,78 \cdot \text{A} - 7,35 \cdot \text{K270} - 0,06 \cdot \text{I.P}$$

Siendo:

- **E.S.:** Evaluación sensorial
- **A:** Acidez
- **K270:** Transmisión al ultravioleta a 270 nm
- **I.P.:** Índice de Peróxidos

Entre las características principales de las batidoras destacan el tipo de batidora, los materiales de los que se construyen, el número de cuerpos así como su capacidad.

En las almazaras andaluzas hay un total de 331 batidoras lo que supone una media de más de 1,6 batidoras por industria. La capacidad media de las batidoras instaladas se sitúa en torno a 8.000 litros, mientras que la capacidad media de batido de las almazaras es de 21.926 litros.

En la tabla siguiente se muestran resumidas las características de las batidoras presentes en las almazaras (**Toro, 2003**):

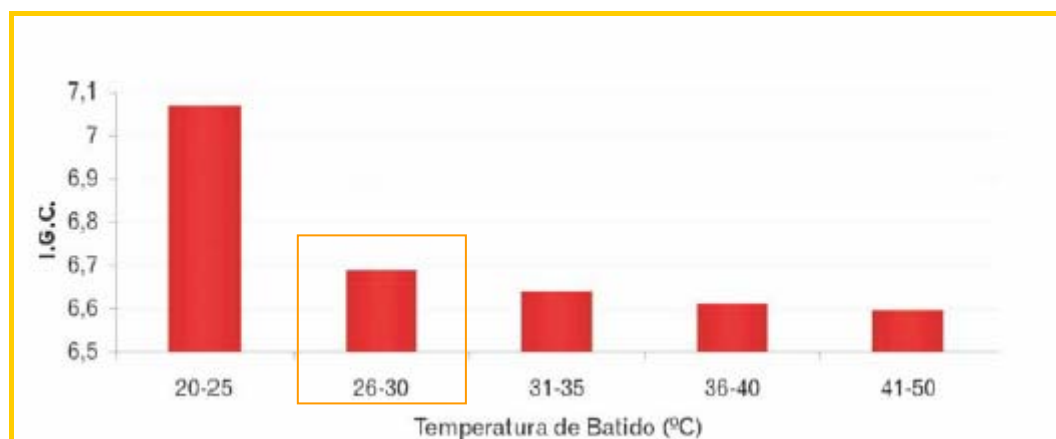
TIPO	Horizontal		Vertical			
Número de batidoras	287		44			
Porcentaje de las batidoras	86,7 %		13,3 %			
NÚMERO DE CUERPOS	1	2	3	4	5	6
Número de batidoras	27	114	141	44	3	2
Porcentaje de las batidoras	8,2%	34,4%	42,6%	13,3%	0,9%	0,6%
MATERIAL	Acero inoxidable		Acero al carbono			
Número de batidoras	312		19			
Porcentaje de las batidoras	94,3 %		5,7 %			

En lo que respecta al **tiempo de batido** se recomienda trabajar a tiempos en torno a 1,5 horas, los tiempos de batido más generalizados en las almazaras visitadas oscilan entre 1 y 2 horas situándose la mayor parte de las mismas en torno a este segundo valor que es considerado un tanto elevado para la obtención de aceites de calidad. Se han registrado tiempos de batido incluso superiores a las 4 horas en el 0,8% de los casos.

Tiempos de Batido	
1 hora	19,6%
1,5 horas	2,0%
2 horas	72,4%
3 horas	5,2%
4 horas	0,8%

Otro parámetro fundamental en el batido es la **temperatura** a la que se realiza éste, que no debería superar los 25-30 °C. La mayor parte de las almazaras (74,3% de las batidoras) trabajan a temperaturas comprendidas entre los 31-40 °C y sólo en el 17,4% de las batidoras se trabaja a temperaturas iguales o inferiores a los 30 °C.

Temperaturas de Batido	
TEMPERATURAS DE BATIDO (°C)	PORCENTAJE DE BATIDORAS
20-25	1,7%
26-30	15,7%
31-35	36,8%
36-40	37,5%
41-50	8,3%

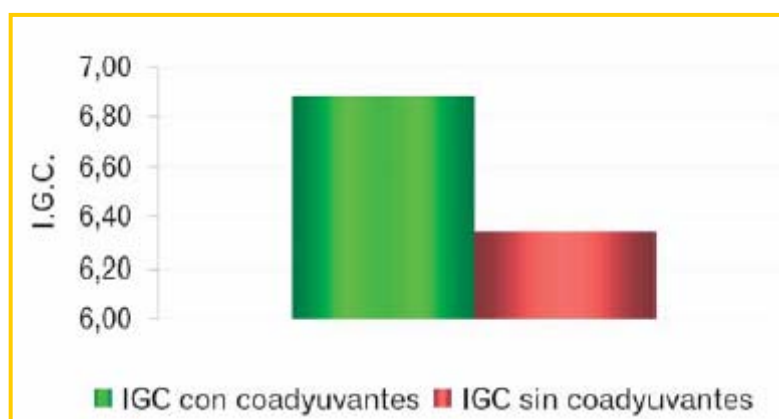


Se observa que las mayores calidades de producto final se obtienen cuando se trabaja a temperaturas de batido comprendidas entre los 20 y los 25°C.

La adición de coadyuvantes tecnológicos en el batido es una práctica que permite reducir la temperatura y el tiempo de batido sin incidir negativamente en las características del aceite. En prácticamente tres de

cada cuatro almazaras (74,1%) se utilizan coadyuvantes, su uso en estas almazaras se resume en la Tabla:

Utilización de coadyuvantes en el Batido			
	NÚMERO DE ALMAZARAS		PORCENTAJE ALMAZARAS
MOMENTO DE USO	A lo largo de toda la campaña	67	42,7%
	Sólo en momentos puntuales	90	57,3%
	TOTAL	157	
DOSIFICACIÓN	Manual		86,4%
	Dosificador		13,6%
COADYUVANTE UTILIZADO	Sólo Talco	144	91,7%
	Sólo Enzimas	7	4,5%
	Talco y Enzimas	6	3,8%
	TOTAL	157	



CARACTERÍSTICAS DE LA TERMOBATIDORA DISEÑADA:

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito y una vez realizados los cálculos (anexos a la memoria, apartados 2 y 3), las características de la termobatidora diseñada son:

- N° termobatomadoras = 2
- N° de módulos por termobatidora = 2
- Caudal de alimentación de pasta de aceituna por termobatidora = 694.45 kg/h.
- Temperaturas =
 - Entrada pasta aceituna = 22 °C
 - Entrada pasta de aceituna en 2º módulo = 26 °C
 - Salida pasta de aceituna de 2º módulo = 30 °C
 - Entrada agua de calefacción 1º módulo = 50 °C
 - Entrada agua de calefacción 2º módulo = 49.77 °C
 - Salida agua de calefacción 2º módulo = 49.54 °C
- Caudal agua de calefacción = 2.5 l/s
- Coeficiente global de transmisión de calor = 96.683 W/m² °C
- Características geométricas (por módulo) =
 - Diámetro externo = 0.555 m
 - Diámetro interno = 0.523 m
 - Longitud = 1 m

Para detalles constructivos véanse planos 5, 6 y 7.

MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.

**6. UNIDAD DE DECANTACIÓN
CENTRÍFUGA. DECÁNTER**

6. UNIDAD DE DECANTACIÓN CENTRÍFUGA. DECÁNTER.

MOTIVACIÓN DE LA UNIDAD.

En la pasta de la aceituna molida y batida pueden distinguirse tres fases: sólidos (hueso, pulpa, piel y otros), agua (de vegetación y de adición, en su caso) y aceite.

Se separarán entre sí sometiendo la pasta a la acción de la fuerza centrífuga que se genera en el decánter girando a un elevado número de revoluciones. La fuerza creada por una centrífuga será mayor cuando aumenta el radio interior y las revoluciones a las que gira. El incremento de la velocidad de rotación influye más que el incremento del radio.

SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO.

Se realiza en la centrífuga horizontal o decánter, llega la pasta procedente de la termobatidora impulsada por una bomba mono, 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 un cuerpo fijo de goma sintética.

ANTECEDENTES DEL DECÁNTER (Ranalli, 1995).

- **1902 → Boullier**, primera extracción del aceite de oliva mediante la centrifugación de la pasta.
- **1904 → Agricultural Experimental Observatory of California**, utilización de una cesta de mayor diámetro.
- **1908 → Bracci**, bajos rendimientos de extracción y orujo con alto gado de residuo graso.
- **1908 → Morel-Revoli**, centrífugas más potentes, utilización como paso previo a la extracción por presión, se consiguieron aceites con menor acidez.

- **1926** → **Degki Tai**, utilización de centrifugas con sección cónica.
- **1927** → **California Packing Corporation**, patenta una nueva centrifuga llamada "Cyclone", con mayor velocidad de rotación y un sistema para la salida del orujo.
- **1929** → **Ortiz**, extracción en continuo, sin buenos resultados.
- **1931** → **Ferrari**, utilización de una cesta sin agujerear.
- **1937** → **Pantanelli**, utilización de la primera centrifuga con eje horizontal.
- **1940** → **Perogio**, nuevo intento con las cestas perforadas.
- **1950** → **Tortorelli**, centrifugas horizontales de 900 rpm, no se obtuvieron buenos resultados.
- **1955** → **Corteggiani**, vuelta a la centrifuga vertical.
- **1960** → **Veraci Company**, construye la primera centrifuga con descarga automática de orujo, llamada "Primola".
- **1960** → **Westfalia-Enfida Company**, utilización de la dilución con agua, separación del hueso y la piel, los resultados no fueron satisfactorios.
- **1965** → **Alfa-Laval Company**, construcción de "Centriolive Plant" es la actual centrifugación horizontal de 3 fases.
- **1971** → **Pieralisi**, construcción de una centrifuga similar.
- **1992** → construcción del decanter de 2 fases.

DECÁNTER DE 3 FASES.

La pasta se fluidifica con una cantidad variable de agua, entre 0.6 y 1 litro por cada kilogramo, a una temperatura que no debe superar los 35 °C.

Una mayor temperatura afectará a la calidad del aceite obtenido sin aportar incremento significativo del rendimiento de extracción.

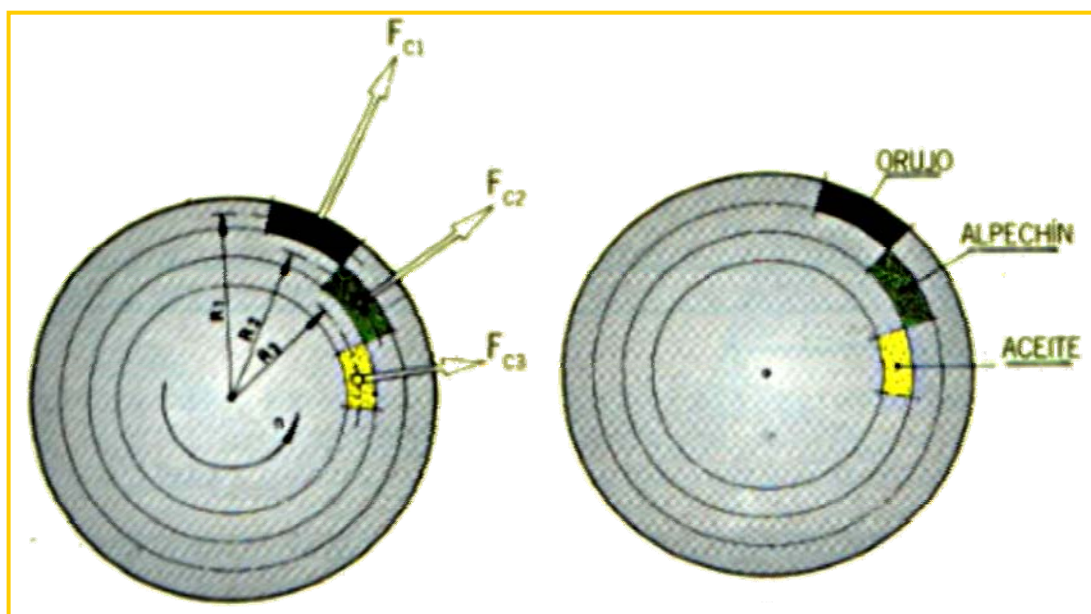
La adición de agua es necesaria para facilitar el transporte de la pasta, mantener la temperatura de trabajo y crear capas de líquidos de suficiente espesor para una adecuada separación de las tres fases.

La cantidad de agua de adición es un factor a cuidar, que dependerá de las características de la pasta.

El exceso o déficit de agua se traduce rápidamente en alteraciones del rendimiento de extracción.

La observación de los productos tras la separación indicará de forma empírica la proporción adecuada (**Hermoso, 1998**).

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



- ✓ El orujo, como elemento más pesado, con densidad entorno a 1.2 g/cm^3 ocupará la parte más alejada del eje de giro, el espacio más próximo a la pared del rotor.
- ✓ El alpechín, con una densidad en torno a 1.08 g/cm^3 más ligero que el orujo pero más pesado que el aceite, ocupará un anillo a continuación del orujo.
- ✓ El aceite con una densidad de 0.945 g/cm^3 se ve obligado a ocupar el anillo, más próximo al eje de giro.

La separación de las fases no es nítida, aunque en el diseño si se consideran nítidas, por lo que se encuentran zonas de transición.

Por razones constructivas, las centrífugas horizontales no pueden aumentar su diámetro sin limitación, ni girar a un límite superior a 3000 o 4000 r.p.m. A esta limitación se une la escasa diferencia de densidad entre las distintas fases.

Los productos que salen por las tres salidas presentan las siguientes características:

- **Orujo húmedo** (45-50 % humedad) por estar en contacto con el anillo de alpechín. En condiciones normales el agotamiento de grasa es bueno, pues las fases orujo y aceite no están en contacto. A la salida el orujo cae sobre un transportador helicoidal horizontal que lo conduce al exterior de la almazara. Y lo acumula generalmente en tolvas elevadas, desde donde se carga en vehículo para su traslado a la extractora de orujo.



- **Alpechín**, formado por la mayor parte del agua de vegetación y del agua de dilución, con un contenido importante de grasa y sólidos, por estar en contacto con estas dos fases. Es el subproducto a controlar principalmente para evitar pérdidas elevadas de aceite en el proceso.
- **Aceite**, sale sucio con un contenido alto de alpechín pero con pocos sólidos.

El agotamiento del alpechín y la limpieza del aceite, tras su tamizado, se efectúa en las centrifugas verticales. Los sólidos retenidos en los tamices se llevan al transportador de orujo.

DECÁNTER DE DOS FASES.

La pasta no requiere, en principio, adición de agua.

El nombre correcto sería de decánter de dos salidas ya que en el interior del mismo se siguen formando las tres fases.

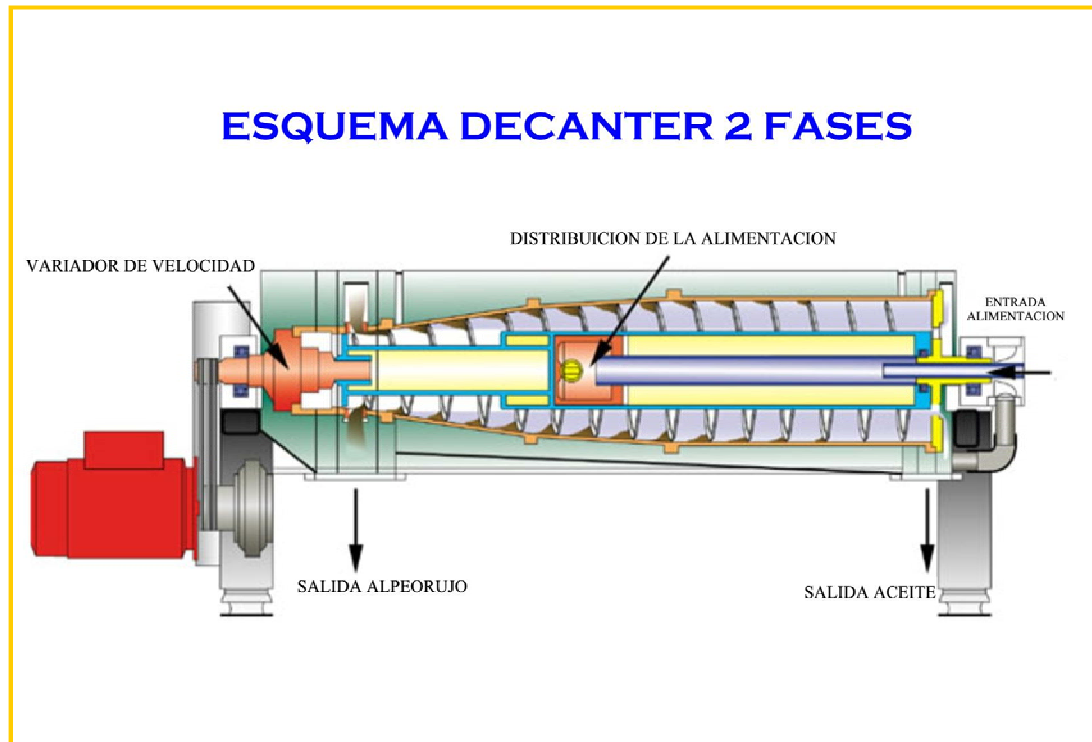
Los productos obtenidos son los siguientes:

- **Orujo, alpeorujo o alperujo**, muy húmedo (55-60 % humedad) en cantidad elevada (un 60% superior al decánter de tres fases) consistencia similar a la de los lodos a causa del mayor contenido de azúcares reductores y de sólidos finos.
- **Aceite sucio**, con presencia de humedad, requiere un lavado en centrífuga vertical.

DESCRIPCIÓN DEL DECÁNTER DE DOS FASES.

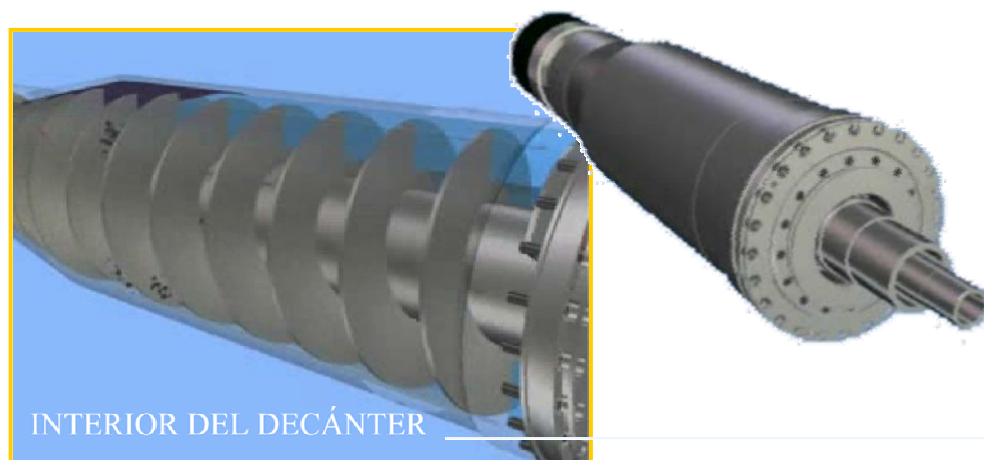
Esquemáticamente consiste en un rotor de forma troncocónica cilíndrica, en cuyo interior, adaptado a esta forma y dejando una pequeña holgura, se encuentra un sinfín.





Todas las zonas en contacto con el aceite son de acero inoxidable, tratamiento adecuado para un producto alimentario.

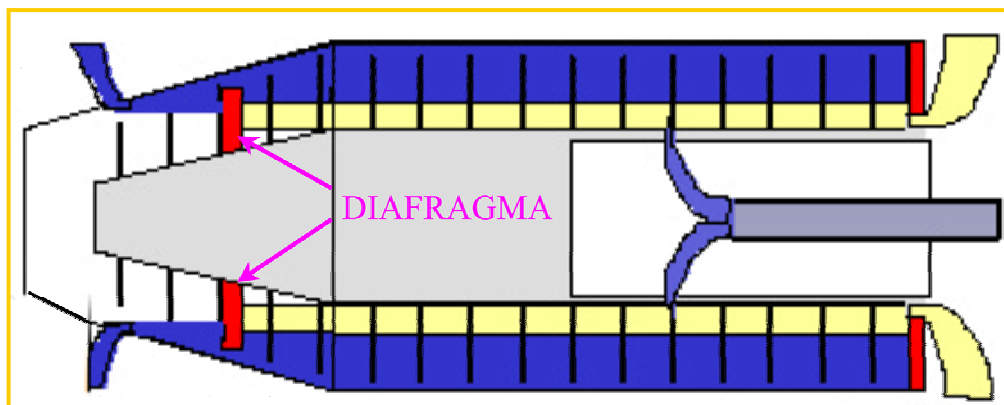
El sinfín gira a un número de vueltas diferente, generalmente menor que el rotor, (o mayor, según el sentido de decalado de la hélice) pero en el mismo sentido.



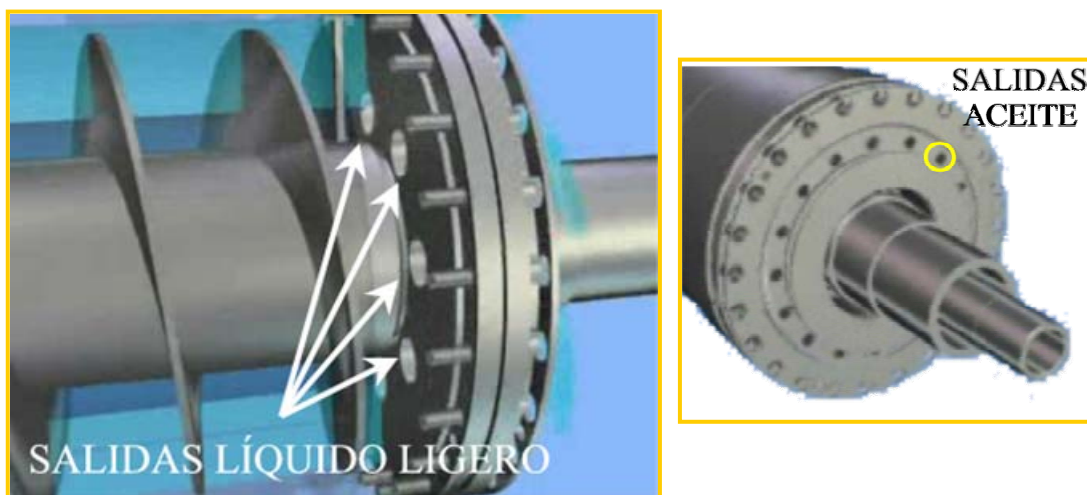
En el decánter de dos fases la diferencia de velocidad entre sinfín y rotor se aumenta respecto a la existente en el de tres fases, al ser mayor la masa semisólida a extraer. La diferencia entre sus velocidades de giro permite a los sólidos desplazarse en sentido inverso al del avance del paso de hélice.



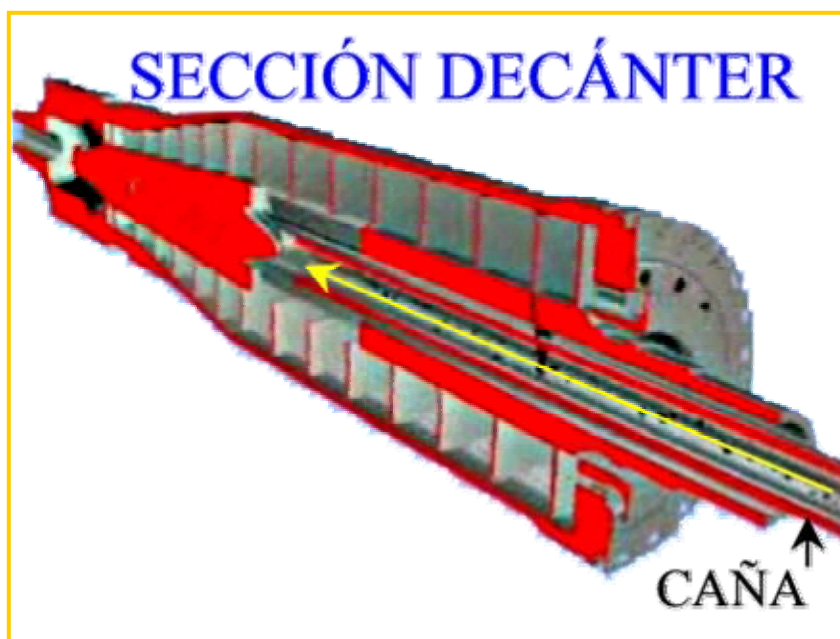
Por el contrario, los líquidos son desplazados en sentido contrario. En este tipo de decánter se dispone de un diafragma en la parte cónica, para evitar que el aceite se aproxime a la salida del orujo. De este modo, se arrastran los sólidos hacia el extremo cónico produciéndose un desplazamiento de la fase líquida hacia el extremo contrario del tambor.



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.

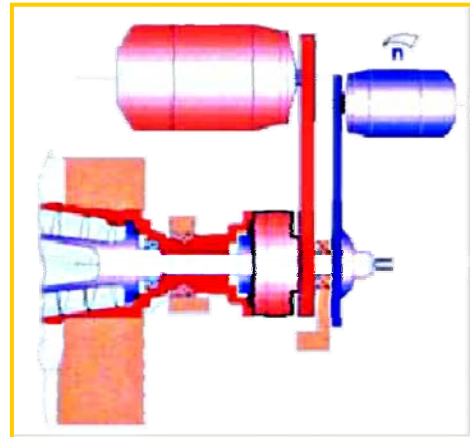
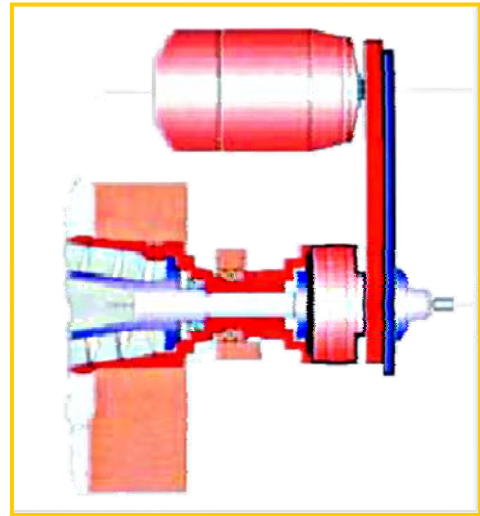


La pasta de aceituna se inyecta en el interior del tornillo sinfín, por medio de un conducto 'caña', que puede ser regulado, obligando a acortar o alargar los recorridos respectivos de las fases, quedando la pasta sometida a la fuerza centrífuga, y por tanto a la separación de fases. En el decánter de dos fases la caña debe avanzar más para aumentar la distancia que deben recorrer los sólidos.

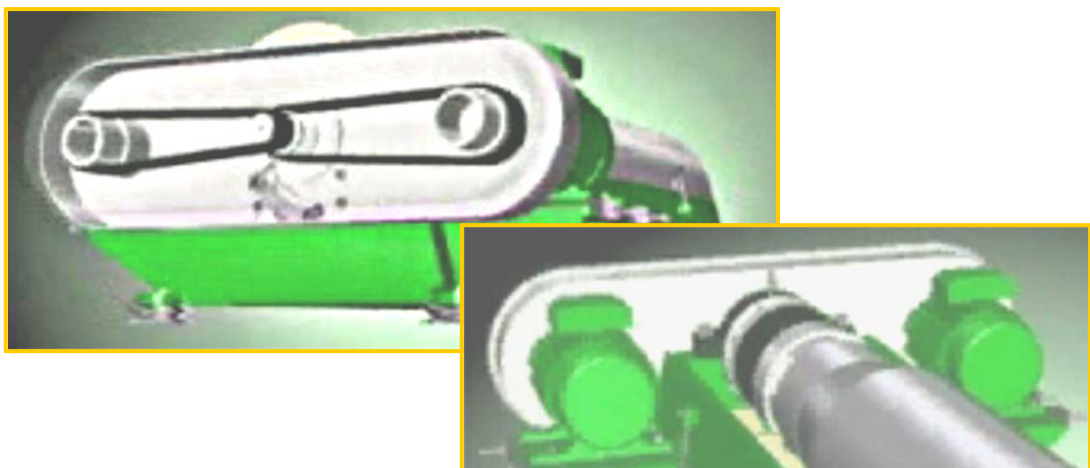


El accionamiento del bol o rotor y el tornillo sin fin puede realizarse de distintas maneras:

- ✓ 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 están 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.



En éste proyecto se ha optado por el segundo método y la disposición de los motores es tal y como muestra la figura:



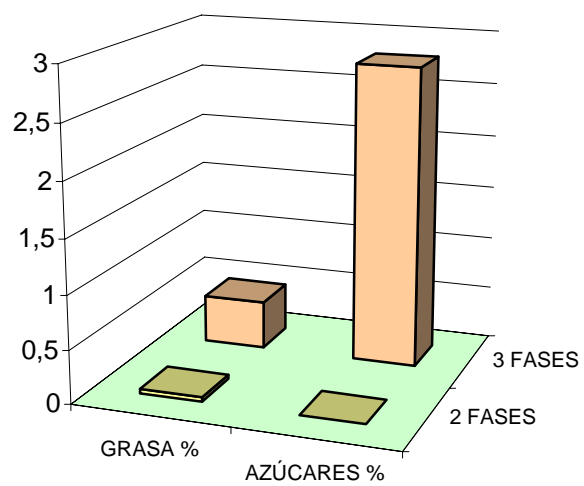
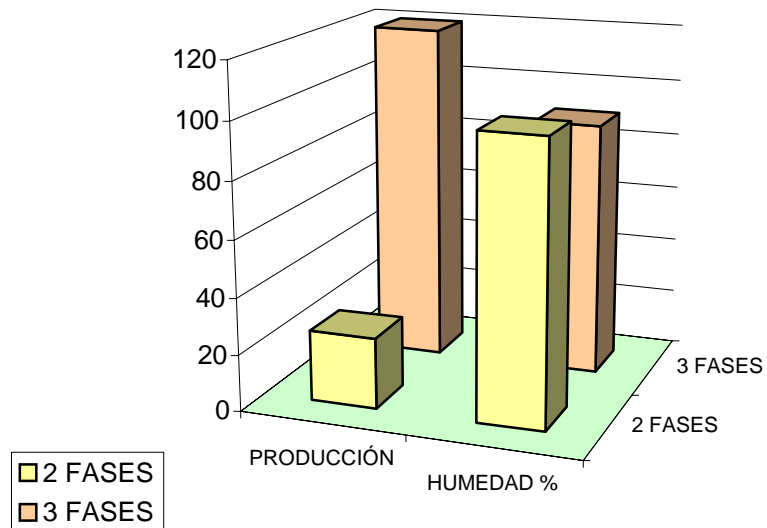
COMPARATIVA ENTRE DOS FASES Y TRES FASES.

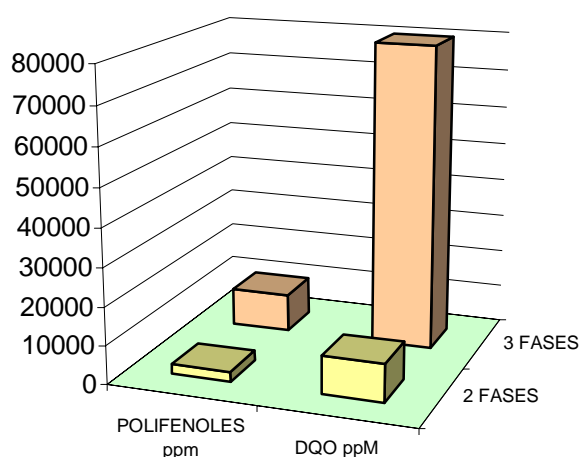
A continuación se muestran las ventajas e inconvenientes del sistema de 2 fases en comparación con el de 3 fases:

■ VENTAJAS:

- **Ahorro de agua:** al quedar casi completamente suprimida la adición de agua al decánter. En una primera aproximación, podemos evaluar este ahorro en 0.5 l de agua por Kg de aceituna, que tratándose de una producción de 3000000 Kg de aceituna al año, corresponde con un ahorro anual de 1500000 litros de agua, es decir, 1500 m³.
- **Menor inversión:** no hay que invertir en centrífugas verticales para el alpechín ya que este no existe. La caldera necesita menor potencia.
- **Ahorro energético:** al no tener que calentar el agua de inyección al decánter, no consumir energía eléctrica en la centrífuga vertical de alpechín. Puede estimarse este ahorro en 3600 euros/año.
- **Producción muy reducida de alpechín:** es la principal ventaja que aporta el sistema, lo único que se produce como vertido es el agua de lavado del aceite. Hay que indicar que es una ventaja para las almazaras, pero lo que realmente se produce es un desplazamiento del problema hacia las extractoras a las cuales llega un producto muy húmedo que tienen que secar por lo que han tenido que modificar todos sus procesos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES EN DOS Y TRES FASES (Civantos, 1998):





En resumen, la reducción de efluente en el sistema de dos fases es del orden del 80 % y la reducción del poder contaminante (DQO) del orden del 90 %.

INCONVENIENTES:

- **Manejo y aprovechamiento del orujo:**
 - La producción de orujo en dos fases es un 60 % mayor que en tres fases, debido a la mayor humedad que tiene (55 frente a 48%) y a que toda la materia seca que iba en los alpechines de tres fases, en el de dos fases lo hace en el orujo.
 - El contenido en azúcares reductores es más del doble que en el sistema de tres fases, además, los sólidos finos y los solubles que iban en el alpechín en tres fases, van en el orujo, en el de dos fases, hacen que la consistencia de este orujo sea completamente diferente.
- **Escasos controles visuales** en el manejo de la almazara.
- **No existencia de la regulación** que aporta el agua de inyección.

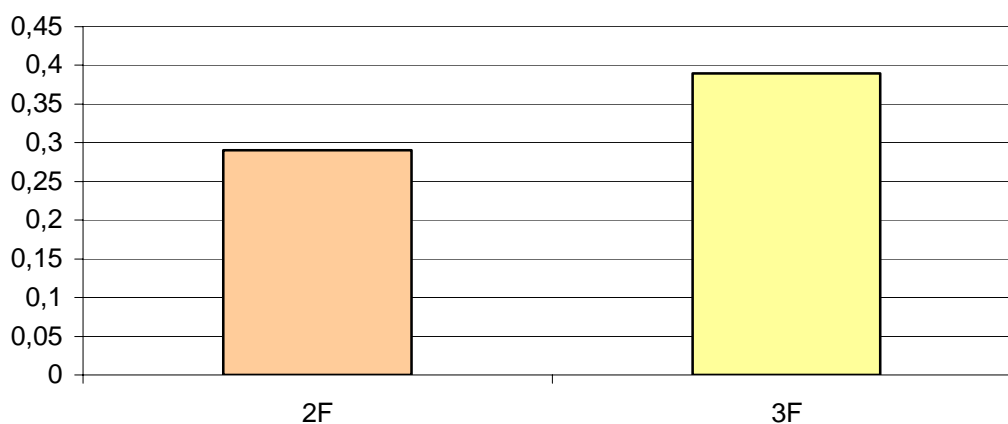
CARACTERÍSTICAS DEL ORUJO	2 FASES	3 FASES
PRODUCCIÓN (Kg/100 Kg aceituna)	80	50
HUMEDAD %	55	48
GRASA %	3	3.4
AZÚCARES %	4.8	2
POLIFENOLES ppm	23000	10000
N %	0.8	0.5
P %	0.25	0.12
K %	1.8	0.5

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ACEITES DE TRES Y DOS FASES (Hermoso, 1998):

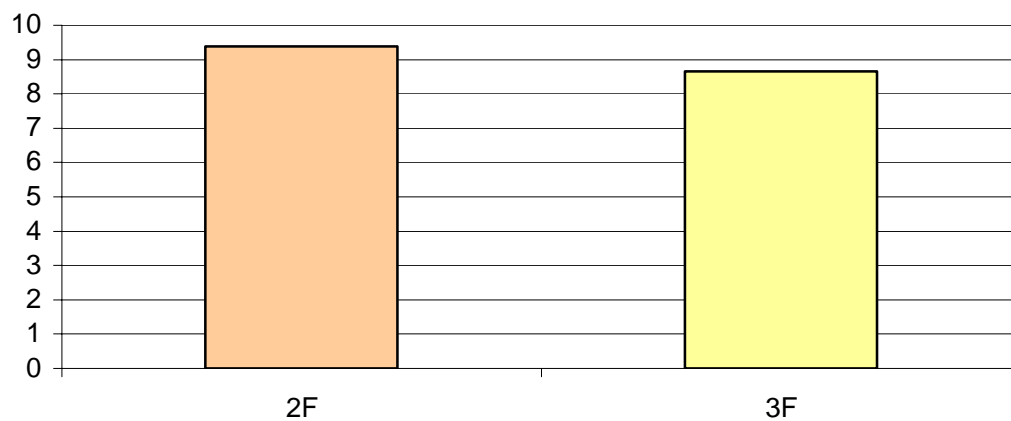
Con cualquiera de los sistemas de elaboración se puede obtener un aceite de calidad, si se conduce correctamente el proceso y se cuenta con las instalaciones adecuadas.

Sin embargo las propias características de los sistemas condicionan los resultados:

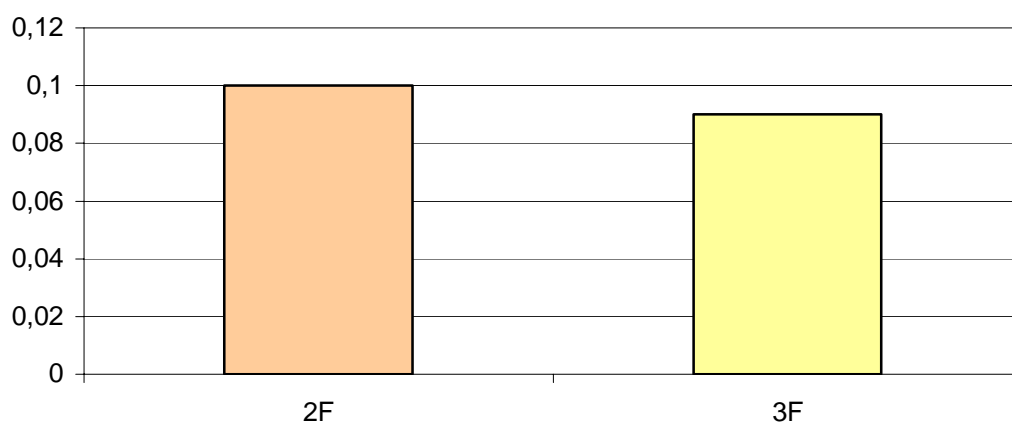
GRADO ACIDEZ



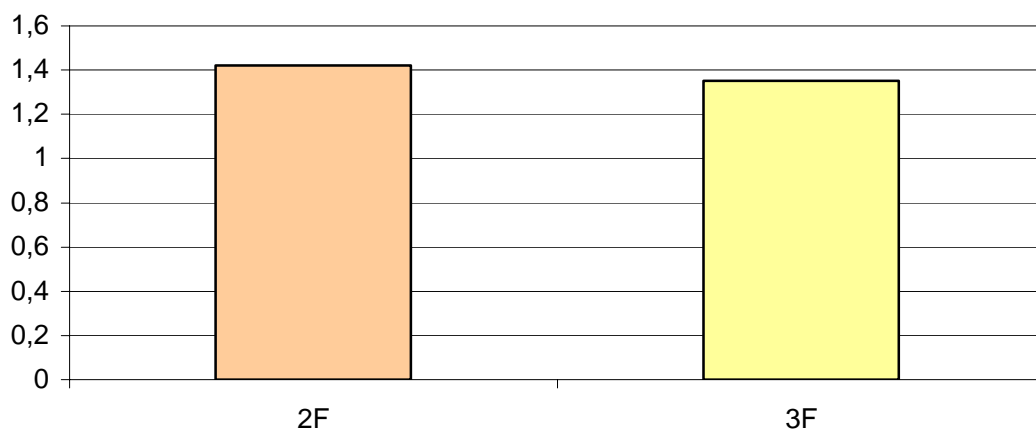
I. PERÓXIDOS



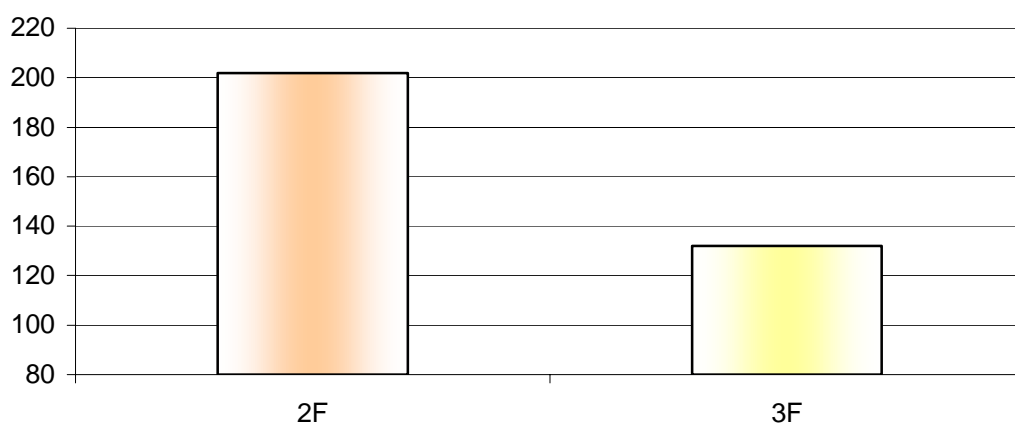
K270



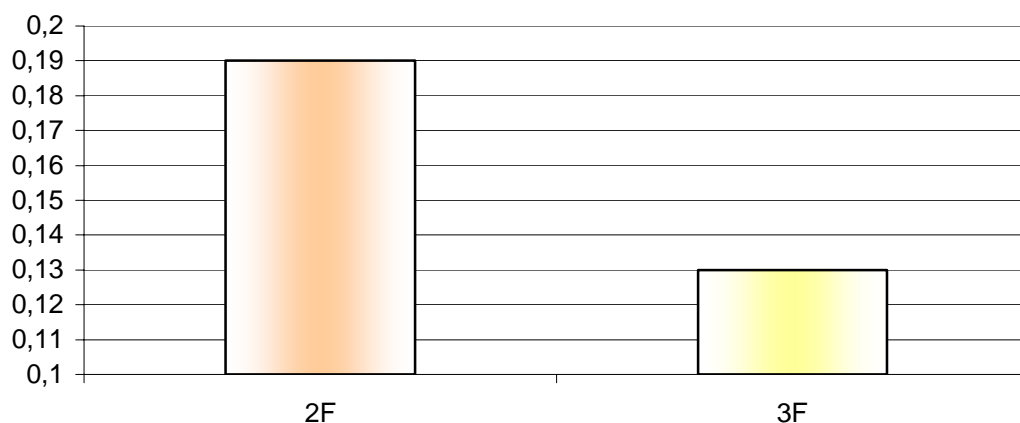
K232



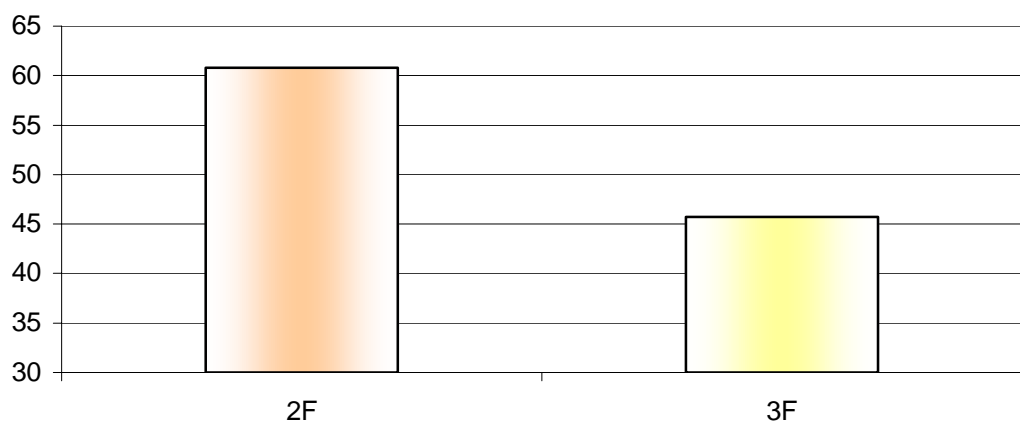
POLIFENOLES



K225



ESTABILIDAD



Como se aprecia en las figuras, no existen diferencias importantes en el grado de acidez, índice de peróxidos (meq. O₂/Kg), K270 o K232.

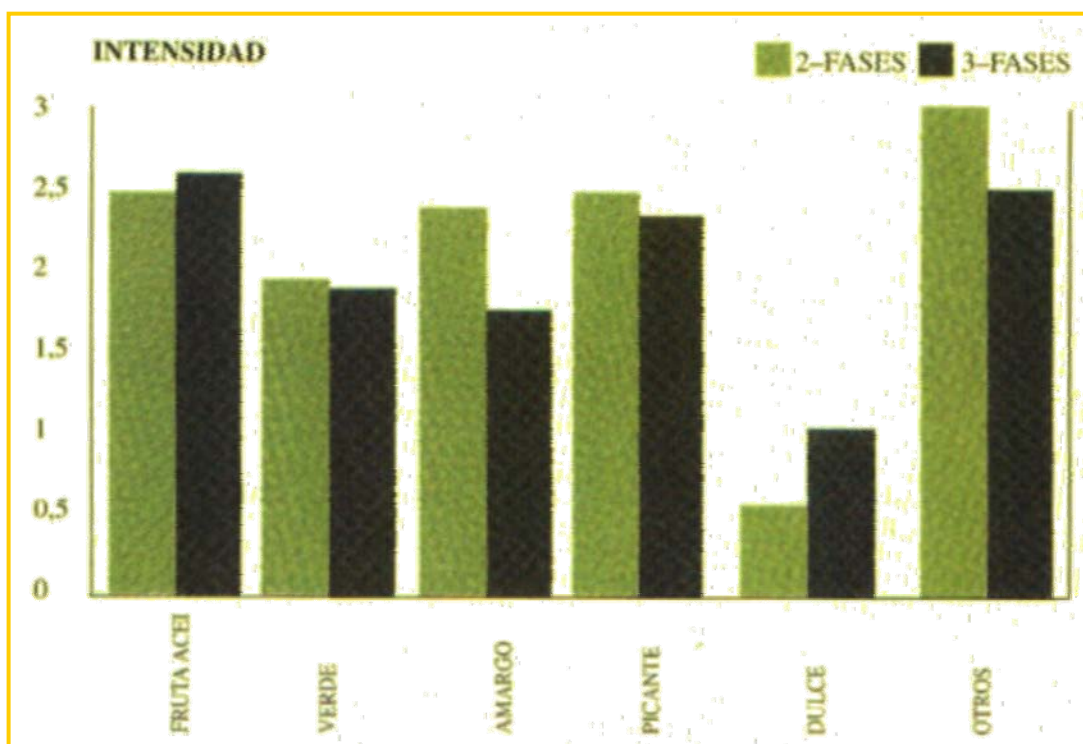
Estos datos pueden sufrir grandes variaciones teniendo en cuenta las condiciones, procedencia del fruto y condiciones básicas del proceso.

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.

De este modo el contenido en polifenoles (ppm ácido cafeico) es mayor en el sistema de dos fases, así como los parámetros relacionados con él: K225 (amargor) y estabilidad (horas a 100 °C).

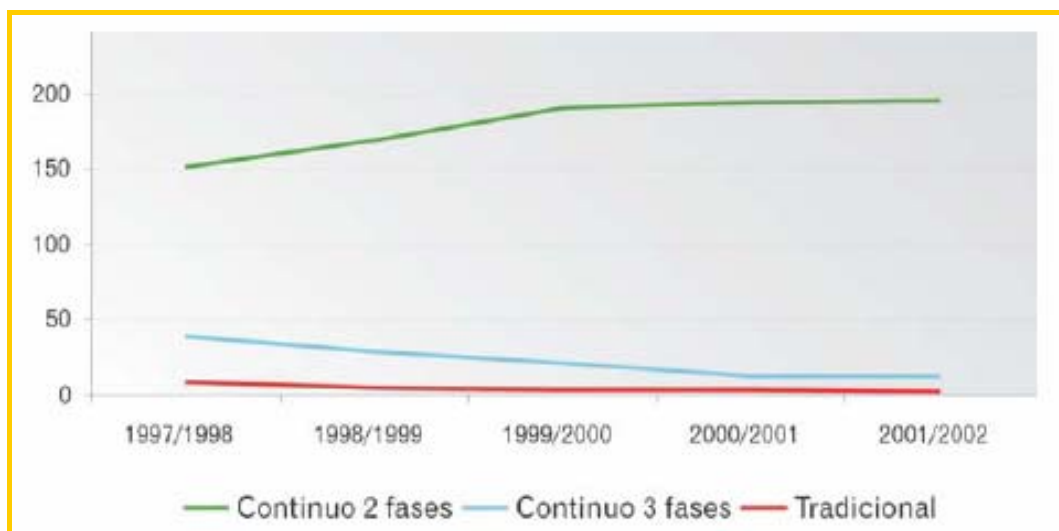
En los aceites obtenidos por 2 y 3 fases no se han apreciado diferencias en la composición de ácidos grasos y en alcoholes alifáticos.

La valoración organoléptica realizada por el método Panel Test muestra que los aceites procedentes de dos fases tienen siempre una puntuación superior y son preferidos a los de tres fases.



SITUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN POR CENTRIFUGACIÓN EN ANDALUCÍA.

En la Figura se muestra la evolución de los sistemas de extracción de las almazaras en las 5 últimas campañas:



En la Tabla se muestran el porcentaje de almazaras que realizan la extracción de aceite a través de los diferentes sistemas de extracción existentes.

SISTEMA DE EXTRACCIÓN	PORCENTAJE DE ALMAZARAS
Continuo 2 y 3 Fases	4,4%
Continuo 2 Fases y Prensa	0,5%
Continuo 2 Fases sólo	91,7%
Continuo 3 Fases sólo	2,4%
Prensa sólo	1,0%
	100,0%

CARACTERÍSTICAS DEL DECÁNTER DISEÑADO:

- N° de decánters = 2
- Caudal de alimentación de pasta de aceituna = 694.45 kg/h
- Características geométricas =
 - Radio interno (r_3) = 35 cm
 - Longitud (L) = 70 cm
 - Radio rebosadero aceite (r_1) = 20 cm
 - Radio rebosadero alpeorujos (r_w) = 20.68 cm
 - Volumen total del decánter = 0.181 m³
 - Velocidad angular del bol (W) = 3000 rpm
 - Velocidad angular del tornillo sinfín (W_t) = 2990 rpm
 - Paso del alimentador del tornillo sinfín (L_c) = 0.05 cm
- Separaciones conseguidas =
 - Partícula sólida en capa oleosa → $d_{50} = 38.56$ micras
 - Partícula de agua en capa oleosa → $d_{50} = 253.68$ micras
 - Partícula de aceite en capa acuosa → $d_{50} = 9.75$ micras
 - Partícula sólida en capa acuosa → $d_{\min} = 15.25$ micras
- Parámetros de eficiencia =
 - $\Sigma_{\text{capa oleosa}} = 59.517 \text{ m}^2$
 - $\Sigma_{\text{capa acuosa}} = 39.925 \text{ m}^2$
 - $\Sigma_{\text{medio}} = 49.719 \text{ m}^2$

Una vez descritas las unidades que forman parte del proyecto, se muestra un balance global del proceso (considerando las dos unidades funcionando a carga completa):

Entradas al sistema:

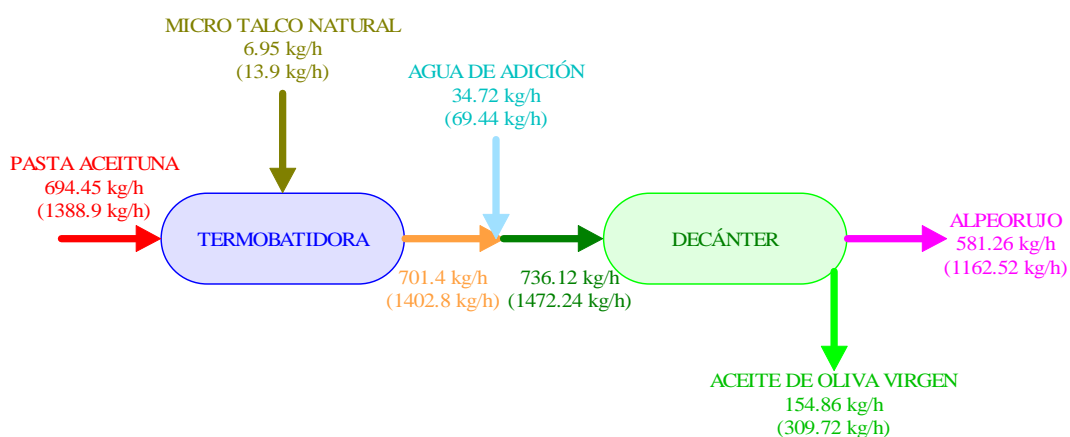
- Aceituna = 1388.9 kg/h
- Microtalcó natural añadido = 13.9 kg/h
- Agua de adición = 69.44 kg/h

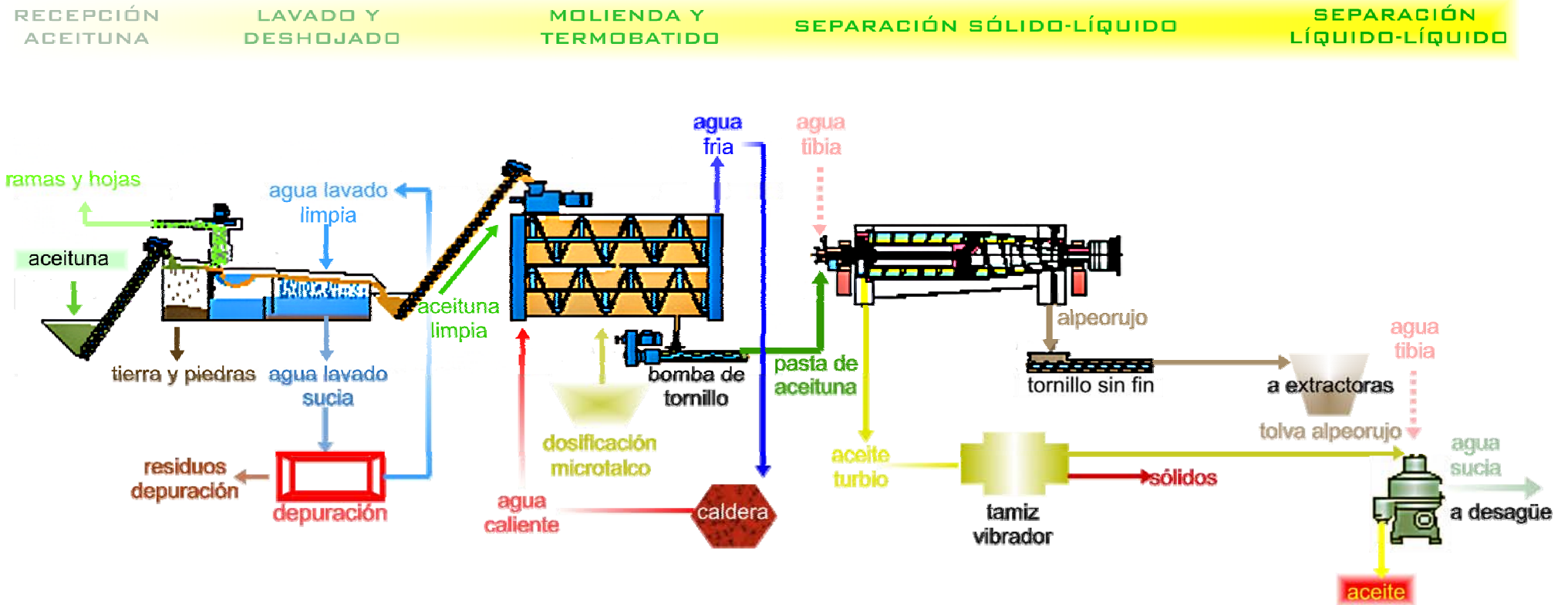
Salidas del sistema:

- Aceite = 309.72 kg/h
- Alpeorujo = 1162.52 kg/h
 - Materia grasa (3.4%) = 99.53 kg/h
 - Humedad (55%) = 639.386 kg/h

Rendimientos:

- Rendimiento sobre aceite en aceituna = 89.2 %
- Rendimiento sobre cantidad de aceituna = 22.3 %





MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.

**7. TUBERÍAS, ACCESORIOS
Y EQUIPO DE IMPULSIÓN.**

7. TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

7.1. TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

- TUBERÍAS:

Las tuberías del presente proyecto diseñadas según la norma ANSI B 31.3, tienen las siguientes características:

Se han utilizado tuberías de acero inoxidable 316.



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
01-07-3/4”	20 (3/4”)	10s
01-08-3/4”	20 (3/4”)	10s
01-09-3/8”	10 (3/8”)	40s
01-10-3/8”	10 (3/8”)	40s
01-11-3/8”	10 (3/8”)	40s
01-12-3/8”	10 (3/8”)	40s
01-13-3/8”	10 (3/8”)	40s
01-14-3/4”	20 (3/4”)	10s

Según los cálculos realizados en el apartado 1.7 de la memoria de cálculo.

Las tuberías correspondientes a la línea 2 poseen las mismas características que las correspondientes en la línea 1.

- **ACCESORIOS (Suffo, 2003):**

- **Bridas:**

Los flanges (bridas) son aquellos elementos de una línea de cañerías destinados a permitir la unión o ensamblado de las partes, sean éstas cañerías, 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.

Existe una gran diversidad de diseños, dimensiones, materiales y normas en relación a los flanges.

Respecto a las formas podemos mencionar:

- * **Welding Neck**(con cuello para soldar de tope)
- * **Slip-On**(deslizable)
- * **Lap-Joint**(de traslape)
- * **Theaded**(con hilo)
- * **Socket Weld**(para soldar embutido)
- * **Blind**(ciego)
- * **Reducing**(de reducción)
- * **Orifice**(de orificio o restricción)
- * **Backing**(de respaldo)

Se ha optado por la bridas del tipo “**de cuello**” ya que aporta las características necesarias.

El cuello cónico proporciona un refuerzo beneficioso bajo condiciones de esfuerzos laterales originados por las dilataciones y contracciones propias de una línea de cañerías. La unión flange-cañería es tan resistente como

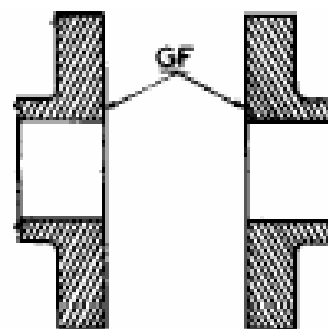
una unión por soldadura de tope entre dos cañerías. Es recomendable para usos a alta presión, baja o alta temperatura, alta carga y el transporte de líquidos inflamables o de alto costo en que las fugas deben mantenerse a un mínimo.



Existen diferentes tipos de caras de flanges que, a través de una empaquetadura, permiten obtener un sello hermético en cada unión.

Se ha optado por:

Cara plana (flat face) → Es una variante de la cara con resalte ya que muchas veces se logra desbastando 1/16" de un flange con resalte en las clase 150 y clase 300.



Se usa principalmente para acoplarse a válvulas y fittings de hierro fundido clase 125 y clase 250. Una cara plana permite usar una empaquetadura con diámetro exterior igual al del flange o tangente a los agujeros para los pernos.

Esto evita fracturas, durante el apriete, del flange de hierro fundido más frágil. Ambos flanges en una unión son iguales.

Se ha optado por la clase **150 lbs.**

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

- **Válvulas:**

Una válvula es definida como un elemento de una línea de cañerías, destinado a controlar de alguna forma el flujo de un fluido, desde flujo total, flujo parcial hasta flujo cero.

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.

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 ensamblaje a la línea de cañerías de acuerdo a preferenciar la facilidad de montaje y servicio o la menor posibilidad de fugas, puntos de corrosión u otros problemas y 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.

Sin pretender ser exhaustivo, se pueden mencionar los siguientes tipos de válvulas:

- Válvulas de compuerta
- Válvulas de globo
- Válvulas de bola
- Válvulas de mariposa
- Válvulas de retención
- Válvulas de diafragma

De acuerdo a la técnica de fabricación de los componentes principales que son el cuerpo, el bonete o la tapa, se distinguen válvulas fundidas de válvulas forjadas, nombradas por el material principal que forma el cuerpo de la válvula.

A modo de ejemplo se pueden mencionar:

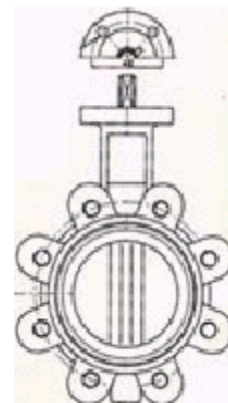
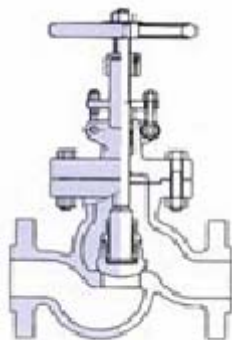
- Válvulas de acero fundido
- Válvulas de acero inoxidable
- Válvulas de acero forjado
- Válvulas de hierro

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 ha optado por válvulas de compuerta, de control (globo y mariposa) y de retención de acero inoxidable de 150 lbs.



7.2. EQUIPO DE IMPULSIÓN TERMOBATIDORA-DECÁNTER.

La inyección de pasta de aceituna al decánter no debe fluctuar en el tiempo debido a variaciones en la consistencia de la pasta de aceituna (viscosidad, densidad,...) ya que puede producir variaciones en los anillos del interior del decánter acompañados de pérdidas de aceite en el alpeorajo o a la salida de aceite turbio con sólidos.

CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS HIDRÁULICAS.

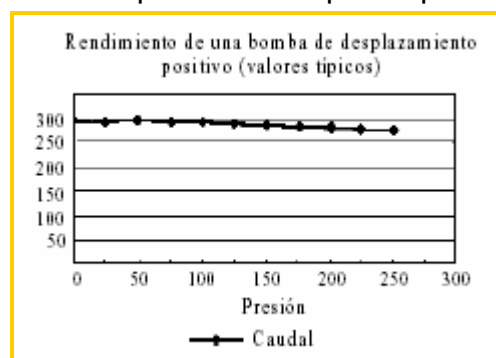
Las máquinas hidráulicas se clasifican en turbomáquinas y máquinas de desplazamiento positivo.

- Las máquinas de desplazamiento positivo: llamadas máquinas volumétricas, el órgano intercambiador de energía cede energía al fluido o el fluido a él en forma de energía de presión creada por la variación de volumen. Los cambios en la dirección y valor absoluto de la velocidad del fluido no juegan papel esencial alguno. El órgano transmisor de energía puede moverse tanto con movimiento alternativo como con movimiento rotativo.

Cuando una bomba hidráulica trabaja realiza dos funciones: primero su acción mecánica crea un vacío en la línea de aspiración que permite a la presión atmosférica forzar al líquido del depósito hacia el interior de la bomba; en segundo lugar su acción mecánica hace que este líquido vaya hacia el orificio de salida, forzándolo a introducirse en el sistema. Una bomba produce movimiento de líquido o caudal pero no genera la presión, que está en función de la resistencia al paso del fluido que se genera en el circuito.

Así, por ejemplo, la presión a la salida de una bomba es cero cuando no está conectada al sistema (no está en carga), pero si la misma bomba se conecta a un circuito (carga), o simplemente se le tapona el orificio de salida, la presión aumentará hasta vencer la resistencia de la carga.

Una bomba hidrostática o de desplazamiento positivo es aquella que suministra la misma cantidad de líquido en cada ciclo o revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que encuentre el líquido a su salida.



La homogeneidad de caudal en cada ciclo se consigue gracias a unas tolerancias muy ajustadas entre el elemento de bombeo y la carcasa de la bomba. Así, la cantidad de líquido que fuga interiormente en la bomba de desplazamiento positivo es mínima, y despreciable comparada con el máximo caudal de la misma. El volumen desplazado por ciclo o revolución permanece casi constante a pesar de las variaciones de presión contra las que trabaja la bomba.

Cuando estas bombas presenten fugas internas considerables deben ser reparadas o substituidas ya que no trabajan correctamente.

Orientativamente el rendimiento volumétrico de las bombas de desplazamiento positivo, aunque varía de un tipo a otro, no debe ser inferior al 85%.

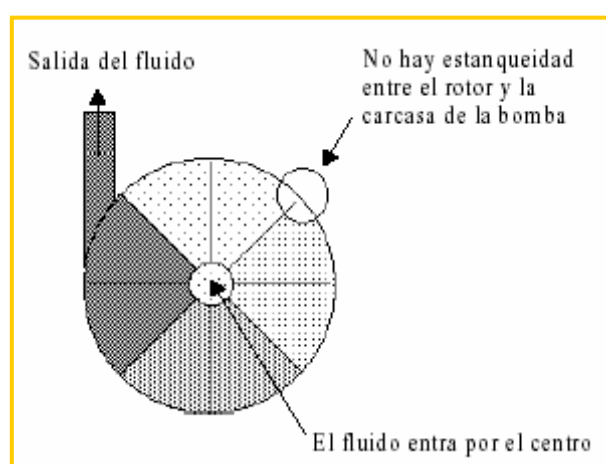
Cuando en una bomba de desplazamiento positivo se bloquea el orificio de salida, la presión aumenta instantáneamente hasta un valor en que consiga desbloquear el orificio, se averíe el elemento de bombeo, se rompa el eje de la bomba o el motor, o se averíe el motor de accionamiento. Para evitar estos problemas, en todos los sistemas hidráulicos se coloca una válvula de seguridad lo más cercana posible a la bomba.

- Las turbomáquinas: llamadas máquinas de corriente, los cambios en la dirección y valor absoluto de la velocidad juegan un papel esencial. El órgano transmisor de energía (rodete) se mueve siempre con movimiento rotativo.

En estas bombas, generalmente empleadas para trasiego de fluidos, la energía cedida al fluido es cinética, y funciona generalmente mediante fuerza centrífuga, por la cual el fluido entra en la bomba por el eje de la misma y es expulsado hacia el exterior por medio de un elemento (paletas, lóbulos, turbina)

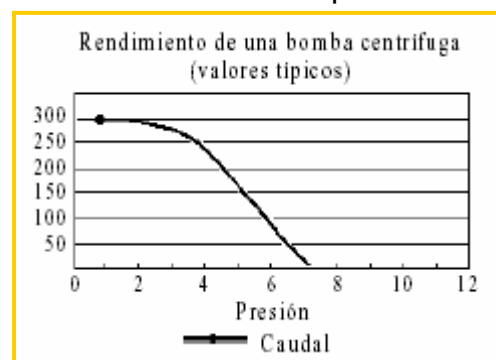
que gira a gran velocidad.

Una bomba hidrodinámica no dispone de sistemas de estanqueidad entre los orificios de entrada y salida; por ello produce un caudal que variará en función de la contrapresión que



encuentre el fluido a su salida. Si se bloquea totalmente el orificio de salida de una bomba de desplazamiento no positivo, aumentará la presión y disminuirá el caudal hasta a cero, a pesar de que el elemento impulsor siga moviéndose.

El caudal suministrado por la bomba no tiene suficiente fuerza para vencer la presión que encuentra en la salida, y al no existir estanqueidad entre ésta y la entrada, el fluido fuga interiormente de un orificio a otro y disminuye el caudal a medida que aumenta la presión, según la gráfica:



En este tipo de bombas la presión máxima alcanzable variará en función de la velocidad de rotación del elemento impulsor; a pesar de ello se pueden

conseguir presiones medias con bombas múltiples o de etapas, donde la salida de una es la aspiración de la siguiente, sumándose así las presiones. Debido a esta peculiaridad, las bombas hidrodinámicas sólo se emplean para mover fluidos en aplicaciones donde la resistencia a vencer sea pequeña.

El equipo de impulsión elegido va a ser de desplazamiento positivo por las siguientes razones:

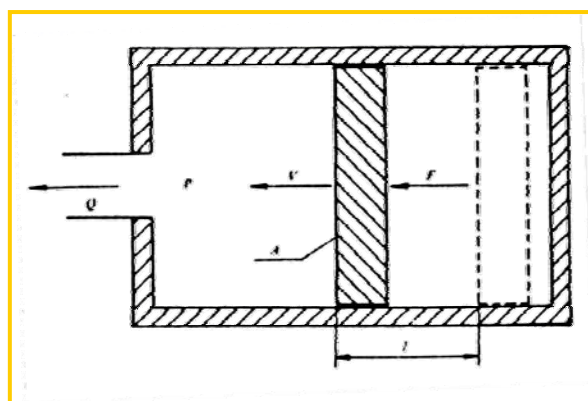
- ✓ Las turbomáquinas ejercen sobre la pasta de aceituna un centrifugado que elimina o reduce todo lo conseguido en el termobatido ya que se produce la emulsión de la pasta.
- ✓ Aporte de un caudal constante independientemente de las características de la pasta de aceitunas.

MÁQUINAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

El principio de funcionamiento se basa en el principio de desplazamiento positivo.

En el interior del cilindro de la figura en el que se mueve un émbolo con movimiento uniforme y velocidad v hay un fluido incompresible a la presión p . El movimiento del émbolo se debe a la fuerza aplicada F . El émbolo al moverse desplaza al fluido a través del orificio.

Si el émbolo recorre un espacio l hacia la izquierda el volumen ocupado por el líquido se reducirá a un valor igual a Al (A área transversal del émbolo). Como el líquido es incompresible el volumen de fluido que sale por el orificio será también Al . El



tiempo t empleado en recorrer la distancia l es l/v .

El caudal Q o volumen desplazado en la unidad de tiempo será $Q = Av$.

Si no hay rozamiento, la potencia comunicada al fluido será $P = Fv = Qp$.

El caudal Q no dependerá de la resistencia de la tubería de impulsión, que se refleja en un aumento de la presión p que reine en el cilindro, ya que dada una velocidad de émbolo v , el desplazamiento será el mismo y el caudal también.

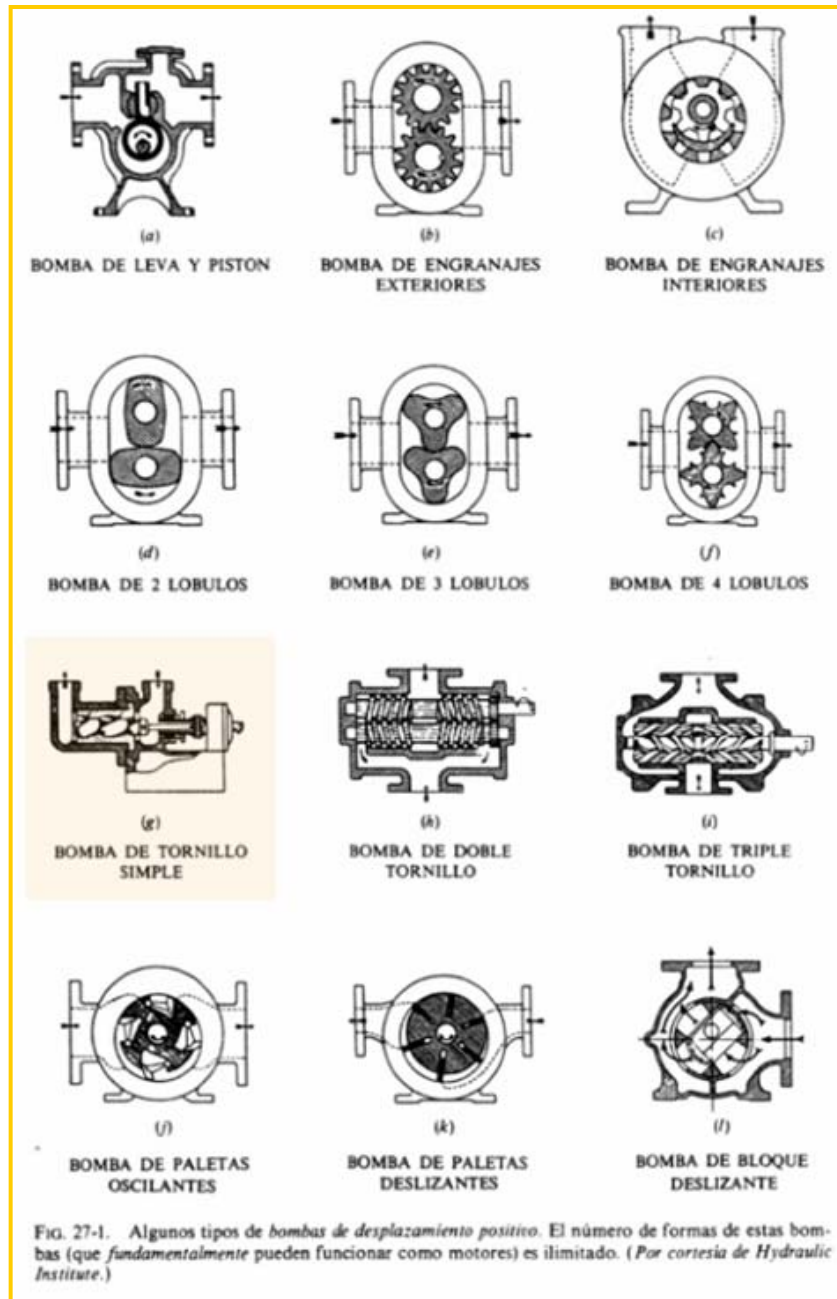
Si las paredes del émbolo son suficientemente robustas y el motor de accionamiento es suficientemente potente, la bomba proporcionará toda la presión que se le pida.

Clasificación de las bombas de desplazamiento positivo:

- Máquinas alternativas de desplazamiento fijo.

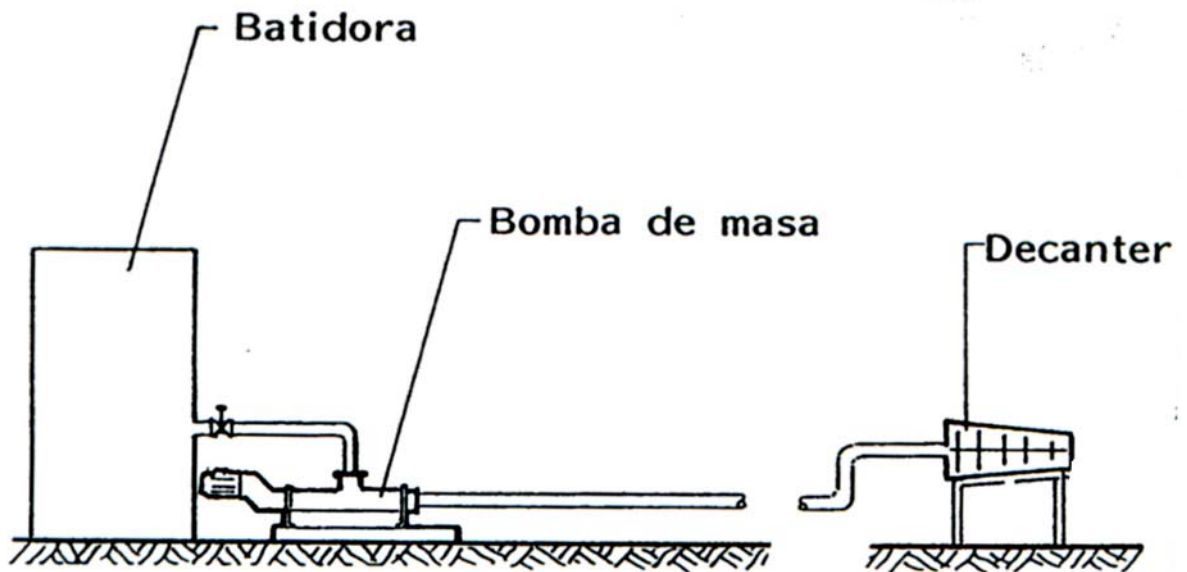
- Máquinas alternativas de desplazamiento variable.
- Máquinas rotativas de desplazamiento fijo.
- Máquinas rotativas de desplazamiento variable.

Las máquinas de desplazamiento positivo dotadas de movimiento rotativo son las **máquinas rotoestáticas**.



Se ha elegido la bomba de tornillo simple por ser la más utilizada en industria oleícola y por consejo de las almazaras visitadas.

La situación que nos encontramos es la siguiente:



Se ha optado por la casa **NOVA ROTORS srl** :

La bomba de tornillo N.R. básicamente son dos elementos principales, el rotor y el estator, llamados de éste modo porque el primero gira junto con la transmisión y el segundo está fijo. El estator se asemeja a una tuerca con una rosca a dos entradas y el rotor es como un tornillo de un filete, se crean así cámaras que se desplazan desde la aspiración a la salida.

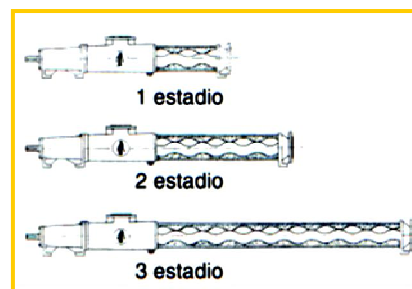
El líquido viene transferido sin ser maltratado sin laminar o centrifugar.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:

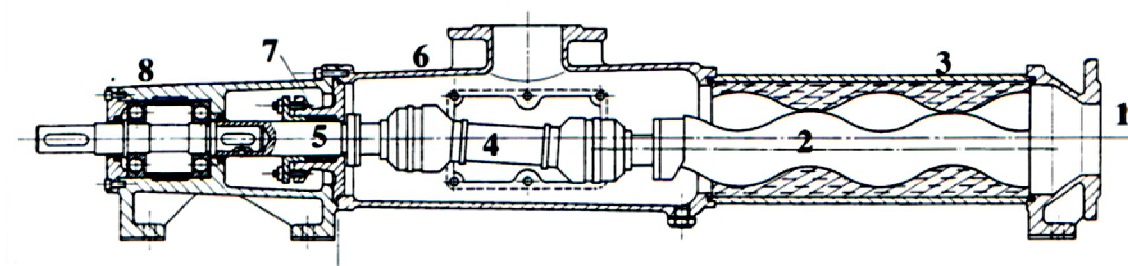
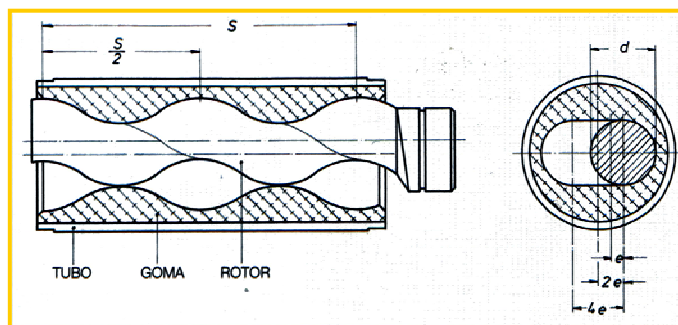
- Rotor: acero inoxidable.
- Estator: camisa de acero inoxidable y goma natural debido a trabaja a menos de 70 °C.

NÚMERO DE ESTADIOS:

El número de estadios o cámaras determinan la presión de trabajo de la bomba.

**ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN:**

- 1- Boquilla con brida de salida.
- 2- Rotor.
- 3- Estator.
- 4- Árbol de transmisión.
- 5- Árbol de comando.
- 6- Cuerpo de la bomba.
- 7- Caja prensaestopa.
- 8- Soporte portarodamientos.



La bomba elegida es: SA 0015-2

ESTADIOS: 2

PRESIÓN MÁXIMA: 14 bar

CAUDAL MÁXIMO: 0.84 m³/h

REVOLUCIONES: 1000 rpm

POTENCIA MÁXIMA: 0.55 Kw

Se ha calculado la potencia que consume el motor de la bomba (véase apartado 1.7.2. de la memoria de cálculo) y ésta es inferior a la máxima aportada por la bomba.

PROYECTO FIN DE CARRERA

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ



**MEMORIA
ANEXOS A LA MEMORIA.**

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

1. MEMORIA DE CÁLCULO

1.1. ESTUDIO ECONÓMICO PRELIMINAR. PRODUCCIÓN.

La extracción del aceite de oliva virgen en una almazara se puede hacer fundamentalmente por dos métodos: presión o centrifugación.

El sistema clásico es el de presión, la pasta procedente de las aceitunas se bate y se reparte en capachos para someterla a presión en las prensas hidráulicas. En una almazara moderna la pasta batida se centrifuga en un decánter o centrifuga de eje horizontal para obtener tres fases o dos fases.

Económicamente el sistema tradicional de presión no puede competir con el sistema continuo o centrifugación, debido fundamentalmente a los elevados costes de elaboración que llevan una mayor necesidad de mano de obra, a la discontinuidad de la producción y a los gastos inherentes de los materiales filtrantes.

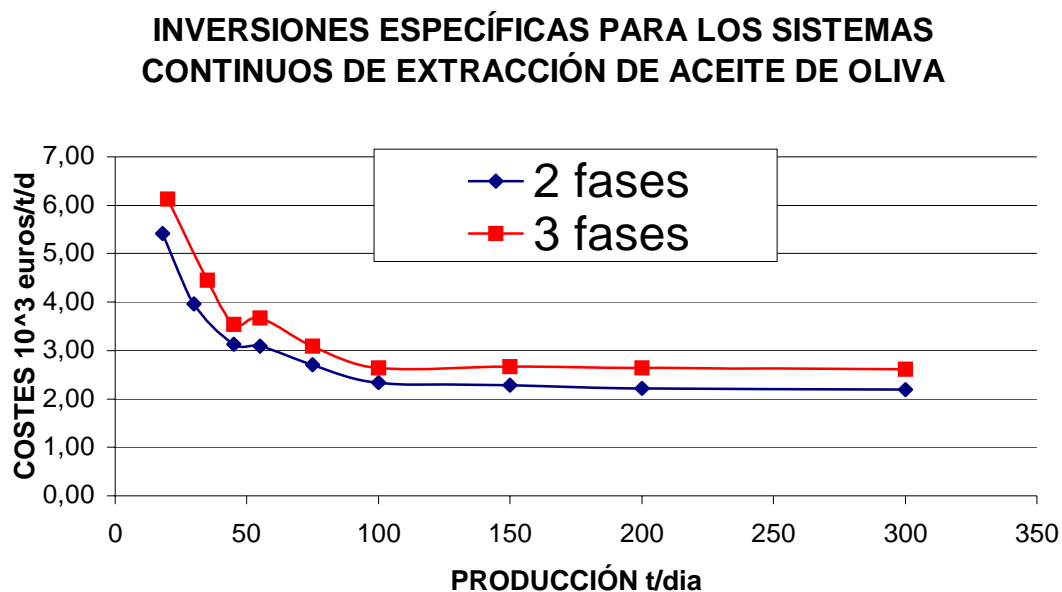
En cuanto a la capacidad de producción a proyectar será óptima cuando los resultados económicos de la producción prevista lo sean a su vez.

El coste del tratamiento de los alpechines y la escasez de agua juegan un papel importante sobre el sistema de extracción a elegir.

Para determinar la capacidad óptima a proyectar para una almazara nueva o para la sustitución de los equipos ya existentes, el sistema se centra en el sistema continuo de dos fases.

INVERSIONES ESPECÍFICAS.

La figura¹ muestra las inversiones necesarias de capital inmovilizado en el área del proceso para un sistema de extracción por centrifugación de dos y tres fases.



En ambos casos se excluyen los edificios y equipos de producción de los servicios generales (caldera, tendido eléctrico, ...) y complementarios (bodega, equipo de envasado, ...)

Por tanto en la gráfica se representa el capital mínimo que habría que invertir para una instalación que se anexionara a otra ya existente que dispusiese de los servicios anteriores.

Hay que indicar que los costes unitarios de inversión son menores para el sistema continuo de dos fases frente al de tres fases ya que se ahorra, como mínimo, una centrífuga vertical.

Se observa que la influencia de la capacidad de producción de la almazara en los costes unitarios de las inversiones es muy pronunciado al pasar de

¹ ADAPTADO DE REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA (Espínola, 1997)

producciones del orden de 20 t/día a 100 t/día y luego la curva adopta una forma prácticamente horizontal.

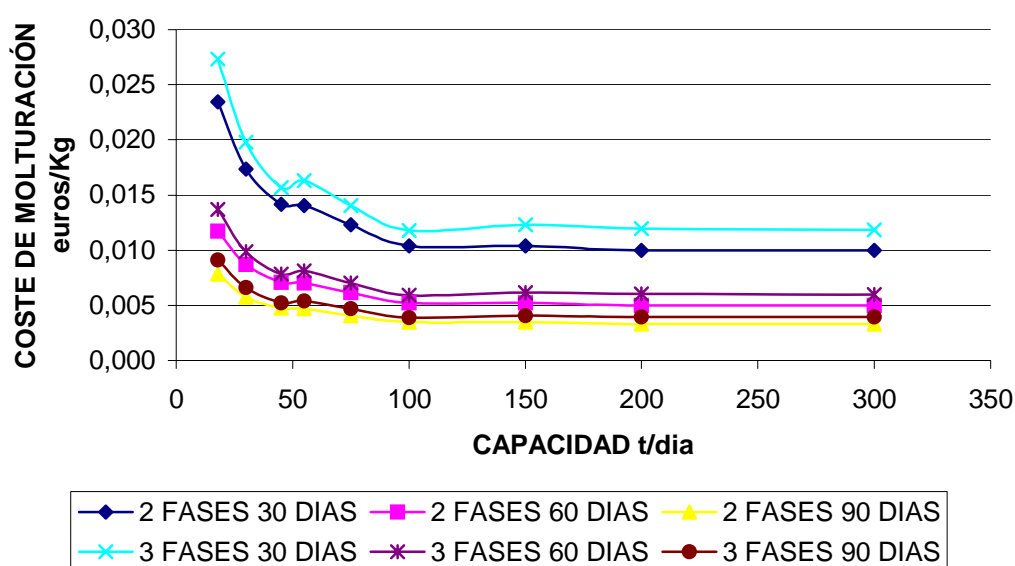
AMORTIZACIÓN.

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.

El primer parámetro es un dato técnico que se podría fijar en 15 años y los intereses del capital en el 10 %, aunque no hay que perder de vista que existen subvenciones.

Los costes unitarios por kilogramo de aceituna molturada se reflejan en la siguiente figura, donde se observa una disminución del 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 que funciona unos pocos meses al año, coincidiendo con la campaña agrícola.

INCIDENCIA DE LA AMORTIZACIÓN DEL EQUIPO EN EL COSTE DE MOLTURACIÓN DE LA ACEITUNA



Otros costes fijos importantes son: el mantenimiento de los equipos, el personal fijo y los impuestos.

En principio se puede decir que sigue la misma tendencia que la amortización, por lo que se pueden calcular estimándolos como un 30 % del coste de amortización (**Espínola, 1997**).

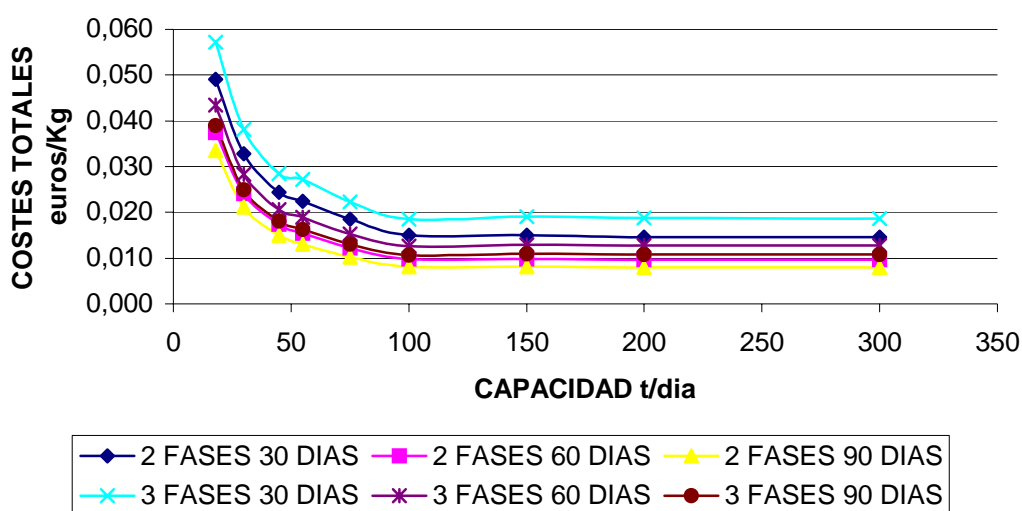
COSTES VARIABLES.

En estos costes se incluyen la mano de obra eventual, los consumos de energía calorífica, energía eléctrica y agua.

Para su estimación se puede tomar como base un operario por turno y dos por la noche (para instalaciones superiores a 100 t/d, el número de operarios por turno debe aumentar de forma proporcional), y los consumos de energía eléctrica, energía calorífica y agua se toman de datos técnicos del fabricante.

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, como consecuencia de no utilizar apenas agua, consumir menos energía eléctrica y calorífica y tener menor coste de amortización.

COSTES TOTALES DE MOLTURACIÓN DE LA ACEITUNA



De los cuatro costes considerados, la mano de obra es sin duda el más importante y su incidencia es muy acusada para pequeñas instalaciones.

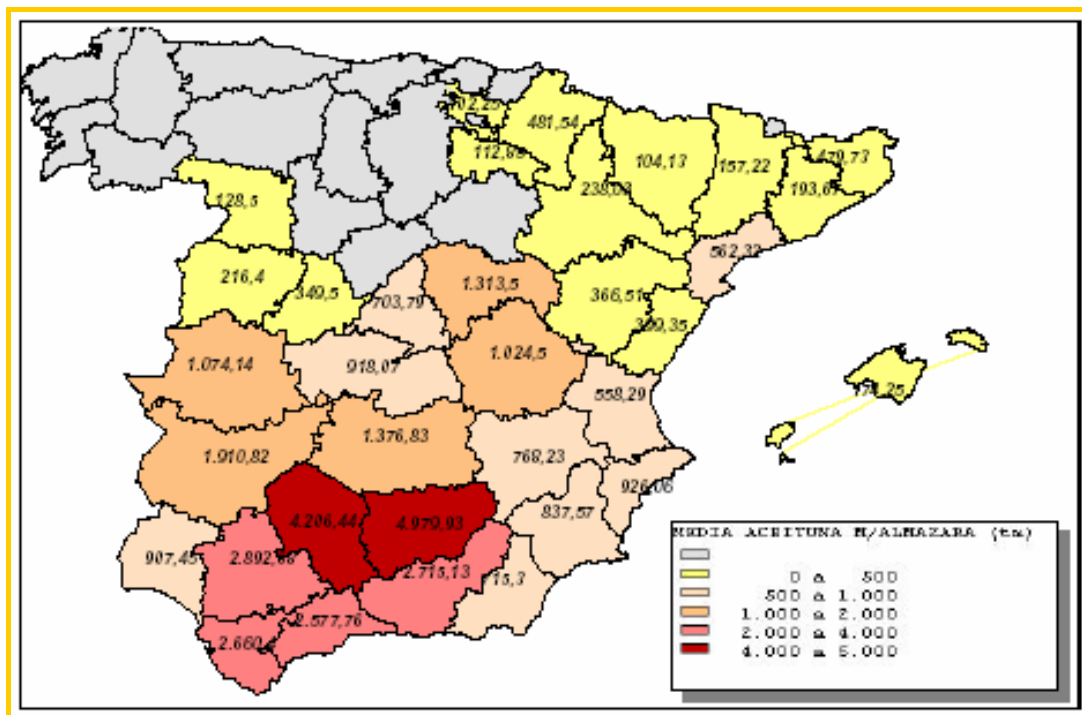
Como resumen, los costos de producción de aceite de oliva virgen son inferiores para un sistema continuo de dos fases, estando la diferencia en un 18 % de media, a esto habría que añadirle otras ventajas: menor consumo de agua y que no se produce alpechín.

Hay que intentar mejorar el grado de utilización del inmovilizado, una almazara a partir de 100 t/d, en campaña de 30 días, tiene los mismos costes de producción que una de 45 t/d en campaña de 90 días, luego no es tan ventajoso almazaras de gran capacidad de producción, como no sea para evitar el atrojado de la aceituna, que también se puede evitar con una recogida racional de la misma (empezando antes la campaña).

SELECCIÓN DE LA CANTIDAD DE ACEITUNA A PROCESAR.

Para la elección de la cantidad de aceituna a procesar para la realización de este Proyecto Fin de Carrera, se consideraran las cantidades a procesar en las almazaras andaluzas en la campaña 2002/2003 (**MAP, 2003**):

	PRODUCCION	ALMAZARAS	MEDIA
ANDALUCIA	3.184.597,0	839	3.795,71
Almería	26.466,0	37	715,30
Cádiz	26.604,0	10	2.660,40
Córdoba	769.779,0	183	4.206,44
Granada	325.816,0	120	2.715,13
Huelva	18.149,0	20	907,45
Jaén	1.628.437,0	327	4.979,93
Málaga	175.288,0	68	2.577,76
Sevilla	214.058,0	74	2.892,68



Se ha resuelto proyectar los equipos para un tratamiento anual de **3000 toneladas** de aceituna.

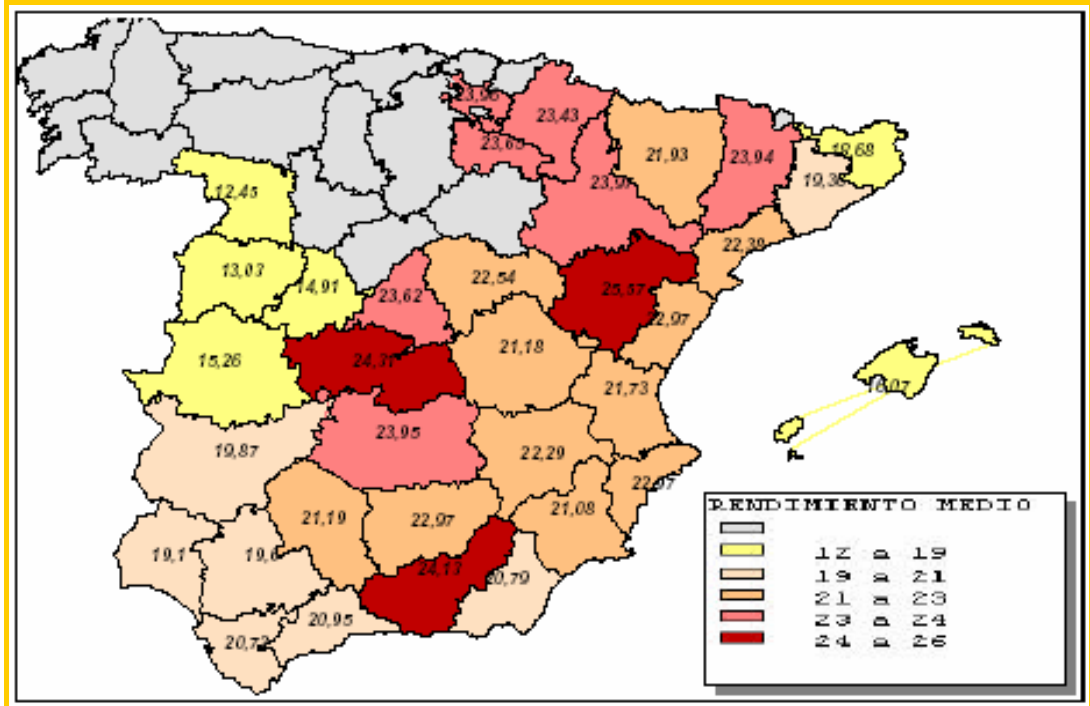
De acuerdo con el estudio económico previo realizado, se proyectado la **campaña a 90 días**, tres meses: **Noviembre, Diciembre y Enero**.

Por lo tanto:

Capacidad máxima de la almazara: 3000 t/año = 33.33 t/día = 1.39 t/hora (trabajando 24 horas día).

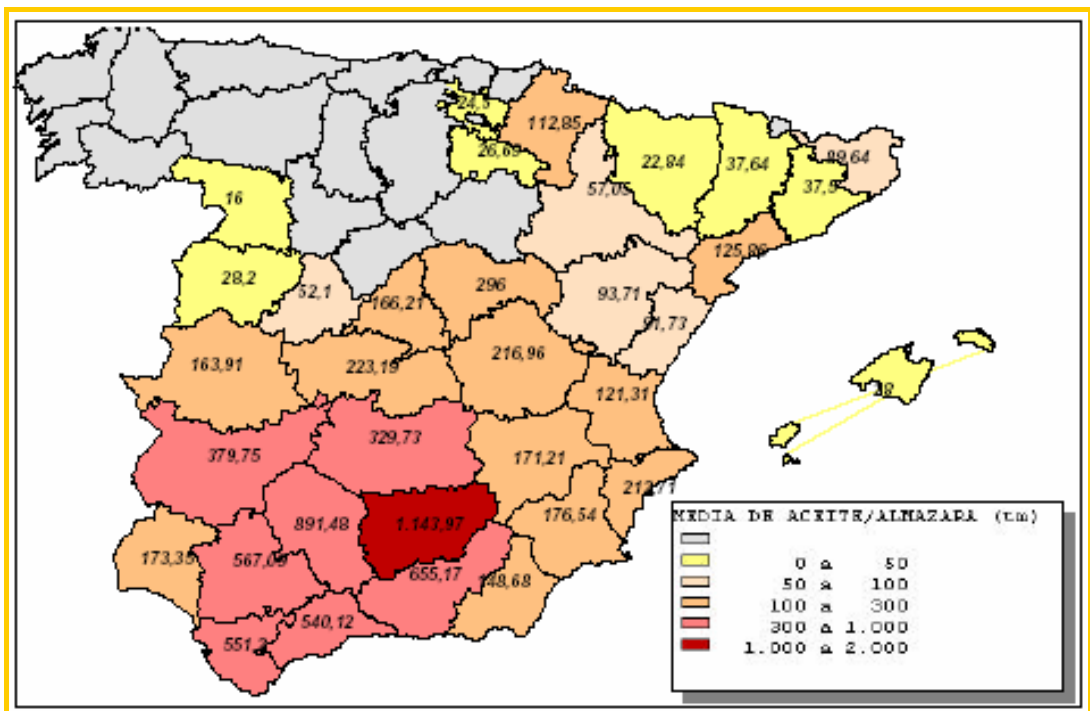
Se considerará como rendimiento en aceite de las instalaciones la media de las almazaras españolas:

Rendimiento en aceite (Kg aceite/100 Kg aceituna) = 22.18 %



En concordancia con los datos anteriores la producción de aceite por almazara será:

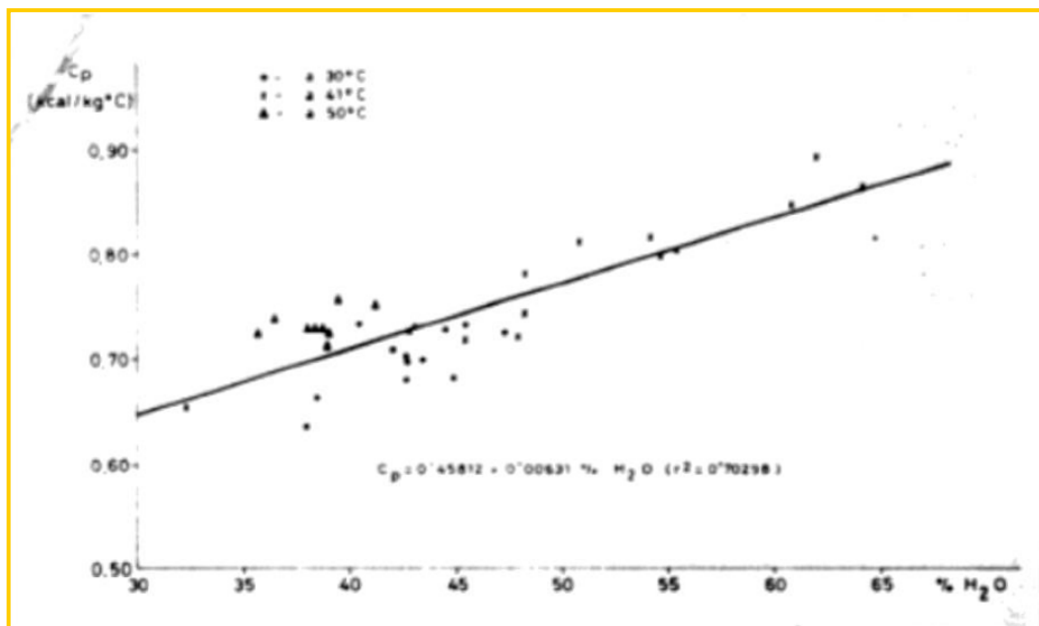
Producción de aceite = 3000 t x 0.2218 = 665.4 t de aceite.



1.2. DISEÑO TÉRMICO DE LA TERMOBATIDORA.

○ CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN:

- Caudal alimentación: 3000 t/año = 33.33 t/día = 1.39 t/hora
- N° de termobatidoras = 2
- N° de módulos por termobatidora = 2
- Caudal alimentación por termobatidora (Q_a) = 694.45 kg/h = 0.193 kg/s
- Composición de la alimentación:
 - 25% aceite = 173.61 kg/h
 - 45% agua = 312.50 kg/h
 - 30 % sólidos = 208.34 kg/h
- Temperatura alimentación (T_a) = 22 °C = 295 K
- Calor específico de la pasta de aceitunas (C_{pp})
(Cantos, 1983) →
 $C_{pp} = 0.45812 + 0.00631 \% H_2O = 3.102 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$



○ CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR LA PASTA DE ACEITUNAS A LAS SALIDA DE LA TERMOBATIDORA:

- Temperatura a la salida del segundo módulo de la termobatidora (T_{a2}) = 30 °C (**Civantos, 1998**)
- Temperatura a la salida del primer módulo de la termobatidora (T_{a1}) = $(30 + 22) / 2 = 26$ °C

○ FLUJO DE CALOR NECESARIO PARA CALENTAR LA PASTA:

- 1º módulo: $Q_1 = Q_a * C_{pp} * (T_{a1} - T_a) = 2.39$ kw
- 2º módulo: $Q_2 = Q_a * C_{pp} * (T_{a2} - T_{a1}) = 2.39$ kw
- Total: $Q = Q_a * C_{pp} * (T_{a2} - T_a) = 4.79$ kw

○ CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE CALEFACCIÓN:

- Caudal alimentación (Q_{aa}) = 2.5 l/s = 2.5 kg/s
- Temperatura de entrada (T_c) = 50 °C = 323 K
- Calor específico del agua a (C_{pa}) (**Perry, 2001**) = 4.18 kJ/kg K
- Temperatura salida 1º módulo (T_{c1}) = $(Q_1 / Q_{aa} * C_{pa}) + T_c = 49.77$ °C = 322.77 K
- Temperatura salida 2º módulo (T_{c2}) = $(Q_2 / Q_{aa} * C_{pa}) + T_{c1} = 49.54$ °C = 322.54 K

○ COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR:

La transmisión de calor en tanques agitados con camisa externa, que combina simultáneamente los procesos de transmisión de calor por conducción y convección sigue la siguiente relación (**Ibarz, 1998**):

$$Q = U * A * \Delta T$$

Donde:

Q → flujo de calor = 4.79 kw.

U → coeficiente global de transmisión de calor.

ΔT → diferencia de temperatura entre el fluido caliente y el frío.

▪ 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:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + R_{di} + \frac{e}{K_p} * \frac{A_i}{A_{ml}} + R_{de} + \frac{1}{h_e} * \frac{A_i}{A_e} \quad (\text{Ibarz, 1998})$$

Donde:

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.

✓ 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 literatura existen algunos modelos propuestos para el cálculo del coeficiente convectivo de transmisión de calor para tanques agitados encamisados en función principalmente del agitador.

TIPO DE AGITADOR:..... **palas.**

Para mezclas con palas en tanques con o sin placas deflectoras se puede utilizar la ecuación en función del número de Reynolds.

Para $20 < Re < 4000$ (**Ibarz, 1998**) :

$$Nu = 0.415 * Re^{0.67} * Pr^{0.33} * \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24} = 168.178$$

$$h_i = 108.564 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

donde:

$$REYNOLDS(Re) = \frac{N * D_a^2 * \rho}{\mu} = 33.53$$

N=velocidad del agitador (**Civantos, 1998**)=30 r.p.m=0.5 r.p.s.

Da = diámetro del agitador = 0.52 m

ρ = densidad de la pasta de aceitunas (**Cantos, 1983**) = 1066.432 Kg/m³

$$\rho = 1003.92967 + 2.50011 * \% \text{ aceite}$$

μ = viscosidad de la pasta de aceitunas = 4.3 Pa.s

$$PRANDTL (Pr) = \frac{C_p * \mu}{k} = 29249.926$$

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)

μ = 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 (**Ibarz, 1998**):

$$t_w = T - \frac{(T - t)}{\left[1 + \left(\frac{h_e}{h_i}\right)\right]} = 47.71^\circ C$$

donde:

T = temperatura media del líquido calefactor = 49.77 °C

t = temperatura media de la pasta de aceituna = 26 °C

El término de corrección de viscosidad es prácticamente 1.

✓ Coeficiente externo de transmisión de calor (h_e):

El coeficiente de película para el fluido que circula por la camisa de un tanque agitado y encamisado puede calcularse considerando que dicho fluido circula por un anillo circular porque éste espacio de la camisa tiene una configuración similar.

Se ha desarrollado la siguiente expresión para $\frac{D_i}{D_o} > 0.2$ (**Ibarz, 1998**):

$$Nu = 0.02 * Re^{0.8} * Pr^{0.33} * \left(\frac{D_o}{D_i} \right)^{0.53} = 21.324$$

$$h_e = 13582.935 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

donde:

$$REYNOLDS' (Re') = \frac{\rho_a * v * De}{\mu_a} = 78035.08$$

donde:

ρ_a = densidad del agua (49.77 °C) (**Perry, 2001**) = 988.127 kg/m³

μ_a = viscosidad del agua (49.77 °C) (**Espínola, 2000**) = 0.00055 Pa.s

$$D_e = \text{diámetro equivalente} = \frac{\text{sección_mojada}}{\text{perímetro_mojado}} = \frac{r_1^2 - r_e^2}{r_1 + r_e} = 0.018 \text{ m}$$

donde:

$$r_e = \text{radio externo de la camisa} = 0.265 \text{ m}$$

$$r_1 = \text{radio interno de la termobatidora} = 0.274 \text{ m}$$

v = velocidad de circulación del fluido calefactor =

$$= \frac{\text{caudal}}{\text{área_anular}} = \frac{Q_{aa}}{\pi * (r_1^2 - r_e^2) * \frac{270}{360}} = 5.11 \text{ m/s}$$

$$PRANDTL (Pr) = \frac{C_{pa} * \mu_a}{k} = 3.649$$

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)

μ_w = viscosidad del agua de calefacción (47.49 °C) = 0.00055 Pa.s

$D_o = D_1$ = diámetro interno termobatidora = 0.547 m

$D_i = D_e$ = diámetro externo camisa = 0.530 m

- ✓ Coeficiente de deposición interno (**R_{di}**) (**Rodríguez, 2000**) = 0.0002 m² °C/W

	FLUIDO	pie ² °F hr /Btu	m ² °C hr/Kcal
Aceites	Fuel Oil	0.005	0.001
	Aceite lubricante	0.001	0.0002
	Aceite de templado	0.004	0.0008
Líquidos	Refrigerante	0.001	0.0002
	Hidráulico	0.001	0.0002
	Térmicos (tipo Dowtherm)	0.001	0.0002
	Sales fundidas	0.0005	0.0001

- ✓ Coeficiente de deposición externo (**R_{de}**) (**Rodríguez, 2000**) = 0.0008 m² °C/W
- ✓ Espesor de la pared de la camisa (**e**) = 0.0035 m
- ✓ Área interna de transmisión de calor (**A_i**) = $2 * \pi * r_i * L * \frac{270}{360}$
= 2.464 m²

L = longitud de la termobatidora (2 módulos) = 2 m

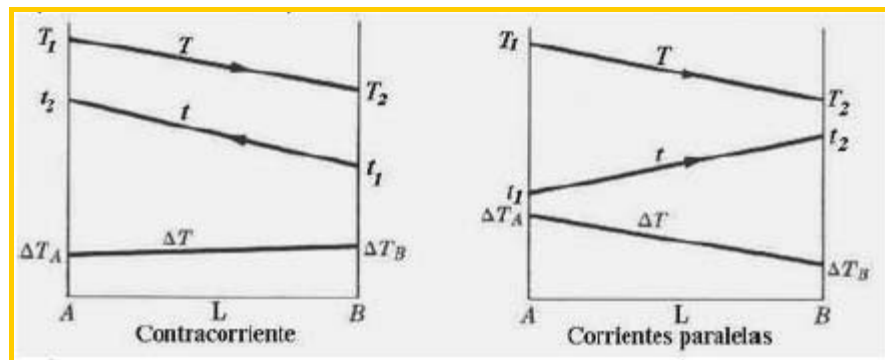
- ✓ Área externa de transmisión de calor (**A_e**) = $2 * \pi * r_e * L * \frac{270}{360}$
= 2.497 m²
- ✓ Área media logarítmica (**A_{ml}**) = $\frac{A_e - A_i}{\ln\left(\frac{A_e}{A_i}\right)} = 2.481 \text{ m}^2$
- ✓ **K_p** = conductividad térmica de la pared (7,8) = 58.635 W/m °C

Por lo tanto → **U = 96.683 W/m² °C**

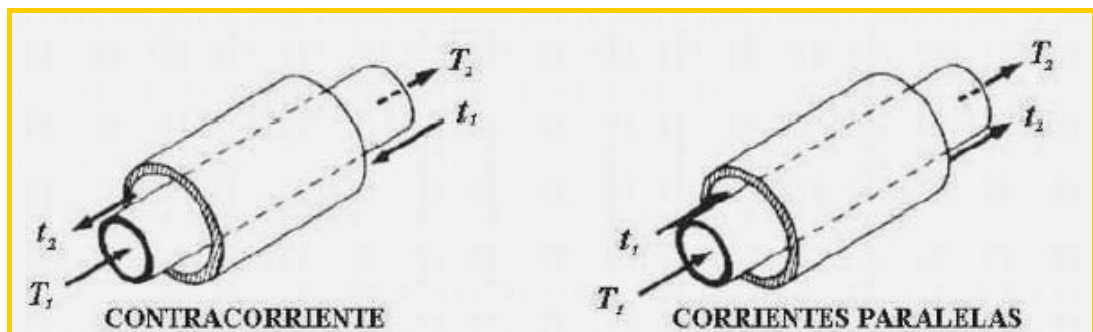
- DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EL FLUIDO FRÍO Y EL CALIENTE (ΔT):

Cuando se grafica la temperatura en función de la longitud del intercambiador se pueden dar dos situaciones típicas. En la primera ambas temperaturas, t (la temperatura del fluido frío) y T (temperatura del fluido caliente) varían simultáneamente; t lo hace creciendo desde t_1 hasta t_2 y T disminuyendo desde T_1 hasta T_2 .

Esta situación es la que describe el intercambio de calor sin cambio de fase de ninguna de las dos corrientes. La figura de la izquierda ilustra este caso, en tanto que a la derecha observamos la figura que representa la disposición de corrientes paralelas.



El flujo en contracorriente es más efectivo que el flujo en corrientes paralelas a igualdad de todos los otros factores.



Resolviendo:

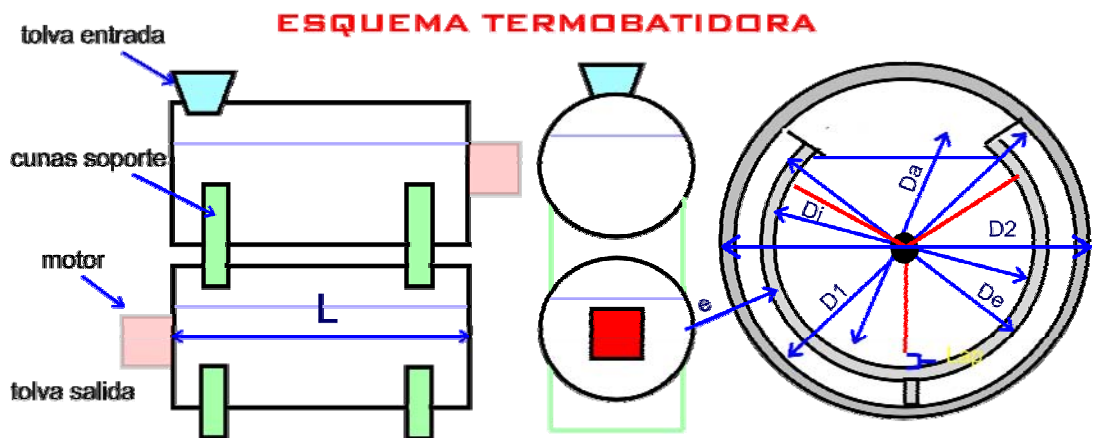
Flujo contracorriente

$$\Delta T = \frac{(Tc - Ta2) - (Tc2 - Ta)}{LN \frac{(Tc - Ta2)}{(Tc2 - Ta)}} = 23.57^\circ C$$

Seguidamente se calculará el área requerida para la transmisión de calor y se comparará con el área existente:

- Área requerida (A_{req}) = $\frac{Q}{A * \Delta T} = 2.101 \text{ m}^2$
- Área disponible (A_{ml}) = 2.481 m^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.



DISEÑO TÉRMICO DE LA TERMOBATIDORA

CORRIENTES DE ENTRADA

ALIMENTACIÓN PASTA

CAUDAL ALIMENTACIÓN (Qa)	694,45	0,193
	(K)	(°C)
TEMPERATURA ALIMENTACIÓN (Ta)	295	22

COMPOSICIÓN ALIMENTACIÓN

	%	Kg/h
ACEITE	25	173,61
AGUA	45	312,50
SÓLIDOS	30	208,34

CALOR ESPECÍFICO DE LA PASTA (C_{pp}) 3,102 Kj/Kg °C

AGUA CALEFACTORA

CAUDAL ALIMENTACIÓN (Qaa)	2,5	2,5
	(K)	(°C)
TEMPERATURA ENTRADA (Tc)	323	50
	Kj/Kg K	
CALOR ESPECÍFICO AGUA (C _{pa})	4,18	p 2-320

CORRIENTES DE SALIDA

PASTA ACEITUNA

TEMPERATURA SALIDA TB1 (Ta1)	299	26
	(K)	(°C)
TEMPERATURA SALIDA TB2 (Ta2)	303	30

AGUA CALEFACTORA

TEMPERATURA SALIDA TB1 (Tc1)	322,77	49,77
	(K)	(°C)
TEMPERATURA SALIDA TB2 (Tc2)	322,54	49,54

FLUJO DE CALOR NECESARIO PARA PASAR LA PASTA DE:

Ta HASTA Ta2 Kw
 Q calor = Qa * C_{pp} * (Ta2 - Ta) 4,79

Ta HASTA Ta1 Kw
 Q calor1 = Qa * C_{pp} * (Ta1 - Ta) 2,39

Ta1 HASTA Ta2 Kw
 Q calor2 = Qa * C_{pp} * (Ta2 - Ta1) 2,39

TEMPERATURAS ADQUIRIDAS POR EL AGUA CALEFACTORA DEBIDAS A LA CESIÓN DE CALOR

Tc1 = (Q calor 1 / Qaa * C_{pa}) + Tc 322,77 49,77
(K) (°C)

Tc2 = (Q calor 2 / Qaa * C_{pa}) + Tc1 322,54 49,54

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LA TERMOBATIDORA

FLUJO DE CALOR Q_{calor} = U * A * DT 4,79 KW

COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR (U)

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{hi} + Rdi + \frac{e}{Kp} * \frac{Ai}{Aml} + Rde + \frac{1}{he} * \frac{Ai}{Ae}$$

COEFICIENTE INTERNO DE TRANSMISIÓN DE CALOR (hi)

	108,564	W/m ² * °C	valor supuesto
			108,564
TIPO DE AGITADOR	PALAS		
REYNOLDS (Re)= N * (Da) ² * d / V	33,53		
	r.p.s.	rpm	
VELOCIDAD DE AGITACIÓN (N)	0,5	30	
	m		
DIÁMETRO DEL AGITADOR (Da)	0,52		
DENSIDAD (d)	1066,432		
	Pa * s		
VISCOSIDAD DINÁMICA (V)	4,3		
NUSSELT (Nu) = hi * Dt / K	129,992		
	m		
DIÁMETRO DEL TANQUE (Dt)	0,546		
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (K)	0,456	W / (m * °C)	
PRANDTL (Pr) = C _{pp} * V / K	29249,926		
	Pa * s		
VISCOSIDAD A LA TEMP. DE LA PARED (Vw)	4,3		
	°C	K	
TEMP. PARED (Tw) = T - ((T - t) / (1 + (he / hi)))	47,71	320,71	
	°C		
TEMP. MEDIA CAMISA (T)	49,77		
	°C		
TMP. MEDIA TANQUE (t)	26		

COEFICIENTE EXTERNO DE TRANSMISIÓN DE CALOR (he)	13582,935	W/m ² * °C	valor supuesto 1143,989
REYNOLDS' (Re) = da * v * De / Va	78035,08		
DENSIDAD AGUA (da)	988,127	P 2-98	a su temperatura media
VELOCIDAD AGUA (v)	5,110		49,77 °C
DIÁMETRO EQUIVALENTE (De)	0,009		322,77 K
VISCOSIDAD DINÁMICA AGUA (Va)	0,00055	P 2-320	
GRASHOF (Gr) = B * 2 * g * (De)^3 * da^2 * DT / Va^2	8713		
COEF. DE EXPANSIÓN TÉRMICA (B)	0,003032	P 2-315	
GRAVEDAD (g)	9,81		
INCREMENTO TEMPERATURA (DT) SUPERFICIE CAMISA-MEDIA FLUIDO	48,74		
NUSSELT (Nu) = he * De / K	253,191		
LONGITUD TERMOBATIDORA (L)	2		
DIÁMETRO INTERNO CAMISA TRANSMISIÓN (Di)	0,523		m 0,53
DIÁMETRO EXTERNO CAMISA TRANSMISIÓN (De)	0,53		diametro interno anular De diametro externo anular D1 0,547
PRANDTL (Pr) = Cpa * Va / K	3,649		
Va A LA TEMP. DE LA PARED (Vaw)	0,00055		

COEFICIENTE DE DEPOSICIÓN INTERNO (Rdi)	0,0002	m ² °C/W
COEFICIENTE DE DEPOSICIÓN EXTERNO (Rde)	0,0008	m ² °C/W
ESPESOR DE LA PARED (e)	0,0035	m
AREA INTERNA DE TRANSMISIÓN DE CALOR (Ai)	2,464	m ²
AREA EXTERNA DE TRANSMISIÓN DE CALOR (Ae)	2,497	m ²
AREA MEDIA LOGARÍTMICA (Aml)	2,481	m ²
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LA PARED (Kp)	58,635	W / m °C

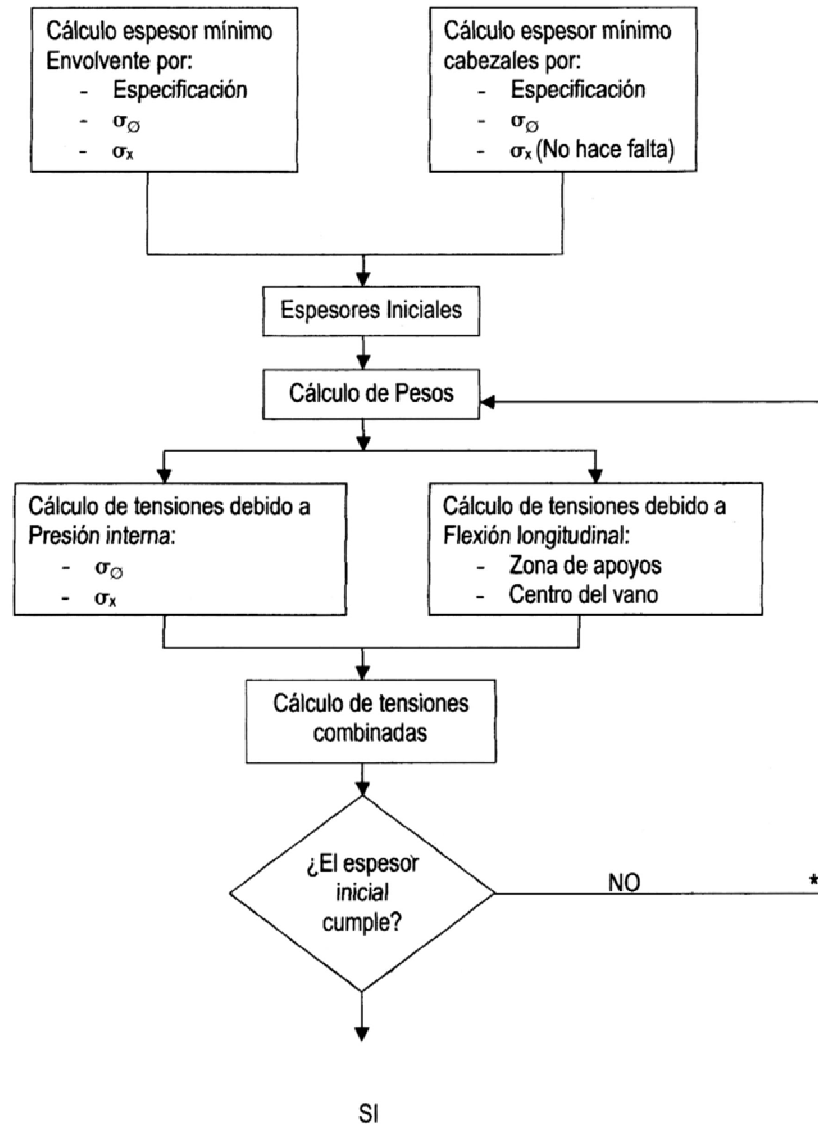
U 96,6831 W/m² °C

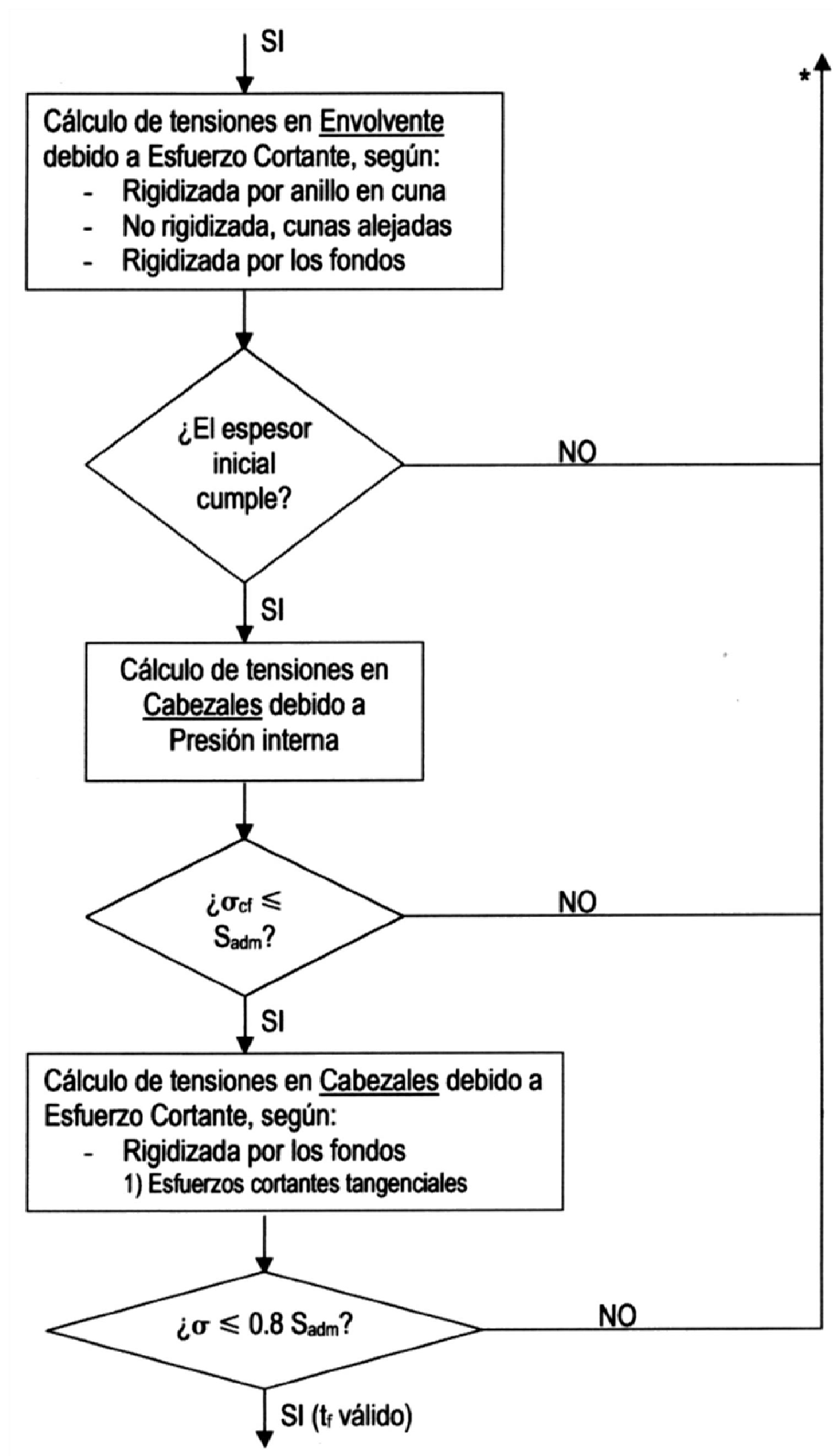
DIFERENCIA DE TEMPERATURAS MEDIA LOGARÍTMICA (DT)	23,57	°C
FLUJO CONTRACORRIENTE	$DT = \frac{(Tc - Ta2) - (Tc2 - Ta)}{\ln \frac{(Tc - Ta2)}{(Tc2 - Ta)}}$	
ÁREA DE TRANSMISIÓN DE CALOR (A)	2,101	m ²

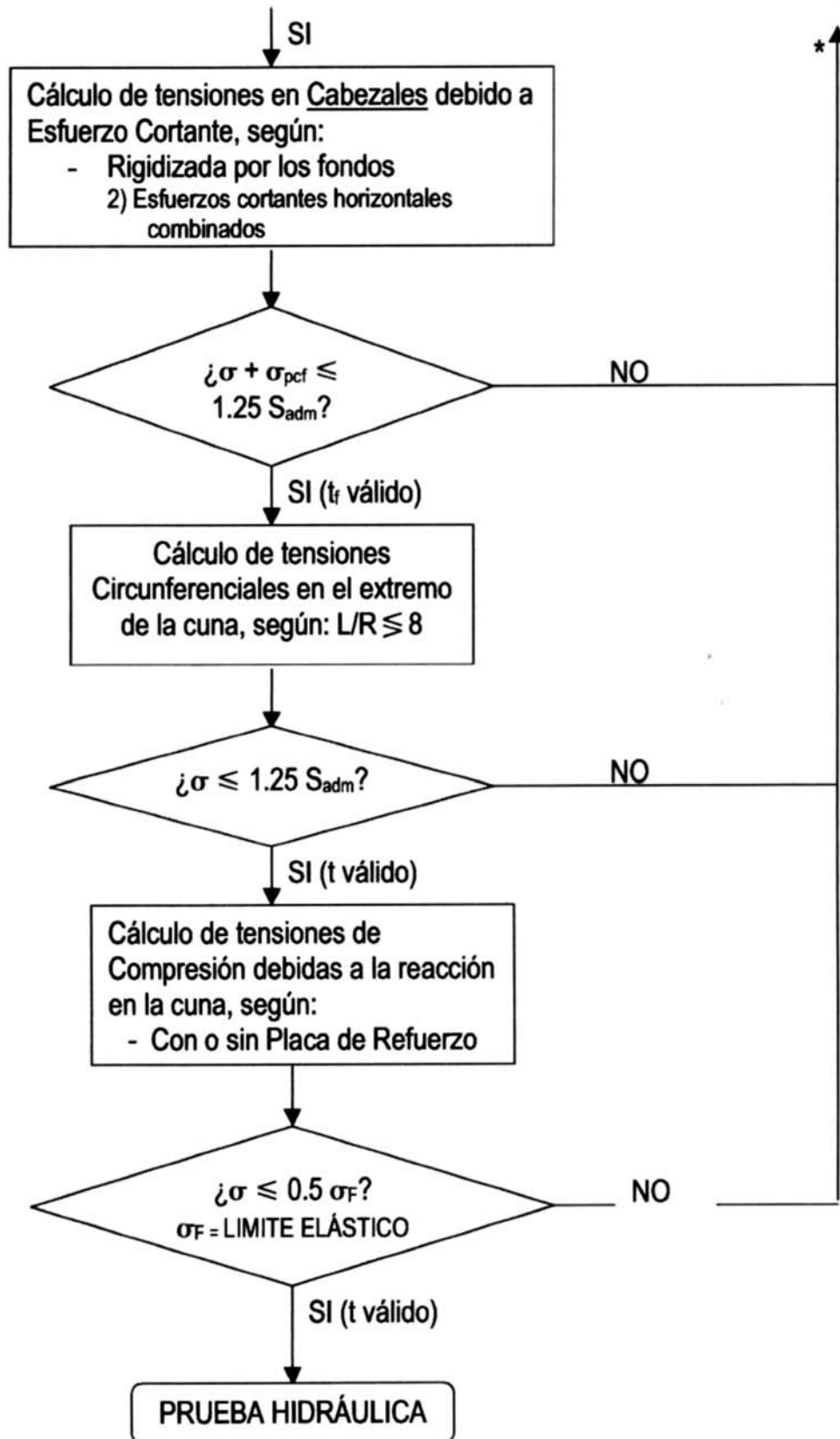
1.3. DISEÑO MECÁNICO DE LA TERMOBATIDORA.

Para el diseño mecánico de la termobatidora se ha tenido en cuenta el Reglamento de Aparatos a Presión (**RAP**) y la especificación ESP-1101-01 de CEPISA (Rev. 1ª, Noviembre de 1994) (**Suffo, 2003**) para el complemento de detalles.

A continuación se desarrolla una secuencia de pasos a seguir para la óptima determinación del espesor mínimo de chapa de virolas y tapas de recipientes horizontales sometidos a presión interna, cargas externas y, una combinación de casos de carga.







DISEÑO INTERNO DE LA TERMOBATIDORA.

- CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA TERMOBATIDORA:
 - Caudal de pasta a tratar (Q_a) = 894.45 kg/h = 0.33 m³/h (2 módulos).
 - Tiempo de retención en cada módulo (T_r) = 0.6 horas (**Boskou, 1998**)
 - Densidad de la pasta de aceitunas (ρ) = 1066.432 kg/m³
- VOLUMEN DE LA PASTA A TRATAR (V_p) = $Q_a * T_r = 0.20 \text{ m}^3$
- LONGITUD DE LA TERMOBATIDORA (1 MÓDULO) (L) = 1m
- RADIO INTERNO DE LA TERMOBATIDORA (r_i) = $\sqrt{\frac{\frac{V_p}{L} + A_{sc}}{\pi}} = 0.262\text{m}$
- Área segmento (A_{sc}) = $A_{TABLA} * (r_{supuesto})^2 = 0.02 \text{ m}^2$ (**Megyesy, 1995**)
 - $A_{TABLA} = 0.2854 \text{ m}^2$
 - $r_{supuesto} = 0.262 \text{ m}$
 - Ángulo ($A1$) = 90°
- PRESIÓN DE DISEÑO (P_d) = $3.5 \text{ kg/cm}^2 = 49.78 \text{ psi}$

Esta presión debe ser en todo caso mayor a la máxima de operación o servicio.

Su valor se puede fijar como el mayor de:

- 1,1 x Presión máxima de operación (kg/cm²) = 1.10 kg/cm²
- Presión máxima de operación + 2 kg/cm² = 3 kg/cm²
- 3,5 Kg/cm² = 3.5 kg/cm²
- Presión de operación (P) = $1 + (H * \rho) = 1 \text{ kg/cm}^2 = 14.22 \text{ psi}$
 - Altura de líquido (H) = $D_i - h = 0.45 \text{ m}$

- TEMPERATURA DE OPERACIÓN (T) = 50 °C
- TEMPERATURA DE DISEÑO (T_d) = 50 + 20 = 70 °C

Debe ser superior a la máxima que se produzca durante la operación, y es habitual (a no ser que se especifique otro valor en las hojas de datos del recipiente) adoptar como temperatura de diseño el valor de:

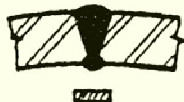



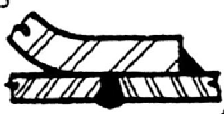
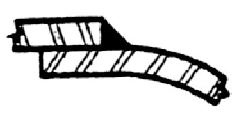
$$T_d = \text{Máxima Temperatura de operación} + 20^\circ \text{C}$$

- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL UTILIZADO:
 - **Tipo:** acero inoxidable 316
 - Tensión máxima admisible (S_{td}) = 1781.163 kg/cm² = 25333psi
 - Límite elástico (L_f) = 2671.78 Kg/cm² = 38000 psi (**AWI, 2004**)
 - Corrosión admisible (C_a) = 0.001 m = 0.039 “
 - Tipo de juntas = 1, sin radiografías (**Megyesy, 1995**)
 - Eficiencia en la soldadura (**E**) = 0.7

La unión entre chapas se realiza, normalmente, por medio de la soldadura, y ésta representa una discontinuidad dentro del trazado de chapa que puede producir una intensificación local de las tensiones a que se encuentra sometido el material.

Esta razón, junto con la posibilidad de producirse defectos en la realización de la soldadura y el calentamiento y rápido enfriamiento al que está sometida la zona próxima a la soldadura, dan pie a considerar la zona de soldadura como debilitada.

Teniendo en cuenta este hecho, en el cálculo de los recipientes se introduce una reducción en la tensión máxima admisible multiplicando ésta por un coeficiente denominado eficiencia de la soldadura (E), cuyo valor varía según las normas o códigos, y de acuerdo a la soldadura y los controles efectuados sobre ella.

TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS				
TIPOS NORMA UW-12	EFICIENCIA DE LA JUNTA, E Cuando la junta es:	a. b. c.		
		Radiografiada totalmente	Examinada por zonas	No Examinada
1 	Juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza. Si se emplea placa de respaldo, debe quitarse ésta después de terminar la soldadura.	1.00	0.85	0.70
2  En juntas circunferenciales únicamente	Junta a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar	0.90	0.80	0.65
3 	Junta a tope de un solo cordón sin tira de respaldo	—	—	0.60
4 	Junta a traslape de doble filete completo	—	—	0.55
5 	Junta a traslape de un solo filete completo con soldaduras de tapón	—	—	0.50
6 	Junta a traslape de un solo filete completo sin soldaduras de tapón	—	—	0.45

- **ESPESOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE (e_{\min}) = 3.5 mm**

Bien por norma o código, o por requerimientos de transporte, etc. se debe fijar un valor mínimo del espesor de la envolvente. Como guía práctica, el espesor mínimo, excluido el sobreespesor por corrosión admisible de las envolventes y fondos, será el mayor de los siguientes valores:

- exigido por el código ASME Sección VIII División 1:

- $e_{\min} = 2,5 + C_a = 3 \text{ mm}$

- según:

- $e_{\min} = D_i / 1000 + 2.5 + C_a = 3.5 \text{ mm}$

- acero inoxidable = 3 mm

- según:

- esfuerzos circunferenciales =

$$= \frac{P_d * (D_i + 2 * C_a)}{2 * S_{td} * E - 1.2 * P_d} = 0.74 \text{ mm}$$

- esfuerzos longitudinales =

$$= \frac{P_d * (D_i + 2 * C_a)}{4 * S_{td} * E + 0.8 * P_d} = 0.37 \text{ mm}$$

- **COMPROBACIÓN DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN EXTERNA SEGÚN CÓDIGO ASME VIII Div. 1.**

La presión externa, actuando sobre un recipiente cilíndrico, induce en la pared del mismo esfuerzos de compresión circunferenciales y longitudinales, siendo el valor de los primeros doble de los segundos. Es necesario estudiar los esfuerzos circunferenciales de compresión por el fenómeno de inestabilidad elástica que producen en el recipiente. En general, la inestabilidad elástica es un fenómeno que debe ser considerado en todas las estructuras con rigidez limitada, cuando están sometidas a flexión, torsión, compresión, o una combinación de estas cargas.

El fallo por inestabilidad elástica se dice que la estructura se abolla o aplasta.

El aplastamiento o pandeo local de recipientes producido por excesiva presión externa, normalmente se inicia por pequeñas irregularidades en la forma geométrica de los mismos. Una pequeña deformación en la forma cilíndrica o falta de circularidad en su sección transversal puede producir esfuerzos de flexión, bajo la presión externa, que tenderán a deformar aún más la envolvente cilíndrica.

Tenemos así un sistema inestable en el que cualquier deficiencia en la geometría cilíndrica produce, bajo presión exterior, esfuerzos de flexión que a su vez aumentan el defecto hasta llegar al aplastamiento del cilindro. Debido a este fenómeno, cuando se diseña un recipiente para presión externa, no será suficiente el conocimiento del esfuerzo admisible del material, como en el caso de presión interna. Se debe utilizar otro criterio, que es, con las características particulares del aparato (material, espesor y geometría), calcular la máxima presión externa que puede aguantar. Esta máxima presión admisible es directamente proporcional al módulo de elasticidad del material y al momento de inercia de la envolvente, e inversamente proporcional al cubo del radio de curvatura.

Es muy frecuente que un mismo recipiente pueda estar sometido a presión interna y, en ocasiones, a presión externa, normalmente por operación incorrecta. Tanto estos recipientes como en todos en general, se debe realizar el diseño, primero, a presión interna o se dimensiona con los espesores mínimos, y luego se comprueba si estos espesores son correctos para resistir la presión externa de diseño o proyecto (Pa).

Antes de iniciar el cálculo de la presión externa, se van a definir los parámetros que se utilizan en las fórmulas de cálculo:

A = Factor función de las dimensiones del recipiente.

B = Factor determinado por las figuras del ASME VIII Div. 1.

La máxima presión de trabajo admisible, P_a , que soporta una carcasa

cilíndrica de relación $\frac{D_e}{e_{\min}} \geq 10$, se calcula siguiendo el siguiente

procedimiento:

A) Se determinan los valores de las siguientes relaciones geométricas:

- $\frac{L}{D_e} = 1.89$
- $\frac{D_e}{e_{\min}} = 151.48$

B) Con las relaciones geométricas anteriores, y con la ayuda de la gráfica (Fig. 5-UG 28.0 s/ASME VIII Div.1), se determina el valor de "A".

- $A = 0.0004$

C) Tomando el valor de "A", y utilizando la gráfica relativa al material (Fig. 5-UCS-28.1; UCS-28.2 s/ASME VIII Div. 1), se calcula el valor de "B" en función de la temperatura de diseño o proyecto.

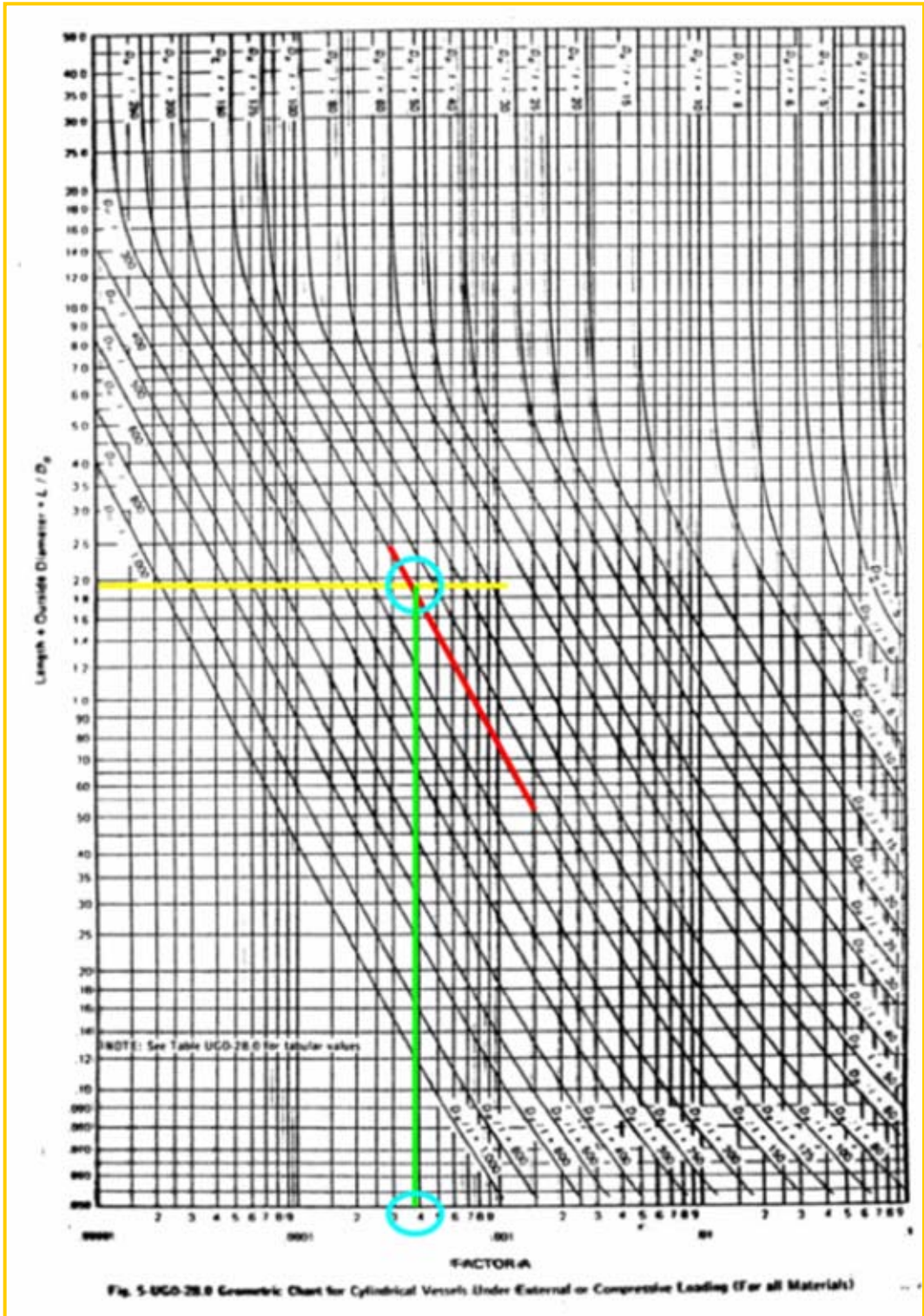
- $B = 5900 \text{ psi}$

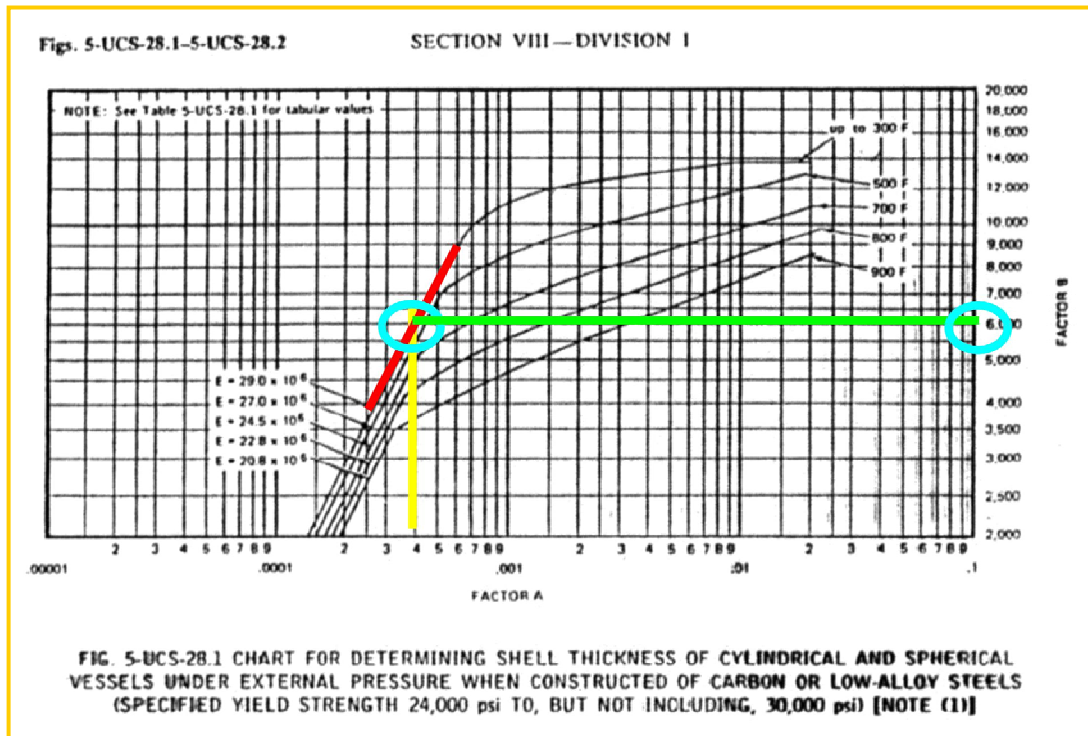
D) El valor de la presión máxima admisible de trabajo sería:

$$P_a = \frac{4 * B}{3 * \left(\frac{D_e}{e_{\min}} \right)} = 52.63 \text{ psi} = 3.70 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Una vez calculada la máxima presión externa admisible se compara con la de proyecto; $P_a > P_d$, el espesor es correcto, y en caso contrario se deberá proceder a un aumento del valor del mismo o instalar unos

anillos rigidizadores colocados circunferencialmente alrededor del recipiente y a una distancia tal que su efecto se solape entre ellos.





- ESPESOR MÍNIMO DE LOS CABEZALES (e_{cab}) = 7 mm = 0.28” (Megyesy, 1995)

$$e_{cab} = D_i * \sqrt{\frac{0.13 * P_d}{S_{td} * E}} = 7mm$$

- PESOS:
 - PESO DE LA ENVOLVENTE = 34.81 kg

$$P_{envolvente} = \frac{\pi * (D_e^2 - D_i^2) * L * \rho_{ac}}{4} - (P_e * e_{min} * L * \rho_{ac})$$

- Densidad del acero inoxidable (ρ_{ac}) = 8000 kg/m³
- Perímetro arco eliminado (P_e) (Megyesy, 1995) = 0.41 m

- PESO DE LOS FONDOS = 12.35 kg

- PESO LÍQUIDO ALMACENADO = 208.34 kg
- PESO DEL AGITADOR = 0.10 * PESO (envolvente + fondos + líquido) = 25.55 kg
- **PESO TOTAL = 281.05 kg**

▪ REACCIÓN EN LOS APOYOS (R_{apoyos}) = $\frac{peso_total}{5_apoyos} = 56.21kg$

- TENSIONES DEBIDO A LA PRESIÓN INTERNA:

○ Tensiones circunferenciales (T_c) = 190.51 Kg/cm²

$$T_c = \frac{P_d * D_e - (0.8 * P_d * (e_{min} - C_a))}{2 * E * (e_{min} - C_a)} = 190.51Kg / cm^2$$

○ Tensiones longitudinales (T_l) = 183.82 Kg/cm²

$$T_l = \frac{P_d * (D_e + 2)}{4 * (e_{min} - C_a)} = 183.82kg / cm^2$$

- COMPROBACIÓN:

Mayor (T_c, T_l) < E * S_{td} → 190.51 < 1246.814

- TENSIÓN A COMPRESIÓN DEBIDO A LA REACCIÓN EN LOS APOYOS = 0.37 kg/cm²

○ Espesor de los apoyos = 3 mm

DISEÑO EXTERNO DE LA TERMOBATIDORA.

- CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA CAMISA DE CALEFACCIÓN:
 - Fluido calefactor : agua
 - Caudal fluido calefactor (Q_c) = $0.0025 \text{ m}^3/\text{s} = 25 \text{ l/s}$
 - Radio interno de la camisa (r_e) = 0.265 m
 - Radio interno carcasa (r_1) = 0.274 m
 - Área anular del fluido calefactor = $0.75 \cdot \pi \cdot (r_1^2 - r_e^2) = 0.011 \text{ m}^2$
 - Ángulo 1 (A_1) = 90°
 - Longitud de la termobatidora (L) = 1 m
 - Velocidad del fluido calefactor (V_c) = $Q_c / \text{área anular} = 0.22 \text{ m/s}$

- PRESIÓN DE DISEÑO (P_d) = $3.575 \text{ kg/cm}^2 = 50.84 \text{ psi}$

Esta presión debe ser en todo caso mayor a la máxima de operación o servicio.

Su valor se puede fijar como el mayor de:

- $1,1 \times \text{Presión máxima de operación (kg/cm}^2) = 1.73 \text{ kg/cm}^2$
- $\text{Presión máxima de operación} + 2 \text{ kg/cm}^2 = 3.57 \text{ kg/cm}^2$
- $3,5 \text{ Kg/cm}^2 = 3.5 \text{ kg/cm}^2$

- $\text{Presión de operación (P)} = 1.57 \text{ kg/cm}^2$
 - $\text{Presión del agua de calefacción} = 1.2 \text{ kg/cm}^2$
 - $\text{Presión desarrollada por el equipo interno} = 0.37 \text{ kg/cm}^2$

- $\text{TEMPERATURA DE OPERACIÓN (T)} = 50^\circ \text{C}$
- $\text{TEMPERATURA DE DISEÑO (T}_d) = 50 + 20 = 70^\circ \text{C}$

- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL UTILIZADO:
 - **Tipo:** acero inoxidable 316
 - Tensión máxima admisible (S_{td}) = 1781.163 kg/cm² = 25333psi
 - Límite elástico (L_f) = 2671.78 kg/cm² = 38000 psi (**AWI, 2004**)
 - Corrosión admisible (C_a) = 0.001 m = 0.039 “
 - Tipo de juntas = 1, sin radiografías (**Megyesy, 1995**)
 - Eficiencia en la soldadura (**E**) = 0.7

- ESPESOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE (e_{min}) = **3.5 mm**

Será el mayor de los siguientes valores:

- exigido por el código ASME Sección VIII División 1:

- $e_{min} = 2,5 + C_a = 3 \text{ mm}$

- según:

- $e_{min} = D_1 / 1000 + 2.5 + C_a = 3.5 \text{ mm}$

- acero inoxidable = 3 mm

- según:

- esfuerzos circunferenciales =

$$= \frac{P_d * (D_1 + 2 * C_a)}{2 * S_{td} * E - 1.2 * P_d} = 0.79 \text{ mm}$$

- esfuerzos longitudinales =

$$= \frac{P_d * (D_1 + 2 * C_a)}{4 * S_{td} * E + 0.8 * P_d} = 0.39 \text{ mm}$$

- COMPROBACIÓN DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN EXTERNA SEGÚN CÓDIGO ASME VIII Div. 1.

E) Se determinan los valores de las siguientes relaciones geométricas:

- $\frac{L}{D_2} = 1.82$

$$\circ \frac{D_2}{e_{\min}} = 156.57$$

F) Con las relaciones geométricas anteriores, y con la ayuda de la gráfica (Fig. 5-UG 28.0 s/ASME VIII Div.1), se determina el valor de "A".

$$\circ A = 0.0004$$

G) Tomando el valor de "A", y utilizando la gráfica relativa al material (Fig. 5-UCS-28.1; UCS-28.2 s/ASME VIII Div. 1), se calcula el valor de "B" en función de la temperatura de diseño o proyecto.

$$\circ B = 5900 \text{ psi}$$

H) El valor de la presión máxima admisible de trabajo sería:

$$P_a = \frac{4 * B}{3 * \left(\frac{D_2}{e_{\min}} \right)} = 42.04 \text{ psi} = 2.96 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Una vez calculada la máxima presión externa admisible se compara con la de proyecto; $P_a > P_d$, el espesor es correcto.

- **ESPESOR MÍNIMO DE LOS CABEZALES (e_{cab}) = 10.58 mm = 0.42 "**
(Megyesy, 1995)

$$e_{cab} = D_1 * \sqrt{\frac{0.13 * P_d}{S_{td} * E}} = 10.58 \text{ mm}$$

- PESOS:

- PESO DE LA ENVOLVENTE = 48.50 kg

$$P_{envolvente} = \frac{\pi * (D_2^2 - D_1^2) * L * \rho_{ac}}{4}$$

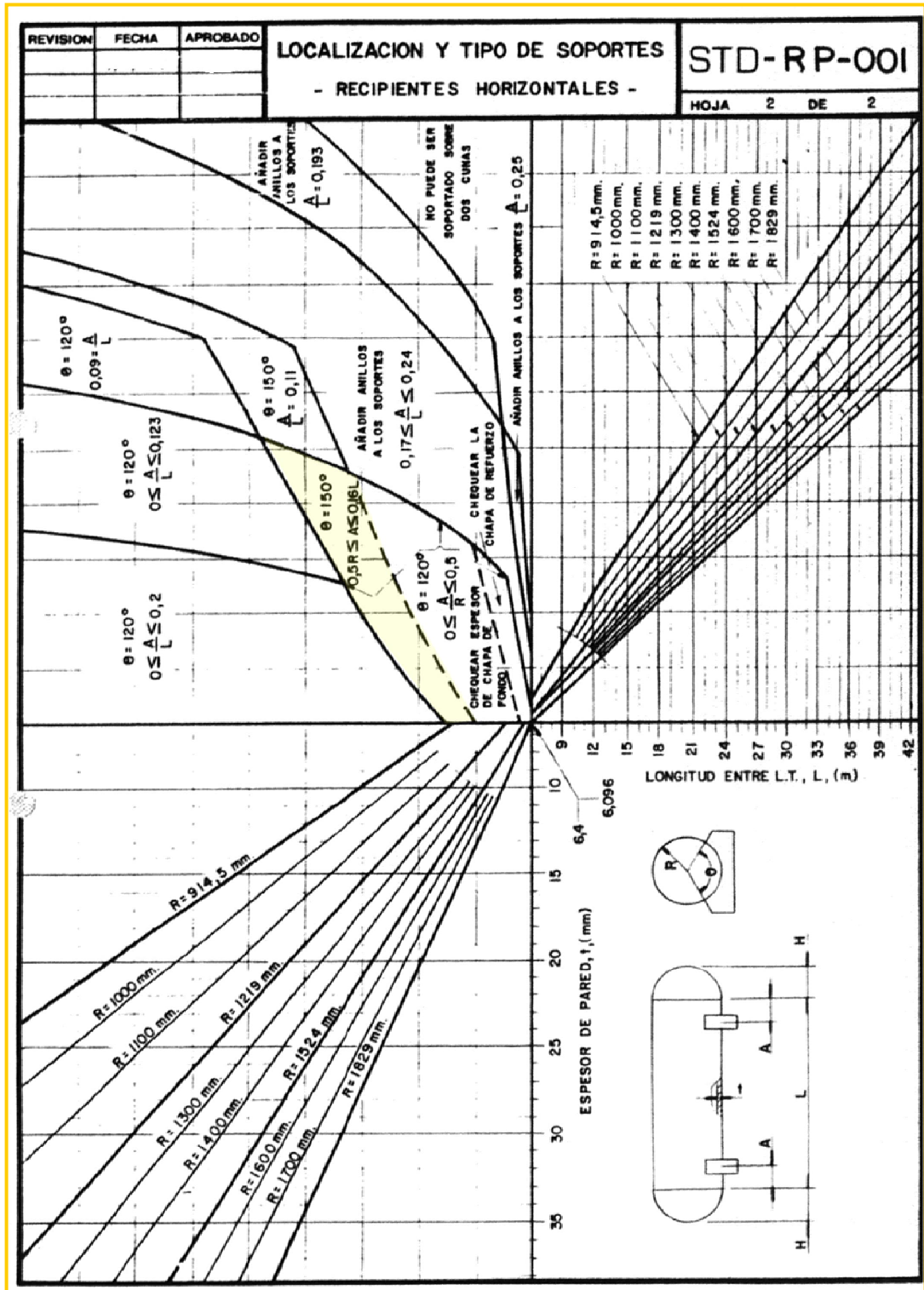
- Densidad del acero inoxidable (ρ_{ac}) = 8000 kg/m³

- PESO DE LOS FONDOS = 20.47 kg
- PESO INTERNO = 292.56 kg
 - Soportes = 0.98 kg
 - Agua calefacción = 11.31 kg
 - Equipo interno = 281.05 kg
- **PESO TOTAL = 362.32 kg**

- REACCIÓN EN LOS APOYOS (**Q**) = $\frac{peso_total}{2_apoyos} = 181.16kg$

- TENSIONES DEBIDAS A LA FLEXIÓN LONGITUDINAL SOBRE LA ENVOLVENTE:

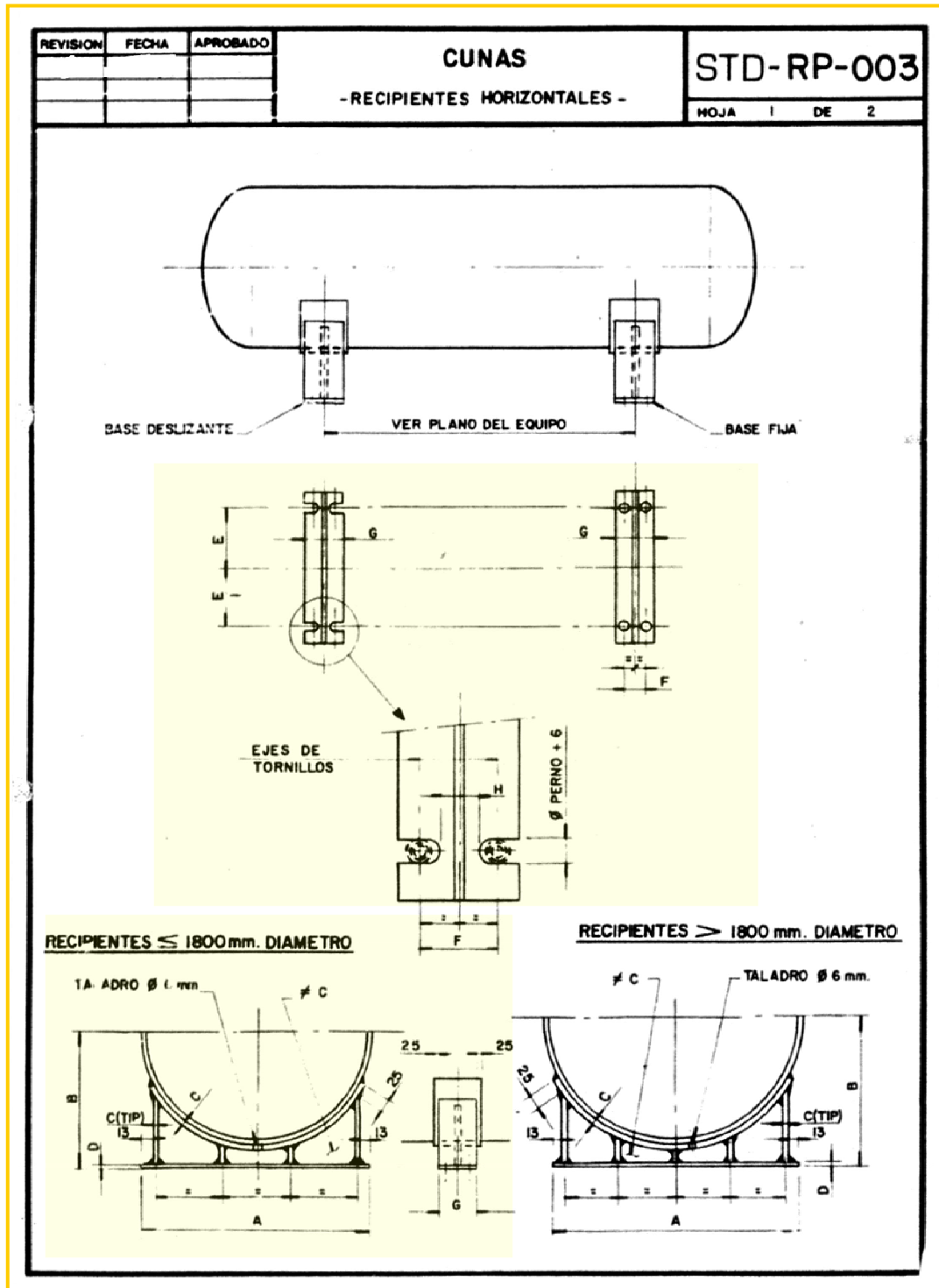
- Ángulo de contacto en la cuna (θ) = 150°
- Coeficiente **A** = 0.5* $r_2 = 0.14$
- Coeficiente **K1** = 0.505
- Datos diseño:
 - **A** = 545 mm
 - **B** = 485 mm
 - **C** = 10 mm
 - **D** = 12 mm
 - **E** = 170 mm
 - **F** = 100 mm
 - **G** = 150 mm
 - **H** = 40 mm
 - **Diámetro pernos** = ¾ “
 - **Diámetro agujeros** = 25 mm



DISEÑO MECANICO DE RECIPIENTES HORIZONTALES		VALORES DE LA CONSTANTE K						HOJA N° 16 DE 16	
								PROYECTO N°	
								EQUIPO	
								CODIGO	
ANGULO θ DE CONTACTO	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇		
120°	0,335	0,319	1,171	0,880		0,401	0,760		
150°	0,505	0,319	0,799	0,485		0,295	0,673		

$K_1 = 3,14$; SI LA ENVOLVENTE ESTA RIGIDIZADA POR ANILLO, O FONDO ($A \leq R/2$).

REVISION	FECHA	APROBADO	CUNAS						STD-RP-003			
			- RECIPIENTES HORIZONTALES -						HOJA 2 DE 2			
<p>NOTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PARA RECIPIENTES DE DIAMETRO INTERMEDIO USAR LAS DIMENSIONES DE LA CUNA CORRESPONDIENTE AL DEL DIAMETRO INMEDIATO SUPERIOR. - MATERIAL DEFINIDO EN EL PLANO DEL RECIPIENTE. - BASES, FWA Y DESLIZANTE DEFINIDAS EN EL PLANO DEL RECIPIENTE. - EL TALADRO DE VENTILACION EN LA CHAPA DE REFUERZO SE TAPARA CON PRODUCTO DESPUES DE LA PRUEBA HIDRAULICA. - DIMENSIONES EN mm., EXCEPTO LAS QUE SE INDICAN. 												
ϕ EXT. RECIPIENTE	A	B	C	D	E	F	G	H	ϕ PERNOS/AGUERO	ϕ	PESOS 2 CUNAS	
600	545	485	10	12	170	100	150	40	3/4"	25		
750	675	560	10	12	213	100	150	40	3/4"	25		
900	805	635	10	12	255	100	150	40	3/4"	25		



- Zona de apoyos:

$$T_1 = \frac{100 * Q * A * \left(1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{r_1^2 - H^2}{2 * A * L}}{1 + \left(\frac{4 * H}{3 * L}\right)}\right)}{K1 * r_1^2 * (e_{\min} - C_a)} = 18.47 \text{ kg / cm}^2$$

- Centro del vano:

$$T_2 = \frac{100 * Q * L * \left(\frac{1 + 2 * \frac{r_1^2 - H^2}{L^2}}{1 + \left(\frac{4 * H}{3 * L}\right)} - 4 * \frac{A}{L}\right)}{4 * \pi * r_1^2 * (e_{\min} - C_a)} = 2.86 \text{ Kg / cm}^2$$

- TENSIONES DEBIDAS A LA PRESIÓN INTERNA:

- Tensiones circunferenciales (T_c) = 402.85 Kg/cm²

$$T_c = \frac{P_d * D_1 - (0.8 * P_d * (e_{\min} - C_a))}{2 * E * (e_{\min} - C_a)} = 402.85 \text{ kg / cm}^2$$

- Tensiones longitudinales (T_l) = 61.83 kg/cm²

$$T_l = \frac{P_d * (D_1 + 2)}{4 * (e_{\min} - C_a)} = 61.86 \text{ kg / cm}^2$$

- TENSIONES COMBINADAS: PRESIÓN INTERIOR + FLEXIÓN LONGITUDINAL:

- A tracción:

- $T_t = \text{Mayor } (T_1, T_2) = 18.47 \text{ kg/cm}^2$
- $T_t + T_l = 80.33 \text{ kg/cm}^2$
- Comprobación $\rightarrow S * E > T_t + T_l$
1246.814 > 80.33 \rightarrow correcto

- A compresión:

- $T_c = \text{mayor } (T_1, T_2) = 18.47 \text{ kg/cm}^2$
- Factor **X** =

$$\frac{\varepsilon * (e_{\min} - C_a)}{29 * r_1} * \left(2 - \frac{200 * (e_{\min} - C_a)}{3 * r_1} \right) = 1713.58 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de elasticidad (ε) = 197000 kg/cm²
- Comprobación $\rightarrow T_c < 0.5 * L_f$
 $T_c < X$

$$18.47 < 1335.89$$

$$18.47 < 1713.58 \rightarrow \text{correcto}$$

▪ TENSIONES EN LA ENVOLVENTE DEBIDO A ESFUERZO CORTANTE:

- No rigidizada, cunas alejadas de los fondos.

- $\frac{A}{r_1} = 0.506 > 0.5$

- $T = 1000 * K4 * \frac{Q}{r_1 * (e_{\min} - C_a)} * \frac{L - (2 * A) - H}{L + H} = 9.78 \text{ kg} / \text{cm}^2$

- $K4 = 0.799$

- Comprobación $\rightarrow T < 0.8 * S_{td}$

9.78 < 1424.931 \rightarrow correcto

▪ TENSIONES EN LOS CABEZALES DEBIDO AL ESFUERZO CORTANTE:

- Esfuerzos tangenciales cortantes (E_{tc}):

$$E_{tc} = 100 * K5 * \frac{Q}{r_1 * (e_{\min} - C_a)} = 2.99 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

- Comprobación $\rightarrow E_{tc} < 0.8 * S_{td}$

2.99 < 1424.931 \rightarrow correcto

- Esfuerzos cortantes horizontales combinados (E_{ch}):

$$E_{ch} = 100 * K8 * \frac{Q}{r_1 * (e_{\min} - C_a)} = 1.82 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

- Coeficiente $K8 = 0.295$

- Comprobación $\rightarrow E_{ch} < 1.25 * S_{td}$

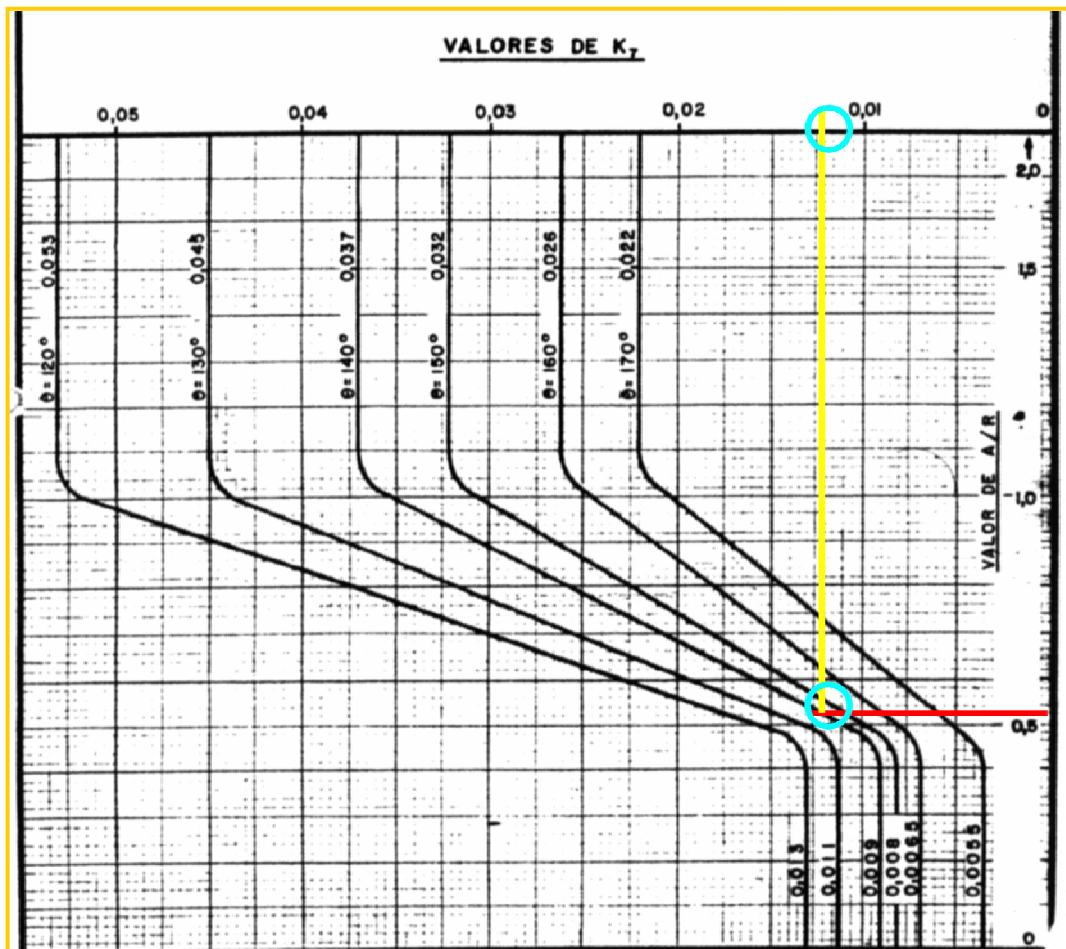
1.82 < 1424.931 \rightarrow correcto

▪ TENSIONES CIRCUNFERENCIALES EN EL EXTREMO DE LA CUNA:

- $L/r_1 = 1.825 < 8$

$$T = -100 * \frac{Q}{4 * (e - C) * (b - 1.56 * \sqrt{r_1} * (e - C))} - 100 * K7 * \frac{12 * Q * r_1}{L * (e - C)^2} = 53.03 \text{ kg / cm}^2$$

- Coeficiente $K7 = 0.0125$



- Comprobación $\rightarrow T < 1.25 * S_{td}$

53.03 < 2226.454 \rightarrow correcto

- TENSIONES DE COMPRESIÓN DEBIDAS A LA REACCIÓN EN LA CUNA:

$$T = 100 * K_9 * \frac{Q}{(e - C) * (b + 1.56 * \sqrt{r_1} * (e - C))} = 63.29 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

- Coeficiente **K₉** = 0.673
- Comprobación $\rightarrow T < 0.5 * L_f$

63.29 < 1335.89 \rightarrow correcto

DISEÑO EXTERNO DE LA TERMOBATIDORA, MÓDULO INFERIOR.

- CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA CAMISA DE CALEFACCIÓN:
 - Fluido calefactor : agua
 - Caudal fluido calefactor (Q_c) = $0.0025 \text{ m}^3/\text{s} = 25 \text{ l/s}$
 - Radio interno de la camisa (r_e) = 0.265 m
 - Radio interno carcasa (r_1) = 0.274 m
 - Área anular del fluido calefactor = $0.75 \cdot \pi \cdot (r_1^2 - r_e^2) = 0.011 \text{ m}^2$
 - Ángulo 1 (A_1) = 90°
 - Longitud de la termobatidora (L) = 1 m
 - Velocidad del fluido calefactor (V_c) = $Q_c / \text{área anular} = 0.22 \text{ m/s}$

- PRESIÓN DE DISEÑO (P_d) = $3.5 \text{ kg/cm}^2 = 49.78 \text{ psi}$

Esta presión debe ser en todo caso mayor a la máxima de operación o servicio.

Su valor se puede fijar como el mayor de:

- $1,1 \times \text{Presión máxima de operación (kg/cm}^2) = 1.59 \text{ kg/cm}^2$
- $\text{Presión máxima de operación} + 2 \text{ kg/cm}^2 = 3.45 \text{ kg/cm}^2$
- $3,5 \text{ kg/cm}^2 = 3.5 \text{ kg/cm}^2$

- Presión de operación (P) = 1.45 kg/cm^2
 - Presión del agua de calefacción = 1.2 kg/cm^2
 - Presión desarrollada por el equipo interno = 0.25 kg/cm^2

- TEMPERATURA DE OPERACIÓN (T) = 50°C
- TEMPERATURA DE DISEÑO (T_d) = $50 + 20 = 70^\circ \text{C}$

- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL UTILIZADO:
 - **Tipo:** acero inoxidable 316
 - Tensión máxima admisible (S_{td}) = 1781.163 kg/cm² = 25333psi
 - Límite elástico (L_f) = 2671.78 kg/cm² = 38000 psi
 - Corrosión admisible (C_a) = 0.001 m = 0.039 “
 - Tipo de juntas = 1, sin radiografías
 - Eficiencia en la soldadura (E) = 0.7

- ESPESOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE (e_{min}) = **3.5 mm**

Será el mayor de los siguientes valores:

- exigido por el código ASME Sección VIII División 1:

- $e_{min} = 2,5 + C_a = 3 \text{ mm}$

- según:

- $e_{min} = D_1 / 1000 + 2.5 + C_a = 3.5 \text{ mm}$

- acero inoxidable = 3 mm

- según:

- esfuerzos circunferenciales =

$$= \frac{P_d * (D_1 + 2 * C_a)}{2 * S_{td} * E - 1.2 * P_d} = 0.77 \text{ mm}$$

- esfuerzos longitudinales =

$$= \frac{P_d * (D_1 + 2 * C_a)}{4 * S_{td} * E + 0.8 * P_d} = 0.38 \text{ mm}$$

- COMPROBACIÓN DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN EXTERNA SEGÚN CÓDIGO ASME VIII Div. 1.

- I) Se determinan los valores de las siguientes relaciones geométricas:

- $\frac{L}{D_2} = 1.82$

$$\circ \frac{D_2}{e_{\min}} = 156.57$$

J) Con las relaciones geométricas anteriores, y con la ayuda de la gráfica (Fig. 5-UG 28.0 s/ASME VIII Div.1), se determina el valor de "A".

$$\circ A = 0.00035$$

K) Tomando el valor de "A", y utilizando la gráfica relativa al material (Fig. 5-UCS-28.1; UCS-28.2 s/ASME VIII Div. 1), se calcula el valor de "B" en función de la temperatura de diseño o proyecto.

$$\circ B = 5000 \text{ psi}$$

L) El valor de la presión máxima admisible de trabajo sería:

$$P_a = \frac{4 * B}{3 * \left(\frac{D_2}{e_{\min}} \right)} = 42.04 \text{ psi} = 2.96 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Una vez calculada la máxima presión externa admisible se compara con la de proyecto; $P_a > P_d$, el espesor es correcto.

- ESPESOR MÍNIMO DE LOS CABEZALES (e_{cab}) = 16.68 mm = 0.66 "

$$e_{cab} = D_1 * \sqrt{\frac{0.13 * P_d}{S_{td} * E}} = 16.68 \text{ mm}$$

- PESOS:

- PESO DE LA ENVOLVENTE = 48.50 kg

$$P_{envolvente} = \frac{\pi * (D_2^2 - D_1^2) * L * \rho_{ac}}{4}$$

- Densidad del acero inoxidable (ρ_{ac}) = 8000 kg/m³

- PESO DE LOS FONDOS = 32.27 kg
- PESO INTERNO = 293.46 kg
 - Soportes = 0.98 kg
 - Agua calefacción = 11.41 kg
 - Equipo interno = 281.05 kg
- PESO EXTERIOR = 362.32 kg
- **PESO TOTAL = 756.56 kg**

- REACCIÓN EN LOS APOYOS (Q) = $\frac{peso_total}{2_apoyos} = 368.28kg$

- TENSIONES DEBIDAS A LA FLEXIÓN LONGITUDINAL SOBRE LA ENVOLVENTE:

- Ángulo de contacto en la cuna (θ) = 150°
- Coeficiente **A** = 0.5* r₂ = 0.14
- Coeficiente **K1** = 0.505
- Datos diseño:
 - **A** = 545 mm
 - **B** = 485 mm
 - **C** = 10 mm
 - **D** = 12 mm
 - **E** = 170 mm
 - **F** = 100 mm
 - **G** = 150 mm
 - **H** = 40 mm
 - **Diámetro pernos** = ¾ “

- **Diámetro agujeros = 25 mm**

- Zona de apoyos:

$$T_1 = \frac{100 * Q * A * \left(1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{r_1^2 - H^2}{2 * A * L}}{1 + \left(\frac{4 * H}{3 * L}\right)}\right)}{K1 * r_1^2 * (e_{\min} - C_a)} = 37.54 \text{ kg / cm}^2$$

- Centro del vano:

$$T_2 = \frac{100 * Q * L * \left(\frac{1 + 2 * \frac{r_1^2 - H^2}{L^2}}{1 + \left(\frac{4 * H}{3 * L}\right)} - 4 * \frac{A}{L}\right)}{4 * \pi * r_1^2 * (e_{\min} - C_a)} = 5.81 \text{ kg / cm}^2$$

- **TENSIONES DEBIDAS A LA PRESIÓN INTERNA:**

- Tensiones circunferenciales (T_c) = 394.43 kg/cm²

$$T_c = \frac{P_d * D_1 - (0.8 * P_d * (e_{\min} - C_a))}{2 * E * (e_{\min} - C_a)} = 384.43 \text{ kg / cm}^2$$

- Tensiones longitudinales (T_l) = 56.79 kg/cm²

$$T_l = \frac{P_d * (D_1 + 2)}{4 * (e_{\min} - C_a)} = 56.79 \text{ kg / cm}^2$$

▪ TENSIONES COMBINADAS: PRESIÓN INTERIOR + FLEXIÓN LONGITUDINAL:

○ A tracción:

- $T_t = \text{Mayor } (T_1, T_2) = 37.54 \text{ kg/cm}^2$
- $T_t + T_l = 94.33 \text{ kg/cm}^2$
- Comprobación $\rightarrow S * E > T_t + T_l$
1246.814 > 94.33 \rightarrow correcto

○ A compresión:

- $T_c = \text{mayor } (T_1, T_2) = 37.54 \text{ Kg/cm}^2$
- Factor **X** =

$$\frac{\varepsilon * (e_{\min} - C_a)}{29 * r_1} * \left(2 - \frac{200 * (e_{\min} - C_a)}{3 * r_1} \right) = 1713.58 \text{ kg/cm}^2$$

- Módulo de elasticidad (ε) = 197000 kg/cm²
- Comprobación $\rightarrow T_c < 0.5 * L_f$
 $T_c < X$

$$\mathbf{37.54 < 1335.89}$$

$$\mathbf{137.54 < 1713.58 \rightarrow \text{correcto}}$$

▪ TENSIONES EN LA ENVOLVENTE DEBIDO A ESFUERZO CORTANTE:

- No rigidizada, cunas alejadas de los fondos.

- $\frac{A}{r_1} = 0.506 > 0.5$

- $T = 1000 * K4 * \frac{Q}{r_1 * (e_{\min} - C_a)} * \frac{L - (2 * A) - H}{L + H} = 19.88 \text{ kg/cm}^2$

- $K4 = 0.799$

- Comprobación $\rightarrow T < 0.8 * S_{td}$

19.88 < 1424.931 \rightarrow correcto

▪ TENSIONES EN LOS CABEZALES DEBIDO AL ESFUERZO CORTANTE:

- Esfuerzos tangenciales cortantes (E_{tc}):

$$E_{tc} = 100 * K5 * \frac{Q}{r_1 * (e_{\min} - C_a)} = 3.86 \text{ Kg/cm}^2$$

- Comprobación $\rightarrow E_{tc} < 0.8 * S_{td}$

3.86 < 1424.931 \rightarrow correcto

- Esfuerzos cortantes horizontales combinados (E_{ch}):

$$E_{ch} = 100 * K8 * \frac{Q}{r_1 * (e_{\min} - C_a)} = 2.35 \text{ kg/cm}^2$$

- Coeficiente $K8 = 0.295$

- Comprobación $\rightarrow E_{ch} < 1.25 * S_{td}$

2.35 < 1424.931 \rightarrow correcto

- TENSIONES CIRCUNFERENCIALES EN EL EXTREMO DE LA CUNA:

- $L/r_1 = 1.825 < 8$

$$T = -100 * \frac{Q}{4 * (e - C) * (b - 1.56 * \sqrt{r_1} * (e - C))} - 100 * K7 * \frac{12 * Q * r_1}{L * (e - C)^2} = 107.8 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Coeficiente **K7** = 0.0125

- Comprobación $\rightarrow T < 1.25 * S_{td}$

107.80 < 2226.454 \rightarrow correcto

- TENSIONES DE COMPRESIÓN DEBIDAS A LA REACCIÓN EN LA CUNA:

$$T = 100 * K9 * \frac{Q}{(e - C) * (b + 1.56 * \sqrt{r_1} * (e - C))} = 128.66 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

- Coeficiente **K9** = 0.673
- Comprobación $\rightarrow T < 0.5 * L_f$

128.66 < 1335.89 \rightarrow correcto

DISEÑO MECÁNICO DE LA TERMOBATIDORA

INTERNO

CAUDAL DE PASTA A TRATAR (Qa)	694,45	Kg / h	0,33	m ³ / h	2 modulos
TIEMPO DE RETENCIÓN (Tr)			0,6	horas	
DENSIDAD DE LA PASTA (d)			1066,432	Kg / m ³	0,001 Kg / dm ³
VOLUMEN DE PASTA A TRATAR (Vp)			0,20	m ³	
VOLUMEN MÓDULO TB ÚTIL (Vu)			0,20	m ³	
ÁNGULO 1 (A1)	P - 282 RAP		90	º	
ÁREA SEGMENTO CÍRCULO (Asc)			0,02	m ²	RADIO INTERNO INICIAL SUPUESTO 0,262 m DATO ÁREA DE LA TABLA 0,2854 DATO ALTURA TABLA 0,2929
ALTURA NO UTILIZADA (h)			0,08	m	
RADIO INTERNO (Ri)			0,262	m	
DIÁMETRO INTERNO (Di)			0,523	m	20,60 "
LONGITUD DE LA TERMOBATIDORA (L)			1	m	
PRESIÓN DE OPREACIÓN (P)			1,00	Kg / cm ²	14,22 psi
ALTURA DE COLUMA DE LÍQUIDO (H)			0,45	m	446,45 mm
PRESIÓN DE DISEÑO (Pd)	la mayor de las siguientes:		3,5	Kg / cm ²	49,78 psi
	1,1 * P		1,10	Kg / cm ²	
	P + 2		3,00	Kg / cm ²	
	3,5		3,5	Kg / cm ²	
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (T)			50	ºC	
TEMPERATURA DE DISEÑO (Td)			70	ºC	
MATERIAL					
ACERO INOXIDABLE					
TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE (Std)			1781,163	Kg / cm ²	25333,00 psi
LÍMITE ELÁSTICO (Lf)			2671,78	Kg / cm ²	38000 psi
CORROSIÓN ADMISIBLE (Ca)			0,001	m	0,039 "
TIPO DE JUNTAS	P-143 RAP		1 SIN RADIOGRAFÍAS		
EFICIENCIA EN LA SOLDADURA (E)			0,7		

ALGORITMO DE CÁLCULO DE RECIPIENTES HORIZONTALES

1)	CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE (e min)		3,500	mm
	se coge el espesor mayor de:			
1,1)	SEGÚN ESPECIFICACIÓN			
	(Di/1000) + 2,5 + Ca		3,50	mm
	ACERO INOXIDABLE		3	mm
	ACERO AL CARBONO		0	mm
1,2)	SEGÚN ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES			
	(Pd * (Di + 2* Ca)) / (2 * Std * E - (1,2 * Pd))		0,74	mm
1,3)	SEGÚN ESFUERZOS LONGITUDINALES			
	(Pd * (Di + 2* Ca)) / (4 * Std * E + (0,8 * Pd))		0,37	mm

COMPROBACIÓN DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN EXTERNA

RELACIÓN L/De	1,89	0,05 <	<50	
RELACIÓN De/emín	151,48			
FACTOR FUNCIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA TB (A)	grafico 1	0,0004		
FACTOR FIGURAS ASME VII Div. 1 (B)	grafico 2	5900		
PRESIÓN EXTERNA MÁXIMA DE TRABAJO (Pa)	52,63	psi	3,70	Kg / cm ²
PRESIÓN EXTERNA DE DISEÑO (Pad)	1,2	psi	0,084	Kg / cm ²

Pad < Pa

ESPESOR CORRECTO

2)	CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LOS CABEZALES				
	$D_i * (0,13 * P_d / (Std * E))^{0,5}$	P-27 RAP	7,00	mm	0,28 "
3)	ESPEORES INICIALES				
	ENVOLVENTE		3,50	mm	
	FONDOS		7,00	mm	
4)	CÁLCULO DE PESOS				
4,1)	PESO DE LA ENVOLVENTE		34,81	Kg	
	DENSIDAD DEL MATERIAL (dm)		8000	Kg / m ³	0,01 Kg / dm ³
	PERÍMETRO ARCO ELIMINADO		0,41	m	P-282 RAP DATO TABLA 1,571
	DIÁMETRO EXTERNO (De)		0,530	m	radio externo 0,265
4,2)	PESO DE LOS FONDOS		12,35	Kg	
4,3)	LÍQUIDO ALMACENADO		208,34	Kg	
4,4)	PESO DEL AGITADOR		25,55	Kg	estimación
4,5)	PESO TOTAL		281,05	Kg	
4,6)	REACCIÓN EN LOS APOYOS		56,21	Kg	5 APOYOS
5)	CÁLCULO DE TENSIONES DEBIDAS A LA PRESIÓN INTERNA				
	5,1)	TENSIONES CIRCUNFERENCIALES (Tc)	150,91	Kg / cm ²	
	5,2)	TENSIONES LONGITUDINALES (TI)	183,82	Kg / cm ²	
6)	COMPROBACIONES				
	6,1)	A TRACCIÓN	$TI \leq Std * E$	183,82	<= 1246,814
7)	CÁLCULO DE TENSIONES DE COMPRESIÓN DEBIDAS A LA REACCIÓN EN LOS APOYOS				
	ESPESOR DE LOS APOYOS (eap)		0,01	mm	min 3 mm
	TENSIÓN EN LOS APOYOS (Tap)		0,37	Kg/cm ²	3

DISEÑO MECÁNICO DE LA TERMOBATIDORA

EXTERNO

CAUDAL DEL FLUIDO CALEFACTOR (Qc)	0,0025	m ³ /s	9	m ³ /h
VELOCIDAD DEL FLUIDO CALEFACTOR (Vc)	0,22	m/s		
ÁREA ANULAR DEL FLUIDO CALEFACTOR	0,011	m ²		
ÁNGULO (A1)	90	°		
RADIO INTERNO CAMISA (Re)	0,265	m		
RADIO INTERNO CARCASA (R1)	0,274	m	10,79	"
LONGITUD DE LA TERMOBATIDORA (L)	1	m		
PRESIÓN DE OPREACIÓN (P)	1,57	Kg / cm ²		
PRESIÓN DE DISEÑO (Pd)	la mayor de las siguientes:	3,575	Kg / cm ²	50,84 psi
	1,1 * P	1,73	Kg / cm ²	
	P + 2	3,57	Kg / cm ²	
	3,5	3,5	Kg / cm ²	
PRESIÓN DEL AGUA DE CALEFACCIÓN		1,2	Kg / cm ²	
PRESIÓN DEBIDA AL EQUIPO INTERNO		0,37	Kg / cm ²	
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (T)	50	°C	122	°F
TEMPERATURA DE DISEÑO (Td)	70	°C	158	°F
MATERIAL				
ACERO INOXIDABLE				
TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE (Std)	1781,163	Kg / cm ²	25333,00	psi
LÍMITE ELÁSTICO (Lf)	2671,78	Kg / cm ²		
CORROSIÓN ADMISIBLE (Ca)	0,001	m		
TIPO DE JUNTAS	P-143 RAP	1 SIN RADIOGRAFÍAS		
EFICIENCIA EN LA SOLDADURA (E)	0,7			

ALGORITMO DE CÁLCULO DE RECIPIENTES HORIZONTALES SOPORTADOS POR CUNAS

1)	CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE (e min)	3,50	mm	
	se coge el espesor mayor de:			
1,1)	SEGÚN ESPECIFICACIÓN			
	$(Di/1000) + 2,5 + Ca$	3,50	mm	
	ACERO INOXIDABLE	3	mm	
	ACERO AL CARBONO	0	mm	
1,2)	SEGÚN ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES			
	$(Pd * (Di + 2 * Ca)) / (2 * Std * E - (1,2 * Pd))$	0,79	mm	
1,3)	SEGÚN ESFUERZOS LONGITUDINALES			
	$(Pd * (Di + 2 * Ca)) / (4 * Std * E + (0,8 * Pd))$	0,39	mm	
	DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CARCASA (D2)	0,555	m	radio exterior 0,278

COMPROBACIÓN DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN EXTERNA

RELACIÓN L/De	1,82		0,05 < <50	
RELACIÓN De/emín	156,57			
FACTOR FUNCIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA TB (A)	grafico 1		0,00035	
FACTOR FIGURAS ASME VII Div. 1 (B)	grafico 2		5000	
PRESIÓN EXTERNA MÁXIMA DE TRABAJO (Pa)	2,96	Kg/cm ²	42,04	psi
PRESIÓN EXTERNA DE DISEÑO (Pad)	1	Kg/cm ²		psi

Pad < Pa

ESPESOR CORRECTO

2)	CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LOS CABEZALES					
	$Di * (0,13 * Pd / (Std * E))^{0,5}$	P-27 RAP	10,58	mm	0,42	"
3)	ESPESORES INICIALES					
	ENVOLVENTE		3,50	mm		
	FONDOS		10,58	mm		
4)	CÁLCULO DE PESOS					
4,1)	PESO DE LA ENVOLVENTE		48,50	Kg		
	DENSIDAD DEL MATERIAL (dm)		8000	Kg / m ³	0,008	Kg / dm ³
	DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CARCASA (De)			0,555	m	
4,2)	PESO DE LOS FONDOS		20,47	Kg		
4,3)	PESO INTERIOR		293,34	Kg		
	SOPORTES		0,98	Kg		
	AGUA DE CALEFACCIÓN		11,31	Kg		
	EQUIPO INTERNO		281,05	Kg		
4,4)	PESO EXTERIOR		0	Kg		EL QUE SE ENCUENTRE ENCIMA
4,4)	PESO TOTAL		362,32	Kg		
4,5)	REACCIÓN EN LOS APOYOS		181,16	Kg		
5)	CÁLCULO DEBIDO A FLEXIÓN LONGITUDINAL SOBRE LA ENVOLVENTE					
	ÁNGULO DE CONTACTO EN LA CUNA (Ac)		150	°		A PARTIR DE: ESPESOR, RADIO INTERIOR, LONGITUD
	COEFICIENTE A		0,14	m		
	COEFICIENTE K1		0,505			TABLA
	DISTANCIA H		40	mm		
5,1)	ZONA DE APOYOS					
	TENSIÓN 1 (T1)		18,47	Kg/cm ²		
5,2)	CENTRO DEL VANO					
	TENSIÓN (T2)		2,86	Kg/cm ²		
6)	CÁLCULO DE TENSIONES DEBIDO A LA PRESIÓN INTERNA					
6,1)	TENSIONES LONGITUDINALES (TI)		61,86	Kg/cm ²		
6,2)	TENSIONES CIRCUNFERENCIALES (Tc)		402,85	Kg/cm ²		
7)	CÁLCULO DE TENSIONES COMBINADAS PRESIÓN INTERIOR + FLEXIÓN LONGITUDINAL					
	LÍMITE ELÁSTICO		2671,78	Kg/cm ²		
	MÓDULO DE ELASTICIDAD		1970000	Kg/cm ²		
7,1)	A TRACCIÓN					
	el mayor de T1 y T2		18,47	Kg/cm ²		
	comprobación	1246,814	>	80,33		
7,2)	A COMPRESIÓN					
	el mayor de T1 y T2		18,47	Kg/cm ²		
	FACTOR X		1713,58	Kg/cm ²		
	comprobación	18,47	<	1335,89		
		18,47	<	1713,58		
8)	CÁLCULO DE TENSIONES EN LA ENVOLVENTE DEBIDO AL ESFUERZO CORTANTE					
8,1)	NO RIGIDIZADA. CUNAS ALEJADAS DE LOS FONDOS		0,506	>	0,5	
	COEFICIENTE K4		0,799			
	TENSIÓN		9,78	Kg/cm ²		
	comprobación	1424,931	>	9,78		
8,2)	RIGIDIZADA POR LOS FONDOS		0,506	<	0,5	
	COEFICIENTE K5		0,485			
	TENSIÓN		9,05	Kg/cm ²		
	comprobación	1424,931	>	9,05		

9) CÁLCULO DE TENSIONES EN LOS CABEZALES DEBIDO AL ESFUERZO CORTANTE				
9,1)	ESFUERZOS CORTANTES TANGENCIALES (ECT)		2,99	Kg/cm ²
	comprobación	1424,931	>	2,99
9,2)	ESFUERZOS CORTANTES HORIZONTALES COMBINADOS			
	COEFICIENTE K8		0,295	
	TENSIÓN		1,82	Kg/cm ²
	comprobación	1424,931	>	1,82

10) CÁLCULO DE TENSIONES CIRCUNFERENCIALES EN EL EXTREMO DE LA CUNA					
10,1)	SI		1,825	>	8
	COEFICIENTE K7		0,0125		
	ANCHO DE LA CUNA		20		cm
	TENSIÓN		19,20		Kg/cm ²
	comprobación	2226,454	>	19,20	
10,2)	SI		1,825	<	8
	TENSIÓN		53,03		Kg/cm ²
	comprobación	2226,454	>	53,03	

11) CÁLCULO DE TENSIONES DE COMPRESIÓN DEBIDAS A LA REACCIÓN EN LA CUNA					
	COEFICIENTE K9		0,673		
	TENSIÓN		63,29		Kg/cm ²
	comprobación	1335,89	>	63,29	

DISEÑO MECÁNICO DE LA TERMOBATIDORA

EXTERNO INFERIOR

CAUDAL DEL FLUIDO CALEFACTOR (Qc)	0,0025	m³/s	9	m³/h
VELOCIDAD DEL FLUIDO CALEFACTOR (Vc)	0,22	m/s		
ÁREA ANULAR DEL FLUIDO CALEFACTOR	0,011	m²		
ÁNGULO (A1)	90	°		
RADIO INTERNO CAMISA (Re)	0,265	m		
RADIO INTERNO CARCASA (R1)	0,274	m	10,79	"
LONGITUD DE LA TERMOBATIDORA (L)	1	m		

PRESIÓN DE OPREACIÓN (P)	1,45	Kg / cm²		
PRESIÓN DE DISEÑO (Pd)	la mayor de las siguientes:	3,5	Kg / cm²	49,78 psi
	1,1 * P	1,59	Kg / cm²	
	P + 2	3,45	Kg / cm²	
	3,5	3,5	Kg / cm²	
PRESIÓN DEL AGUA DE CALEFACCIÓN		1,2	Kg / cm²	
PRESIÓN DEBIDA AL EQUIPO INTERNO		0,25	Kg / cm²	

TEMPERATURA DE OPERACIÓN (T)	50	°C	122	°F
TEMPERATURA DE DISEÑO (Td)	70	°C	158	°F

MATERIAL				
ACERO INOXIDABLE				
TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE (Std)	1781,163	Kg / cm²	25333,48	psi
LÍMITE ELÁSTICO (Lf)	2671,78	Kg / cm²		
CORROSIÓN ADMISIBLE (Ca)	0,001	m		
TIPO DE JUNTAS	P-143 RAP	1 SIN RADIOGRAFIAS		
EFICIENCIA EN LA SOLDADURA (E)	0,7			

ALGORITMO DE CÁLCULO DE RECIPIENTES HORIZONTALES SOPORTADOS POR CUNAS

1)	CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA ENVOLVENTE (e min)	3,50	mm		
	se coge el espesor mayor de:				
1,1)	SEGÚN ESPECIFICACIÓN				
	(Di/1000) + 2,5 + Ca	3,50	mm		
	ACERO INOXIDABLE	3,5	mm		
	ACERO AL CARBONO	0	mm		
1,2)	SEGÚN ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES				
	(Pd * (Di + 2 * Ca)) / (2 * Std * E - (1,2 * Pd))	0,77	mm		
1,3)	SEGÚN ESFUERZOS LONGITUDINALES				
	(Pd * (Di + 2 * Ca)) / (4 * Std * E + (0,8 * Pd))	0,38	mm		
	DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CARCASA (D)	0,56	m	radio exterior	0,278

COMPROBACIÓN DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN EXTERNA				
	RELACIÓN L/De	1,82		0,05 < 50
	RELACIÓN De/emín	156,57		
	FACTOR FUNCIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA TB (A)	grafico 1	0,00035	
	FACTOR FIGURAS ASME VII Div. 1 (B)	grafico 2	5000	
	PRESIÓN EXTERNA MÁXIMA DE TRABAJO (Pa)	2,96	Kg/cm²	42,04 psi
	PRESIÓN EXTERNA DE DISEÑO (Pad)	2	Kg/cm²	psi

Pad < Pa ESPESOR CORRECTO

2)	CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LOS CABEZALES				
	Di * (0,33 * Pd / (Std * E))^0,5	P-27 RAP	16,68	mm	0,66 "

3)	ESPESORES INICIALES				
	ENVOLVENTE	3,50	mm		
	FONDOS	16,68	mm		

4)	CÁLCULO DE PESOS				
4,1)	PESO DE LA ENVOLVENTE	48,50	Kg		
	DENSIDAD DEL MATERIAL (dm)	8000	Kg / m³	0,008	Kg / dm³
	DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CARCASA (De)		0,555	m	
4,2)	PESO DE LOS FONDOS	32,27	Kg		
4,3)	PESO INTERIOR	293,46	Kg		
	SOPORTES	0,98	Kg		HACER CÁLCULO
	AGUA DE CALEFACCIÓN	11,43	Kg		
	EQUIPO INTERNO	281,05	Kg		LA PRESIÓN DE LOS SOPORTES INTERNOS
4,4)	PESO EXTERIOR	362,32	Kg		EL QUE SE ENCUENTRE ENCIMA
4,4)	PESO TOTAL	736,56	Kg		
4,5)	REACCIÓN EN LOS APOYOS	368,28	Kg		

5)	CÁLCULO DEBIDO A FLEXIÓN LONGITUDINAL SOBRE LA ENVOLVENTE		GRAFICOS 3, 4, 5, 6	
	ÁNGULO DE CONTACTO EN LA CUNA (Ac)	150	°	A PARTIR DE: ESPESOR, RADIO INTERIOR, LONGITUD
	COEFICIENTE A	0,14	m	
	COEFICIENTE K1	0,505		TABLA
	DISTANCIA H	40	mm	
5,1)	ZONA DE APOYOS			
	TENSIÓN 1 (T1)	37,54	Kg/cm ²	
5,2)	CENTRO DEL VANO			
	TENSIÓN (T2)	5,81	Kg/cm ²	

6)	CÁLCULO DE TENSIONES DEBIDO ALA PRESIÓN INTERNA			
6,1)	TENSIONES LONGITUDINALES (TI)	56,79	Kg/cm ²	
6,2)	TENSIONES CIRCUNFERENCIALES (Tc)	394,43	Kg/cm ²	

7)	CÁLCULO DE TENSIONES COMBINADAS		PRESIÓN INTERIOR + FLEXION LONGITUDINAL	
	LÍMITE ELÁSTICO	2671,78	Kg/cm ²	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD	1970000	Kg/cm ²	
7,1)	A TRACCIÓN			
	el mayor de T1 y T2	37,54	Kg/cm ²	
	comprobación	1246,814	>	94,33
7,2)	A COMPRESIÓN			
	el mayor de T1 y T2	37,54	Kg/cm ²	
	FACTOR X	1713,58	Kg/cm ²	
	comprobación	37,54	<	1335,89
		37,54	<	1713,58

8)	CÁLCULO DE TENSIONES EN LA ENVOLVENTE DEBIDO AL ESFUERZO CORTANTE			
8,1)	NO RIGIDIZADA. CUNAS ALEJADAS DE LOS FONDOS	0,506	>	0,5
	COEFICIENTE K4	0,799		
	TENSIÓN	19,88	Kg/cm ²	
	comprobación	1424,930	>	19,88
8,2)	RIGIDIZADA POR LOS FONDOS	0,506	<	0,5
	COEFICIENTE K5	0,485		
	TENSIÓN	18,39	Kg/cm ²	
	comprobación	1424,930	>	18,39

9)	CÁLCULO DE TENSIONES EN LOS CABEZALES DEBIDO AL ESFUERZO CORTANTE			
9,1)	ESFUERZOS CORTANTES TANGENCIALES (ECT)	3,86	Kg/cm ²	
	comprobación	1424,930	>	3,86
9,2)	ESFUERZOS CORTANTES HORIZONTALES COMBINADOS			
	COEFICIENTE K8	0,295		
	TENSIÓN	2,35	Kg/cm ²	
	comprobación	1424,930	>	2,35

10)	CÁLCULO DE TENSIONES CIRCUNFERENCIALES EN EL EXTREMO DE LA CUNA			
10,1)	SI	1,825	>	8
	COEFICIENTE K7	0,0125		
	ANCHO DE LA CUNA	20	cm	
	TENSIÓN	39,03	Kg/cm ²	
	comprobación	2226,454	>	39,03
10,2)	SI	1,825	<	8
	TENSIÓN	107,80	Kg/cm ²	
	comprobación	2226,454	>	107,80

11)	CÁLCULO DE TENSIONES DE COMPRESIÓN DEBIDAS A LA REACCIÓN EN LA CUNA			
	COEFICIENTE K9	0,673		
	TENSIÓN	128,66	Kg/cm ²	
	comprobación	1335,89	>	128,66

1.4. ESTIMACIÓN DE LA 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 forma de tales correlaciones puede encontrarse por análisis dimensional, en función de las medidas importantes del tanque y del rodete,

...

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 (**McCabe, 1998**).

GRUPOS ADIMENSIONALES.

- **Número de Reynolds:** calculado a partir del diámetro y de la velocidad periférica del rodete.

$$\text{Re} = \frac{n * D_a^2 * \rho}{\mu}$$

donde:

n = velocidad de giro del agitador, r.p.s.

D_a = diámetro del agitador, m.

ρ = densidad del líquido, kg/m³

μ = 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.
- **Número de Froude:** es una medida de la relación entre la fuerza inercial y la fuerza gravitacional por unidad de área que actúa sobre el fluido.

$$Fr = \frac{n^2 * D_a}{g}$$

Para bajos números de Reynolds, inferiores a 300, las curvas para tanques con y sin placas deflectoras son idénticas.

Cuando no se utilizan placas deflectoras, el número de potencia que se obtiene de la gráfica hay que multiplicarlo por N_{fr}^n .

El exponente n , para un conjunto dado de factores de forma está empíricamente relacionado con el número de Reynolds por la ecuación:

$$m = \frac{a - \log_{10} N_{Re}}{b}$$

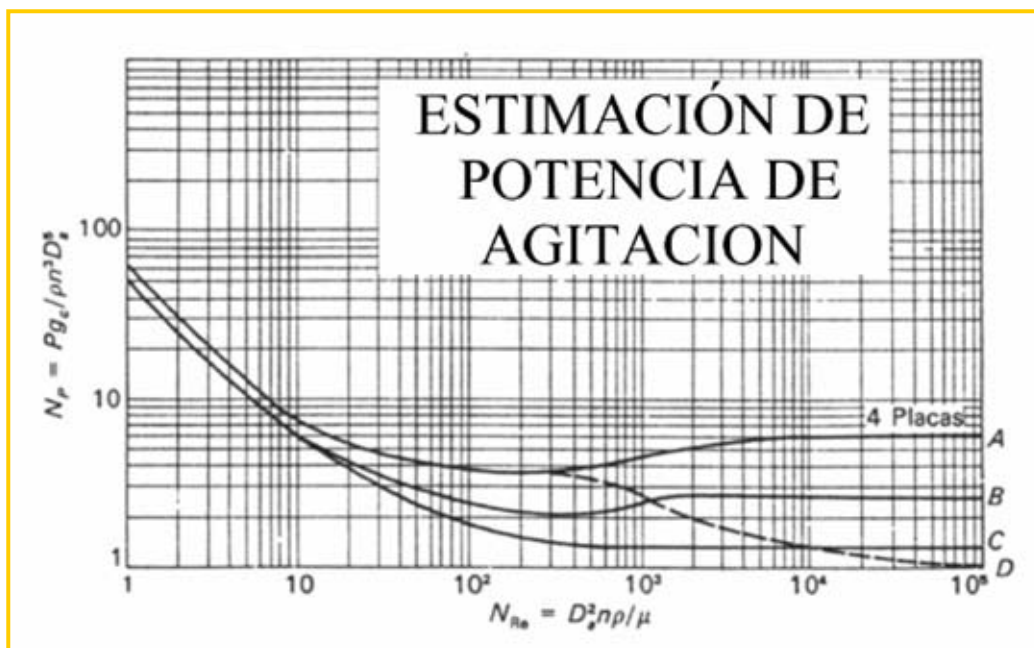
donde a y b son constantes.

La potencia comunicada al líquido se calcula:

$$P = \frac{Np * n^3 * D_a^5 * \rho}{g}$$

Resultados:

- $D_a = 0.52$ m
- $n = 0.5$ r.p.s.
- $\rho = 1066.432$ kg/m³
- $\mu = 4.3$ Pa.s
- $g = 9.81$ m/s²
- **Reynolds = 33.53**
- **Tipo de agitador = 6 palas**



- **Número de potencia** = $5 * 0.014^{0.00944} = 5.28$
- **Número de Froude** = 0.014
- **m** = 0.013
- **a** = 1
- **b** = 40
- **10 agitadores.**
- **Potencia** = 27.28 w

1.5. DISEÑO FLUIDODINÁMICO DEL DECÁNTER DE DOS FASES.

DESCRIPCIÓN TEÓRICA.

Las centrífugas se utilizan para separar partículas finas y pequeñas gotas de líquidos. La ecuación del movimiento de una partícula que se desplaza en un fluido bajo la acción de un campo centrífugo, será parecida a la del desplazamiento de una partícula en un campo gravitatorio, exceptuando que la aceleración de la gravedad, g , debe ser sustituida por la aceleración centrífuga, $r\omega^2$, donde r es el radio de giro y ω es la velocidad angular.

La velocidad de sedimentación de las partículas será mucho mayor en una centrífuga que en un campo gravitatorio. Un coloide o una emulsión puede ser completamente estable bajo la acción ordinaria de la gravedad, ya que en estas condiciones las fuerzas de dispersión originadas por el movimiento browniano son mucho mayores que las fuerzas de gravedad.

Sin embargo, en una centrífuga el coloide, o la emulsión puede destruirse completamente ya que la fuerza centrífuga puede superar los efectos de las fuerzas de dispersión. La relación entre la aceleración centrífuga y la de la gravedad ($r\omega^2/g$) constituye una medida del poder de separación de una centrífuga. Esta relación puede tener un valor de hasta 10^4 .

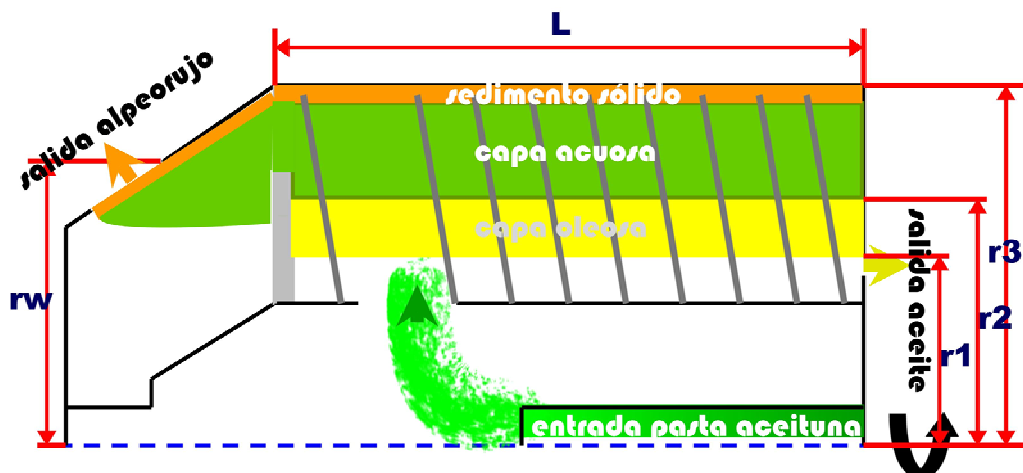
Un decantador centrífugo consta de un recipiente cilíndrico, que en general se coloca horizontalmente, y que gira alrededor de un eje a gran velocidad.

Cuando el aparato está en funcionamiento, la alimentación se introduce de forma continua. La descarga del líquido ligero se hace a través de un orificio próximo al eje; y el líquido pesado pasa por debajo de una placa anular perpendicular al eje de rotación y descarga en una posición más alejada del eje.

Considerando el problema de separación de dos líquidos inmiscibles en una centrífuga y la colocación de las represas por donde han de salir.

En la Figura se observa que r_2 es el radio de la superficie de separación de los dos líquidos y r_w el radio de la represa por donde ha de salir el líquido más denso ya que el más ligero saldrá por r_1 que es el radio de la superficie de líquido en contacto con el aire del interior del recipiente.

El correspondiente r_w será tal que la presión desarrollada en la pared del recipiente por el líquido pesado solo al fluir sobre la represa sea igual a la originada por los dos líquidos en el interior del recipiente (**Espínola, 1995**).



$$(1/2) \rho_A \omega^2 (r_3^2 - r_w^2) = (1/2) \rho_A \omega^2 (r_3^2 - r_2^2) + (1/2) \rho_O \omega^2 (r_2^2 - r_1^2)$$

Operando queda como:

$$\frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2^2 - r_w^2} = \frac{\rho_A}{\rho_O}$$

Siendo:

r_1 = radio de la superficie del líquido ligero en la centrífuga.

r_2 = radio de la separación de los dos líquidos en la centrífuga.

r_w = radio de la represa por donde sale el líquido más pesado.

r_3 = radio interno de la centrífuga.

ρ_A = densidad de la capa acuosa.

ρ_O = densidad de la capa oleosa.

Si Q_O y Q_A son las velocidades volumétricas de alimento del líquido ligero y pesado, suponiendo que no existe deslizamiento entre los líquidos y el recipiente:

$$\frac{r_2^2 - r_1^2}{r_3^2 - r_2^2} = \frac{Q_A}{Q_O}$$

Los tiempos de residencia en ambas capas se calculan con las siguientes fórmulas (**Espínola, 1995**):

$$\text{Tiempo residencia capa oleosa} = \frac{\pi * (r_2^2 - r_1^2) * L}{Q_O}$$

$$\text{Tiempo residencia capa acuosa} = \frac{\pi * (r_3^2 - r_2^2) * L}{Q_A}$$

Siendo:

L = longitud del decánter.

Para el cálculo de los tiempos de residencia hay que calcular con anterioridad los volúmenes de ambas fases (acuosa y oleosa). Se obtiene una reducción del volumen efectivo dentro de la centrífuga motivado por el tornillo sinfín de un 6% y de un 33% motivado por el volumen útil ocupado por la capa de sedimento sólido (**Espínola, 2000**).

Aplicando estos porcentajes globales a cada capa se obtienen los siguientes resultados parciales:

Volumen útil de la capa oleosa = 94 % → 6 % de reducción por tornillo.

Volumen útil capa acuosa = 48.82 % → 51.18 % de reducción por tornillo y sólidos

En todos los cálculos en los que esté implicado el volumen de cada capa se aplicaran los volúmenes útiles, aplicando en cada caso los porcentajes adecuados.

El cálculo del tamaño de partícula separado se calcula (**Espínola, 1995**):

Haciendo coincidir el tiempo de sedimentación de una partícula con el tiempo de residencia, $t_s = t_r$, se obtiene la siguiente expresión:

$$LN \frac{r_3}{r} = \frac{\Delta\rho * w^2 * t_r * d^2 * K_h * K_s}{18 * \mu}$$

que determinará la posición r que ocupará una partícula de diámetro d y que sedimenta en un tiempo t_r .

De donde se deduce el tamaño mínimo de partícula que podría ser separado sustituyendo en cada caso r por el correspondiente a cada fase:

$$d_{\min}^2 = \frac{18 * \mu * LN\left(\frac{r_3}{r}\right)}{\Delta\rho * w^2 * t_r * K_h * K_s}$$

Donde:

μ = viscosidad de la fase continua.

$\Delta\rho$ = diferencia de densidad entre fase continua y fase dispersa.

w = velocidad angular del decánter.

T_r = tiempo de residencia de la capa.

Para medir el grado de eficacia de la sedimentación centrífuga se define la función:

$$G = \frac{r_3^2 - r^2}{r_3^2 - r_1^2}$$

que en una distribución uniforme representa la fracción de partículas de un tamaño determinado que sedimentan (**Svarousky, 1990**).

Llamando diámetro de corte, d_{50} , al tamaño de partícula que tiene una probabilidad del 50% de depositarse, es decir: $G(x) = 0,5$, se obtiene:

$$d_{50}^2 = \frac{18 * \mu * LN\left(\frac{2 * r_3^2}{r_3^2 + r_1^2}\right)}{2 * \Delta\rho * w^2 * t_r * K_h * K_s}$$

En esta ecuación se han introducido dos coeficientes K_h y K_s (**Espínola, 2000**), para considerar el elemento diferencial de la fuerza de rozamiento cuando actúa sobre una partícula sólida, o una gota de líquido, K_h , y la

sedimentación impedida debida a la concentración de sólidos en suspensión, K_s .

Las gotas de líquido dispersas pueden cambiar de forma a medida que se mueven en una fase continua. El rozamiento tiende a aplanar las gotas pero la tensión superficial se opone a este efecto.

Debido a su gran energía superficial por unidad de volumen, las gotas de aproximadamente 500 μm son casi esféricas y tienen coeficientes de rozamiento y velocidades límite aproximadamente iguales que las esferas sólidas.

El coeficiente no es exactamente el mismo debido a que la fricción de superficie tiende a desarrollar modelos de circulación en el interior de la gota que cae, y el movimiento de la interfase gas-líquido da lugar a que el rozamiento total sea algo menor que en el caso de una esfera rígida.

Se demostró que si se desprecian los efectos de energía superficial, la velocidad final de caída de una gota, determinada mediante al ley de Stokes, debe multiplicarse por un factor K_h para considerar la circulación interna, que se calcula mediante la expresión (**Espínola, 2000**):

$$K_h = \frac{3\mu + 3\mu_1}{2\mu + 3\mu_1}$$

Donde μ es la viscosidad del fluido continuo y μ_1 la del fluido que forma la gota o burbuja.

Si μ_1/μ es grande, K_h tiende a 1, caso de la gota de aceite en agua; y si μ_1/μ es pequeño, K_h tiende a 1,5, como ocurre con el caso de la gota de agua en aceite.

Por otra parte, la velocidad de sedimentación de las partículas en una suspensión concentrada disminuye debido al incremento tanto de la viscosidad de la suspensión como de la densidad, se dice que las partículas grandes son retardadas y las pequeñas son aceleradas. Se han llevado a cabo numerosos intentos para predecir la velocidad aparente de sedimentación de una suspensión concentrada, utilizando la densidad y la viscosidad de la suspensión en lugar de las propiedades del fluido, en esta línea, a partir de experimentos de sedimentación de tapioca en aceite, se propone multiplicar la velocidad dada por la ley de Stokes por:

$$K_s = e^2 10^{-1,82 (1-e)}$$

donde “e” es la porosidad de la suspensión.

Debido a la dificultad de la obtención de la porosidad, se define el coeficiente **Kc**, que engloba a los dos anteriores, siendo éste un coeficiente de resistencia adimensional.

Partiendo de la hipótesis de que en el centrifugador el flujo es laminar y llamando X a la fracción en volumen del líquido en la suspensión ($X = 1-C$, siendo C la concentración de sólidos en el líquido), se puede hablar de que cuando $C < 0.4$ el valor de Kc adopta la siguiente expresión:

$$K_c = 10^{-2.86 C}$$

La velocidad de una partícula en el seno de un fluido y dentro de una centrífuga, puede estudiarse mediante dos componentes: una radial V_r , perpendicular al eje de giro y otra axial V_x , paralela al eje de giro.

En cuanto a la componente axial de la velocidad, considerando un perfil de velocidades del líquido uniforme la expresión para el cálculo de ésta se simplifica mucho (**Espínola, 1995**):

$$\text{Capa oleosa} = V_x = \frac{Q_o}{\pi * (r_2^2 - r_1^2)}$$

$$\text{Capa acuosa} = V_x = \frac{Q_A}{\pi * (r_3^2 - r_2^2)}$$

Si la concentración de sólidos a la entrada es suficientemente baja como para que no haya interacción entre las partículas, la velocidad radial puede venir dada por la ley de Stokes debidamente modificada. Despreciando, además, los efectos de la aceleración lineal de la partícula:

$$V_r = \frac{\Delta\rho * d^2 * r * \omega^2}{18 * \mu}$$

COEFICIENTE DINÁMICO DE PRODUCTIVIDAD Y ALTURA EFICAZ:

Teniendo en cuenta que la velocidad de sedimentación bajo la gravedad en término de d_{50} viene dada por la ley de Stokes:

$$V_s = \frac{d_{50}^2 * \Delta\rho * g * Kc}{18 * \mu}$$

Se puede expresar la velocidad de flujo volumétrico de la alimentación como **(Espínola, 1995)**:

$$Q = 2 V_g \Sigma$$

Donde:

Coefficiente dinámico de productividad (de cada capa) (Σ) =

$$\Sigma = \frac{w^2}{g} * \pi * L * \frac{r_3^2 - r_1^2}{LN\left(\frac{2r_3^2}{r_3^2 + r_1^2}\right)}$$

Teóricamente Σ representa el área (m^2) de un tanque de sedimentación de la misma capacidad. Es una aproximación comparativa porque se ignora la difusión browniana, las corrientes de convección y otros efectos.

Al aumentar la escala el rendimiento de sedimentación será el mismo si el valor de Q/Σ es igual para dos máquinas.

$$\frac{Q_1}{\Sigma_1} = \frac{Q_2}{\Sigma_2} = \text{constante}$$

Por otra parte, con el fin de garantizar que se pueda comparar la eficacia de máquinas con características geométricas y cinéticas diferentes, los tiempos de sedimentación deben ser iguales y, por consiguiente se puede determinar la altura eficaz de sedimentación con la expresión:

$$\frac{V_1}{\Sigma_1} = \frac{V_2}{\Sigma_2} = \text{constante} = H_e$$

La altura eficaz de decantación (H_e) es un parámetro que caracteriza la eficacia de la separación de las partículas en una fase líquida teniendo en cuenta que, a igualdad de volumen de sólidos sedimentados, la disminución de H_e supone una disminución del tiempo de sedimentación y favorece así la separación de las partículas (**Amirante, 1995**).

ESTUDIO MÁS EXACTO PARA LA SEPARACIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN LA CAPA ACUOSA.

El análisis teórico anteriormente desarrollado está basado en la hipótesis simplificada de que la condición de funcionamiento óptima viene dada por la igualdad entre el tiempo medio de sedimentación y el tiempo medio de retención.

Otros autores (**Amirante, 1995**) han realizado un estudio teórico más completo basado en un análisis más preciso del movimiento de las partículas y del movimiento del fluido en el decantador.

A partir de las ecuaciones del movimiento del fluido en condiciones de movimiento estacionario y laminar y no teniendo en cuenta:

- El carácter ligeramente no newtoniano de la pasta de aceitunas en cuanto que influye muy poco en el perfil de velocidad.

- La dependencia de la viscosidad debido a la variación de la concentración de los sólidos en suspensión, a su vez poco variables en diferentes secciones del decantador.

Se obtiene:

$$w_z = W_l * \frac{LN(r_a)}{LN(\gamma)} + W_d * \left(\frac{LN(r_a)}{LN(\gamma)} - 1 \right)$$

Donde:

w_z = componente longitudinal de la velocidad del fluido.

W_l = velocidad longitudinal sobre la superficie libre.

W_d = velocidad de arrastre del alimentador de tornillo de Arquímedes.

$r_a = r / r_3$ coordenada radial adimensional.

$\gamma = r_2 / r_3$ radio mínimo normalizado.

Siendo:

$$W_d = L_c * \Delta w$$

Donde:

L_c = paso del alimentador de tornillo sin fin.

Δw = diferencia de velocidad angular entre el bol y el tornillo sin fin.

Por lo que se refiere al movimiento de las partículas sólidas en suspensión en el fluido, por una parte son arrastradas por el líquido a lo largo del eje z a la velocidad $v_z = w_z$ (sin tener en cuenta, a causa de la viscosidad elevada del fluido, los efectos de los movimientos secundarios de las partículas) y, por otra parte, se depositan en la parte exterior del decantador

a la velocidad v_r , bajo la acción de la fuerza centrífuga que se instaura en el fluido.

$$V_r = \frac{V_g * a_c * r_a}{g}$$

Partiendo de la hipótesis de que el residuo sólido en la fase líquida a la salida del decantador es insignificante se obtiene el caudal Q' correspondiente a la condición de regulación óptima del decantador (Amirante, 1995):

$$Q' = 2 * V_g^{\min} * \Sigma'$$

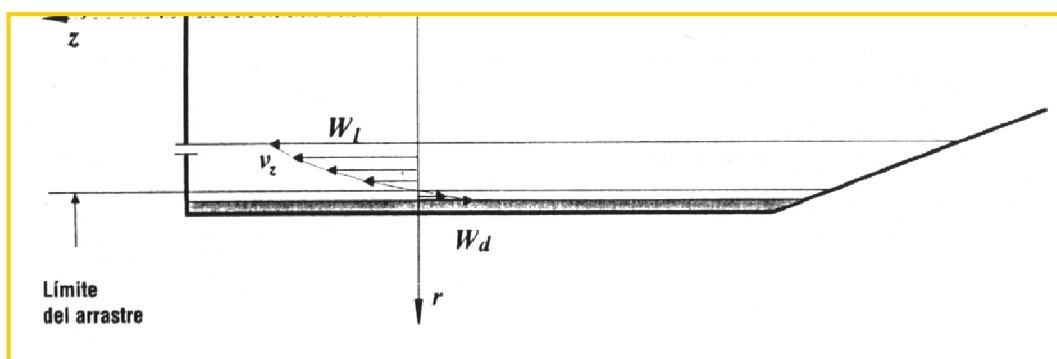
$$\Sigma' = \pi * r_3^2 * \beta * \frac{a_c}{g} * S'$$

donde:

$\beta = L / r_3 =$ longitud del decantador normalizado

$a_c = r_3 * \omega^2 =$ aceleración centrífuga al radio máximo.

$S' =$ coeficiente dinámico de productividad normalizada.



S' debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$T * (S')^2 + (U * \varepsilon_d - 1) * S' + Z * \varepsilon_d^2 = 0$$

donde:

$$T = M^2 * A$$

$$U = -\frac{M(2 * N * A + B)}{LN(\gamma)}$$

$$Z = \frac{N^2 * A + N * B + C}{LN^2(\gamma)}$$

$$M = -\frac{4}{2 * \gamma^2 + \frac{1 - \gamma^2}{LN(\gamma)}}$$

$$N = -\frac{2 + \frac{1 - \gamma^2}{LN(\gamma)}}{2 * \gamma^2 + \frac{1 - \gamma^2}{LN(\gamma)}}$$

$$A = \frac{1}{8 * LN^2(\gamma)} * \left[(2 * \gamma^2 + 1) * LN^2(\gamma) - 3 * \gamma^2 * LN(\gamma) - \frac{3}{2} * (1 - \gamma^2) \right]$$

$$B = \frac{1}{8 * LN^2(\gamma)} * \left[2 * LN^3(\gamma) - 3 * (\gamma^2 + 1) * LN(\gamma) - 3 * (1 - \gamma^2) \right]$$

$$C = -\frac{1}{8 * LN^2(\gamma)} * \left[2 * LN^3(\gamma) + 3 * LN^2(\gamma) + 3 * LN(\gamma) + \frac{3}{2} * (1 - \gamma^2) \right]$$

Efecto de arrastre (ε_d) definido como la relación entre el tiempo de sedimentación (t_s) de una partícula de diámetro d_{min} y el tiempo de arrastre t_d , es decir, el tiempo necesario para permitir al alimentador de tornillo sin fin evacuar los sólidos que se han depositado en la superficie interna del tambor.

$$\varepsilon_d = \frac{W_d * g * (-LN(\gamma))}{V_g * \beta * a_c}$$

En igualdad de condiciones reológicas del fluido sometido a la centrifugación, ε_d debería mantenerse constante para una serie homogénea de máquinas.

Hay que señalar que el efecto de la evacuación del alimentador de tornillo sobre las partículas sólidas en curso de sedimentación será tanto menos elevado cuanto menor sea el efecto de arrastre.

ε_d puede ,mantenerse constante en las condiciones mencionadas hasta que las partículas se depositan a una velocidad igual a la calculada según la ley de Stokes, modificada incluso por la introducción del factor Kc.

No obstante si el espesor del anillo se reduce sensiblemente ($\gamma \rightarrow 1$) o si la viscosidad es elevada, las partículas tienden a depositarse a una velocidad muy reducida e independiente de su diámetro (sedimentación en masa). En estas hipótesis el efecto de arrastre debe aumentarse para compensar la reducción V_g con relación al valor previsto con la ley de Stokes a fin de mantener inalterable la capacidad del alimentador de tornillo para evacuar los sólidos decantados.

En condiciones de variabilidad continua y eventualmente brusca de la concentración de los sólidos sería oportuno dotar a la instalación de un sistema de regulación de Δw del alimentador de tornillo en función de las características reológicas de la pasta.

Resolviendo la ecuación:

$$T * (S')^2 + (U * \varepsilon_d - 1) * S' + Z * \varepsilon_d^2 = 0$$

Eliminando la solución más pequeña (que tiende a cero para $\varepsilon_d \rightarrow 0$ y no presenta por tanto ningún interés práctico para el cálculo del caudal óptimo), se obtiene:

$$S' = \frac{-(U * \varepsilon_d - 1) + \sqrt{(U * \varepsilon_d - 1)^2 - 4 * T * Z * \varepsilon_d^2}}{2 * T}$$

Con el fin de reducir al mínimo el riesgo de un movimiento turbulento de las partículas en sedimentación, lo que provocaría mezclas indeseables de las materias sólidas, es conveniente no reducir demasiado la relación γ . Es necesario reducir la velocidad longitudinal máxima del fluido, es decir, la velocidad W_l correspondiente a la superficie libre dada por:

$$W_l = \frac{V_g * \beta * a_c}{g} * (M * S' - \varepsilon_d * N * LN(\gamma))$$

parece oportuno tratar que el espesor del agua que se forma entre el anillo de aceite y los orujos, no permita superar el límite de arrastre que viene dado por:

$$w_z = W_l * \frac{LN(r_a)}{LN(\gamma)} + W_d * \left(\frac{LN(r_a)}{LN(\gamma)} - 1 \right) = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow r_i = r_3 * e^{\left(\frac{W_d * LN(\gamma)}{W_d + W_l} \right)}$$

RESULTADOS OBTENIDOS.

Se han diseñado dos líneas y por lo tanto dos decánters, cuyas características son:

- Caudal alimentación pasta aceituna = 694.45 kg/h
- Densidad pasta de aceituna = 1064.14 kg/m³
- Composición de la pasta de aceitunas =
 - 25 % aceite = 173.613 kg/h
 - 30 % sólidos = 208.335 kg/h
 - 45 % agua = 312.503 kg/h
- Densidad aceite = 945 kg/m³
- Densidad sólidos = 1200 kg/m³
- Densidad alpechín = 1080 kg/m³
- Viscosidad del aceite = 0.09 Pa.s
- Viscosidad de la fase acuosa = 0.001 Pa.s
- Agua de adición (hasta completar una humedad del 50%) = 34.723 kg/h
- Total fase acuosa (alpechín + sólidos) = 0.498 m³/h

Las pruebas experimentales sobre la viscosidad de la pasta han puesto de relieve que cuando su tasa de humedad es del orden del 50%, la adiciones posteriores de agua no producen variaciones excesivas en la viscosidad y, en consecuencia, en el tiempo de sedimentación.

- Agua total en el decánter = 347.225 kg/h
- Fracciones volumétricas de la pasta =
 - Aceite = 0.21
 - Sólidos = 0.20
 - Agua = 0.58

- **Datos de dimensionamiento =**
 - Radio interno (r_3) = 35 cm
 - Longitud (L) = 70 cm
 - Radio rebosadero de aceite (r_1) = 20 cm
 - Radio de interfase (r_2) = 24.949 cm
 - Radio rebosadero de alpeorujo (r_w) = 20.683 cm

- Tiempo de residencia de la capa oleosa = 0.266 h = 15.972 min = 15.014 min (reales)
- Volumen capa oleosa = $48906.107 \text{ cm}^3 = 45971.740 \text{ cm}^3$ (útiles)
- Tiempo de residencia de la capa acuosa = 0.266 h = 15.972 min = 7.797 min (reales)
- Volumen capa acuosa = $132486.643 \text{ cm}^3 = 64677.837 \text{ cm}^3$ (útiles)
- Volumen total del decánter = $0.181 \text{ m}^3 = 0.111 \text{ m}^3$ (útiles)
- Tiempo de residencia medio = 9.743 min
- Velocidad angular del bol (w) = 3000 r.p.m. = 50 r.p.s.
- Velocidad angular del tornillo sin fin (w_t) = 2990 r.p.m. = 49.833 r.p.s.
- Incremento de velocidad angular (Δw) = 10 r.p.m.
- Paso del alimentador del tornillo sin fin (L_c) = 0.05 m

- **Partículas sólidas en la capa de aceite =**
 - Diámetro de la partícula con un 50 % de probabilidades de separarse (d_{50}) = 38.56 micras.
 - Coeficiente K_s = 0.187
 - Velocidad axial (V_x) = 0.026 m/s
 - Velocidad radial (V_r) = $2.7313 \cdot 10^{-5}$ m/s
 - Velocidad de sedimentación bajo la acción de la gravedad (V_g) = $4.287 \cdot 10^{-7}$ m/s

▪ Partículas de agua en la capa oleosa =

- Diámetro de la partícula con un 50 % de probabilidades de separarse (d_{50}) = 253.68 micras.
- Coeficiente K_s = 0.005
- Coeficiente K_h = 1.492
- Velocidad axial (V_x) = 0.026 m/s
- Velocidad radial (V_r) = $3.824 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Velocidad de sedimentación bajo la acción de la gravedad (V_g) = $4.287 \cdot 10^{-7}$ m/s

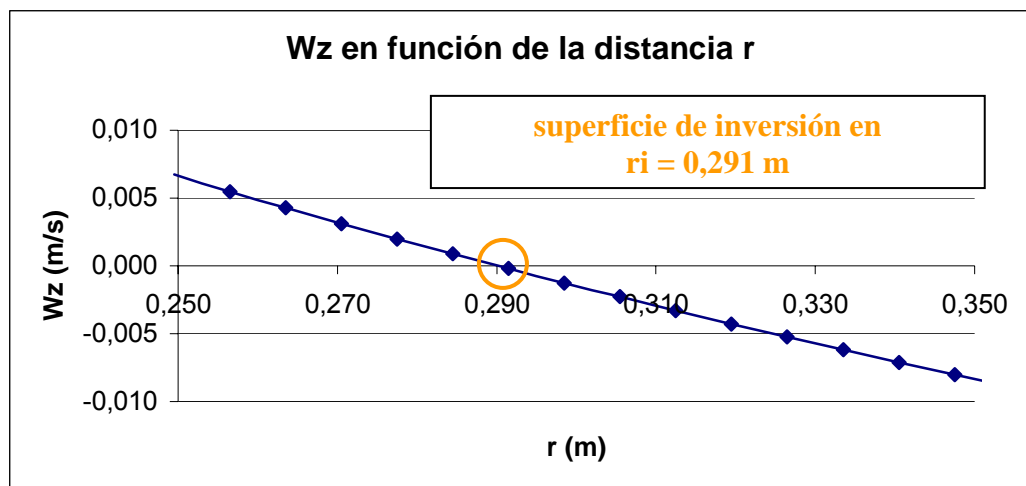
▪ Partículas de aceite en la capa acuosa =

- Diámetro de la partícula con un 50 % de probabilidades de separarse (d_{50}) = 9.75 micras (**objetivo de diseño = 10**)
- Diámetro mínimo de partícula separable (d_{min}) = 58.5 micras
- Coeficiente K_s = 0.169
- Coeficiente K_h = 1.004
- Velocidad de sedimentación bajo la acción de la gravedad (V_g) = $1.184 \cdot 10^{-6}$ m/s

▪ Partículas sólidas en la capa acuosa =

- Diámetro mínimo de partícula separable (d_{min}) = 15.25 micras.
- Coeficiente K_s = 0.187
- Velocidad radial (V_r) = $1.805 \cdot 10^{-4}$ m/s
- Velocidad de sedimentación bajo la acción de la gravedad (V_g) = $2.839 \cdot 10^{-6}$ m/s
- Coeficiente ac = 875 m/s^2
- Superficie de inversión (r_i) = 0.291 m
- Velocidad longitudinal sobre superficie (W_i) = $6.722 \cdot 10^{-3}$ m/s

- Velocidad de arrastre del alimentador de tornillo (W_d) = $8.333 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Coeficiente $\beta = 2$
- Coeficiente $\gamma = 0.713$
- Coeficientes:
 - $M = 9.157$
 - $N = 1.252$
 - $A = 0.01$
 - $B = -0.024$
 - $C = 0.013$
 - $T = 0.847$
 - $U = 0.045$
 - $Z = -0.01$
- Efecto de arrastre (ϵ_d) = 5.57
- Componente longitudinal de la velocidad del fluido (W_z):



- **Coefficiente dinámico de productividad:**
 - Capa oleosa: $\Sigma_o = 59.517 \text{ m}^2$
 - Capa acuosa: $\Sigma_a = 39.920 \text{ m}^2$
 - Coeficiente dinámico normalizado $S' = 1.19$
 - Coeficiente dinámico normalizado aprox. $S'_{\text{aprox}} = 1.74$
 - $\Sigma_a_{\text{aprox}} = 58.389 \text{ m}^2$
 - Medio: $\Sigma_m = 49.718 \text{ m}^2$

- **Altura eficaz:**
 - Capa oleosa: $He_o = 0.0008 \text{ m}$
 - Capa acuosa: $He_a = 0.0011 \text{ m}$

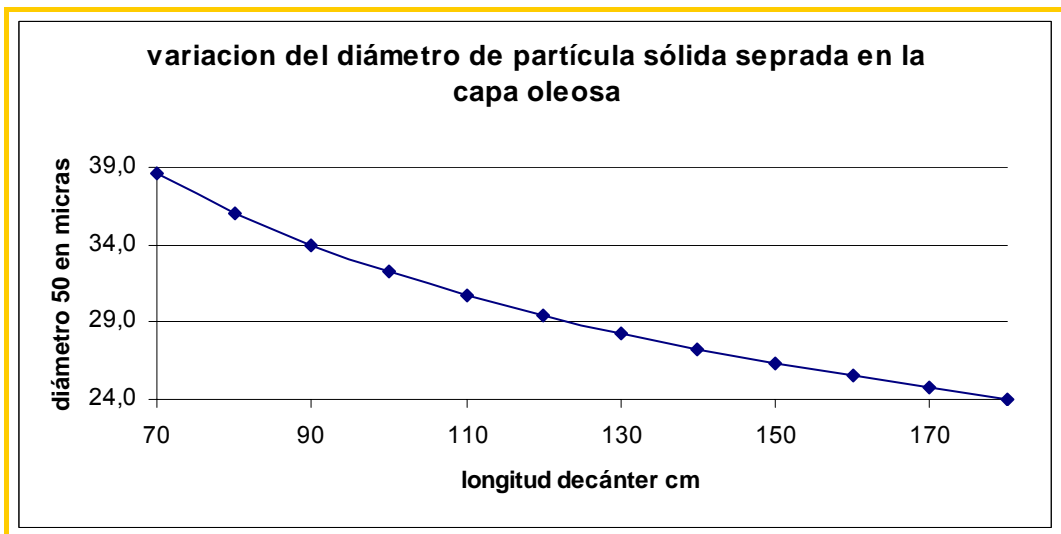
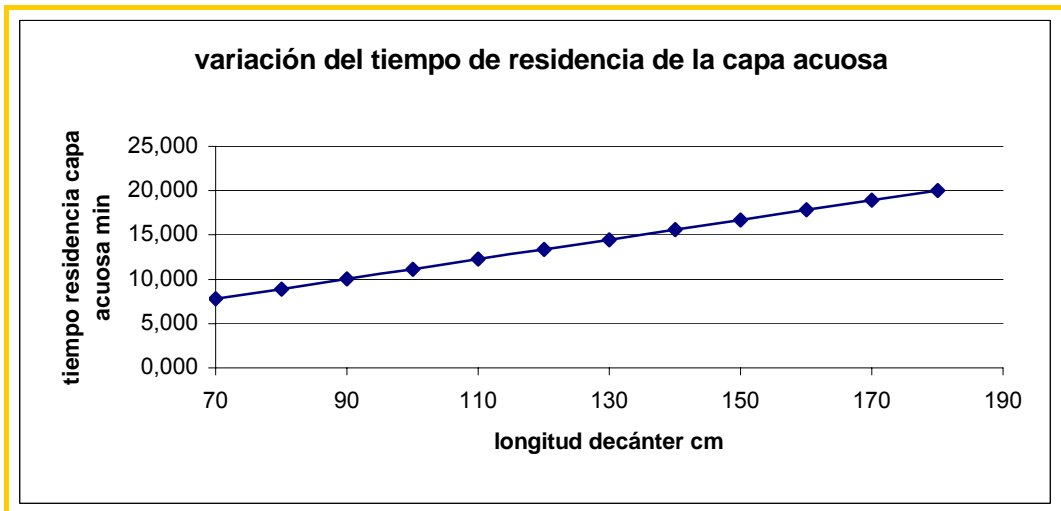
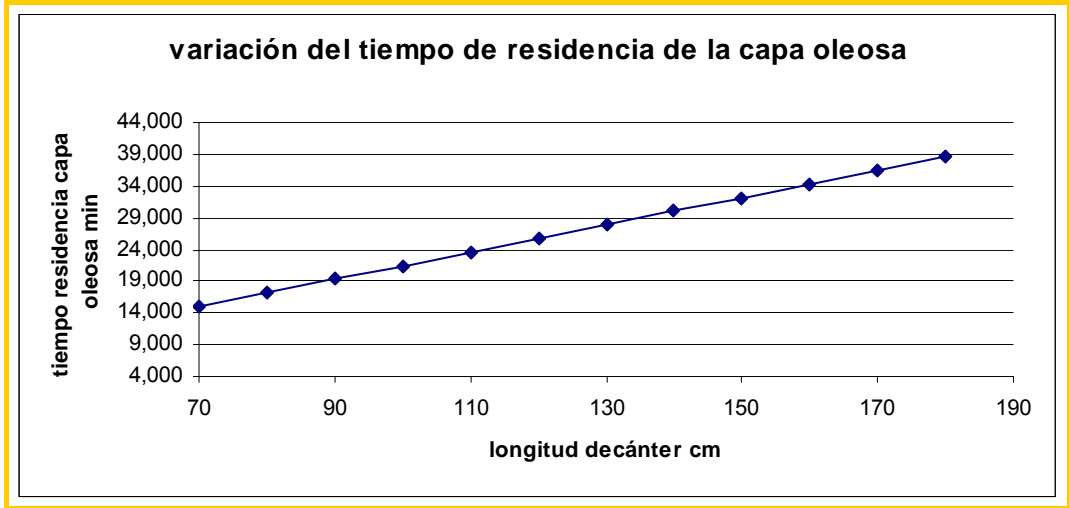
VARIACIONES EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DEL DECÁNTER DE DOS FASES.

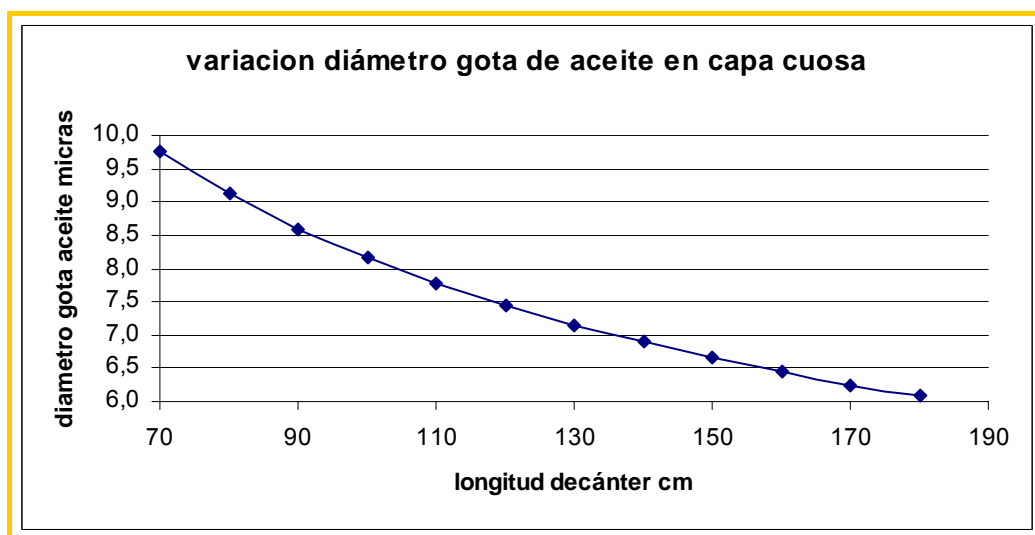
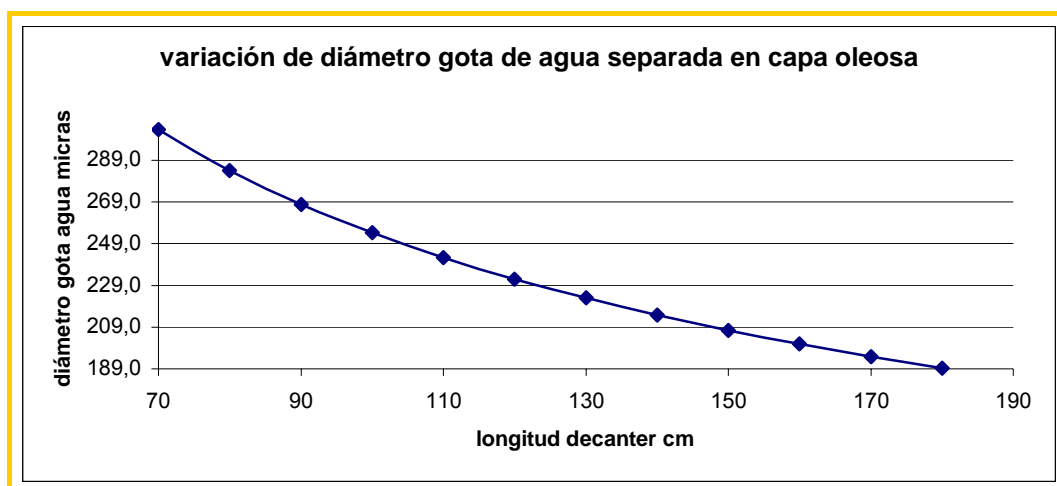
Para determinar los valores más adecuados de los parámetros de diseño del decánter ha sido necesaria la utilización del ordenador para hacer simulaciones.

Debido a las complejas relaciones entre variables se ha realizado hojas de cálculo sucesivas en las cuales se han variado uno de los parámetros y se han mantenido constante los demás, de éste modo se han determinado los valores de cada variable.

▪ Variación de la longitud del decánter (L):

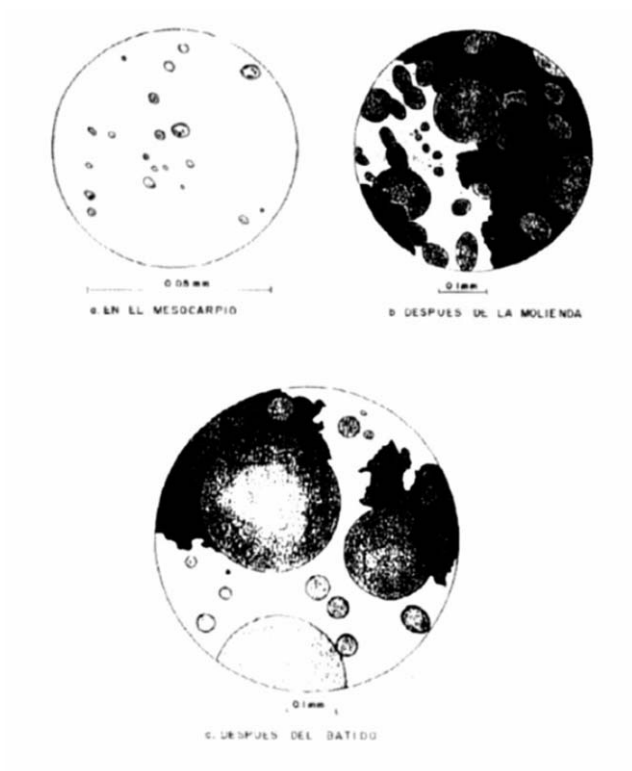
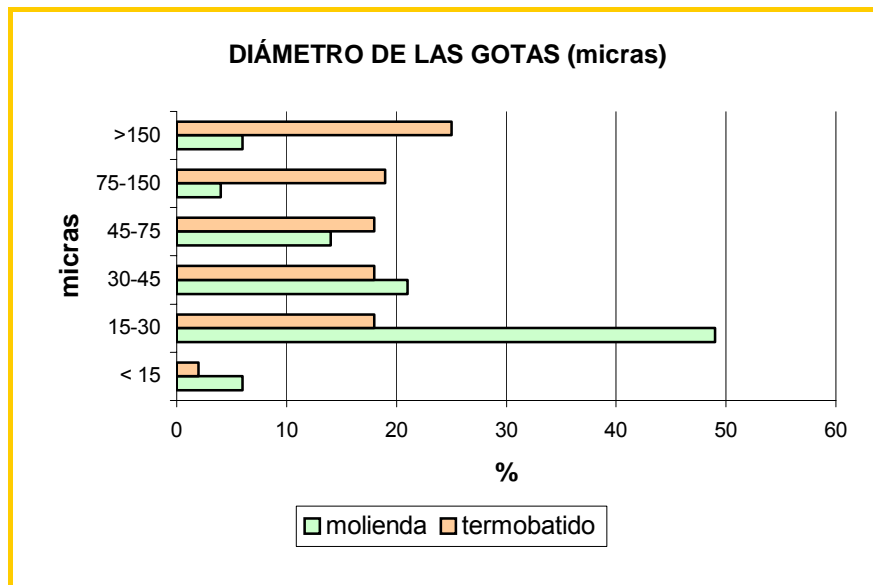
Manteniendo todos los demás parámetros constantes y modificando únicamente la longitud del decánter L se obtienen los siguientes resultados:

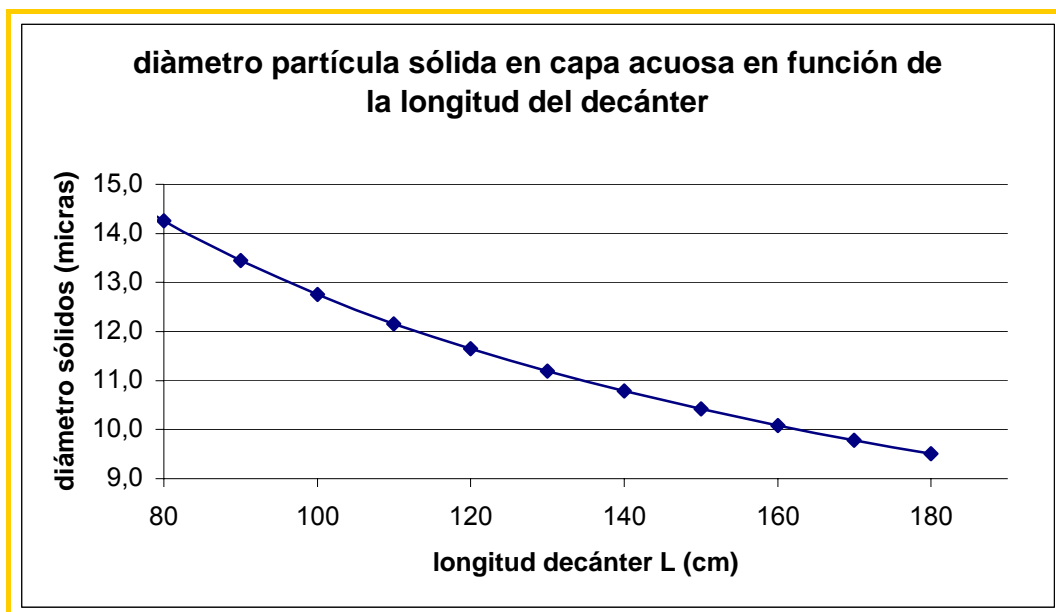




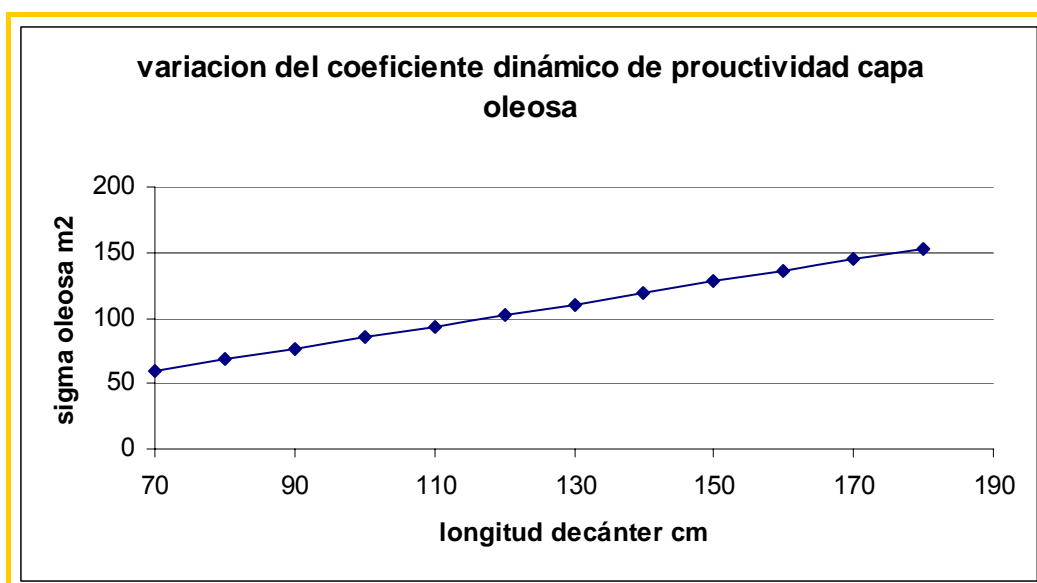
Se puede observar en las gráficas que al aumentar la longitud del decánter aumenta su tiempo de retención y como consecuencia de ello disminuyen los tamaños de las partículas que se separan en cada fase.

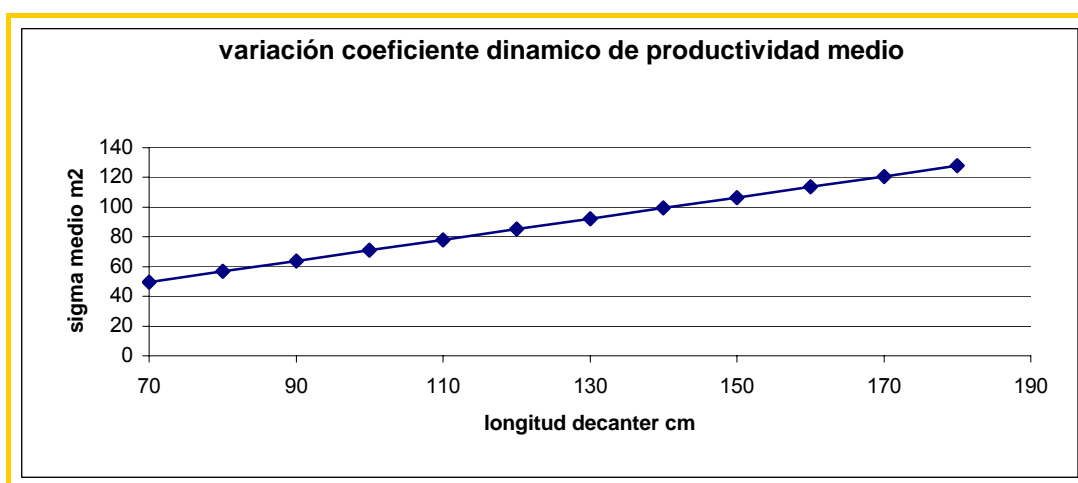
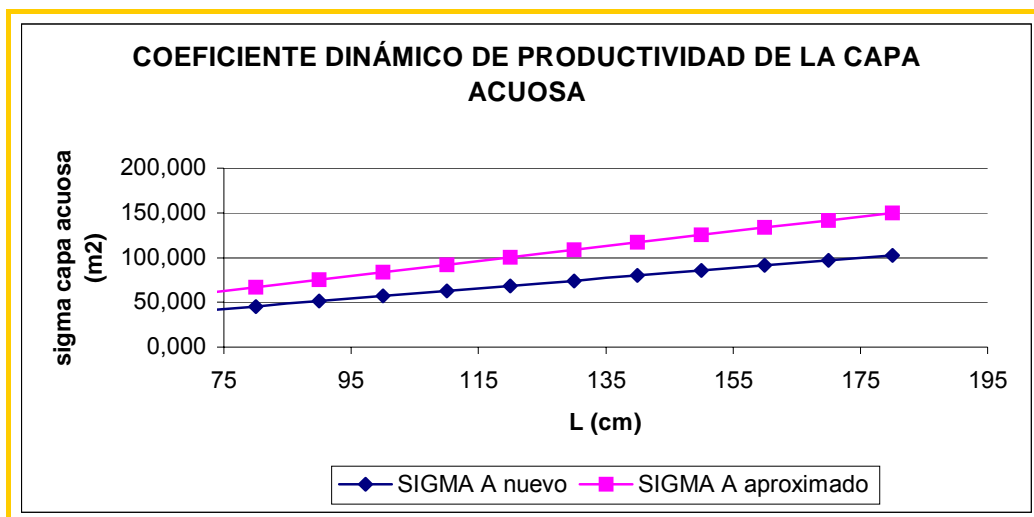
Se ha optado por una longitud de decánter (L) de 70 cm ya que se tomó como objetivo de diseño separar las gotas de aceite de tamaño superior a 10 micras de la fase alpechín ya que según la distribución porcentual de tamaños de gotas de aceite en la pasta de aceituna después del batido, sólo el 2 % de las gotas de aceite tiene un tamaño menor a 15 micras.





Con respecto a los coeficientes dinámicos de productividad y la altura eficaz los resultados son los siguientes:

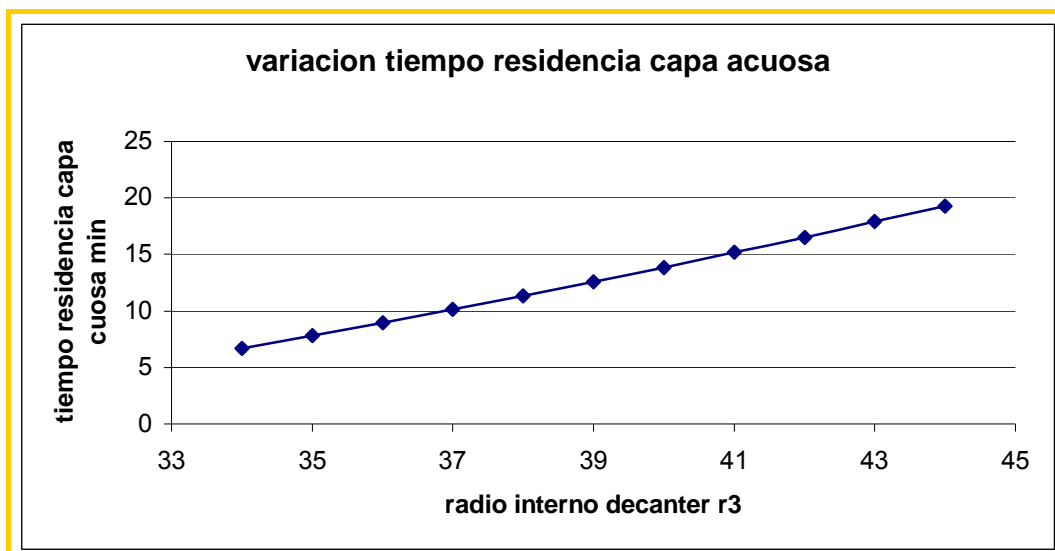




La altura eficaz, por definición, no depende de la longitud del decánter por lo que permanece constante.

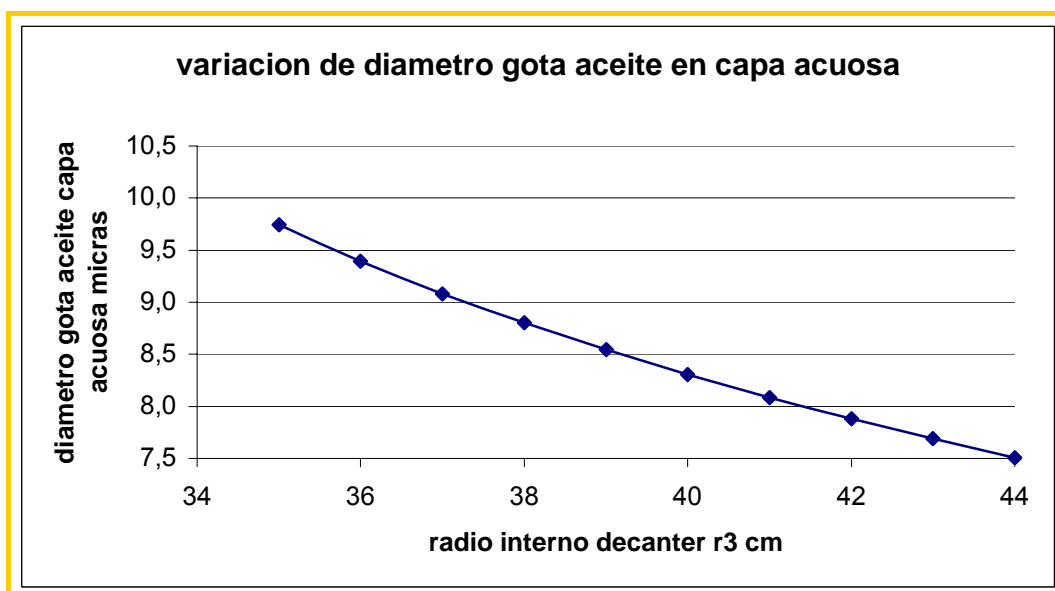
▪ **Variación del radio interno del decánter (r_3):**

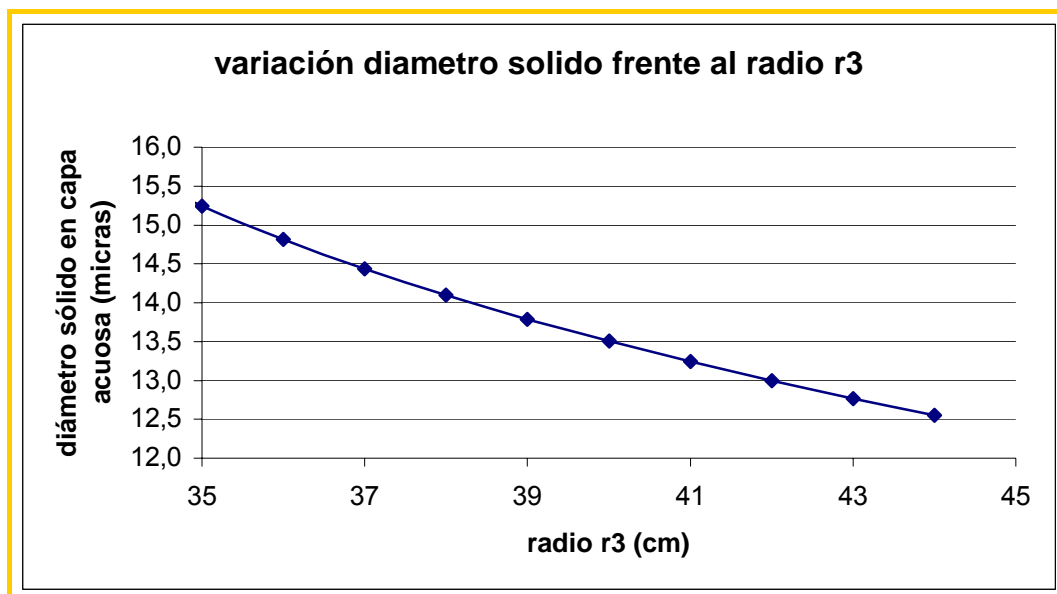
Manteniendo todos los demás parámetros constantes y modificando únicamente el radio interno del decánter (r_3), se obtienen los siguientes resultados:



Al mantener constantes tanto el rebosadero de alpeorujos como el de aceite la posición de la interfase permanece inalterable por lo que el volumen de la capa oleosa no varía.

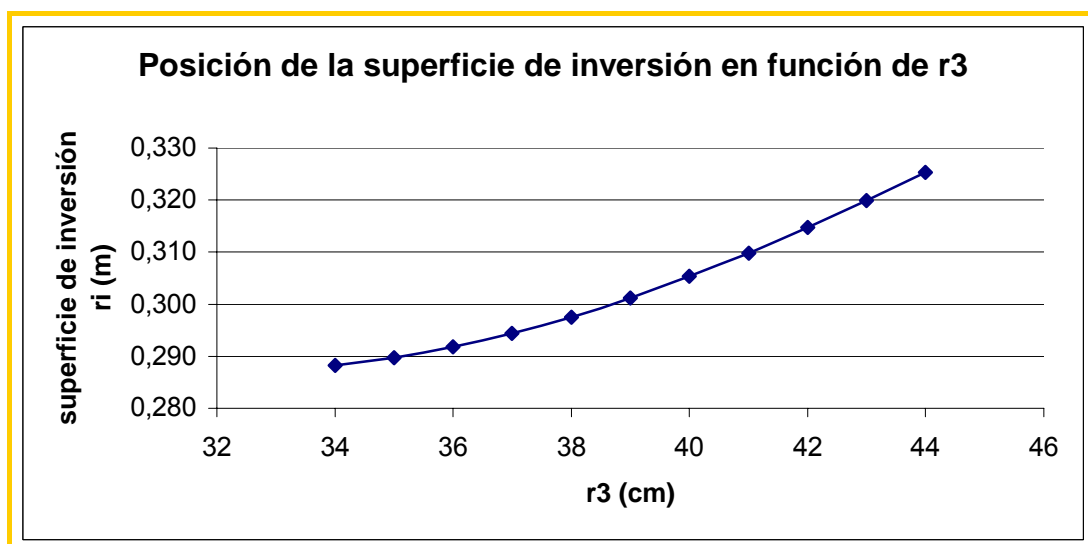
Al no variar el volumen de la capa oleosa, no se produce ninguna variación en los diámetros de las partículas que se separan de esa fase.

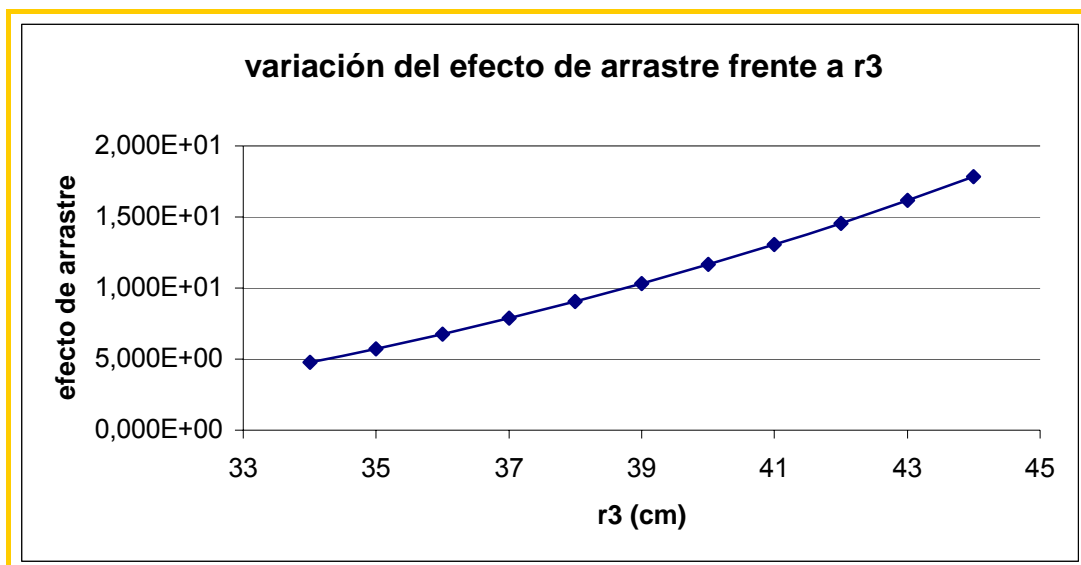




A la vista de los resultados obtenidos, no interesa el aumento del radio del decánter como medida para disminuir el tamaño de partícula de aceite separado de la fase acuosa.

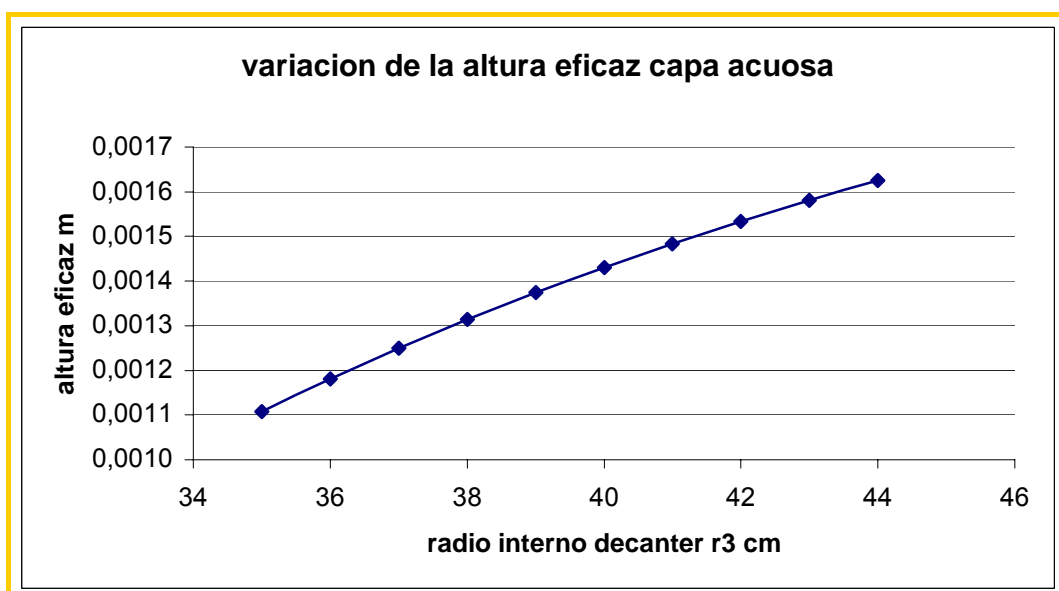
En la fase acuosa también son de interés los siguientes resultados:

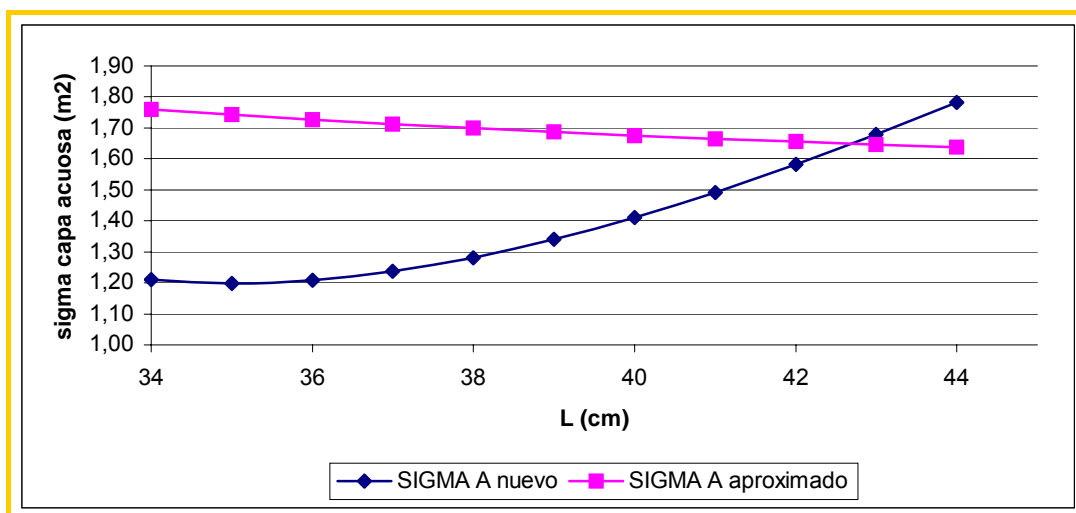
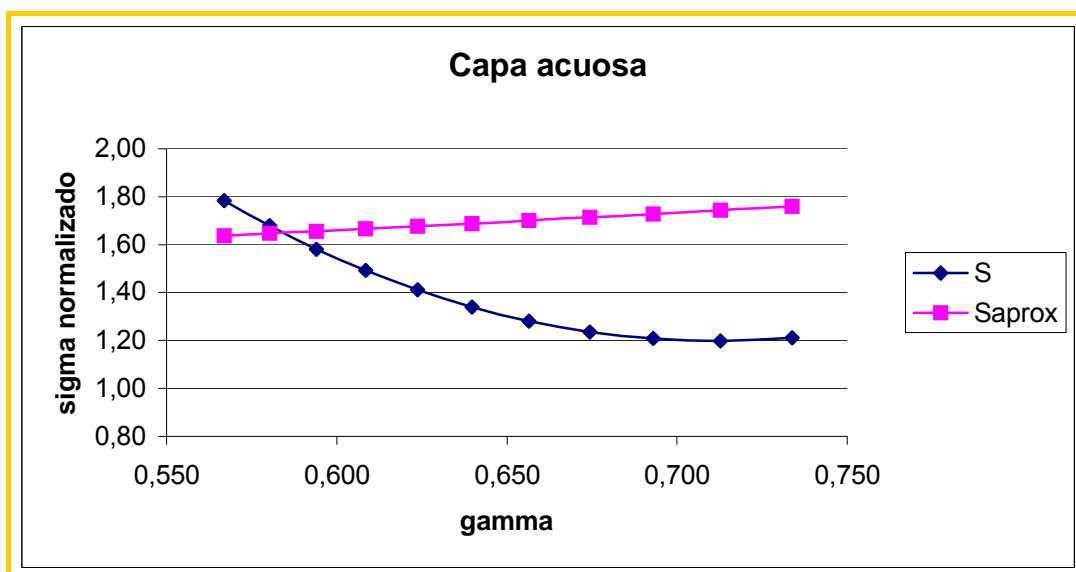




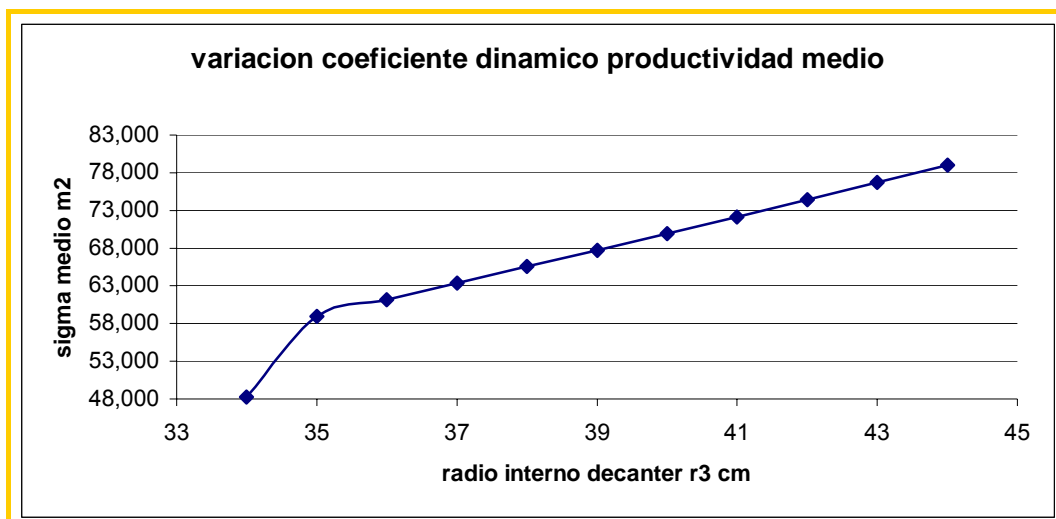
El efecto de arrastre sufre un aumento paulatino debido a que hay que compensar la disminución de la velocidad de sedimentación al ser partículas más pequeñas las que se separan.

Con respecto a los coeficientes dinámicos de productividad y la altura eficaz los resultados son los siguientes:



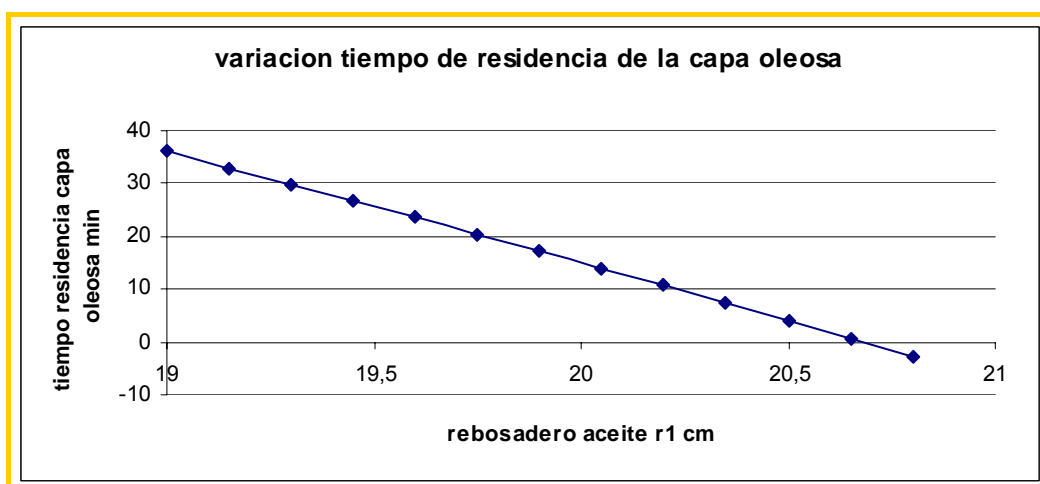


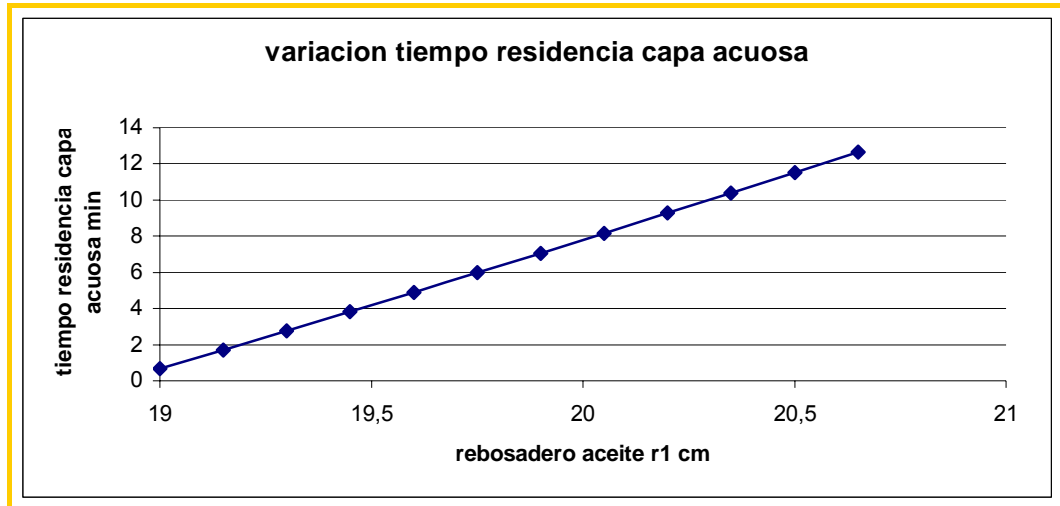
El coeficiente dinámico de productividad sufre un claro aumento debido fundamentalmente a que la fuerza centrífuga es superior al aumentar el radio.



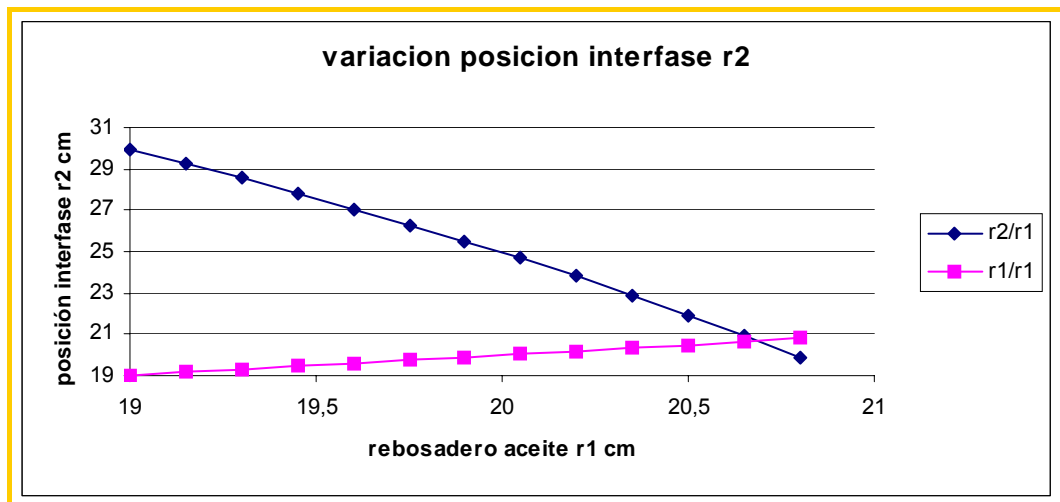
▪ **Variación de la posición del rebosadero de aceite (r_1):**

Manteniendo todos los demás parámetros constantes y modificando únicamente el radio o posición de la salida del líquido ligero (aceite) (r_1), se obtienen los siguientes resultados:

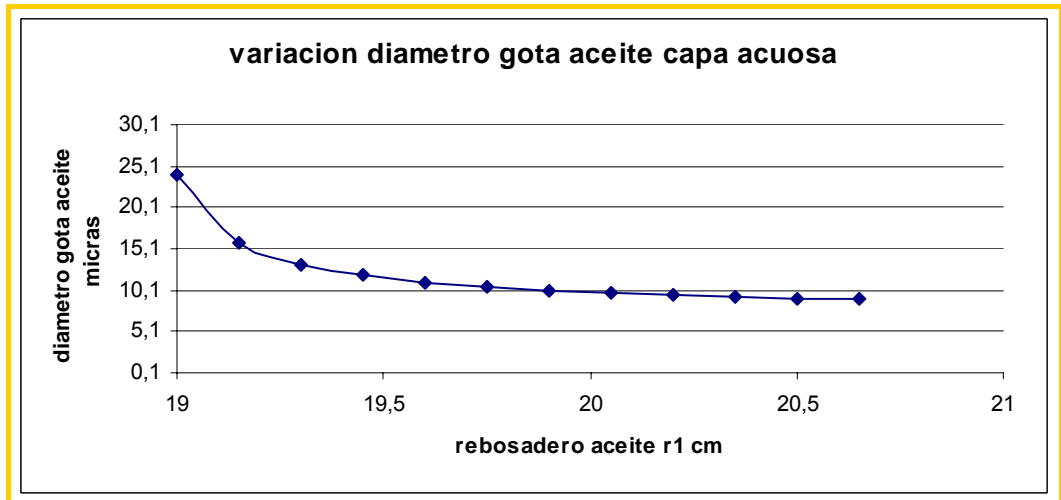
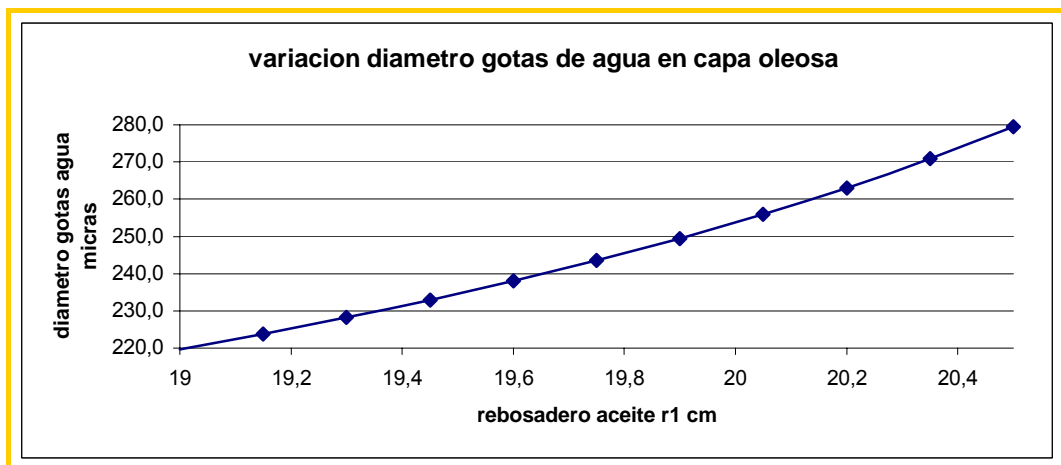
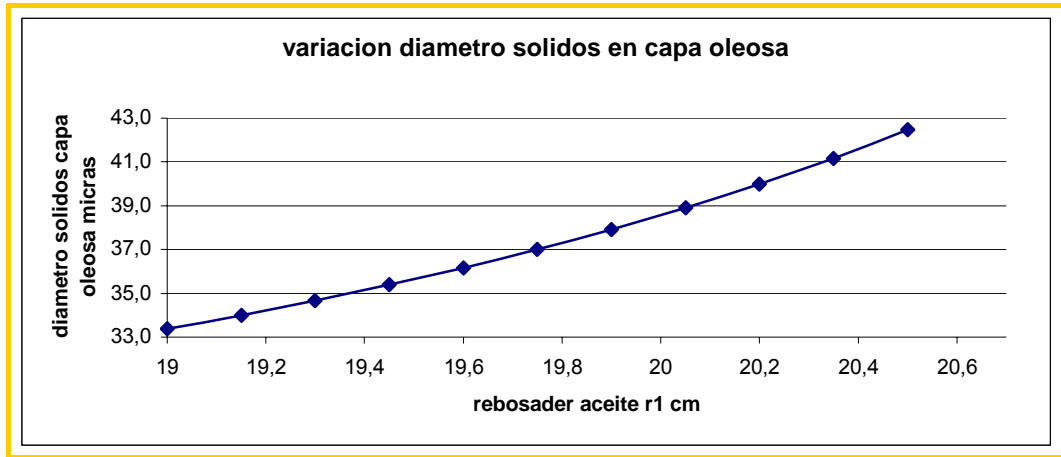




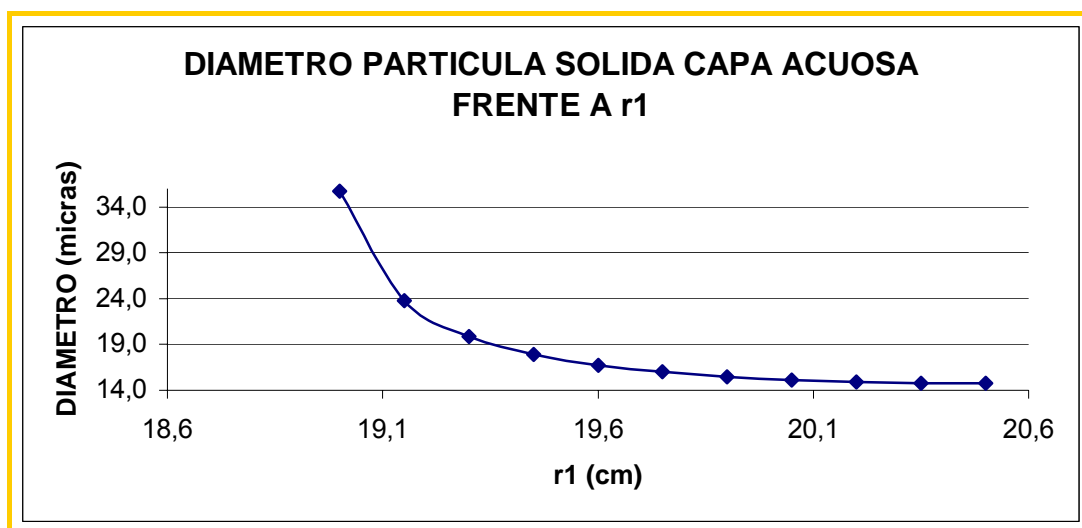
Al ir alejando la posición de la salida de aceite más del eje, e ir acercándose esta a la posición de la salida del alpeorujo, el volumen de la capa oleosa va disminuyendo hasta que desaparece cuando se igualan estas posiciones, al igual que la posición de la interfase se va acercando al eje.



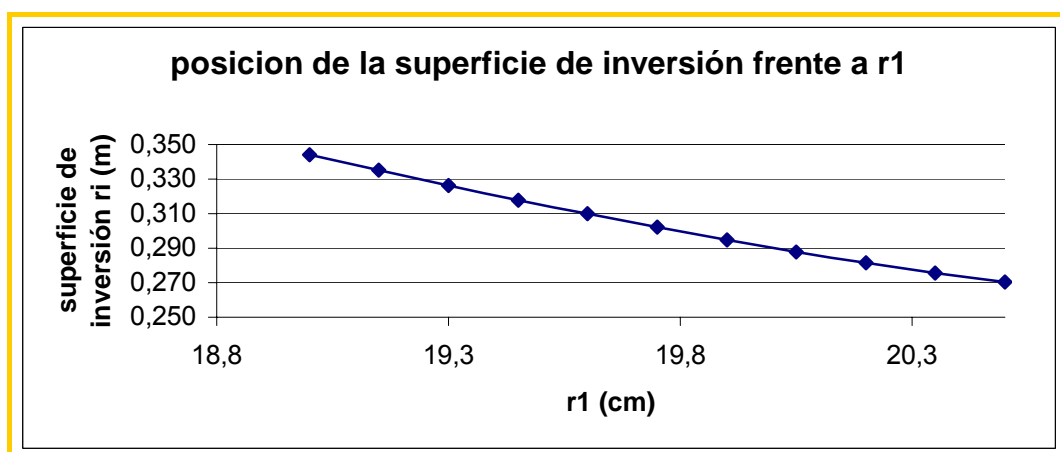
Debido a estos cambios en los volúmenes de las capas y por tanto de sus tiempos de residencia, los diámetros de las partículas separadas en cada una de ellas se ven afectados de la siguiente manera:



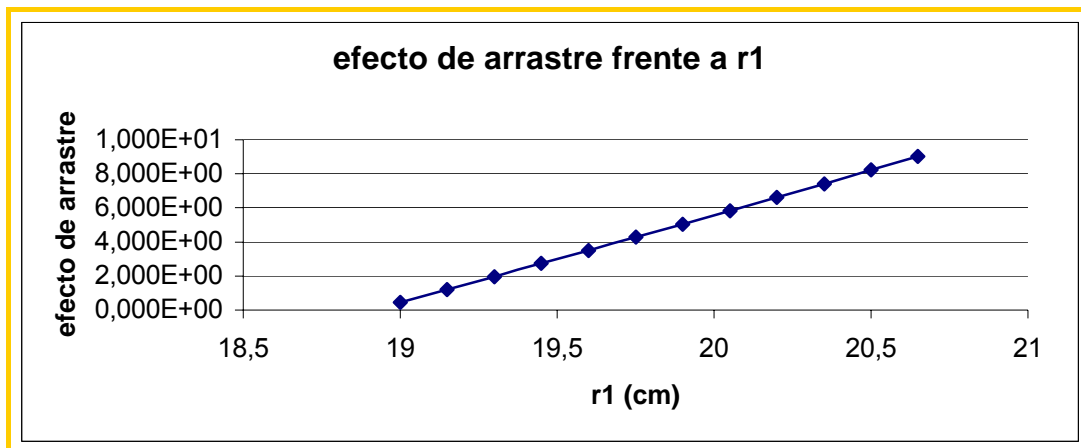
Como se observa en el anterior gráfico, la gota de aceite separada de la capa acuosa, parámetro de diseño determinante, no sufre importantes variaciones una vez superado el rebosadero de aceite a los 19,5 cm, por lo que se ha diseñado para 20 cm.



En la fase acuosa también son de interés los siguientes resultados:

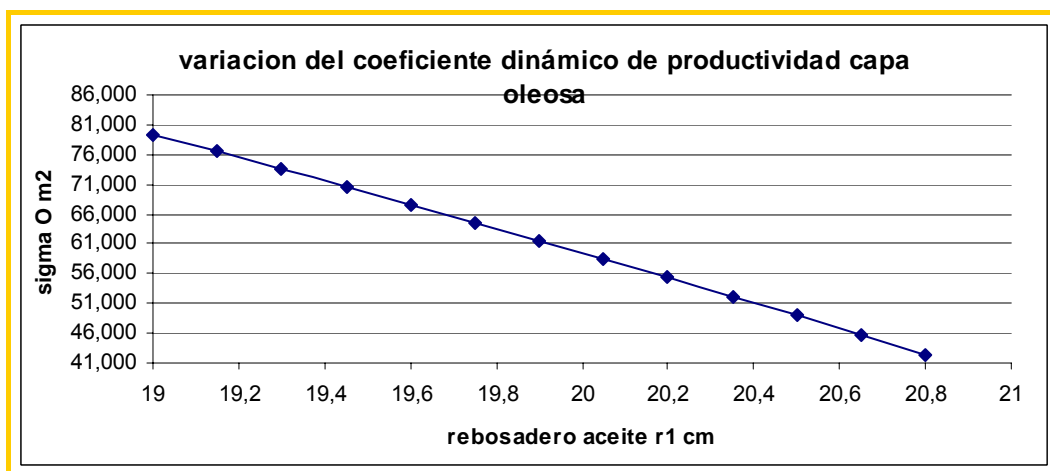


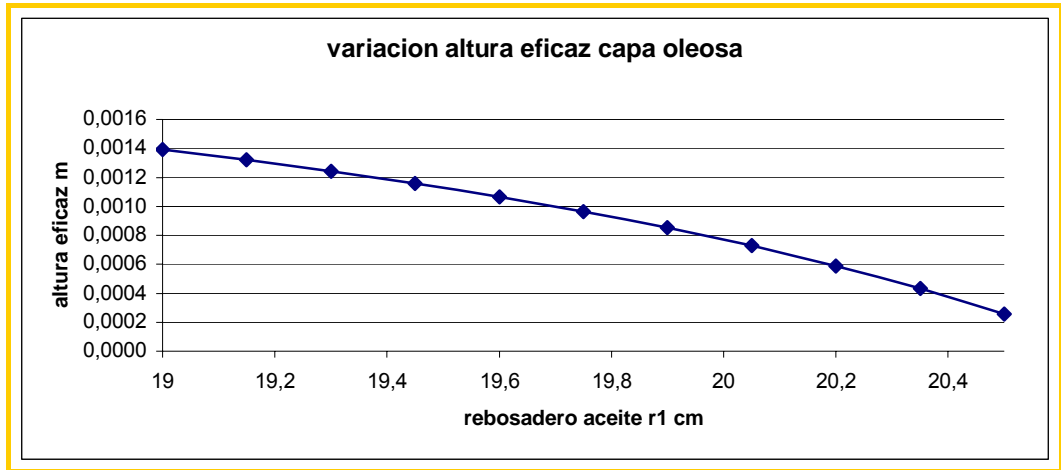
Se produce un acercamiento hacia el eje de la superficie de inversión motivado por una reducción en la velocidad de la superficie libre en la fase acuosa WI.



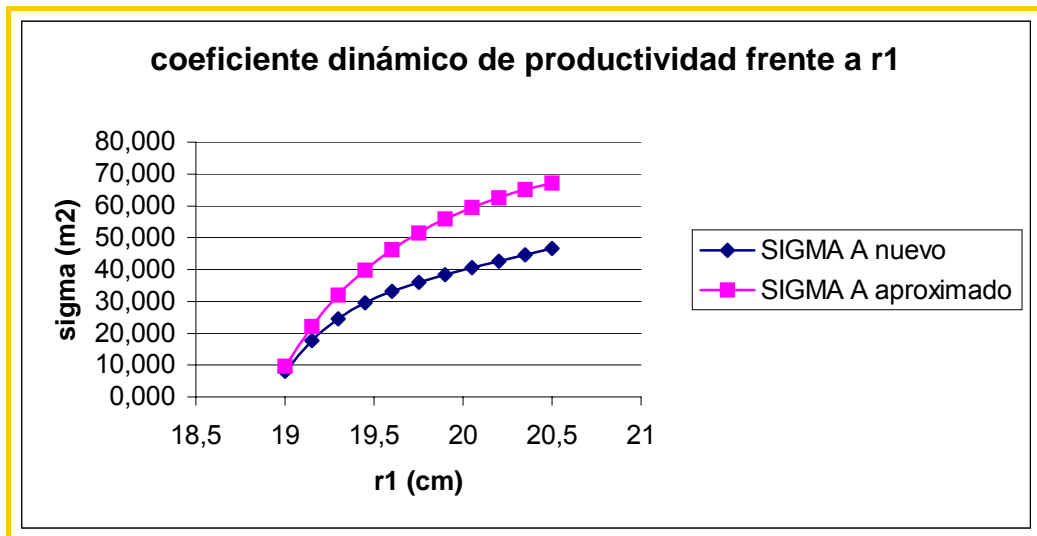
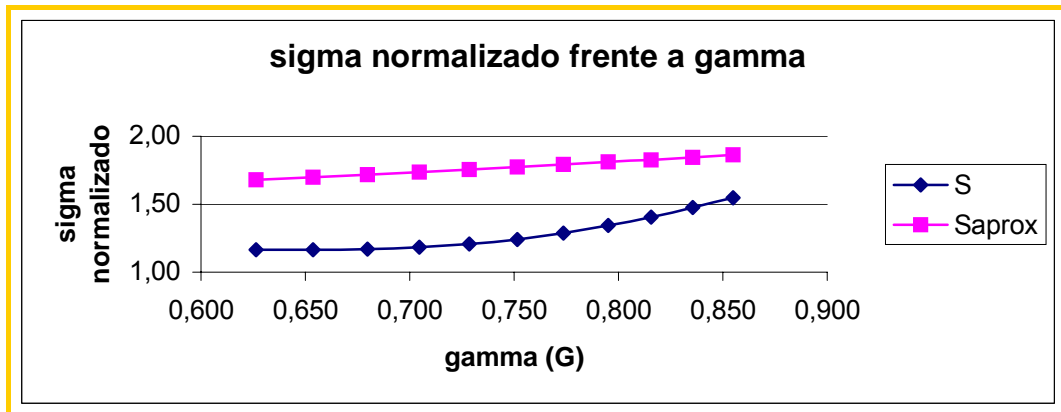
Por lo tanto el efecto de arrastre se ve afectado también.

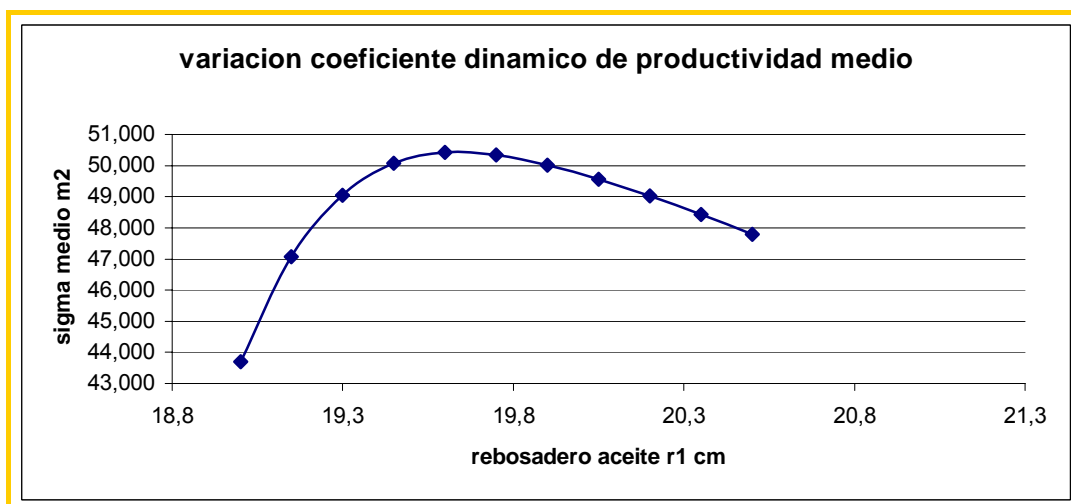
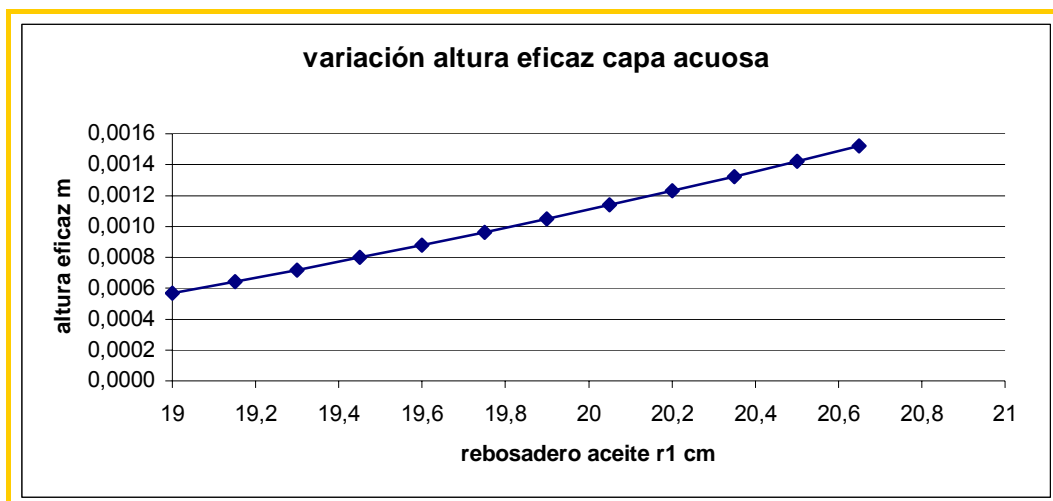
Con respecto a los coeficientes dinámicos de productividad y la altura eficaz los resultados son los siguientes:





Disminuye debido a que también lo hacen sus dimensiones.

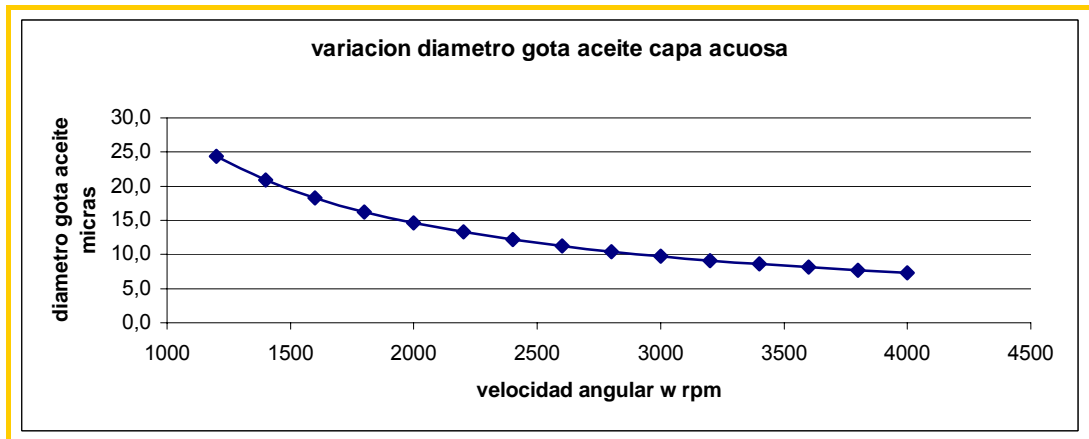
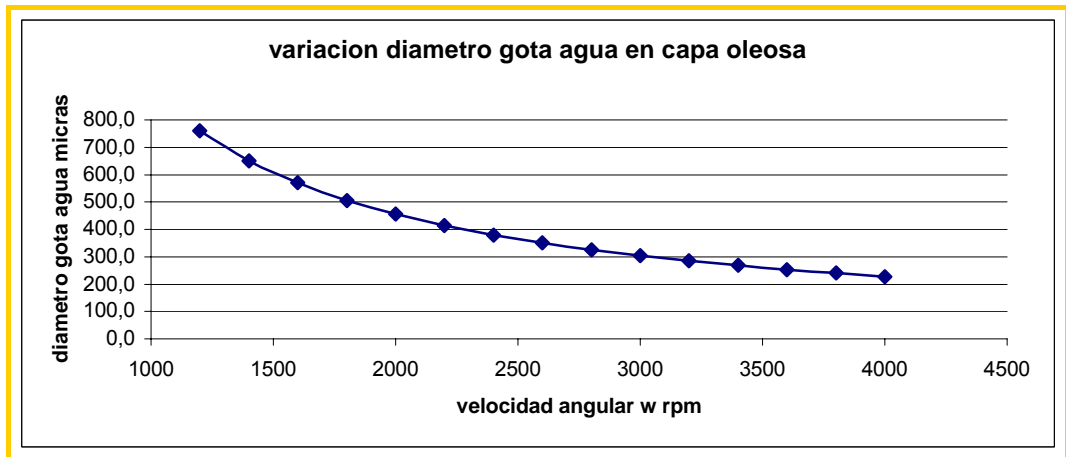
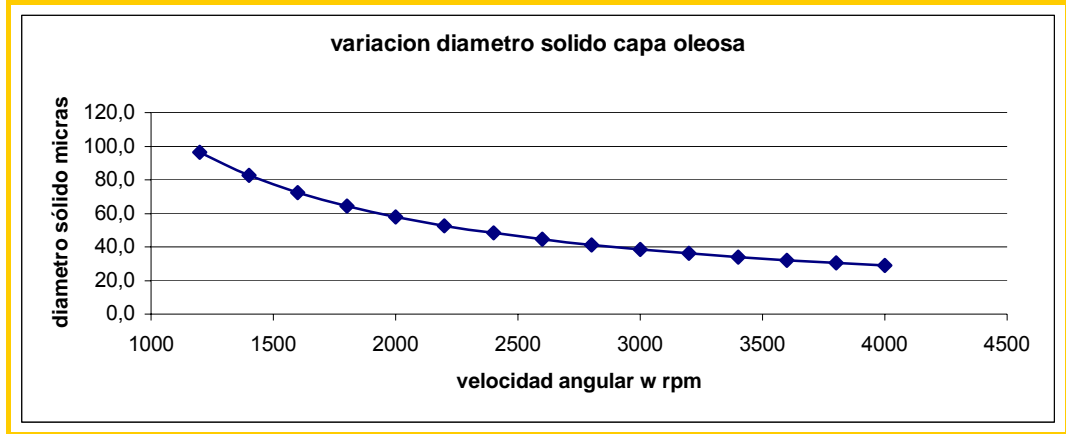


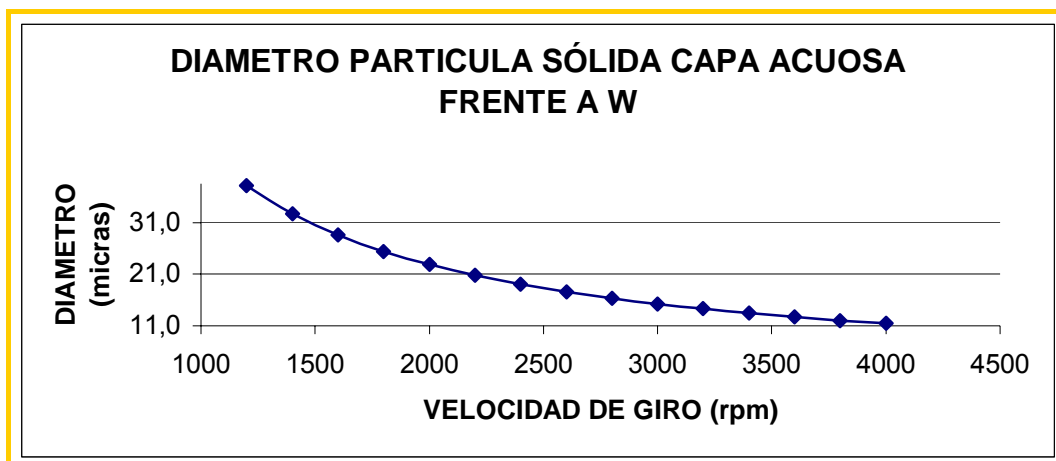


▪ **Variación de la velocidad angular (w):**

Al aumentar la velocidad angular se aumenta el poder separador de la centrífuga como lo muestran los siguientes resultados:

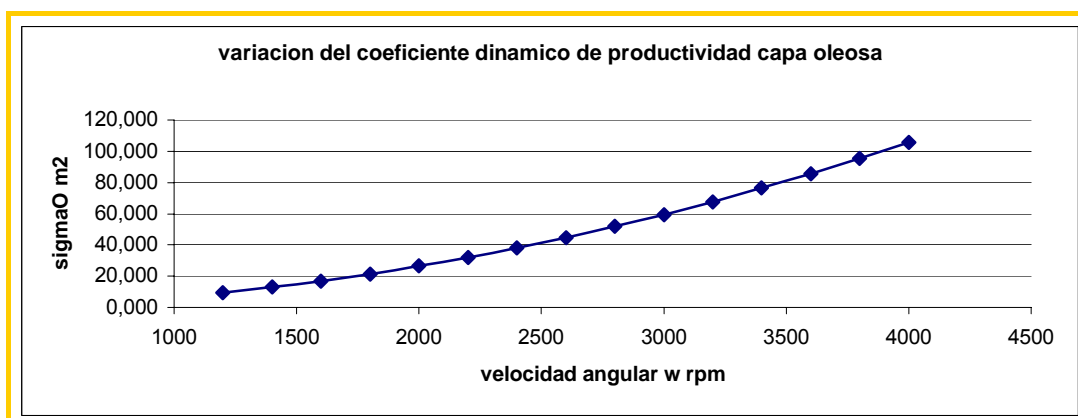
Los volúmenes de ambas capas no se ven afectados.

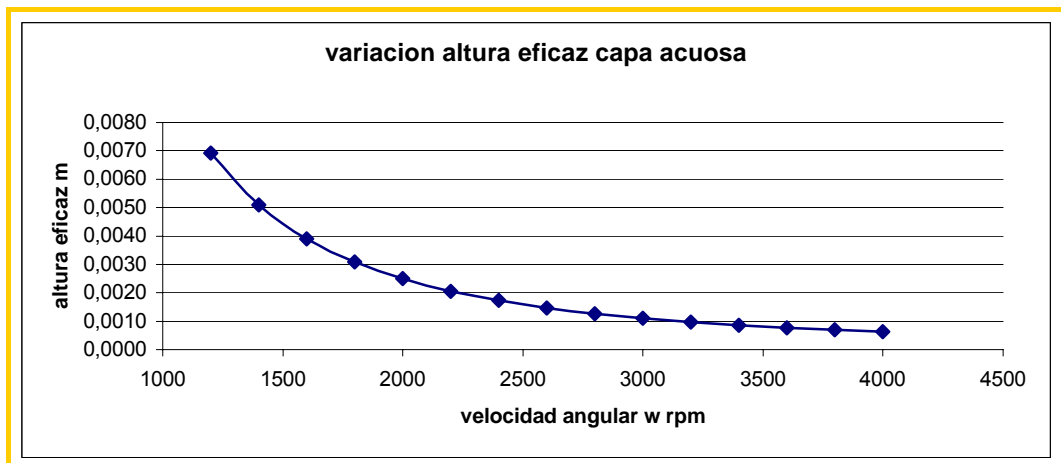
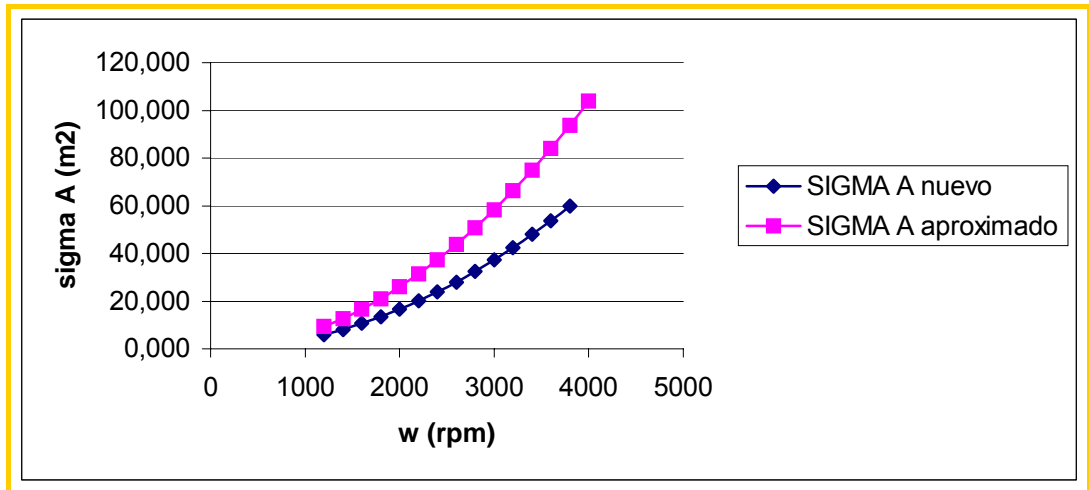
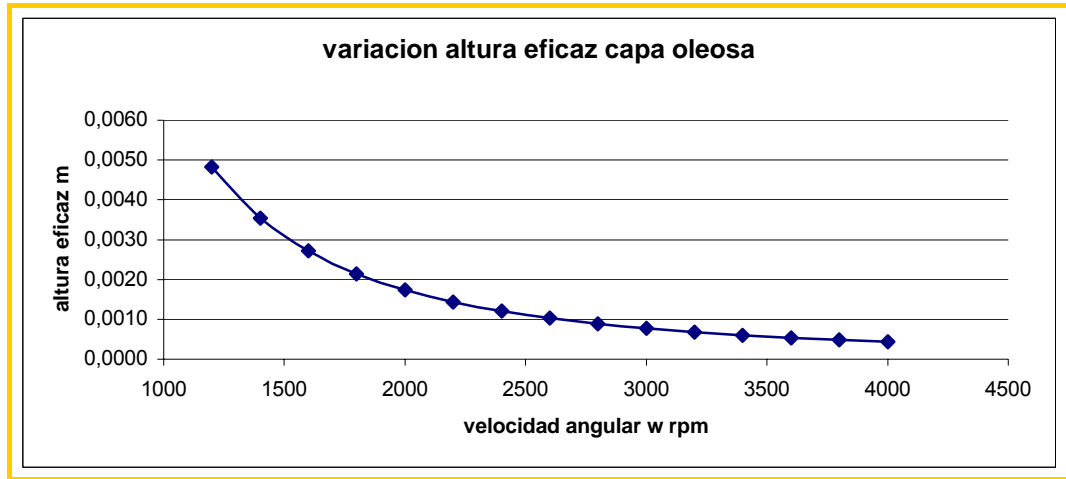


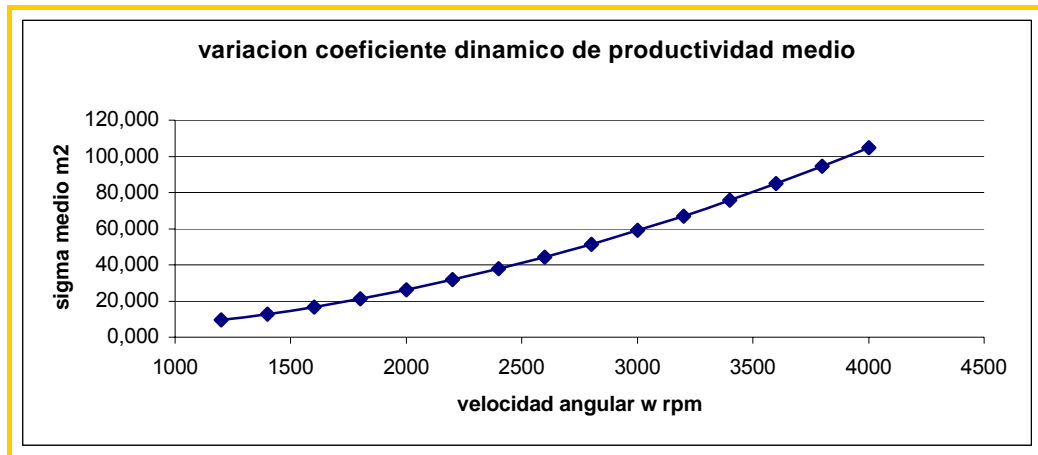


Un aumento en la velocidad de rotación de la centrífuga siempre conduce a un mayor poder de separación y por tanto partículas separadas más pequeñas, la única limitación es la capacidad mecánica de la centrífuga para soportar estas velocidades.

Con respecto al coeficiente dinámico de productividad y a la altura eficaz, los resultados son los siguientes:



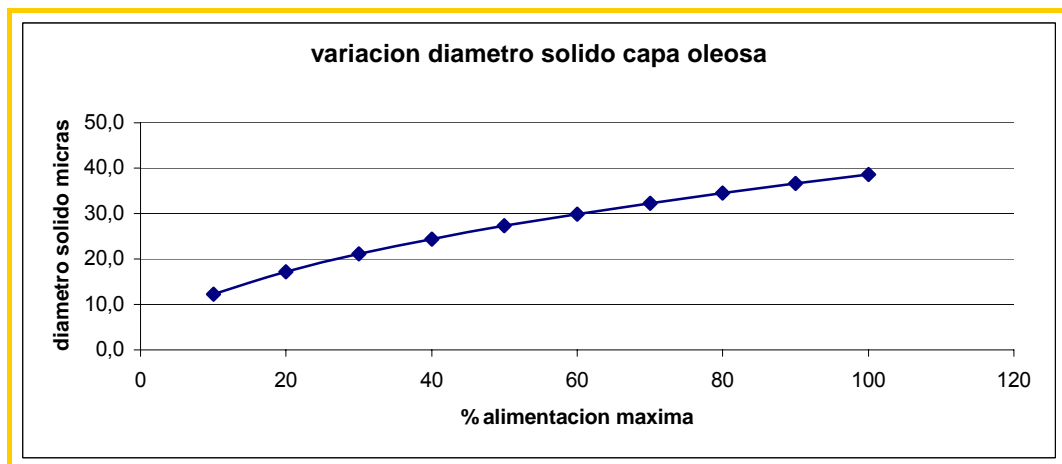


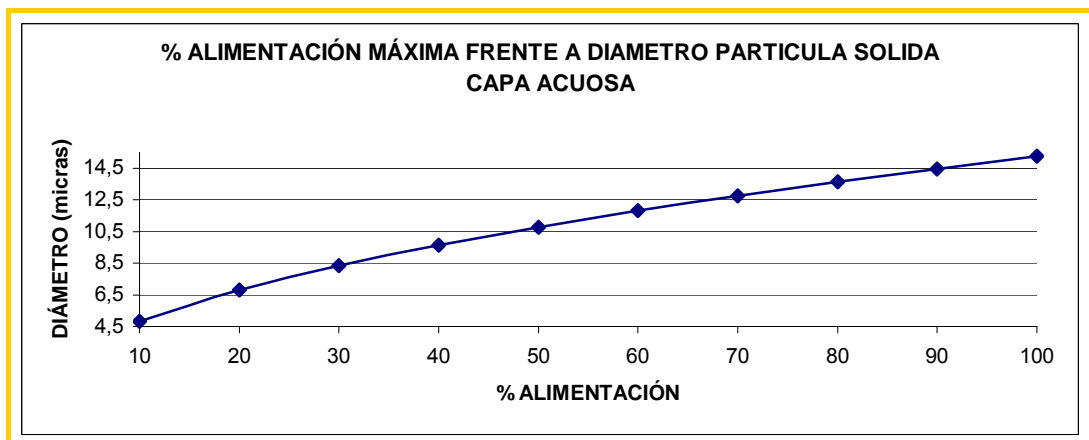
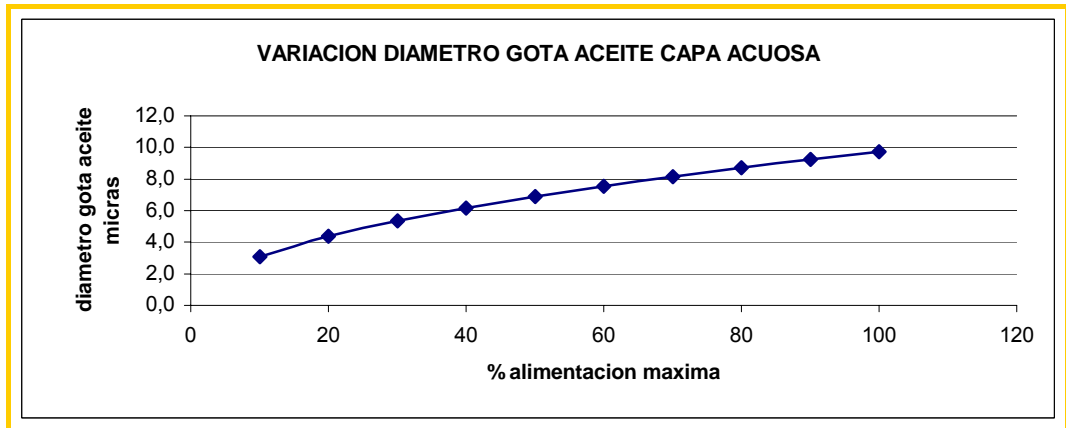
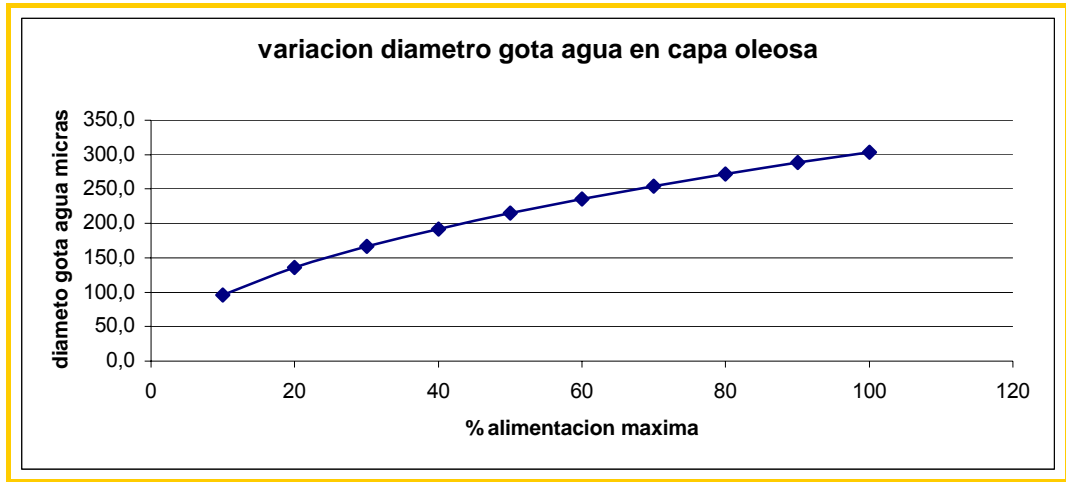


También se han considerado variaciones en las condiciones de operación:

- **Variación del porcentaje de alimentación máxima introducido en el decánter:**

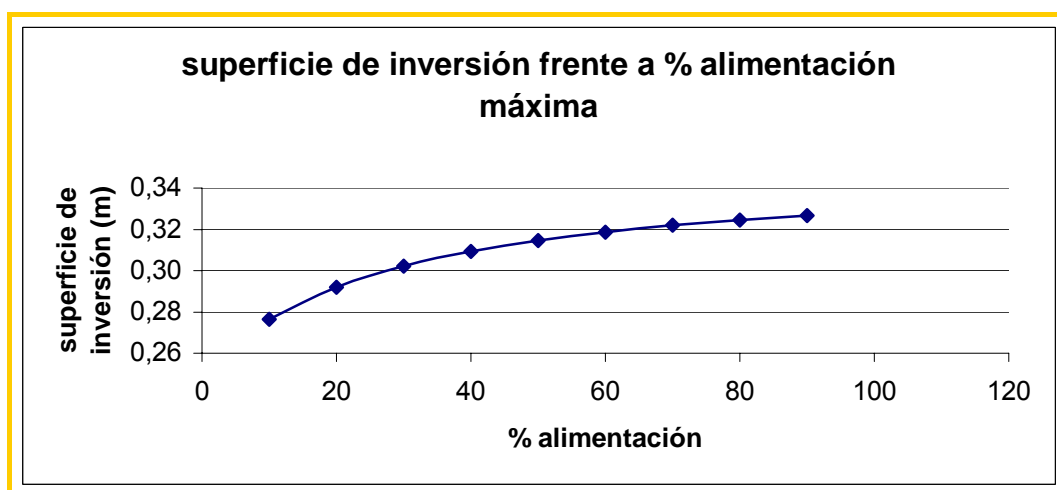
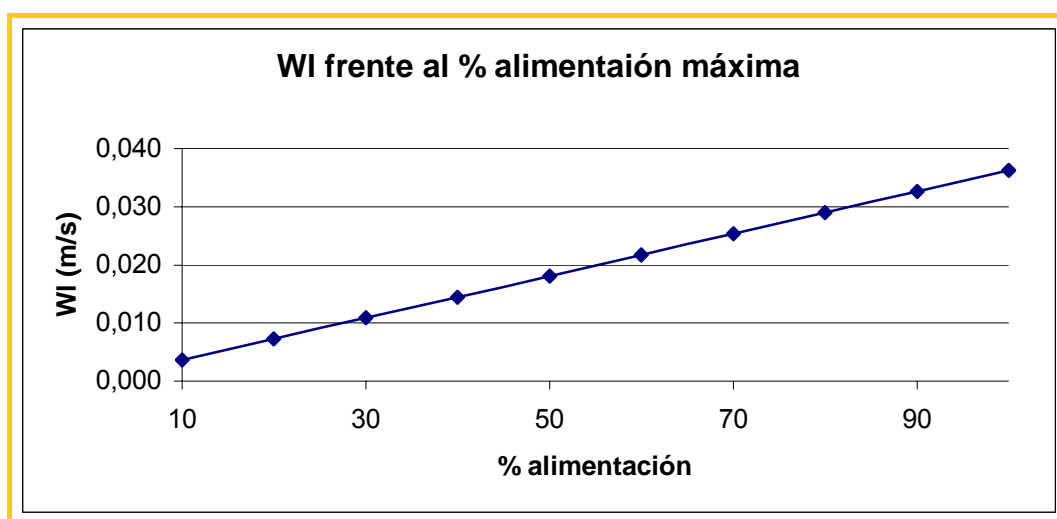
Al introducir un porcentaje de la alimentación en el decánter inferior al 100% del de diseño, aumenta el rendimiento y la capacidad de separación de la centrifuga:



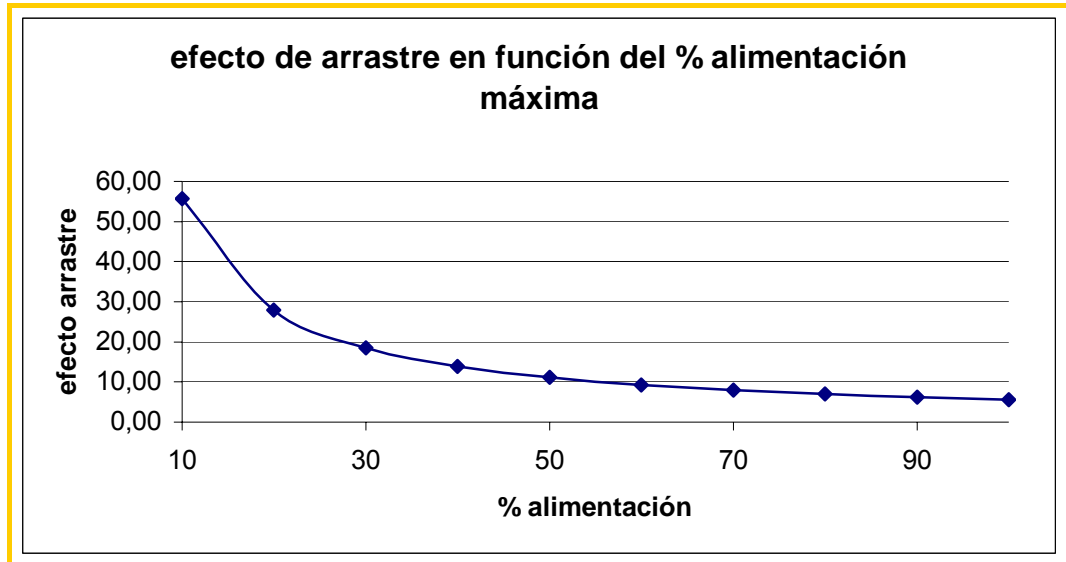


Se observa un aumento de la partícula separada en todas las fases al aproximarse el porcentaje de alimentación máxima al 100%, experimentalmente se tiene constancia de que el porcentaje óptimo para el decánter es del 80 % de la alimentación máxima.

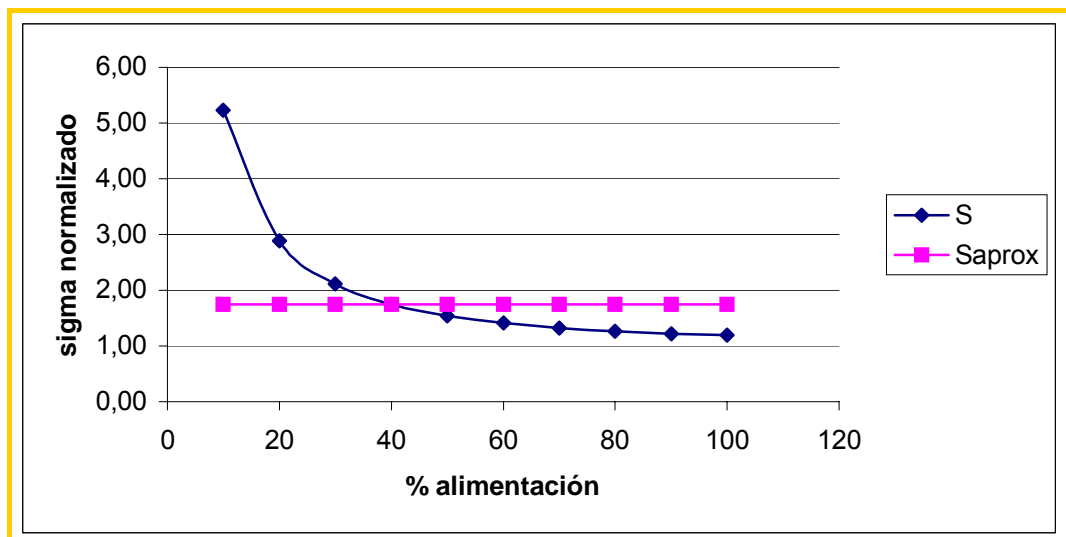
Otras características de la capa acuosa se ven afectadas de la siguiente manera:

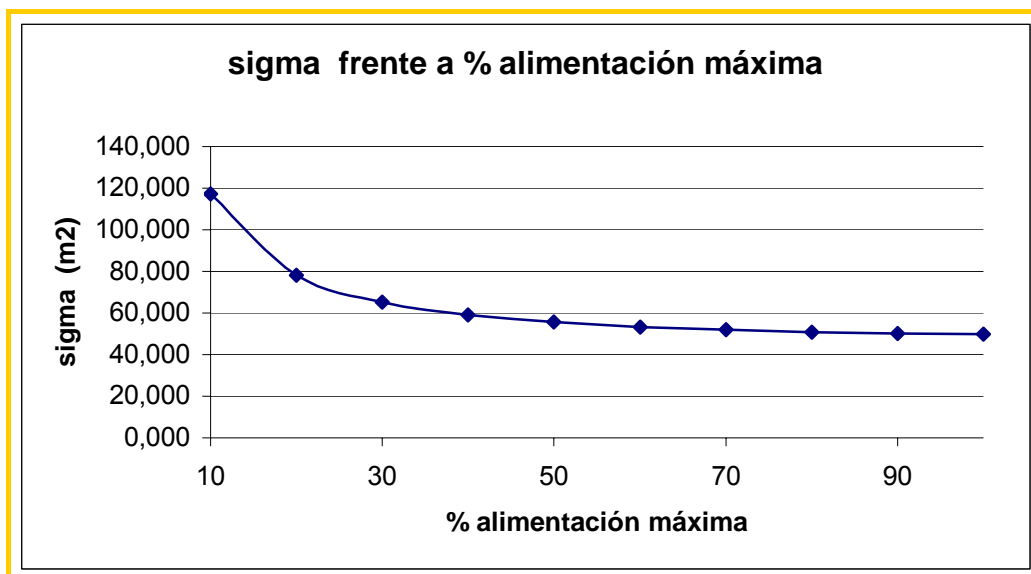


La superficie de inversión va alejándose del eje debido a un aumento de WI.



Con respecto al coeficiente dinámico de producción, éstos parámetros se ven afectados de la siguiente manera:

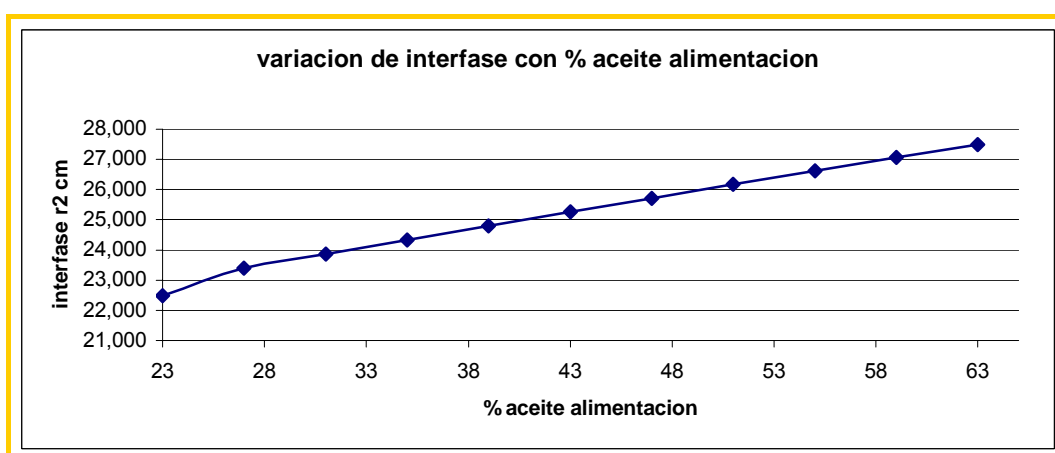


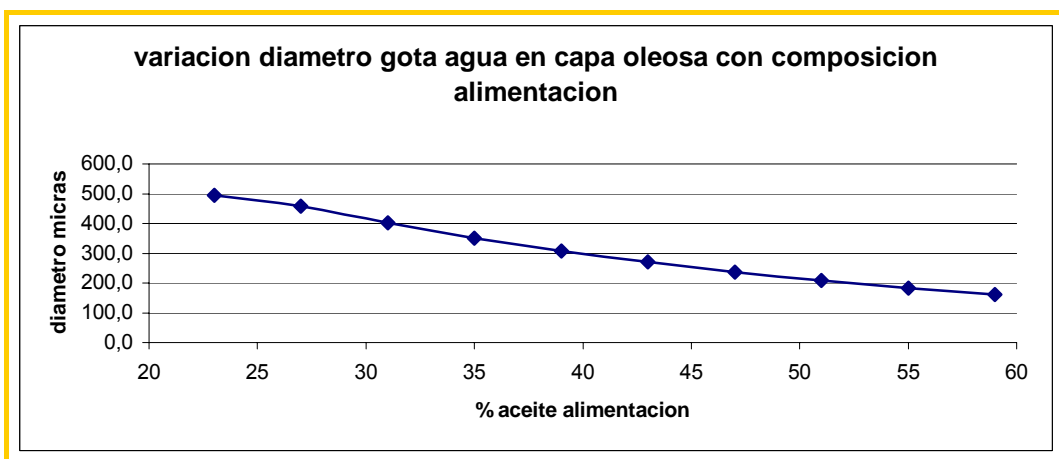
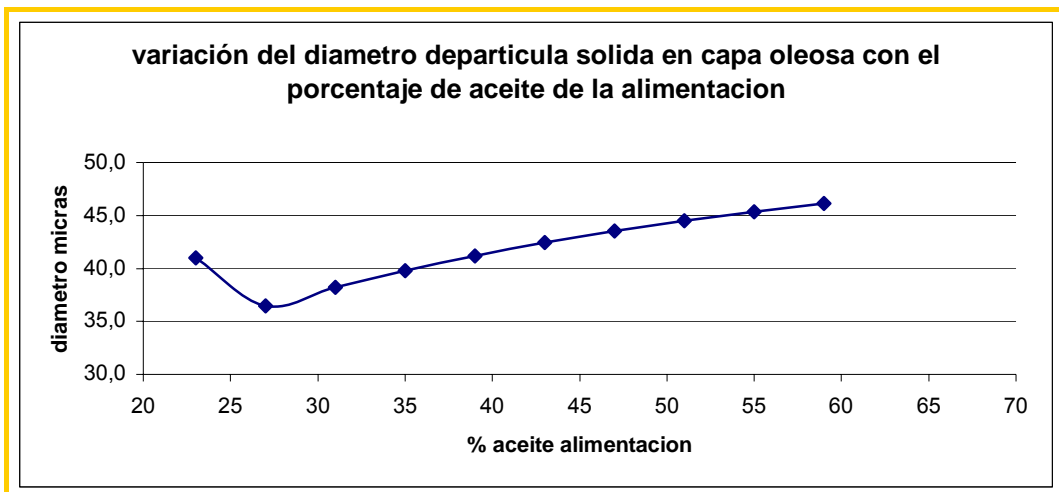


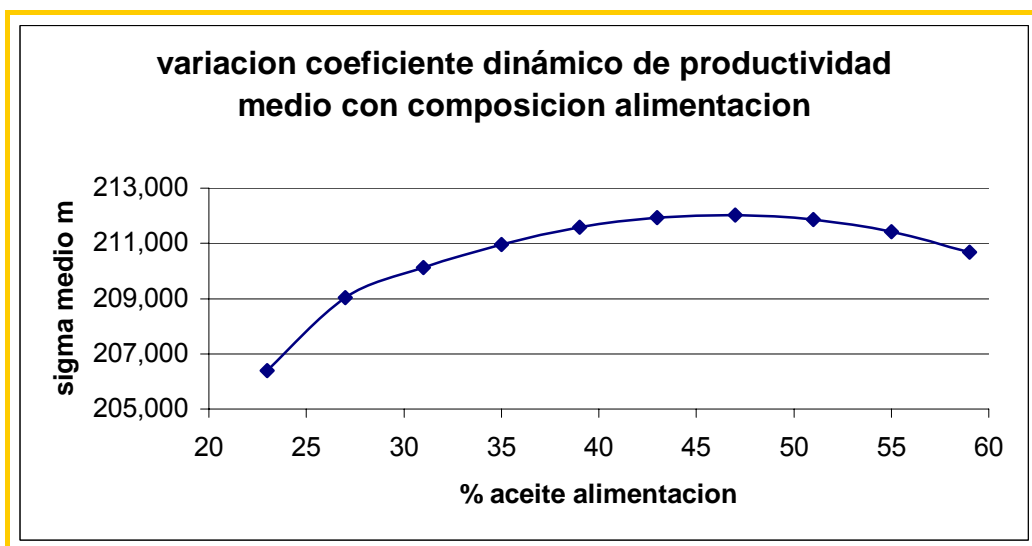
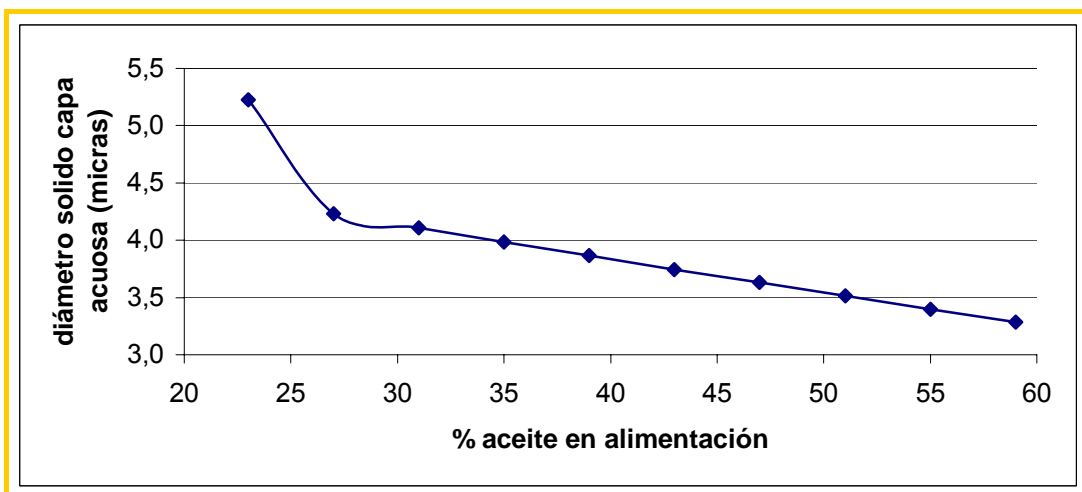
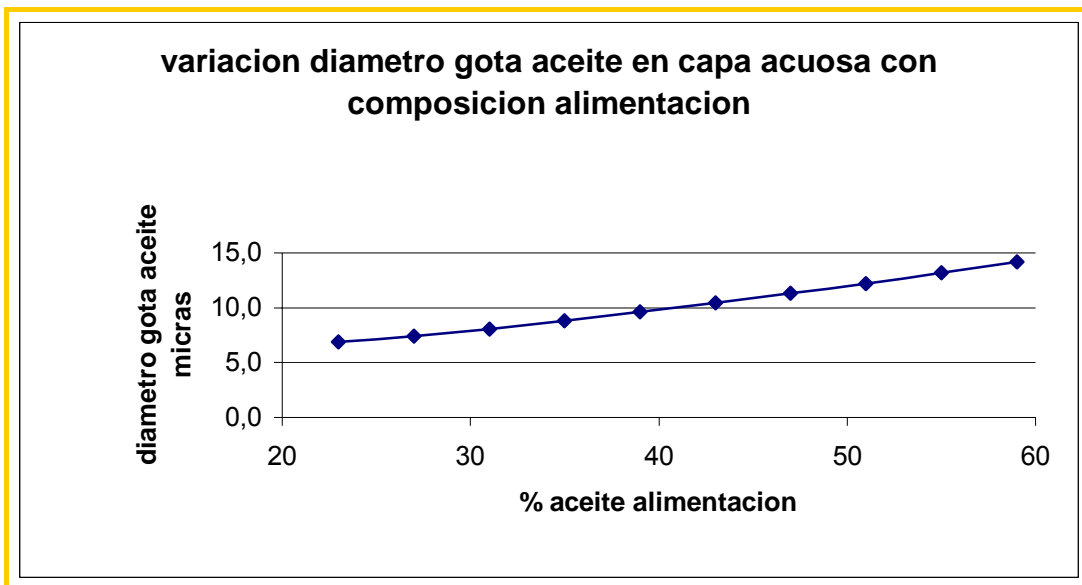
▪ **Variación en la composición de la alimentación:**

La pasta de aceituna no siempre tiene la misma composición lo que afecta al espesor de los anillos en el interior del decánter.

Considerando constante la cantidad de sólidos en la pasta de aceituna y únicamente variando la cantidad de aceite y agua, sin olvidar que se añade agua hasta completar una humedad del 50%, se obtienen los siguientes resultados:







DISEÑO FLUIDO DINÁMICO DEL DECÁNTER DE DOS FASES

ALIMENTACIÓN

componente	aplicado 2 decánters	694,45	Kg/h	0,653	m3/h	densidad (Kg/m3)	1064,14	viscosidad (Pa.s)
aceituna			%	25	Kg/h		945	0,09
aceite sólidos			%	30	Kg/h		1200	
agua			%	45	Kg/h		1080	0,001
agua añadida		34,723	suma	694,450	m3/h			
agua total		347,225	fase acuosa	0,035	m3/h		1000	
fracción volumétrica de la pasta				0,21				
				0,20				
				0,58				
			C	Kc	Kh		Ks	
			0,27	0,17	1,004		0,169	
			0,73	0,01	1,492		0,005	
			0,25	0,19	..		0,187	

DATOS DE DIMENSIONAMIENTO

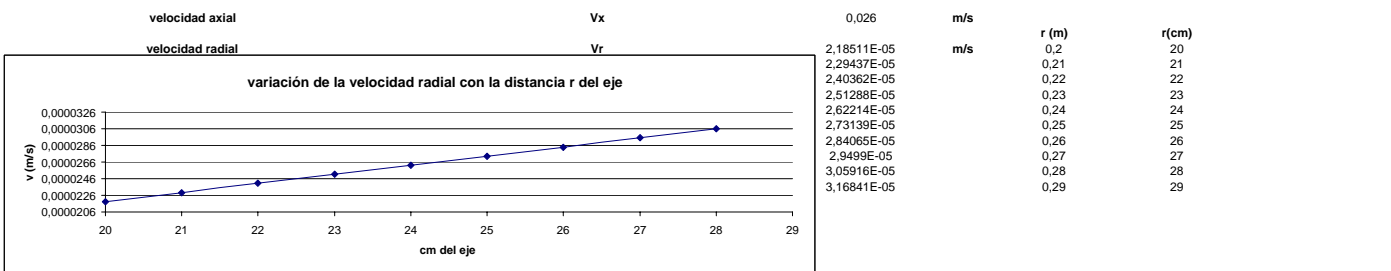
parámetro	símbolo				
radio interno	r3	35	cm	FIJO	
longitud	L	70	cm	FIJO	
radio rebosadero aceite	r1	20	cm	FIJO	
radio interfase	r2	24,949	cm		
radio rebosadero alpeorajo	rw	20,683	cm		

TIEMPOS DE RESIDENCIA

tipo de capa	altura (h)	volumen	tiempo (min)	tiempo real (min)	eficiencia (%)
de la capa oleosa	0,266	48906,107	15,972	15,014	94
			v. Util	45971,740	
				real	
de la capa acuosa	0,266	132486,643	15,972	7,797	
			v.util	64677,837	
				real	
					48,818
					39,000

PARTÍCULAS SÓLIDAS EN LA CAPA DE ACEITE

parámetro	valor	unidad	valor	unidad	valor	unidad
diámetro de partícula	d50*2	1,487E-05	cm2	d50	39,56	micras
velocidad angular del bol	w	3000	rps		50,00	
coeficiente	Ks	0,187				



parámetro	valor	unidad	valor	unidad	valor	unidad
velocidad sedimentación gravedad	Vg50	4,287E-07	m/s			
coeficiente dinámico de productividad	SIGMAo	59,517	m2	nuevo	59,517	nuevo
caudal óptimo	QoptOs	5,103E-05	m3/s	nuevo	5,103E-05	nuevo
		1,837E-01	m3/h		1,837E-01	m3/h
altura eficaz	HeO	0,0008	m	nuevo	0,0007	nuevo
	beta	L/r2	2,806			
	ac	r2*w*2	623,715			
	gamma	r1/r2	0,802			

PARTÍCULAS DE AGUA EN LA CAPA DE ACEITE

parámetro	valor	unidad	valor	unidad	valor	unidad
diámetro de la gota de agua	d50*2	6,436E-04	cm2	d50	253,68	micras
coeficiente	Kh	1,492				
velocidad sedimentación gravedad	Vg50	4,287E-07	m/s			
caudal óptimo	QoptOa	5,103E-05	m3/s			
		1,837E-01	m3/h			
velocidad axial	Vx	0,026	m/s			
velocidad radial máxima	Vr	3,824E-05	m/s			

PARTÍCULAS DE ACEITE EN LA CAPA ACUOSA

parámetro	valor	unidad	valor	unidad	valor	unidad
diámetro de la gota de aceite	d50*2	9,499E-07	cm2	d50	9,75	micras
coeficiente	Kh	1,004				
velocidad sedimentación gravedad	Vg50	1,184E-06	m/s			
coeficiente dinámico de productividad	SIGMAa	58,389	m2	nuevo	58,389	nuevo
caudal óptimo	QoptAo	1,382E-04	m3/s	nuevo	1,382E-04	nuevo
		4,977E-01	m3/h		4,977E-01	m3/h
altura eficaz	HeA	0,0011	m	nuevo	0,0005	nuevo
	beta	L/r3	2,000			
	ac	r3*w*2	875			
	gamma	r2/r3	0,713			
diámetro mínimo separado	dmin	3,42E-05	cm2		58,5	micras

diámetro partícula sólida

d^2

2,325E-06

cm²

d

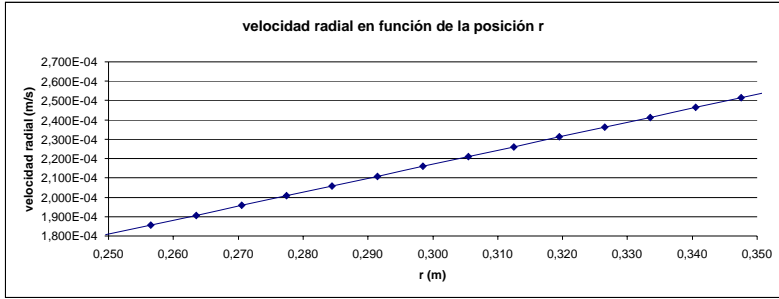
15,25 micras

velocidad radial

V_r

1,805E-04

m/s



aceleración centrífuga al radio max

ac

875

m/s²

coordenada radial adimensional

ra

0,713

r (m)

0,753

0,773

0,793

0,813

0,833

0,853

0,873

0,893

0,913

0,933

0,953

0,973

0,993

1,013

0,249

0,256

0,263

0,270

0,284

0,291

0,298

0,305

0,312

0,319

0,326

0,333

0,340

0,347

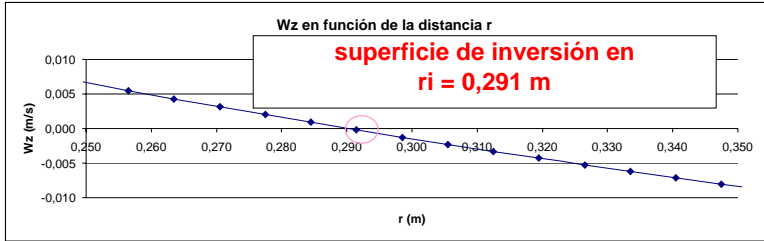
0,354

componente longitudinal de la velocidad del fluido

w_z

0,007

m/s



superficie de inversión (ri)

2,902E-01

m

velocidad longitudinal sobre la superficie libre

WI

6,722E-03

m/s

velocidad de arrastre del alimentador de tornillo

Wd

8,333E-03

m/s

velocidad sedimentación gravedad

vsg

2,839E-06

m/s

longitud del decantador normalizado

Be

2,000

paso del alimentador del tornillo sin fin

Lc

0,05

m

velocidad de giro del tornillo sin fin

wt

2990

rpm

49,833

rps

diferencia de velocidad de giro bol-rotor

Dw

1,000E+01

rpm

radio mínimo normalizado

G

1,667E-01

rps

0,713

coeficientes

M

9,157

N

1,252

A

0,010

B

-0,024

C

0,013

T

0,847

U

0,045

Z

-0,010

coeficiente dinámico de productividad normalizado

S

1,19

efecto de arrastre

Ed

5,570E+00

coeficiente dinámico de productividad nuevo

SIGMA A nuevo

39,920

m²

coeficiente dinámico de productividad proximado

SIGMA A aproximado

58,389

m²

coeficiente dinámico de productividad normalizado aprox

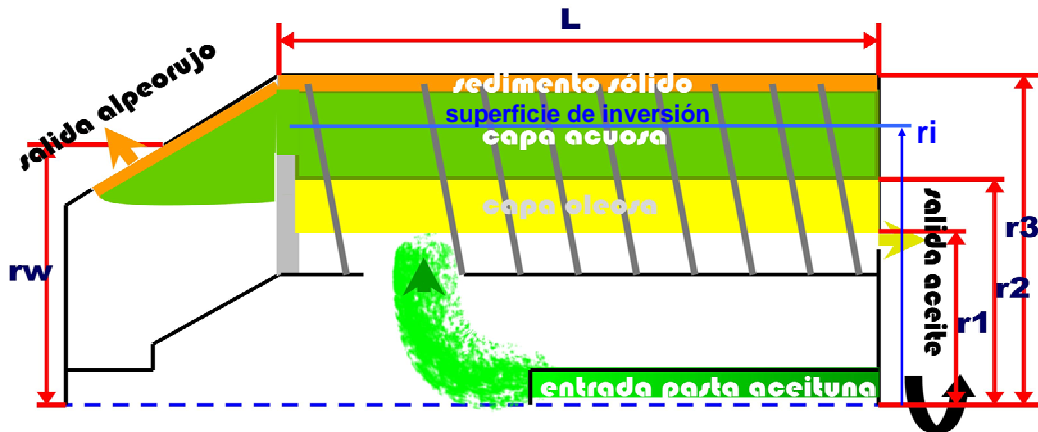
Saprox

1,742

d

DATOS GENERALES DEL DECÁNTER

tiempo de residencia medio	trm	0,162	h	9,743	min		
	volumen del decánter inicial	0,181	m3			% total	% capa aceite
	volumen ocupado por los sedimentos	0,060	m3			33	0
	volumen ocupado por el rotor	0,011	m3			6	6,00
	volumen del decánter final	0,111	m3				
coeficiente dinámico de productividad medio	% reducción	61					% capa acuosa
	49,718		m2				45,18



1.6. DISEÑO MECÁNICO DEL DECÁNTER.

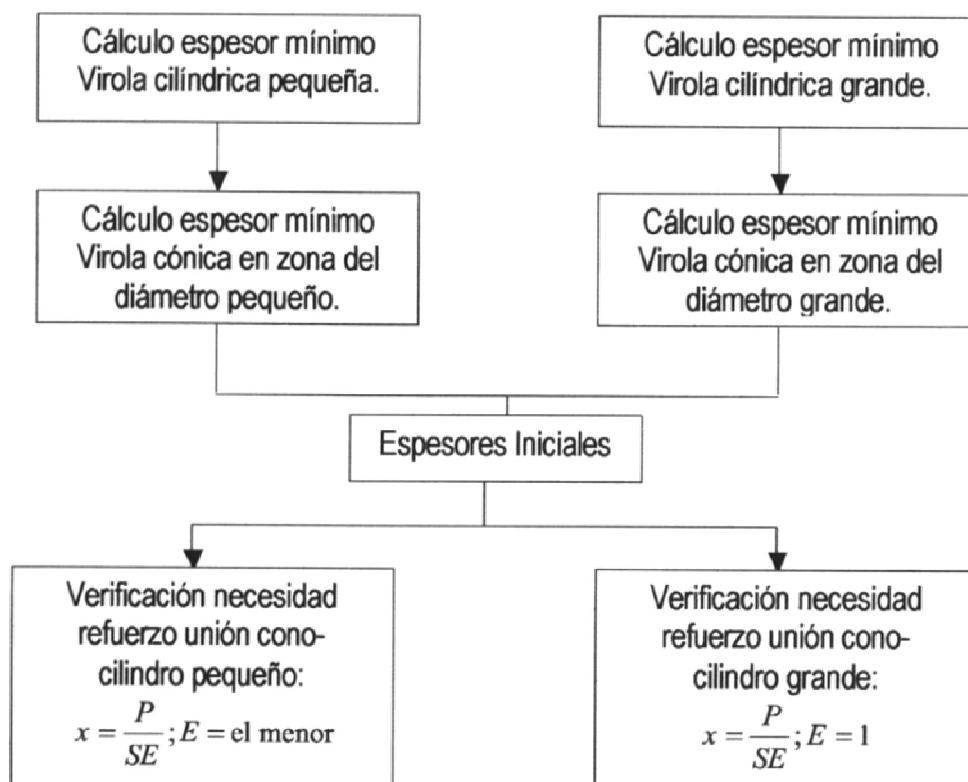
Para el cálculo mecánico del decánter se considerará el estudio del comportamiento de una transición troncocónica ubicado entre dos virolas cilíndricas (**Suffo, 2003**).

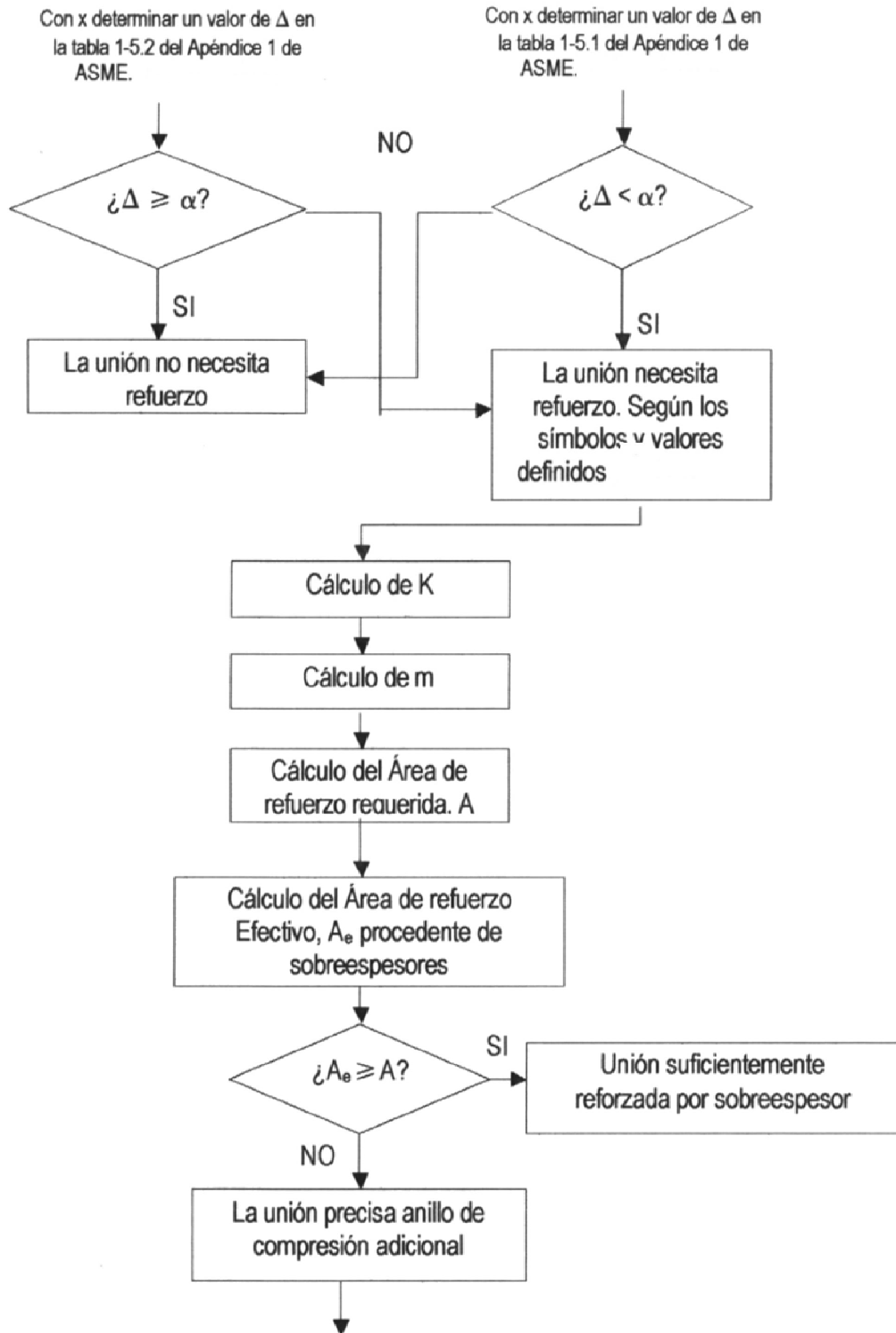
Se basa en el análisis de la necesidad o no de refuerzo en las uniones cono-cilindro. Debido a la flexión y al corte, se inducen esfuerzos de discontinuidad que deben compensarse con anillos de compresión.

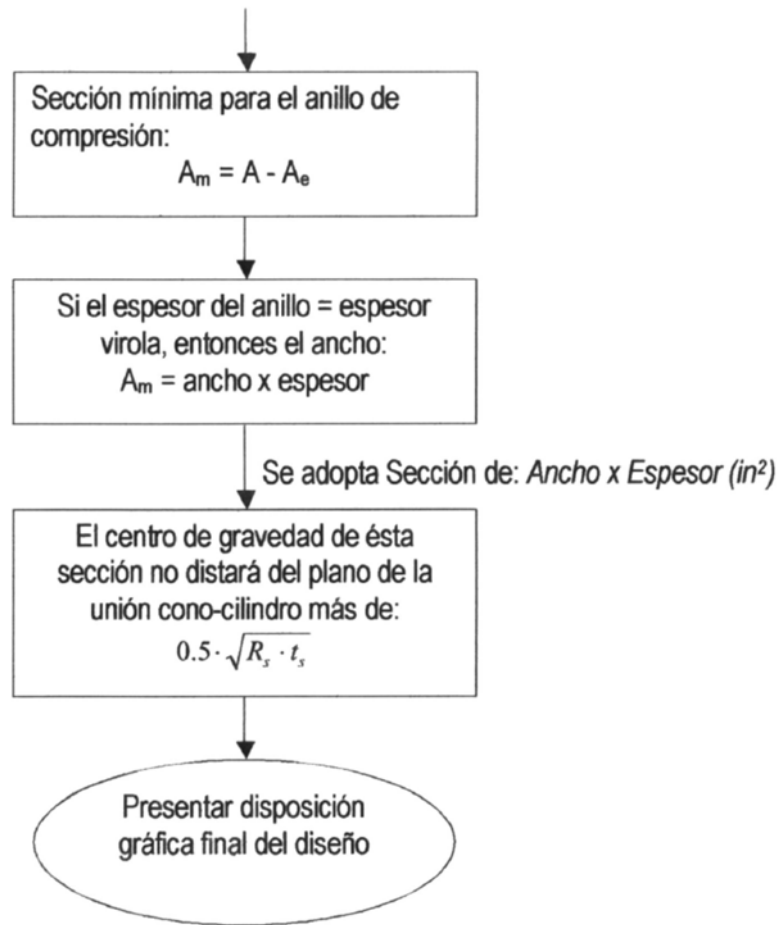
En cualquier caso, se debe someter a valoración también la alternativa del aumento de espesor de virolas y recalcular.

El cálculo se realizará según ASME VIII Div: 1 (Rev 1982).

A continuación se desarrolla una secuencia de pasos a seguir para el estudio de necesidad de refuerzo en las uniones de virolas sometidos a presión interna.







Los datos iniciales necesarios para el diseño son:

- **Material:** acero inoxidable 316.
- **Temperatura de diseño (Td):** 55 °C = 328 K
- **Corrosión admisible (Ca):** 0.1 cm = 0.04 “
- **Tensión máxima admisible a Td (S):** 1781.163 kg/cm² = 25333 psi
- **Eficiencia de la soldadura (E):** 0.7
- **Diámetro cilindro grande (DI):** 35 cm = 13.78 “
- **Diámetro cilindro pequeño (Ds):** 20.683 cm = 8.14 “
- **Presión de diseño (Pd):** 4.024kg/cm² = 57.23 psi

- **Cálculo del espesor mínimo de la virola cilíndrica pequeña:**

$$t_s = \frac{P_d * R}{S * E - 0.6 * P_d} = 0.19" = 0.49cm$$

$$R = \frac{Dl}{2} + Ca = 4.11"$$

- **Cálculo del espesor mínimo de la virola cilíndrica grande:**

$$t_l = \frac{P_d * R}{S * E - 0.6 * P_d} = 0.02" = 0.06cm$$

$$R = \frac{Dl}{2} + Ca = 6.93"$$

- **Cálculo del espesor mínimo de la virola cónica en la zona del diámetro grande:**

$$t_{cl} = \frac{P * D}{2 * \cos \alpha * (S * E - 0.6 * P)} = 0.80" = 2.04cm$$

$$tg \alpha = \frac{Dl - Ds}{2h}$$

- Diámetro (D) = 13.86 "
- Altura (h) = 20 cm = 0.08 "
- Ángulo $\alpha = 1.54^\circ$

- **Cálculo del espesor mínimo de la virola cónica en la zona del diámetro grande:**

$$t_{cs} = \frac{P * D}{2 * \cos \alpha * (S * E - 0.6 * P)} = 0.95'' = 2.40 \text{ cm}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{Dl - Ds}{2h}$$

- Diámetro (D) = 16.33 "
 - Altura (h) = 20 cm = 0.08 "
 - Ángulo $\alpha = 1.54^\circ$
- **Verificación de la necesidad de refuerzo en la unión cono-cilindro pequeño:**

$$X_s = \frac{P}{S * E} = 0.003$$

A partir de la siguiente tabla se obtiene el parámetro Δ :

TABLA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO Δ										
TABLE 1-5.1 VALUES OF Δ FOR JUNCTIONS AT THE LARGE CYLINDER FOR $\alpha \leq 30$ deg.			TABLE 1-5.2 VALUES OF Δ FOR JUNCTIONS AT THE SMALL CYLINDER FOR $\alpha \leq 30$ deg.							
P/SE	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	P/SE	0.002	0.005	0.010	0.02
Δ , deg.	11	15	18	21	23	Δ , deg.	4	6	9	12.5
P/SE	0.006	0.007	0.008	0.009 ¹	...	P/SE	0.04	0.08	0.10	0.125 ¹
Δ , deg.	25	27	28.5	30	...	Δ , deg.	17.5	24	27	30
NOTE: (1) $\Delta = 30$ deg. for greater values of P/SE.						NOTE: (1) $\Delta = 30$ deg. for greater values of P/SE.				

- Parámetro $\Delta = 17.5^{\circ}$
- No es necesario refuerzo ya que $17.5 > 1.54$

- **Verificación de la necesidad de refuerzo en la unión cono-cilindro grande:**

$$X_l = \frac{P}{S * E} = 0.003$$

- Parámetro $\Delta = 18^{\circ}$
- No es necesario refuerzo ya que $18 > 1.54$

- Parámetro $\Delta = 17.5^{\circ}$
- No es necesario refuerzo ya que $17.5 > 1.54$

- **Verificación de la necesidad de refuerzo en la unión cono-cilindro grande:**

$$X_l = \frac{P}{S * E} = 0.003$$

- Parámetro $\Delta = 18^{\circ}$
- No es necesario refuerzo ya que $18 > 1.54$

DISEÑO MECÁNICO DEL DECÁNTER DE DOS FASES

temperatura de diseño	Td	55	°C	328	K
presión de diseño	Pd	4,024	Kg/cm2	57,23	psi
tensión máxima admisible a Td	S	1781,163	Kg/cm2	25333	psi
corrosión admisible	Ca	0,1	cm	0,04	"
diámetro cilindro grande	DI	35	cm	13,78	"
diámetro cilindro pequeño	Ds	20,683	cm	8,14	"
eficiencia en la soldadidura	E	0,7			

CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA VIOLA CILÍNDRICA PEQUEÑA

espesor	ts	0,19	"	0,49	cm
	radio	Rs	4,11	"	

CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA VIOLA CILÍNDRICA GRANDE

espesor	tl	0,02	"	0,06	cm
	radio	RI	6,93	"	

CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA VIOLA CÓNICA EN LA ZONA DEL DIÁMETRO GRANDE

espesor	tcl	0,80	"	2,04	cm
	diámetro	D	13,86	"	
	altura	h	20	cm	0,08
	ángulo	alfa	1,54	°	

CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE LA VIOLA CÓNICA EN LA ZONA DEL DIÁMETRO PEQUEÑO

espesor	tcs	0,95	"	2,40	cm
	diámetro	D	16,33	"	
	altura	h	20	cm	0,08
	ángulo	alfa	1,54	°	

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE REFUERZO EN LA UNIÓN CONO-CILÍNDRICO PEQUEÑO

	Xs	0,003			
tabla	delta	17,5	°		
	si	17,5	>	1,54	no refuerzo

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE REFUERZO EN LA UNIÓN CONO-CILÍNDRICO GRANDE

	XI	0,003			
tabla	delta	18	°		
	si	18	>	1,54	no refuerzo

SÍMBOLOS PARA EL CÁLCULO DE REFUERZOS

espesor mínimo de calculo del cilindro en la union cono cilindro, excluido sobreespesor

t 0,06 cm 0,02 "

espesor nominal del cilindro en la unión cono cilindro, excluido sobreespesor

ts -0,04 cm -0,02 "

espesor nominal del cono en la union cono cilindro, excluido sobreespesor

tc 2,40071405 cm 0,94516301 "

el valor más pequeño de (te): -0,03937008 "

-0,03937008

0,14282524

m

el mas pequeño de: -1,14163078

0,55431186

-1,14163078

CÁLCULO DEL COEFICIENTE K

tensión admisible del material de refuerzo Sr psi

modulo elasticidad virola Es psi

modulo elasticidad material refuerzo Er psi

k #DIV/0!

CALCULO DEL ÁREA DE REFUERZO REQUERIDA

union cono-cilindro pequeño

area requerida de refuerzo A #DIV/0! "2

area efectiva del refuerzo debido a excesos del material en los espesores

Ae -11,4345322 "2

distancia máxima del centro de gravedad a la union

D #NUM! "

seccion minima para el anillo de compresion Am #DIV/0! "2

alto virola a #DIV/0! "

union cono-cilindro grande

area requerida de refuerzo A #DIV/0! "2

area efectiva del refuerzo debido a excesos del material en los espesores

Ae #NUM! "2

distancia máxima del centro de gravedad a la union

D #NUM! "

seccion minima para el anillo de compresion Am #DIV/0! "2

alto virola a #DIV/0! "

1.7. CÁLCULO DE TUBERÍAS, ACCESORIOS Y EQUIPO DE IMPULSIÓN.

1.7.1. CÁLCULO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

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 (**Suffo, 2003**).

▪ CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO DE PARED.

La fórmula que debe ser utilizada para todos los cálculos de diseño es:

$$t = \frac{P * D_0}{2 * (S * E + P * Y)}$$

Teniendo en cuenta el sobreespesor de corrosión y la tolerancia de fabricación, el espesor mínimo resulta:

$$t_m = \left(\frac{P * D_0}{2 * (S * E + P * Y)} + c \right) * M$$

siendo:

t = espesor del tubo requerido por presión en pulgadas.

tm = 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 aproximadamente 10% sobre el máximo anticipado).

D = Diámetro externo de la tubería en pulgadas.

S = Coeficiente básico de trabajo o tensión admisible del material a la temperatura de diseño = 20000 psi.

E = es el JOINT EFFICIENCY OR QUALITY FACTOR, factor de eficiencia de la soldadura (en tuberías soldadas), o factor de calidad. Este valor viene indicado para cada tipo de tubería, en la norma ANSI B 31.3 (APPENDIX A). Para tubo sin costura tomar $E = 1$.

S.E. = es el máximo coeficiente de trabajo que el Código permite para la tensión circunferencial producido por la presión interna (CIRCUNFERENTIAL HOPO STRESS).

Y = es el Coeficiente que depende del material de la tubería y de la temperatura. Los valores de dicho Coeficiente vienen dados asimismo en la norma ANSI B 31.1 = 0.4

M = Tolerancia de fabricación 12,5% para tuberías de acero sin costura.

C = Tolerancia de corrosión en pulgadas, más la profundidad del roscado en el caso de tuberías roscadas = 1.5 mm.

- **Resultados:**

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

Las características para las tuberías de la línea 2 son las mismas que para la línea 1.

▪ CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA:

$$H = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

donde:

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 (anexo).

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:

$$f = \frac{64}{\text{Re}}$$

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 .

ESTUDIO DE TUBERIAS Y ACCESORIOS

IDENTIFICACIÓN	TIPO	DN mm (")	SCH	D exterior mm	ESPEJOR mm	D interior mm	CAUDAL m3/s	SECCION m2	VELOCIDAD m/s
INICIAL	BRIDA	90 (3 1/2)	5S	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-01-4"	TE	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-01-4"	VALV. COMPUERTA	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-02-4"	VALV. COMPUERTA	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-02-4"	TUBO	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-02-4"	CODO 90°	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-02-4"	TUBO	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-02-4"	VALV. RETENCIÓN	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-02-4"	TE	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-03-4"	VALV. CONTROL	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-03-4"	TUBO	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-03-4"	TE	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-03-4"	TUBO	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-03-4"	CODO 90°	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-03-4"	TUBO	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-04-4"	VALV. CONTROL	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-04-4"	CODO 90°	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-04-4"	TUBO	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-04-4"	CODO 90°	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,0072	0,0250
01-05-4"	REDUCTOR 90-10	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	TUBO	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	MED. CAUDAL	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	TUBO	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	REDUCTOR 10-90	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,00720	0,0250
01-05-4"	VALV. COMPUERTA	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,00720	0,0250
01-05-4"	VALV. RETENCIÓN	90 (3 1/2)	150 lbs	215,9	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,00720	0,0250
01-05-4"	TE	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,00720	0,0250
01-05-4"	REDUCTOR 90-10	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	TUBO	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	MED. CAUDAL	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	TUBO	10 (3/8)	10S	17,1	1,7 (0,065)	13,7	0,00018	0,00015	1,2213
01-05-4"	REDUCTOR 10-90	90 (3 1/2)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,00720	0,0250
01-05-4"	TUBO FLEXIBLE	90 (3 1/8)	5S	100	2,11 (0,083)	95,78	0,00018	0,00720	0,0250
01-06-1 1/2"	INICIAL	40 (1 1/2)	10S	48,3	2,77 (0,109)	42,76	0,0025	0,00144	1,7412
01-06-1 1/2"	VALV. CONTROL	40 (1 1/2)	150 lbs	48,3	2,77 (0,109)	42,76	0,0025	0,00144	1,7412
01-06-1 1/2"	TUBO	40 (1 1/2)	10S	48,3	2,77 (0,109)	42,76	0,0025	0,00144	1,7412
01-06-1 1/2"	MED. CAUDAL	40 (1 1/2)	10S	48,3	2,77 (0,109)	42,76	0,0025	0,00144	1,7412
01-06-1 1/2"	TUBO	40 (1 1/2)	10S	48,3	2,77 (0,109)	42,76	0,0025	0,00144	1,7412
01-07-3/4"	TE	20 (3/4)	10S	26,7	2,11 (0,083)	22,48	0,0013	0,00040	3,2760
01-07-3/4"	TUBO	20 (3/4)	10S	26,7	2,11 (0,083)	22,48	0,0013	0,00040	3,2760
01-07-3/4"	CODO 90°	20 (3/4)	10S	26,7	2,11 (0,083)	22,48	0,0013	0,00040	3,2760
01-07-3/4"	TUBO	20 (3/4)	10S	26,7	2,11 (0,083)	22,48	0,0013	0,00040	3,2760
01-07-3/4"	TE REDUCTORA 20-10	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0013	0,00012	10,6293
01-07-3/4"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0013	0,00012	10,6293
TERM- 01-01	CAMISA	-	-	-	-	18	0,0013	0,00025	5,1096
01-09-3/8"	TUBO	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-09-3/8"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-09-3/8"	TUBO	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-09-3/8"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-10-3/8"	TUBO	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-10-3/8"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-10-3/8"	TUBO	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-10-3/8"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
TERM- 01-02	CAMISA	-	-	-	-	18	0,0013	0,00025	5,1096
01-13-3/8"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-13-3/8"	TE	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058
01-13-3/8"	CODO 90°	10 (3/8)	40S	17,1	2,31 (0,091)	12,48	0,0006	0,00012	4,9058

ESTUDIO DE TUBERIAS Y ACCESORIOS cont.

IDENTIFICACIÓN	TIPO	REYNOLDS	RUGOSIDAD REL.	LONGITUD m	LONGITUD EQUIVALENTE m	FACTOR f	PERDIDA DE CARGA m	PERDIDA CARGA SUMA m	PRESIÓN mca	ALTURA m
INICIAL	BRIDA	0,5923	-	-	-	-	0	0	10,33	3,1
01-01-4"	TE	0,5923	-	0,3048	6,5	108,0587	2,3336E-01	2,3336E-01	10,71	2,49
01-01-4"	VALV. COMPUERTA	0,5923	-	0,3048	4	108,0587	1,4361E-01	3,7697E-01	10,89	2,16
01-02-4"	VALV. COMPUERTA	0,5923	-	0,3048	4	108,0587	1,4361E-01	1,4361E-01	10,02	2,7
01-02-4"	TUBO	0,5923	-	0,99	0,99	108,0587	3,5543E-02	1,7915E-01	9,99	2,7
01-02-4"	CODO 90°	0,5923	-	0,2508	2,8	108,0587	1,0052E-01	2,7967E-01	10,04	2,55
01-02-4"	TUBO	0,5923	-	0,24	0,24	108,0587	8,6164E-03	2,8829E-01	10,24	2,34
01-02-4"	VALV. RETENCIÓN	0,5923	-	0,3556	6,5	108,0587	2,3336E-01	5,2165E-01	10,51	1,83
01-02-4"	TE	0,5923	-	0,3048	6,5	108,0587	2,3336E-01	7,5501E-01	10,50	1,608
01-03-4"	VALV. CONTROL	0,5923	-	0,3048	35	108,0587	1,2566E+00	1,2566E+00	10,74	1,608
01-03-4"	TUBO	0,5923	-	0,003	0,003	108,0587	1,0771E-04	1,2567E+00	10,74	1,608
01-03-4"	TE	0,5923	-	0,3048	6,5	108,0587	2,3336E-01	1,4900E+00	10,68	1,44
01-03-4"	TUBO	0,5923	-	0,24	0,24	108,0587	8,6164E-03	1,4986E+00	10,91	1,2
01-03-4"	CODO 90°	0,5923	-	0,2508	2,8	108,0587	1,0052E-01	1,5992E+00	10,95	1,06
01-03-4"	TUBO	0,5923	-	0,6	0,6	108,0587	2,1541E-02	1,6207E+00	10,93	1,06
01-04-4"	VALV. CONTROL	0,5923	-	0,3048	35	108,0587	1,2566E+00	1,2566E+00	9,07	0,601
01-04-4"	CODO 90°	0,5923	-	0,2508	2,8	108,0587	1,0052E-01	1,3571E+00	8,97	0,601
01-04-4"	TUBO	0,5923	-	0,24	0,24	108,0587	8,6164E-03	1,3657E+00	8,96	0,601
01-04-4"	CODO 90°	0,5923	-	0,2508	2,8	108,0587	1,0052E-01	1,4662E+00	9,10	0,36
01-05-4"	REDUCTOR 90-10	4,1407	-	0,09	0,2	15,4563	1,7154E+01	1,7154E+01	83,77	0,18
01-05-4"	TUBO	4,1407	-	0,0855	0,0855	15,4563	7,3333E+00	2,4487E+01	76,44	0,18
01-05-4"	MED. CAUDAL	4,1407	-	0,12	0,2	15,4563	1,7154E+01	4,1641E+01	59,28	0,18
01-05-4"	TUBO	4,1407	-	0,0513	0,0513	15,4563	4,4000E+00	4,6041E+01	54,88	0,18
01-05-4"	REDUCTOR 10-90	0,5923	-	0,09	0,2	108,0587	7,1804E-03	4,6048E+01	54,95	0,18
01-05-4"	VALV. COMPUERTA	0,5923	-	0,3048	4	108,0587	1,4361E-01	4,6185E+01	54,88	0,18
01-05-4"	VALV. RETENCIÓN	0,5923	-	0,3556	6,5	108,0587	2,3336E-01	4,6418E+01	54,65	0,18
01-05-4"	TE	0,5923	-	0,3048	6,5	108,0587	2,3336E-01	4,6651E+01	54,42	0,18
01-05-4"	REDUCTOR 90-10	4,1407	-	0,09	0,2	15,4563	1,7154E+01	6,3805E+01	43,97	0,18
01-05-4"	TUBO	4,1407	-	0,0855	0,0855	15,4563	7,3333E+00	7,1139E+01	36,64	0,18
01-05-4"	MED. CAUDAL	4,1407	-	0,12	0,2	15,4563	1,7154E+01	8,8293E+01	19,48	0,18
01-05-4"	TUBO	4,1407	-	0,0513	0,0513	15,4563	4,4000E+00	9,2692E+01	15,08	0,18
01-05-4"	REDUCTOR 10-90	0,5923	-	0,09	0,2	108,0587	7,1804E-03	9,2700E+01	15,15	0,18
01-05-4"	TUBO FLEXIBLE	0,5923	-	3	3	108,0587	1,0771E-01	9,2807E+01	14,17	1,056
01-06-1 1/2"	INICIAL	74455,1	0,0058	-	-	-	0,0000E+00	0,0000E+00	40,80	2,1
01-06-1 1/2"	VALV. CONTROL	74455,1	0,0058	0,1969	18	0,0310	2,0166E+00	2,0166E+00	38,78	2,1
01-06-1 1/2"	TUBO	74455,1	0,0058	0,168	0,168	0,0310	1,8821E-02	2,0354E+00	38,76	2,1
01-06-1 1/2"	MED. CAUDAL	74455,1	0,0058	0,12	30	0,0310	3,3609E+00	5,3963E+00	35,40	2,1
01-06-1 1/2"	TUBO	74455,1	0,0058	0,28	0,28	0,0310	3,1369E-02	5,4277E+00	35,37	2,1
01-07-3/4"	TE	73644,3	0,0111	0,1524	1,4	0,0390	1,3286E+00	1,3286E+00	33,80	1,9476
01-07-3/4"	TUBO	73644,3	0,0111	0,252	0,252	0,0390	2,3914E-01	1,5677E+00	33,56	1,9476
01-07-3/4"	CODO 90°	73644,3	0,0111	0,0889	0,5	0,0390	4,7449E-01	2,0422E+00	33,18	1,8589
01-07-3/4"	TUBO	73644,3	0,0111	0,616	0,616	0,0390	5,8457E-01	2,6268E+00	33,21	1,2429
01-07-3/4"	TE REDUCTORA 20-10	132654,1	0,0200	0,1524	0,3	0,0500	6,9213E+00	9,5481E+00	21,23	1,0905
01-07-3/4"	CODO 90°	132654,1	0,0200	0,0889	0,3	0,0500	6,9213E+00	1,6469E+01	14,40	1,0016
TERM- 01-01	CAMISA	91973,54	0,0139	1	1	0,0410	3,0311E+00	3,0311E+00	15,79	1,0016
01-09-3/8"	TUBO	61225,0	0,0200	0,224	0,224	0,0500	1,1009E+00	1,1009E+00	19,23	1,0016
01-09-3/8"	CODO 90°	61225,0	0,0200	0,0889	0,3	0,0500	1,4744E+00	2,5752E+00	17,94	0,9127
01-09-3/8"	TUBO	61225,0	0,0200	0,6327	0,6327	0,0500	3,1094E+00	5,6847E+00	15,47	0,28
01-09-3/8"	CODO 90°	61225,0	0,0200	0,0889	0,3	0,0500	1,4744E+00	7,1590E+00	14,08	0,1911
01-10-3/8"	TUBO	61225,0	0,0200	0,1	0,1	0,0500	4,9146E-01	4,9146E-01	15,51	0,7916
01-10-3/8"	CODO 90°	61225,0	0,0200	0,0889	0,3	0,0500	1,4744E+00	1,9658E+00	14,13	0,7027
01-10-3/8"	TUBO	61225,0	0,0200	0,4	0,4	0,0500	1,9658E+00	3,9316E+00	12,56	0,3027
01-10-3/8"	CODO 90°	61225,0	0,0200	0,0889	0,3	0,0500	1,4744E+00	5,4060E+00	11,18	0,2138
TERM- 01-02	CAMISA	91973,54	0,0139	1	1	0,0410	3,0311E+00	3,0311E+00	8,04	0,2138
01-13-3/8"	CODO 90°	61225,0	0,0200	0,0889	0,3	0,0500	1,4744E+00	1,4744E+00	6,53	0,25
01-13-3/8"	TE	61225,0	0,0200	0,1524	0,6	0,0500	2,9487E+00	4,4231E+00	3,83	0,1075
01-13-3/8"	CODO 90°	61225,0	0,0200	0,1524	0,6	0,0500	2,9487E+00	7,3718E+00	0,97	0,0186

1.7.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA CONSUMIDA POR EL MOTOR DE LA BOMBA.

La potencia W (en kw) consumida por el motor de la bomba es (**Perez, 1998**):

$$W = \frac{Q * \rho * g * H}{1000 * \eta}$$

donde:

Q = es el caudal volumétrico de la bomba = $1.814 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

ρ = la densidad del líquido bombeado = 1064.14 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 = $99.84 \text{ m} \rightarrow$

$$H = \frac{P2 - P1}{g * \rho} + Hg + hs$$

donde:

P2 = presión en el espacio de impulsión = 138960.23 Pa

P1 = presión en el espacio de aspiración = 89240.52 Pa

Hg = altura geométrica de elevación del líquido = 0.81 m

hs = altura de presión necesaria para crear la velocidad y superar el rozamiento y todas las resistencias locales en la succión e impulsión = 94.27 m.

Realizando el cálculo, el resultado es el siguiente:

$$W = 0.315 \text{ kw}$$

La W instalada = $W * 1.5 = 0.473 \text{ kw}$, siendo la potencia máxima de la bomba 0.55 kw, suficiente para satisfacer las necesidades.

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

2. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICOS. APPCC.

2. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICOS

(APPCC).

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.

Se puede 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 este caso una almazara), con el objetivo de producir alimentos sanos e inocuos para el consumidor.**

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.**

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 y límites críticos
- Vigilancia y monitorización de PCCs
- Acciones correctoras
- Documentación
- Revisión y mantenimiento
- a) Definición del ámbito de estudio:

En esta fase se van a estudiar los productos y procesos, viendo los posibles peligros que atañen al aceite y definir la parte de la cadena alimentaria en la que se ubica la empresa.

Dentro de la cadena alimentaria las almazaras se ubican en la transformación de la aceituna en aceite mediante procesos mecánicos.

- b) Selección del equipo APPCC.

El estudio teórico del APPCC requiere de un equipo multidisciplinar.

c) Estudio de los productos elaborados.

En el sector de los aceites vegetales comestibles y más concretamente en el aceite de oliva virgen, nos encontramos tanto aceite de oliva virgen como virgen extra.

d) 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.

Respecto a los consumidores no consideramos que existan grupos de riesgo que puedan resultar especialmente afectados por este producto.

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 terapéutico.

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.

e) Diagramas de flujo.

Se estudiará todas y cada una de las fases de producción de la empresa, información a partir de la cual desarrollaremos posteriormente los PCC.

f) Riesgos o peligros y medidas correctivas.

Se estudiarán los peligros, medidas preventivas, límites, PCCs y su vigilancia y monitorización.

g) 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.

h) 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.

i) 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.

▪ **IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN LA ALMAZARA.**

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.

Se define 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.

Para identificarlos procederemos a la elaboración, de forma esquemática, de todas las fases de producción de la industria, aunque el objeto de éste proyecto sean únicamente las unidades de termobatido y decantación horizontal se cree necesario ampliar el estudio desde que se recepciona la aceituna hasta que se obtiene el aceite propiamente dicho.

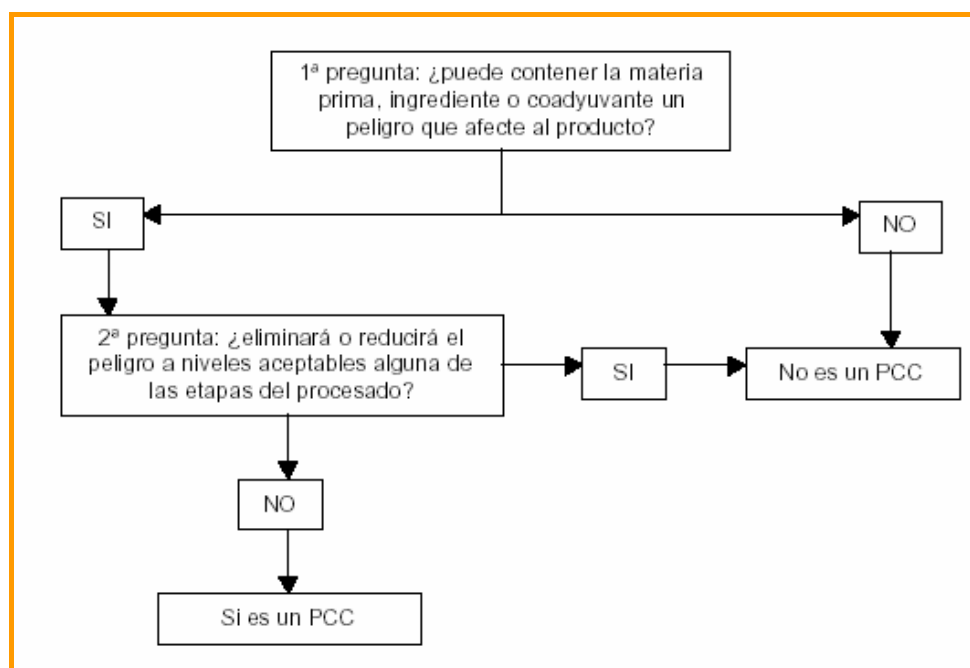
En la extracción de aceite de oliva virgen nos encontramos con una característica que le hace diferente a otros sectores agroalimentarios. Aquí debido a las características del propio aceite que posee una actividad de agua inapreciable, se hace imposible el desarrollo microbiano en el mismo, por lo que no consideraremos los peligros biológicos en ninguna de las etapas de producción.

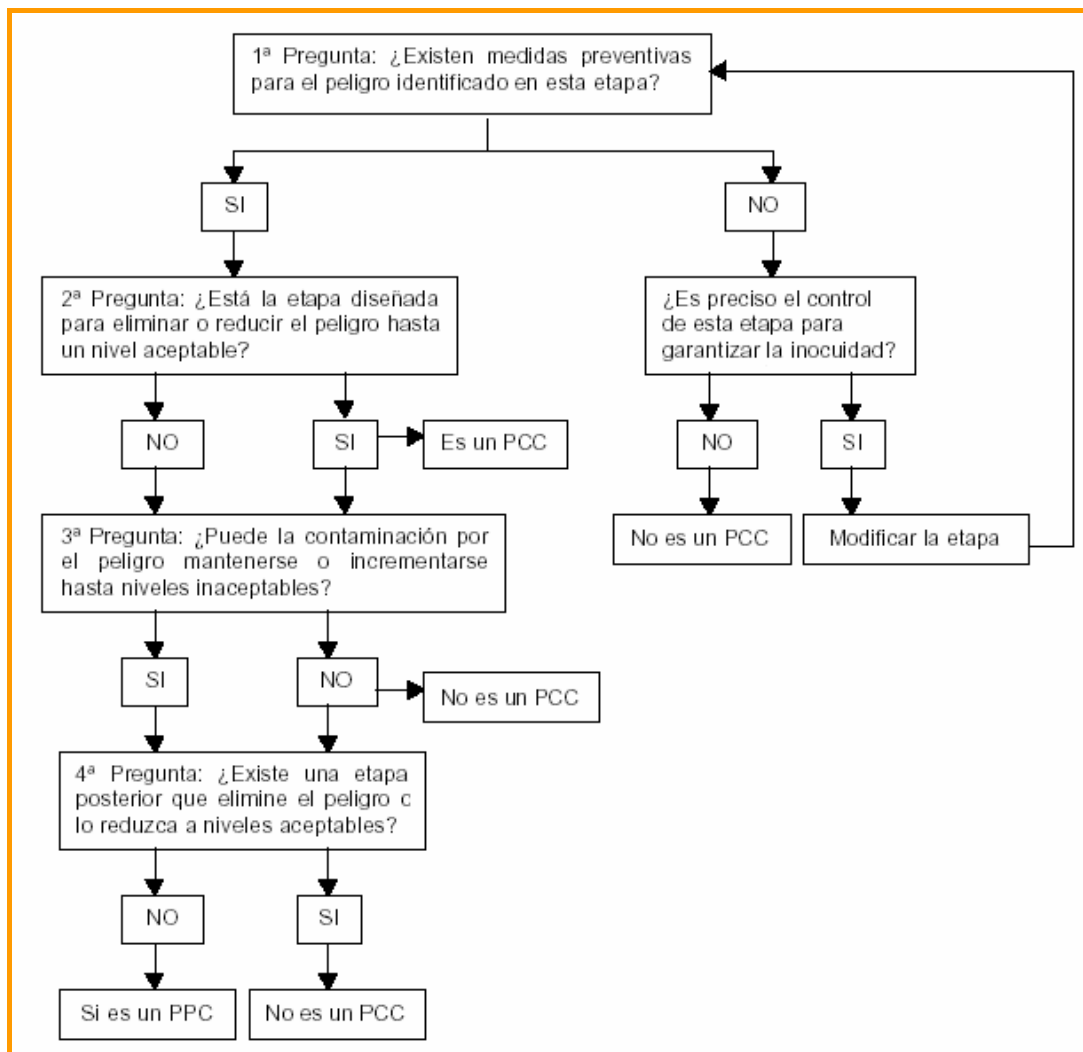
Únicamente se pueden dar crecimientos de algunos mohos y levaduras en el fruto y durante el almacenamiento de aceite, en la superficie del mismo en depósitos no inertizados y debido principalmente a una deficiencia en los procesos de limpieza.

Para identificar si un determinado proceso o etapa es un punto de control crítico (PCC) o únicamente un punto de control (PC), se empleará 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.

Árbol de decisiones aplicable a materias primas, ingredientes y coadyuvantes:

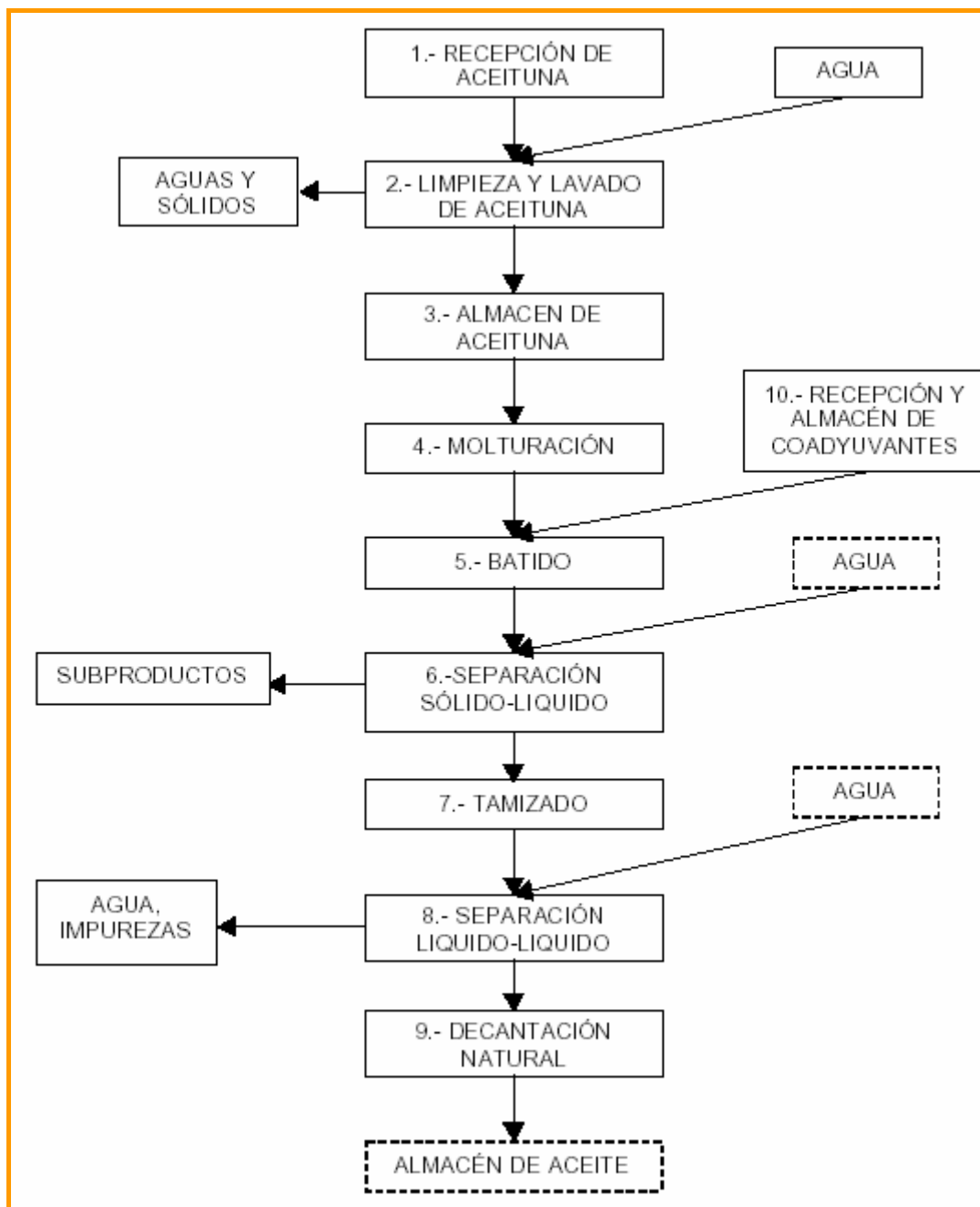


Árbol de decisiones aplicable a fases de proceso:

El siguiente diagrama de flujo está realizado considerando una extracción genérica del aceite de oliva virgen.

Las diferencias entre los sistemas de dos y de tres fases, tanto en lo referente a los subproductos generados como a la adición de agua y coadyuvantes no se contemplan a nivel de riesgos.

El agua se añade según el tipo de proceso o en función de las necesidades concretas del mismo, por lo que se marca en discontinuo.



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.

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, grasas minerales, pintura,	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
	Físicos: partículas extrañas.	Si	No	Si	Si	No
Molturación	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, agua no potable	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, agua no potable. (3)	Si	No	Si	No
----------------------------	--	----	----	----	----

SI

*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.

En el siguiente cuadro resumen se muestran las medidas a seguir:

FASE	PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS	LIMITE CRITICO O NIVEL OBJETIVO	VIGILANCIA	FRECUENCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTRO
1.- Recepción de aceituna	Químicos: residuos fitosanitarios	Homologación de proveedores	Especificaciones técnicas	Revisión de especificaciones	Cada campaña	Aviso o cambio proveedor	Hoja de verificación de proveedores
	Biológicos: mohos y parásitos	Uso de aceitunas en buen estado	Ausencia de frutos dañados y/o atrojados	Observación visual	Cada recepción	Separar diferentes calidades	Ficha recepción aceituna

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	--	Observación visual	diaria	Cambiar agua lavado con mayor frecuencia si se detecta exceso de suciedad	Parte de incidencias
3.- Almacén de aceituna	Químicos: productos de oxidación y	Mínimo tiempo de almacenamiento	Molturación en < 24h	Observación visual	Diaria	Reclasificar la aceituna	Ficha recepción aceituna

	fermentación	Correcto mantenimiento de tolvas y cintas	Ausencia de fallos o desperfectos en tolvas y cintas.	Observación visual	Según plan de mantenimiento	Corregir defectos y desperfectos.	Ficha control mantenimiento
		Mantener separación de aceitunas por calidades	Aislar aceitunas de inferior calidad	Observación visual	Cuando se trabaje	Reclasificar aceituna	Ficha recepción aceituna
4.- Molturación	Químicos: trazas metálicas	Correcta limpieza y mantenimiento del molino y las cribas.	Ausencia de cribas obturadas y elementos oxidados o deteriorados	Revisión del molino	Cada limpieza	Limpieza de molino y/o sustitución de criba y/o pastillas	Ficha control LD

5.- Batido	Químicos: residuos de limpieza y desinfección	Adecuado proceso de limpieza y desinfección (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
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 aclaramiento 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 trabaja	Ajustar anillo o regular caudal y temperatura de agua añadida	Ficha control proceso

CONSIDERACIONES:

1. Recepción de materias primas

La obtención de aceites de oliva vírgenes de calidad viene determinada por la calidad de los frutos que se molturan.

En este sentido resulta esencial, además de efectuar la recolección en el momento óptimo de maduración de la aceituna, evitar que ésta llegue dañada a la almazara, por lo que el transporte deberá realizarse justo tras su recolección para molturar en las mismas 24h y en adecuadas condiciones, preferentemente cajas y en ningún caso sacos de plástico, evitando de esta manera atrojamientos.

La aceituna recogida de suelo resulta de muy inferior calidad que la del árbol, por lo que resulta conveniente diferenciar ambas calidades de forma visual a la recepción en el patio de la almazara.

Malas prácticas de cultivo y recolección derivan en frutos dañados, atacados por microorganismos, e inadecuados para obtener aceites de calidad.

Las almazaras deberán controlar en la medida de sus posibilidades la correcta aplicación de fitosanitarios, a fin de controlar el respeto riguroso de los tiempos de supresión desde su aplicación por parte de sus proveedores.

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.

PRINCIPALES INSECTICIDAS.

PRINCIPIO ACTIVO	GRUPO QUÍMICO	TOXICIDAD	PLAZO DE SEGURIDAD	UTILIDAD	EPOCA DE APLICACIÓN
Dimetoato	Ditiofosfato	Xn (nocivo)	12 días en verdeo, gordal, manzanilla y carrasqueña. 60 días en el resto	Polilla del olivo o prays (Prays Oleae)	Floración
				Mosca del olivo (Bractrocera Oleae)	Formación del fruto
				Barrenillo del olivo (Phloeotribus Scarabaeoides)	Salida de adultos
Carbaryl	Carbamato	Xn (nocivo) Carcinogénico	7 días	Cochinilla de la tizne o tizne (Saissetia Oleae)	100% de huevos eclosionados
Triclorfon	Fosfatos organoclorados	Xn (nocivo)	10 días	Polilla del olivo o prays (Prays Oleae)	Floración
				Mosca del olivo (Bractrocera Oleae)	Formación del fruto
Fosmet	Ditiofosfato	Xn (nocivo)	30 días	Cochinilla de la tizne o tizne (Saissetia Oleae)	100% de huevos eclosionados
Formotion	Ditiofosfato	Xn (nocivo)	60 días	Barrenillo del olivo (Phloeotribus Scarabaeoides)	Salida de adultos
Aceite de verano	Hidrocarburos	--	--	Cochinilla	
Quinalfos	Tiofosfatos	Xn (nocivo)	21 días	Cochinilla	
				Polilla del olivo o prays (Prays Oleae)	Floración
Endosulfan	Hidrocarburos clorados	--	No presenta	Prays	
Cipermetrin	Piretroides sintéticos	Xn (nocivo)	No presenta	Polilla del olivo o prays (Prays Oleae)	Floración

PRINCIPALES ACARICIDAS.

PRODUCTO	GRUPO QUÍMICO	TOXICIDAD	PLAZO DE SEGURIDAD	UTILIDAD
Azufre	Inorgánico	Xi (irritante)	5 días	Eriófidos
				Araña roja
Diazinon	Tiofosfatos	Xn (nocivo)	No presenta	Arañuelo
Endosulfan	Hidrocarburos clorados	--	No presenta	Prays

PRINCIPALES FUNGICIDAS.

PRODUCTO	GRUPO QUÍMICO	TOXICIDAD	PLAZO DE SEGURIDAD	UTILIDAD
Oxicloruro de cobre	Sales inorgánicas de cobre	--	15 días	Repilo
Benomilo	Bencimidazoles	Xn(nocivo) Mutagénico	No presenta	Repilo
Oxido cuproso	Sales inorgánicas de cobre	Xn(nocivo)	15 días	Repilo Tuberculosis
Azufre	Inorgánico	Xi(irritante)	5 días	Oidio
Zineb	Ditiocarbamatos	Xn(nocivo) Mutagénico	15 días	Repilo

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 fisico-químicas del aceite con una muy baja cantidad de agua, 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.

2. Limpieza y lavado de aceituna

En esta etapa vamos a eliminar gran parte de los sólidos que acompañan a la aceituna, como hojas, tierra, tallos, piedras, etc.

También se eliminará mediante lavado algunos de los posibles residuos fitosanitarios hidrosolubles. Para la mayor eficacia del lavado resulta esencial la renovación periódica del agua incluso cada 24h en casos de gran producción, debiendo ajustarse al estado de limpieza de la aceituna y características de los equipos.

Puede resultar útil en caso de disponer de varias líneas, emplear una de ellas para aceituna más sucia, como la de suelo.

Un mantenimiento adecuado de la maquinaria al final de campaña evita oxidaciones y deterioros al tiempo que alarga su vida útil.

El agua debe ajustarse al R.D. 1138/90 en lo referente a su potabilidad.

3. Almacenamiento de aceituna

La aceituna se almacenará el menor tiempo posible hasta su molturación, preferentemente no más de 24h. En caso de no disponer de capacidad de proceso suficiente es preferible almacenar más tiempo la aceituna de suelo y de peor calidad y molturar la aceituna sana. Mantener la aceituna durante un tiempo prolongado en tolva causa su fermentación por lo que se desechará totalmente la práctica de mantener algo más de tiempo la aceituna en tolva de modo que un ligero atrojamiento facilite su posterior batido.

Esta práctica no es admisible en la obtención de aceites de oliva virgen de calidad.

La aceituna que permanezca almacenada más de 48h o sea mezcla de aceitunas sanas con otras deterioradas debe ser reclasificada como aceituna de calidad inferior y procesada como tal.

Para separar lo más posible las distintas calidades recomendamos disponer de un número suficiente de tolvas así como de más de una línea de proceso, siempre que la capacidad de producción de la almazara lo haga necesario.

Las tolvas se limpiarán al menos semanalmente procediendo a su vaciado completo, eliminando de sus paredes las aceitunas que puedan quedar adheridas provocando que solo circule la aceituna fresca.

4. Molturación

Lo más habitual es el uso de molinos de martillos. Las piezas metálicas del molino pueden ceder trazas metálicas a la pasta, que llegarán hasta el aceite final.

El correcto mantenimiento del molino, en todas sus partes, principalmente pastillas y cribas es importante para evitar deterioros y paradas de proceso.

Resulta muy útil colocar imanes en las salidas de las tolvas y así impedir el paso de trozos de metal al molino que deteriorarán o incluso pueden llegar a romper las cribas o las pastillas de acero.

Con el uso se acumula cierta cantidad de pasta y restos en los orificios de la criba y en los brazos del molino, con lo que en caso de uso diario, en campaña, es conveniente efectuar al menos una limpieza semanal. De esta forma logramos una molturación más higiénica y eficaz.

Es desaconsejable la instalación de los molinos sobre las batidoras, dentro de la almazara, ya no sólo por su inaccesibilidad sino por el ruido, lo que supone una importante molestia para los trabajadores. Resulta mucho más cómodo y efectivo situarlos fuera de la zona de producción, justo a continuación de las tolvas pulmón, donde son de más fácil acceso al tiempo que se reduce el ruido generado dentro de la zona de extracción.

5. Batido

Normalmente será al final de campaña cuando se llevará a cabo una limpieza exhaustiva de la termobatidora, en la que podrán emplearse productos altamente alcalinos.

En estos casos el aclarado deberá ser abundante, con agua potable hasta alcanzar valores de pH próximos a la neutralidad, de manera que se eliminen los posibles restos de los productos de limpieza utilizados.

La pasta permanece en la batidora un tiempo que oscila entre 1-1,5h, 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 polifenoles y formación de alcoholes de cadena larga y en consecuencia de aceite de muy baja calidad, lampantes, no aptos para su consumo directo.

Temperaturas próximas a 30°C con aceitunas sanas en óptimo grado de maduración conlleva a la obtención de aceite de oliva virgen de alta calidad higiénica y organoléptica.

6. Separación sólido-líquido

Es en esta etapa donde se procede a separar las fases sólida y líquida (en dos fases o tres fases) y se presentan dos tipos de peligros:

- 1) Peligros físicos por una deficiente separación de fases, lo que deriva en un aceite con gran cantidad de partículas. Estos sólidos son eliminados en fases posteriores del proceso.
- 2) Peligros químicos debidos bien a residuos de limpieza y desinfección si se utilizan productos químicos y no se aclara suficientemente y lubricantes que deberán ser de calidad alimentaria. La limpieza exhaustiva con productos alcalinos normalmente se realiza al final de campaña.

7. Tamizado

Resulta un punto de control importante para minimizar la cantidad de partículas que acompañan al aceite al salir del decanter pues facilita enormemente las siguientes etapas.

Se deben limpiar los tamices frecuentemente, simplemente con agua caliente a presión para que no se obturen sus poros.

8. Separación líquido-líquido

Bien sea en dos o en tres fases, los platos que conforman las centrífugas verticales se acaban colapsando, debiendo proceder a su limpieza. En campaña, para garantizar un adecuado funcionamiento de las centrífugas, se debe realizar esta operación frecuentemente y siempre que en el aceite se detecte una excesiva turbidez.

Para limpiarlo correctamente es recomendable desmontar los platos e introducirlos en una solución alcalina, aclarando posteriormente con agua caliente potable abundantemente.

La adición de agua en demasiada cantidad o excesivamente caliente en la centrifuga vertical elimina parte de los polifenoles del aceite y afecta a otras de sus características naturales, debiendo controlarse por tanto esta proporción.

9. Decantación natural

Previo almacén en depósitos en muchos casos suele decantarse el aceite en pocillos de decantación bien de obra o de diseño en fibra de vidrio y poliéster o en el mejor de los casos de acero inoxidable.

En cualquier caso deberán mantenerse en buen estado de conservación y procederse a una limpieza exhaustiva al final de campaña y a un purgado semanal de los mismos.

10. Recepción y almacén de coadyuvantes

En caso de pastas difíciles, muy habitual en variedades como picual, se pueden emplear coadyuvantes (sin actividad biológica, bioquímica o química) siendo el más común el talco. Recomendamos dosis no superiores al 2%, pues dosis más elevadas ocasionan que se absorba aceite, con 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.

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

**3. SUBPRODUCTOS Y
RESIDUOS DE LA ALMAZARA.**

3. SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE LA ALMAZARA.

En el sistema de elaboración de aceite de oliva por centrifugación de dos fases, los subproductos resultantes son el agua de lavado de los aceites y el orujo (también llamado alpeorujo) (CIFA, 1996).

La comparación de estos subproductos con los obtenidos en el sistema continuo de 3 fases se recogen en los siguientes cuadros:

EFLUENTES	AGUA DE LAVADO 2 F	AGUA DE LAVADO 3F
PRODUCCIÓN (kg por 100 kg de aceituna)	25	120
HUMEDAD %	99	90
GRASA %	0.04	0.45
AZUCARES %	-	2.8
POLIFENOLES ppm	2500	10000
DQO ppm	10000	80000

ORUJO	2 FASES	3 FASES
PRODUCCIÓN (kg por 100 kg de aceituna)	80	50
HUMEDAD %	55	48
GRASA %	3	3.4
AZÚCARES %	4.8	2
POLIFENOLES ppm	23000	10000
N% (sobre seco)	0.8	0.5
P% (sobre seco)	0.25	0.12
K% (sobre seco)	1.8	0.5

▪ AGUA DE LAVADO DE LOS ACEITES:

El caudal de agua de lavado producido en el sistema de 2 fases es, aproximadamente de 1/5 a 1/6 del volumen de alpechín que se produce en un sistema de tres fases, y su poder contaminante expresado como DQO de 1/7 a 1/9.

En definitiva, el problema de su eliminación ha sido reducido en más de 95%.

Esta pequeña cantidad no es posible verterla a los cauces públicos según la legislación vigente, pero su eliminación y tratamiento es menos dificultosa que la del clásico alpechín.

El contenido de sólidos disueltos en el agua de lavado no alcanza, en términos generales, el 1% (1/10 del alpechín tradicional) quedando el contenido de azúcares reductores prácticamente eliminado.

Por tanto, los métodos de eliminación de alpechines basados en el aprovechamiento de estos sólidos (fabricación de compost, obtención de combustible sólido, depuración integral mediante procesos biológicos) parecen poco adecuados.

Incluso el empleo de este agua de lavado como fertilizante, parece de poco interés. No obstante, es un buen método para la eliminación de este agua como más adelante comentaremos.

Por el contrario, otros métodos, como la ultrafiltración o la osmosis inversa pueden tener mayor viabilidad al ser menor el problema de obturación de filtros y membranas.

Sin ánimo de exclusión de cualquier sistema de depuración, los métodos que, hoy por hoy, parecen más viables económicamente para la eliminación de estas aguas de lavado procedentes del sistema de dos fases, dada la estructura de nuestras almazaras, pueden ser alguno de los siguientes (o la

combinación de varios. de ellos).

❖ Empleo en la propia almazara:

Parte de este afluyente puede emplearse en el lavado de la aceituna o, cuando sea necesario, como agua de inyección al decánter.

No existe investigación precisa sobre estos temas, pero si se lava el fruto procedente del suelo, no parece que la calidad del aceite producido pueda desmejorarse de forma notable. Más problemática parece su utilización como agua de inyección.

En cualquier caso, se emplee en la lavadora o como agua de inyección al decánter, mientras no se disponga de mayor información, es prudente adoptar las siguientes precauciones:

- El agua de lavado debe estar recién producida.
- Su uso se hará exclusivamente con aceitunas que vayan a proporcionar aceites de baja calidad.

❖ Vertido en balsas para su evaporación.

Una parte importante de las almazaras disponen de balsas de evaporación de alpechines, que, si cumplen la normativa vigente (ubicación, compactación, etc.), pueden ser utilizadas para la eliminación de este nuevo efluente. Algunos aspectos técnicos deben ser tenidas en cuenta:

- No deben llenarse más de 50 cm. para conseguir su evaporación total antes de finalizar el verano.
- Puede ser necesaria la impermeabilización de (a balsa. En efecto, el agua de lavado, por su escaso porcentaje de

sólidos, no tiene (a capacidad de impermeabilización natural del terreno que tenía el alpechín clásico, por lo que puede ser conveniente revestirla de una película de polietileno.

Es previsible que los problemas de olores desagradables y mosquitos que tenían las balsas de alpechín, queden notablemente paliados cuando el líquido a almacenar sea el agua de lavado de los aceites.

❖ Riego.

La cantidad de elementos fertilizantes que tiene el alpechín ha hecho pensar en su utilización como fertilizante.

El agua de lavado de los aceites tiene escasos elementos fertilizantes como para pensar en su aprovechamiento pero si puede emplearse en el riego, como sistema para su eliminación. De todas formas se debe utilizar en terrenos desnudos (sin cultivo implantado) ya que el contenido en polifenoles (2.500 ppm.) puede resultar fitotóxico. Los cultivos que vayan a instalarse con posterioridad (girasol, maíz, etc.) deben sembrarse dos meses después del último riego.

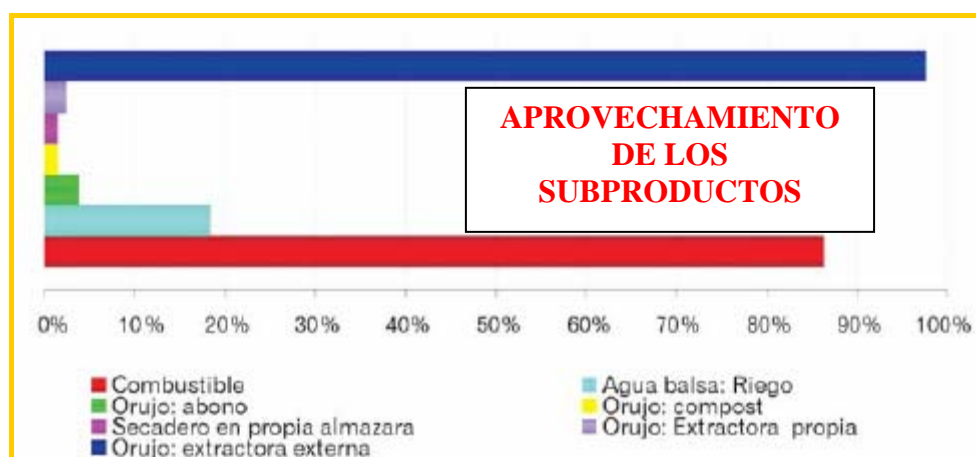
Otra utilización en riego puede ser para olivar, con una notable menor dilución que el alpechín clásico de tres fases.



▪ EL ORUJO.

Al producirse un 60% más de orujo, es necesario dimensionar las tolvas de almacenamiento, la dinámica del transporte, etc., de acuerdo con esta mayor producción, teniendo en cuenta que su densidad aparente (0,9-1 Kg/litro) es mayor que (a del procedente de tres fases (0,7 Kg/l).

El uso del orujo residual puede ser una extracción mediante disolventes, si su contenido graso así lo aconseja o utilizado como combustible para la producción de energía eléctrica, en las plantas de cogeneración que actualmente se están instalando (Toro, 2003).



MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

**4. SEGURIDAD EN
ALMAZARAS.**

4. SEGURIDAD EN ALMAZARAS.

A lo largo de este apartado se va a recoger la normativa sobre prevención de riesgos laborales que es de aplicación para el estudio y desarrollo de un plan preventivo para una almazara.

Se intentará incidir en la importancia del establecimiento de unas condiciones de trabajo adecuadas para la prevención y evaluación de los riesgos específicos derivados del trabajo.

Se van a señalar los instrumentos legales mínimos que son precisos para conocer y proseguir en el estudio de este tema y abordar aquellos otros en los que deban tenerse en cuenta aspectos legales de la prevención de riesgos.

El sector agroalimentario andaluz está sufriendo una transformación muy sensible en las estructuras productivas, lo cual conlleva cambios socioeconómicos incidiendo, sobre todo en la introducción de nuevas tecnologías.

Uno de los aspectos fundamentales en el desarrollo de la actividad productiva es el establecimiento de unas condiciones de trabajo que permitan garantizar niveles aceptables en la seguridad y salud de los trabajadores.

El establecimiento de unas condiciones de trabajo óptimas en las empresas tiene como consecuencia la mejora en la prevención de los riesgos laborales, lo cual contribuye a preservar la salud general de los trabajadores, además de reducir costes a escala nacional, sectorial y empresarial.

En las últimas campañas se ha podido apreciar un cambio en los sistemas utilizados en el proceso de extracción de aceite, fundamentalmente debido a la evolución tecnológica, la modernización de empresas, los nuevos

sistemas con menor poder contaminante del medio ambiente, incremento de la rentabilidad, aumento de la capacidad de molturación, disminución de almacenamiento de materia prima, reducción del tiempo de campaña y menor número de operarios.

■ **NORMATIVA APLICABLE A LAS ALMAZARAS.**

En primer lugar se va a mostrar de manera simplificada la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales que va a ser de aplicación en la almazara.

Reglamentación General

- **Ley 31/1995**, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Servicios de Prevención Real Decreto 39/1997**, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Equipos de trabajo

- **Real Decreto 1215/97**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Aparatos a Presión

- **Real Decreto 1244/1979**, que aprueba el Reglamento de aparatos a presión.
- **Real Decreto 769/1999**, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo relativa a los equipos de presión.
- **Real Decreto 1215/97**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **ITC-MIE-AP12**, Instrucción Técnica Complementaria sobre calderas de agua caliente.

Máquinas

- **Real Decreto 1435/1992**, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Equipos de protección individual

- **Real Decreto 1407/1992**, de 20 de Noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

Lugares de trabajo

- **Real Decreto 486/1997**, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Señalización

- **Real Decreto 485/1997**, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad.

Riesgo de incendio

- **Real Decreto 786/2001**, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- **Real Decreto 1942/1993**, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

Riesgo eléctrico

- **Real Decreto 614/2001**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- **Real Decreto 3151/1968**, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

- **Real Decreto 1215/1997**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Ruido

- **Real Decreto 1316/1989**, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- **Real Decreto 1215/1997**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Ambiente térmico

- **Real Decreto 486/1997**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Pantallas de visualización de datos

- **Real Decreto 488/1997**, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Carga de trabajo física

- **Real Decreto 487/1997**, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.

Riesgo Químico

- **Real Decreto 374/2001**, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- **Real Decreto 379/2001**, por el que se aprueba el almacenamiento de productos químicos.

■ APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN ALMAZARAS.

En este sector, pueden encontrarse tres sistemas productivos:

- Sistema tradicional, mediante prensado hidráulico.
- Sistema continuo, mediante centrifugación horizontal.
- Sistema mixto, en el que se conservan las prensas para trabajar a la vez con ambos sistemas, en tanto no finalice la implantación de nueva maquinaria y equipos.

A continuación se recogen los riesgos más significativos en este tipo de industrias y las medidas preventivas a establecer para cada uno de ellos:

Atrapamientos por órganos en movimiento de la máquina:

Debe prestarse especial atención a los siguientes equipos:

- Transportadores de aceituna
- Limpiadora y lavadora
- Molino (maquinaria de trituración)

- Batidora
- Bombas de trasiego
- Centrifugadoras
- Sinfín extractor

Este riesgo debe evitarse mediante la utilización de dispositivos de protección (carcasas) eficaces y adecuadamente mantenidos. Además deben utilizarse procedimientos de bloqueo y realizarse un mantenimiento adecuado de los equipos, durante el cual se utilizarán carteles de advertencia para evitar una puesta en funcionamiento accidental de éstos.

Caídas al mismo nivel:

Pueden producirse por:

- Presencia de aceite o salpicaduras de aceitunas en el pavimento del patio, sala de molturación, etc.
- Presencia de agua encharcada en el suelo durante las labores de limpieza del local.

Como medidas preventivas se proponen:

- Utilización de botas con suela antideslizante.
- Mantenimiento de suelos debidamente protegidos (pueden utilizarse materiales antideslizantes como resinas epoxi), limpieza periódica y establecimiento de un buen orden de trabajo.
- Iluminación adecuada de los lugares de trabajo.

Caídas a distinto nivel:

Pueden producirse desde:

- Troje
- Tolvas de recepción
- Prensas
- Escaleras

Deberán protegerse tales elementos mediante barandillas (de altura mínima 90 cm), pasamanos y enrejados, todos ellos fabricados con materiales rígidos y convenientemente proyectados.

Asfixia:

En las cisternas de almacenamiento del aceite, consideradas como recintos confinados en los que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, es necesario aplicar las siguientes medidas de precaución para su limpieza:

- Autorización de entrada al recinto: Deberán estar presentes al menos dos trabajadores.
- Medición y evaluación de la atmósfera interior.
- Aislamiento del espacio confinado frente a los riesgos diversos.
- Ventilación.
- Vigilancia externa continuada.
- Formación y adiestramiento (establecimiento de métodos de rescate de emergencia).

Exposición a ruido:

La adopción de sistemas continuos integrales, en detrimento del sistema tradicional de prensas, está provocando la exposición de los trabajadores a niveles de ruido más elevados.

Esta exposición, aunque está condicionada al funcionamiento estacional de la almazara, puede producir efectos negativos para la salud de los trabajadores afectados.

La evaluación de la exposición de los trabajadores a ruido debe comenzar con la delimitación de las distintas zonas de exposición, en el caso de una almazara pueden distinguirse normalmente dos zonas distintas:

- **Zona de recepción**, en la que se concentran tolvas, lavadoras y transportadoras, de forma que no suele haber emisiones de más de **80 dBA**.

- **Zona de fábrica**, en la que se encuentran los principales elementos generadores de ruido (molinos de martillos, termobatidora, centrifugas horizontales, vibrofiltros y centrifugas verticales).

Puede ocurrir que cada equipo individual presente niveles de ruido menores de 80 dBA, pero la presencia conjunta de toda la maquinaria puede dar niveles de ruido diario equivalente de **más de 90 dBA**.

Las medidas para disminuir el nivel de ruido diario equivalente pueden realizarse de diversas formas:

- Disminución del nivel de presión acústica en el foco (maquinaria), mediante:
 - *Modificaciones en el proceso productivo*. Estas son costosas de realizar. Resulta más factible la adquisición de maquinaria con emisiones de ruido no elevadas durante la

fase de realización del proyecto. En el mercado pueden encontrarse equipos con las mismas prestaciones y con emisiones de ruido diferentes.

- *Diseño de encerramientos para máquinas ruidosas.* Puede situarse algún equipo con emisiones de ruido elevadas en un habitáculo especial fuera de la zona de fábrica.

- Disminución del nivel de presión acústica en el medio de transmisión, mediante:
 - *Barreras absorbentes de ruido* entre el foco de ruido y el receptor.

 - *Separación máxima* entre el foco de ruido y el receptor.

- Disminución del nivel de presión acústica en el receptor (trabajador), mediante:
 - *Aislamiento acústico* que encierre todo el puesto de trabajo. El puesto de control de maquinaria puede instalarse dentro de una cabina acristalada, insonorizada y lo más alejada posible de los focos de ruido.

 - *Equipos de protección individual (EPI)* frente al ruido para el trabajador (cascos, auriculares, tapones).

Riesgo de incendio:

El principal riesgo de incendio en las almazaras se debe a la elevada capacidad de almacenamiento de aceite que suelen tener éstas.

El aceite de oliva es un material combustible, y como tal, es capaz de arder de forma incontrolada en presencia de un foco de ignición.

También puede existir riesgo de incendio por el inadecuado estado de los componentes de la instalación eléctrica.

Las principales medidas de protección contra incendios serían la colocación y mantenimiento adecuados de medios materiales de lucha contra incendios:

- Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios.
- Extintores de incendio.

Riesgo eléctrico:

Las instalaciones eléctricas presentan siempre un riesgo de descarga sobre todo en condiciones de humedad.

Como medidas de prevención a adoptar en una almazara aparecen:

- Todos los equipos con posibilidad de ponerse en tensión por avería o por defecto, estarán **conectados a tierra**.

- **Revisión del aislamiento eléctrico de cables**, muchas veces por el suelo, con elevada frecuencia y cambio de éstos al menor indicio de deterioro.
- Colocación de las debidas protecciones (**interruptores magnetotérmicos o diferenciales**).
- Utilización de **lámparas portátiles estancas** con mangos aislantes y corrientes de 24 V para la limpieza de depósitos.

Riesgo derivado de la manipulación de materiales:

En este tipo de industrias, el principal riesgo derivado de la manipulación de materiales es el sobreesfuerzo del trabajador al realizar diversas tareas como el empuje de vagonetas o el centrado de cargos.

En los sistemas de producción continua ha disminuido este riesgo considerablemente puesto que con la moderna tecnología implantada, prácticamente se han suprimido los trabajos de esfuerzo físico.

En los sistemas tradicionales, en los que se utilizan prensas, la manipulación de cargas se efectuará, siempre que sea posible, mediante la utilización de equipos mecánicos.

Como recomendación general se recoge la utilización de un mono común para cada operario. Dicha prenda sirve para salvaguardar la higiene del trabajador en el desarrollo de la actividad laboral, que en el caso de este tipo de industrias es muy importante, debido a que éste está expuesto continuamente a manchas provocadas por las salpicaduras de aceitunas magulladas.

Según diversos estudios realizados en Andalucía en cuanto al nivel de seguridad en almazaras, se confirma que éste sigue siendo bajo en materia de prevención, pues aún se detecta la ausencia de protección en huecos (depósitos a nivel del suelo), escaleras y plataformas de trabajo.

Además, los edificios en los que están instaladas estas industrias son antiguos. Se han realizado inversiones en el sector para modernización de los sistemas de protección y para ampliaciones de las instalaciones de recepción y almacenamiento con el fin de mejorar la productividad, sin embargo no se ha observado un esfuerzo integrado para establecer unas condiciones de trabajo adecuadas que garanticen niveles aceptables en la seguridad y salud de los trabajadores.

■ APLICACIÓN DE LA HIGIENE EN ALMAZARAS.

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.

MANTENIMIENTO HIGIÉNICO DE INSTALACIONES

- Ubicación de la industria:

Considerando aspectos estructurales es muy aconsejable que tanto el patio de la industria como los accesos y las inmediaciones estén libres de basura o restos de equipos y maquinaria vieja.

La planta se ubicará alejada de fuentes de polución como pueden ser vertederos de basura, industrias productoras de malos olores o de elevada contaminación atmosférica. Se evitarán espacios con posibilidad de inundación o encharcamiento en los alrededores.

Se cuidará que se disponga de un fácil acceso y se delimitará el recinto a fin de aislarlo del entorno.

El diseño higiénico de la industria debe ser tal que el flujo de la cadena de procesado sea desde la zona sucia a la zona más limpia de la industria, es decir, se evitarán cruces en la distribución de las diferentes zonas de la almazara. El flujo de producción irá desde la recepción de la aceituna hasta la zona de envasado. Las distintas áreas de producción y trabajo estarán delimitadas y separadas convenientemente.

La edificación de tipo “horizontal” facilita el movimiento del producto logrando además una mayor ventilación, iluminación, así como una más eficaz evacuación de gases.

- Construcciones:

Las instalaciones deben considerarse no sólo por la idoneidad para el uso a que van destinadas sino también por el grado en que faciliten las diferentes operaciones de limpieza y desinfección, trabajo y seguridad.

Pequeños detalles que a veces condicionan esta facilidad de uso y limpieza son la separación entre tuberías y entre éstas y la pared al objeto de evitar acumulaciones de suciedad.

La iluminación, natural o artificial, deberá ser de intensidad suficiente para desarrollar adecuadamente el trabajo y poder detectar tanto problemas de suciedad como cualquier otro que se pudiese generar durante la producción.

Las pasarelas metálicas, preferentemente fabricadas con material continuo, no deben estar situadas por encima de productos alimenticios o de envases no embalados, ni por encima de las líneas de producción.

Considerar también la normativa sanitaria que prohíbe la presencia de motores de explosión dentro de las instalaciones de producción, y por tanto tampoco se autoriza el uso de transporte interior con motores de gasolina o diesel.

Paredes

Las paredes deben ser de color claro permitir su limpieza, blanqueado y pintado. Es muy habitual en la zona de extracción y envasado alicatar las paredes a media altura y pintar la parte superior. Se recomienda pintar la parte superior con la frecuencia adecuada de forma que no acumule suciedad.

Suelos

Los pavimentos serán lisos, impermeables, resistentes, lavables, ignífugos y con los sistemas de desagüe precisos que permitan la limpieza y saneamiento del suelo con facilidad y eficacia. Deben ser de materiales que resistan el peso de la maquinaria.

Techos

Deben estar contruidos con materiales impermeables que no retengan suciedad, polvo, ni puedan albergar insectos. Deben ser lisos y lavables. Muy habitualmente se emplean láminas de porexpan (poliuretano expandido) que deben ser lavadas al menos cada campaña.

Los falsos techos, si existen, pueden ser un cobijo de insectos y roedores, por lo que se debe aplicar en ellos correctas medidas de limpieza, desinsectación y desratización.

Ventanas y extractores

Las ventanas y extractores estarán protegidos con telas mosquiteras que se ajusten perfectamente e impidan el acceso de insectos.

Las repisas de las ventanas son una fuente de contaminación, por la acumulación de polvo y suciedad por lo que se les dará una inclinación de al menos 60°.

- Equipos y accesorios:

Tuberías y conducciones

- Para la conducción de aceite se utilizarán exclusivamente tuberías obtenidas por estirado en frío, sin soldaduras.

- Las uniones de tuberías y conducciones y sus codos deben estar exentas de resaltes interiores, ser fácilmente desmontables y con juntas de material sanitario autorizado.
- Deben estar separadas entre ellas y con la pared a fin de facilitar su limpieza y minimizar la acumulación de suciedad.

Instalaciones eléctricas

Deben estar protegidas, fáciles de limpiar sin que permitan la formación de rincones en los que se acumule polvo.

Ventilación

Se cuidará que la ventilación sea suficiente de manera que se eviten condensaciones, así como el crecimiento de mohos, malos olores y formación de humedades en muros y cubiertas.

Desagües

Todos los desagües dispondrán de rejillas perfectamente insertadas y no desprenderán olores.

Sistemas de iluminación

Estarán protegidos para que en caso de rotura los cristales no pudiesen caer sobre el alimento.

Equipos de extracción

Todos los recipientes, maquinaria, conducciones, depósitos, y demás materiales y superficies que tengan un contacto directo con alimentos

deberán ser de características tales que no alteren el producto. Actualmente la mayor parte de los equipos son de acero inoxidable.

Bombas y equipos de impulsión

Deberán estar contruidos en materiales que no afecten a las características del aceite y resistentes al mismo, incluidas las juntas.

Su sistema de operación, será tal que evite el aireado del aceite, como bombas salomónicas o lobulares

Depósitos

El diseño de los depósitos debe evitar la presencia de ángulos y rincones, siendo el fondo cónico o esférico, con una pendiente mínima de un 1% y con válvula de drenaje en la parte inferior. Además todos deben poseer tapa.

Todas las uniones de válvulas y tuberías a los depósitos deben estar exentas de resaltes y rugosidades internas.

Los depósitos deben ser de materiales que no alteren las características del aceite.

Lo más recomendable es el acero inoxidable, por su resistencia a la corrosión y sus condiciones higienicosanitarias, 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.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

▪ PROTECCIONES COLECTIVAS

○ GENERALES:

Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- A) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- B) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- C) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

D) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

a) En forma de panel:

Señales de advertencia:

Forma: Triangular
Color de fondo: Amarillo
Color de contraste: Negro
Color de Símbolo: Negro

Señales de prohibición:

Forma: Redonda
Color de fondo: Blanco
Color de contraste: Rojo
Color de Símbolo: Negro

Señales de obligación:

Forma: Redonda
Color de fondo: Azul
Color de Símbolo: Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: Rectangular o cuadrada:
Color de fondo: Rojo
Color de Símbolo: Blanco

Señales de salvamento o socorro:

Forma: Rectangular o cuadrada:
Color de fondo: Verde

Color de Símbolo: Blanco

Cinta de señalización

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

Cinta de delimitación de zona de trabajo

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97)

Zonas o partes del lugar de trabajo Nivel mínimo de iluminación (lux)

Zonas donde se ejecuten tareas con:

1º Baja exigencia visual	100
2º Exigencia visual moderada	200
3ª Exigencia visual alta	500
4º Exigencia visual muy alta	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	25
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a) En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- b) En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

Protección de personas en instalación eléctrica

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicación de lo indicado en el apartado 3A del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía

suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m.).

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

- Quemaduras físicas y químicas.

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

Guantes de protección frente a calor

Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Ambiente pulvígeno.

Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Aplastamientos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Atmósferas tóxicas, irritantes.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
Impermeables, trajes de agua
Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Atrapamientos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
Guantes de protección frente a abrasión

- Caída de objetos y/o de máquinas.

Bolsa portaherramientas
Calzado con protección contra golpes mecánicos
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Caída ó colapso de andamios.

Cinturón de seguridad anticaídas
Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- Caídas de personas a distinto nivel.

Cinturón de seguridad anticaídas
Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- Contactos eléctricos directos.

Calzado con protección contra descargas eléctricas
Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
Gafas de seguridad contra arco eléctrico
Guantes dieléctricos

- Contactos eléctricos indirectos.

Botas de agua

- Cuerpos extraños en ojos.

Gafas de seguridad contra proyección de líquidos
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

Gafas de oxicorte
Gafas de seguridad contra arco eléctrico
Gafas de seguridad contra radiaciones
Mandil de cuero
Manguitos
Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo
Pantalla para soldador de oxicorte
Polainas de soldador cubre-calzado
Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- Golpe por rotura de cable.

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Bolsa portaherramientas

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores

Guantes de protección frente a abrasión

- Pisada sobre objetos punzantes.

Bolsa portaherramientas

Calzado de protección con suela antiperforante

- Incendios.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Inhalación de sustancias tóxicas.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

- Inundaciones.

Botas de agua

Impermeables, trajes de agua

- Vibraciones.

Cinturón de protección lumbar

- Sobreesfuerzos.

Cinturón de protección lumbar

- Ruido.

Protectores auditivos

- Caída de personas de altura.

Cinturón de seguridad anticaídas

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

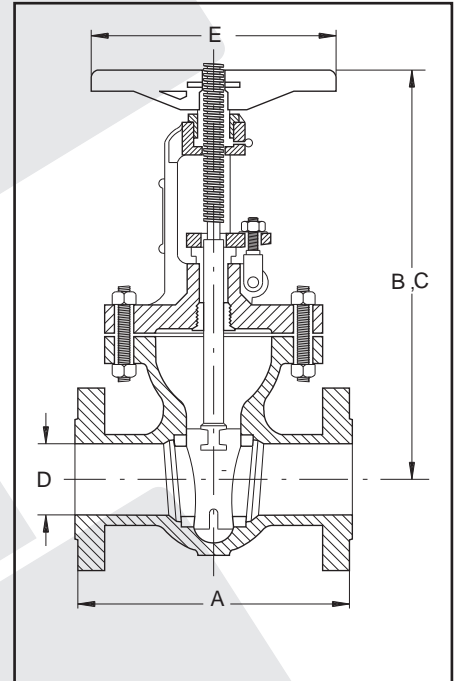
5. VÁLVULAS.



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB
150 LBS. VAPOR - 300 LBS. WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13% cromo
ASIENTO	Acero carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Flange ANSI B16.5, 150#
MARCA	Velan
FIGURA	F0064C-02TY
PROCEDENCIA	Canada



Nota: Para válvulas con cuña y asiento revestido con stellite 6, su figura será con terminación TS

		DIMENSIONES																
DIAMETRO	mm	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900	1100	1200
	Pulg.	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48
PESO	Kg.	22	24	33	51	86	142	214	309	433	544	712	866	1343	2155	3107	4990	6804
DIMENSIONES mm	A	178	191	203	229	267	292	330	356	381	406	432	457	508	610	711	787	914
	B	387	422	480	562	787	956	1191	1441	1559	1746	1861	2105	2438	3156	3726	4229	4821
	C	510	527	614	718	962	1162	1425	1721	1905	2159	2286	2540	2921	3556	4216	4826	5436
	D	51	64	76	102	152	203	254	305	337	387	438	489	591	743	895	1022	1168
	E	203	203	254	254	356	457	508	508	610	610	610	762	762	(2)	(2)	(2)	(2)
DIMENSIONES Pulg.	A	7.00	7.50	8.00	9.00	10.50	11.50	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	20.00	24.00	28.00	31.00	36.00
	B	15.25	16.62	18.88	22.13	31.00	37.62	46.88	56.75	61.38	68.75	73.25	82.88	96.00	124.25	146.68	166.50	189.81
	C	20.6	20.75	24.18	28.25	37.87	45.75	56.12	67.75	75.00	85.00	90.00	100.00	115.00	140.00	166.00	190.00	214.00
	D	2.00	2.50	3.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	13.25	15.25	17.25	19.25	23.25	29.25	35.25	40.25	46.00
	E	8.00	8.00	10.00	10.00	14.00	18.00	20.00	20.00	24.00	24.00	24.00	30.00	30.00	(2)	(2)	(2)	(2)

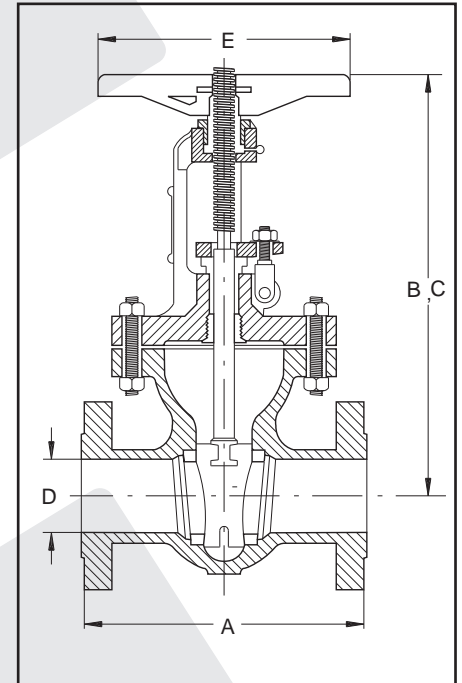
(2) Gear actuators



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB
300 LBS. VAPOR - 600 LBS. WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13% cromo
ASIENTO	Aceroc carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Flange ANSI B16.5, 300#
MARCA	Velan
FIGURA	F1064C-02TY
PROCEDENCIA	Canada



Nota: Para válvulas con cuña y asiento revestido con stellite 6, su figura será con terminación TS

		DIMENSIONES															
DIAMETRO	mm	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900	
	Pulg.	2	2 1/2"	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	
PESO	Kg.	25	30	49	70	134	232	328	494	780	1007	1343	1678	2313	4082	7031	
DIMENSIONES mm	A	216	241	283	305	403	419	457	502	762	838	914	991	1143	1397	1727	
	B	387	422	508	594	819	1037	1248	1508	1559	1746	1978	2197	2572	3145	3754	
	C	510	554	665	771	1022	1270	1505	1803	1778	2032	2388	2540	3175	3683	4318	
	D	51	64	76	102	152	203	254	305	337	387	432	483	584	743	895	
	E	203	203	254	254	356	457	508	508	610	762	762	762	762	(2)	(2)	
DIMENSIONES Pulg.	A	8.50	9.50	11.12	12.00	15.87	16.50	18.00	19.75	30.00	33.00	36.00	39.00	45.00	55.00	68.00	
	B	15.25	16.62	20.00	23.38	32.25	40.81	49.12	59.38	61.38	68.75	77.88	86.50	101.25	123.81	147.81	
	C	20.06	21.81	26.18	30.37	40.25	50.00	59.25	71.00	70.00	80.00	94.00	100.00	125.00	145.00	170.00	
	D	2.00	2.50	3.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	13.25	15.25	17.00	19.00	23.00	29.25	35.25	
	E	8.00	8.00	10.00	10.00	14.00	18.00	20.00	20.00	24.00	30.00	30.00	30.00	30.00	(2)	(2)	

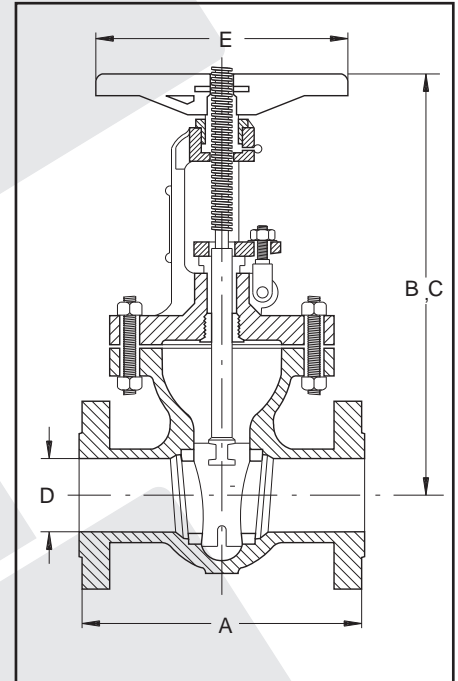
(2) Gear actuators



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB
600 LBS. VAPOR - 1200 LBS. WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13% cromo
ASIENTO	Acero carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Flange ANSI B16.5, 600#
MARCA	Velan
FIGURA	F2064C-02TY
PROCEDENCIA	Canada



Nota: Para válvulas con cuña y asiento revestido con stellite 6, su figura será con terminación TS

		DIMENSIONES															
DIAMETRO	mm	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900	
	Pulg.	2	2 1/2"	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	
PESO	Kg.	30	46	68	124	238	392	619	885	1134	1678	2177	2812	4173	6350	8845	
DIMENSIONES mm	A	292	330	356	432	559	660	787	838	889	991	1092	1194	1397	1422	1727	
	B	391	476	549	657	924	1114	1245	1546	1842	2089	2211	2604	2915	3112	3686	
	C	510	614	705	835	1125	1349	1511	1842	2159	2413	2540	3048	3429	3810	4318	
	D	51	64	76	102	152	203	254	305	327	375	419	464	559	629	737	
	E	203	254	254	356	508	610	762	762	914	914	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
DIMENSIONES Pulg.	A	11.50	13.00	14.00	17.00	22.00	26.00	31.00	33.00	35.00	39.00	43.00	47.00	55.00	56.00	68.00	
	B	15.38	18.75	21.62	25.87	36.37	43.87	49.00	60.87	72.50	82.25	87.06	102.50	114.75	122.50	145.13	
	C	20.06	24.18	27.75	32.87	44.31	53.12	59.50	72.50	85.00	95.00	100.00	120.00	135.00	150.00	170.00	
	D	2.00	2.50	3.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	12.88	14.75	16.50	18.25	22.00	24.75	29.00	
	E	8.00	10.00	10.00	14.00	20.00	24.00	30.00	30.00	36.00	36.00	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	

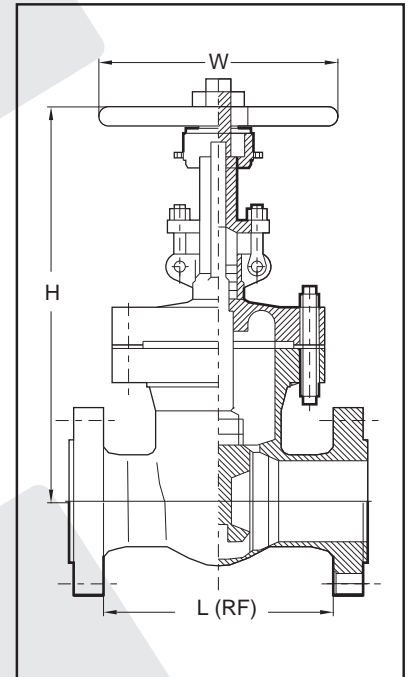
(2) Gear actuators



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB,
150 LBS VAPOR - 300 LBS WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13 % cromo
ASIENTO	Acero carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Flanges ANSI B 16.5, 150#
MARCA	Visa o Sufa
FIGURA	GA - 01 - 01 - 1 - XU
PROCEDENCIA	China



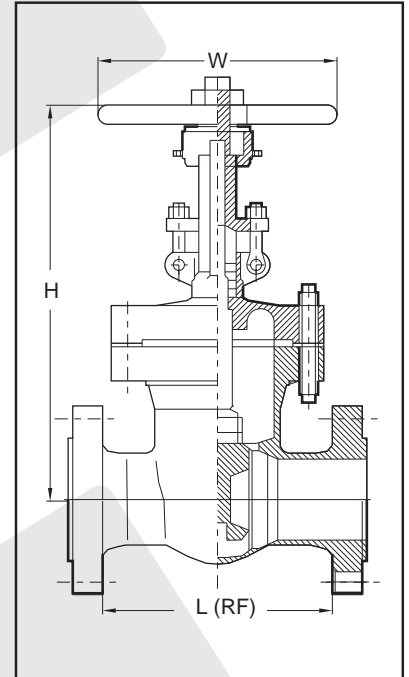
		DIMENSIONES																	
DIAMETRO	Pulg.	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30	32	36
PESO	Kg.	20	30	36	53	71	85	136	220	323	387	553	660	810	1250	1931	2380	2490	3600
DIMENSIONES	L	178	190	203	229	254	267	292	330	356	381	406	432	457	508	610	610	660	711
	H	409	472	532	612	710	806	990	1186	1405	1615	1811	1986	2210	2698	3030	3317	3487	3825
	W	200	200	250	250	300	300	350	450	500	460	460	460	610	610	610	610	610	760



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB,
300 LBS VAPOR - 600 LBS WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13 % cromo
ASIENTO	Acero carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Flanges ANSI B 16.5
MARCA	Visa o Sufa
FIGURA	GA - 03 - 01 - 1 - XU
PROCEDENCIA	China



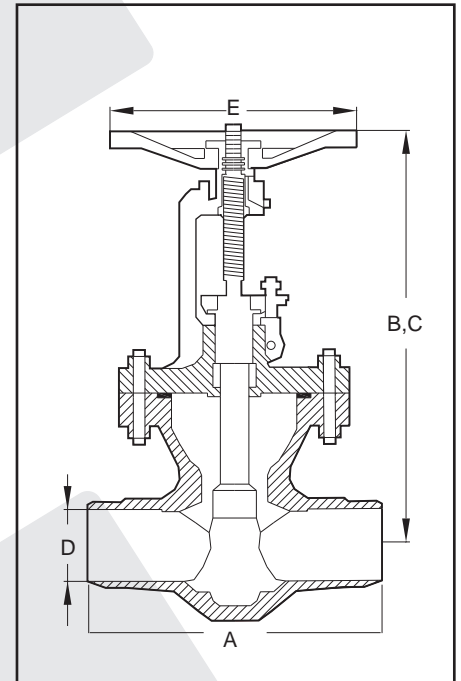
		DIMENSIONES														
DIAMETRO	Pulg.	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30
PESO	Kg.	30	39	55	83	92	137	240	333	536	699	1010	1205	1720	2800	3786
DIMENSIONES	L	216	241	283	305	381	403	419	457	502	762	838	914	991	1143	1397
	H	400	477	543	650	770	880	1037	1275	1438	1650	1840	2030	2240	2900	3540
	W	200	250	250	300	300	350	450	500	560	460	460	610	610	610	760



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB,
150 LBS VAPOR - 300 LBS WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13 % cromo
ASIENTO	Acero carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Soldar Butt Weld
MARCA	Velan
FIGURA	B0064C - 02TY
PROCEDENCIA	Canada



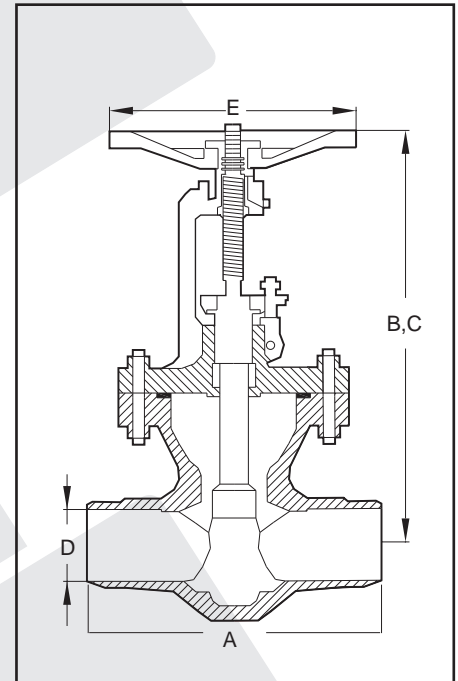
		DIMENSIONES																
DIAMETRO	Pulg.	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48
	mm	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900	1100	1200
PESO	Kg.	18	20	28	40	76	116	194	286	397	508	674	828	1302	1803	2699	4536	6350
DIMENSIONES mm	A	216	241	282	305	403	419	457	502	572	610	660	711	813	914	1016	1118	-
	B	387	422	480	562	787	956	1191	1441	1559	1746	1861	2105	2438	3156	3726	4229	4821
	C	510	527	614	718	962	1162	1425	1721	1905	2159	2286	2540	2921	3556	4216	4826	5436
	D	51	64	76	102	152	203	254	305	337	387	438	489	591	743	895	1022	1168
	E	203	203	254	254	356	457	508	508	610	610	610	762	762	(2)	(2)	(2)	(2)
DIMENSIONES Pulg.	A	8.50	9.50	11.12	12.00	15.88	16.50	18.00	19.75	22.50	24.00	26.00	28.00	32.00	36.00	40.00	44.00	-
	B	15.25	16.62	18.88	22.13	31.00	37.62	46.88	56.75	61.385	68.75	73.25	82.88	96.00	124.25	146.68	166.50	189.81
	C	20.06	20.75	24.75	28.18	37.87	45.75	56.12	67.75	75.00	85.00	90.00	100.00	115.00	140.00	166.00	190.00	21.00
	D	2.00	2.50	3.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	13.25	15.25	17.25	19.25	23.25	29.25	35.25	40.25	46.00
	E	8.00	8.00	10.00	10.00	14.00	18.00	20.00	20.00	24.00	24.00	24.00	30.00	30.00	(2)	(2)	(2)	(2)



VALVULA DE COMPUERTA

VALVULA COMPUERTA ACERO WCB,
300 LBS VAPOR - 600 LBS WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO, API 600

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero carbono ASTM A216 WCB
VASTAGO	Acero inoxidable 410
CUÑA	WCB al 13 % cromo
ASIENTO	Acero carbono revestido con Stellite 6
EMPAQUE	Grafito
VOLANTE	Hierro maleable
EXTREMOS	Soldar Butt Weld
MARCA	Velan
FIGURA	B1064C - 02TY
PROCEDENCIA	Canada



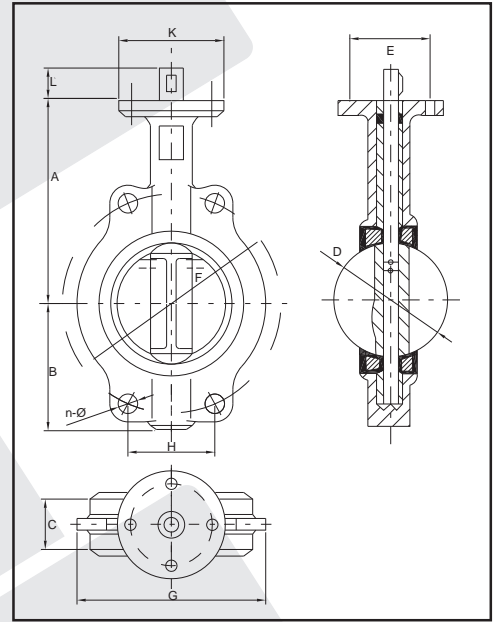
DIMENSIONES																
DIAMETRO	Pulg.	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36
	mm	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900
PESO	Kg.	19	23	36	53	102	182	264	382	631	848	1091	1479	1928	3402	6124
	DIMENSIONES mm	A	216	241	283	305	403	419	457	502	762	838	914	991	1143	1397
B		387	422	508	594	819	1037	1248	1508	1559	1746	1978	2197	2572	3145	3754
C		510	554	665	771	1022	1270	1505	1803	1778	2032	2388	2540	3175	3683	4318
D		51	64	76	102	152	203	254	305	337	387	432	483	584	743	895
E		203	203	254	254	356	457	508	508	610	762	762	762	762	(2)	(2)
DIMENSIONES Pulg.	A	8.50	9.50	11.12	12.00	15.87	16.50	18.00	19.75	30.00	33.00	36.00	39.00	45.00	55.00	68.00
	B	15.25	16.62	20.00	23.38	32.25	40.81	49.12	59.38	61.38	68.75	77.88	86.50	101.25	123.81	147.81
	C	20.06	21.81	26.18	30.37	40.25	50.00	59.25	71.00	70.00	80.00	94.00	100.00	125.00	145.00	170.00
	D	2.00	2.50	3.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	13.25	15.25	17.00	19.00	23.00	29.25	35.25
	E	8.00	8.00	10.00	10.00	14.00	18.00	20.00	20.00	24.00	30.00	30.00	30.00	30.00	(2)	(2)



VALVULA MARIPOSA

VALVULA MARIPOSA ACERO INOXIDABLE CF8M
CLASE 150
TIPO WAFER

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero inoxidable CF8M (316)
VASTAGO	Acero inoxidable 416
DISCO	Acero inoxidable ASTM A351 tipo 316
ASIENTO	Teflón
EXTREMO	Wafer
OPERACION	Palanca 2" a 6", volante de 8" y mayores
MARCA	Visa
FIGURA	M1-ST
PROCEDENCIA	China



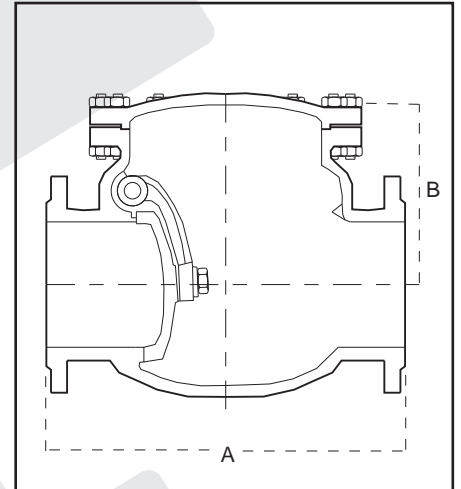
		DIMENSIONES													
DIAMETRO	Pulg.	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	mm	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
DIMENSIONES	A	161	175	181	200	213	226	260	292	337	368	400	422	480	562
	B	80	89	95	114	127	139	175	203	242	267	301	327	361	459
	C	42.0	44.7	45.2	52.1	54.4	55.8	60.6	65.6	76.5	76.5	86.5	105.6	131.8	152.0
	D	51.0	62.8	77.3	102.7	121.7	154.5	200.9	248.9	299.9	331.7	387.5	438.4	489.0	590.1
	E	57.15	57.15	57.15	69.85	69.85	69.85	88.90	88.90	107.95	107.95	158.75	158.75	158.75	215.90
	F	120.6	139.7	152.4	190.5	215.9	241.3	298.4	361.9	431.8	476.2	539.7	577.8	635.0	749.3
	G	100	120	127	156	190	212	268	325	403	436	488	539	593	693
	H	85.28	98.78	107.76	72.90	82.62	92.34	114.19	93.67	11.76	123.25	105.29	112.70	99.34	117.22
	K	77	77	77	92	92	92	115	115	140	140	197	197	197	276
	L	32	32	32	32	32	32	45	45	45	45	52	52	64	76
N-W	4-19	4-19	4-19	4-19	4-22.4	4-22.4	4-22.4	4-25.4	4-25.4	4-28.4	4-28.4	4-31.8	4-31.8	4-35.1	
PESO sin volante	Kg.	2.5	3.2	3.6	4.9	7.0	7.8	13.2	19.0	32.5	42.5	52.0	87.0	98.0	133.0



VALVULA RETENCION

VALVULA RETENCION ACERO INOXIDABLE, 150 LBS -300 LBS WOG, TIPO CHAPALETA, TAPA APERNADA
VALVULA RETENCION ACERO INOXIDABLE, 300 LBS -600 LBS WOG, TIPO CHAPALETA, TAPA APERNADA

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M (316)
CHAPALETA	Acero inoxidable ASTM A276 tipo CF8M (316)
PISTON	Acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M (316)
EXTREMOS	Flange ANSI B16.5
MARCA	Visa
FIGURA	R1 - SS
PROCEDENCIA	Taiwan



CLASE 150		DIMENSIONES												
DIAMETRO		1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14
DIMENSIONES Pulg.	A	4 1/4	4 5/8	5	6 1/2	8	8 1/2	9 1/2	11 1/2	14	19 1/2	24 1/2	27 1/2	31
	B	2 5/8	3 1/8	3 3/8	3 3/4	4 1/2	4 7/8	5 5/8	6 1/4	8 9/16	10 1/8	11 3/16	12 15/16	14 3/4

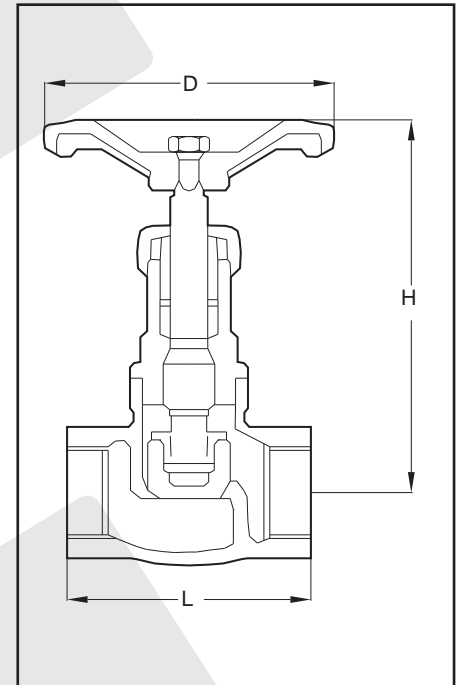
CLASE 300		DIMENSIONES									
DIAMETRO		1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14
DIMENSIONES Pulg.	A	9 1/2	10 1/2	11 1/2	12 1/2	14	17 1/2	21	24 1/2	28	33
	B	4 5/8	5 1/4	5 5/8	6 1/2	7 5/16	9 3/8	11 3/8	13 1/4	15	20 5/16



VALVULA GLOBO

VALVULA GLOBO ACERO INOXIDABLE
200 LBS CWP
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE ROSCADO

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero inoxidable 316
VASTAGO	Acero inoxidable 316
TAPON	Acero inoxidable 316
ASIENTO	Acero inoxidable 316
EMPAQUE	Teflón puro
VOLANTE	Hierro maleable pintado
EXTREMOS	Hilo NPT
MARCA	Visa
FIGURA	G1-SS
PROCEDENCIA	Taiwan



		DIMENSIONES							
MEDIDAS	Pulg.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	
	mm	10	15	20	25	32	40	50	
DIMENSIONES	L	55	65	80	90	105	120	140	
	D	65	65	80	80	100	100	140	
	H	104	104	126	128	165	171	210	

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

6. MANGUERA FLEXIBLE.

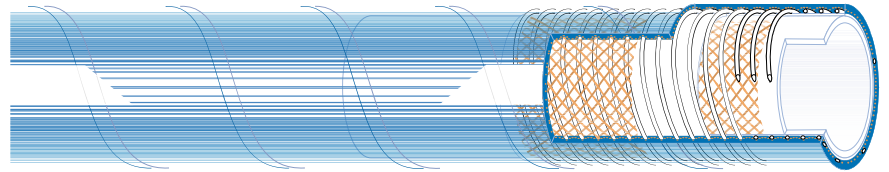


Aplicaciones

Para leche, camiones cisterna para recolección y transporte, muelles de descarga y equipos estacionarios en lecherías, procesamiento y plantas de llenado.
También para el transporte de otros líquidos alimenticios como vino, cerveza, sidra, zumos de fruta, vinagre, agua potable y alcohol de hasta 96%.

Ventajas

- Extremadamente flexible para aceptar un radio de curvatura muy pequeño sin plegarse.
- Tubo liso, sin costura y blanco que no permite el desarrollo de bacterias y cumple con las exigencias francesas, europeas y norteamericanas más estrictas.
- No le afectan los cambios de temperatura, ventaja del caucho sobre el PVC.
- Resistente a la limpieza con detergentes a temperaturas de hasta +110 °C (durante varios minutos).
- Revestimiento resistente a la abrasión, no manchante.
- Certificaciones internacionales.



Especificaciones técnicas

- Tubo interior:** para alimentos, NR, blanco, liso.
- Armadura:** capas de hilos textiles trenzados, con 3 espirales de refuerzo en acero embebidas en la pared.
- Revestimiento:** NR, resistente a las inclemencias del tiempo y a la abrasión, azul, bandelado.
- Temperatura:** -30 °C a +80 °C.
- Marcado:**
 - mediante banda transfer formada por una sucesión discontinua de trapecios de color blanco con :

TRELLEBORG en impresión azul sobre cada trapecio
y en impresión blanco entre los trapecios

- diametralmente opuesto, inscrito en relieve y en continuo :
"Trelleborg – CITERDIAL- DN – WP 6 BAR – semana / año ".
- Estándar / Certificaciones:**
 - Guía CEE para contacto con productos alimentarios.
 - Directivas de la FDA norteamericana y de la legislación alemana (BgVV) sobre mangueras sanitarias.
 - Calidad alimentaria aprobada por el Instituto Francés de Poitiers (IANESCO), el Laboratorio de Europa del Norte de Helsinki (VVT), el British Milk Marketing Board.

Racores

Racores de diseño especial disponibles.
Contáctenos para otras conexiones.

Ø int. mm	Esesor de la pared mm	Ø ext. mm	Presión de servicio bar	Presión de rotura bar	Dépresión máxima bar	Radio de curvatura mm	Peso kg/m	Longitud m	Código de Artículo	Stock	
25,0	- 0 / + 1	5,50	36,0 ± 1,0	6	18	0,9	50	0,70	20,0	122924	●
									40,0	127209	●
32,0	- 0 / + 1	5,50	43,0 ± 1,0	6	18	0,9	64	0,82	13,3	70653	●
									40,0	123639	●
38,0	- 0 / + 1	5,50	49,0 ± 1,0	6	18	0,9	76	1,13	13,3	60068	●
									40,0	60069	●
40,0	- 0 / + 1	5,50	51,0 ± 1,0	6	18	0,9	80	1,24	13,3	60072	●
									40,0	60074	●
43,0	- 0 / + 1	5,50	54,0 ± 1,0	6	18	0,9	86	1,32	13,3	60063	1
									40,0	124320	1
45,0	- 0 / + 1	5,50	56,0 ± 1,0	6	18	0,9	90	1,36	20,0	60141	●
									40,0	60142	●
51,0	- 0 / + 1	5,75	62,5 ± 1,5	6	18	0,9	102	1,76	13,3	60777	●
									15,0	60776	●
									40,0	60775	●
53,0	- 0 / + 1	5,75	64,5 ± 1,5	6	18	0,9	106	1,80	13,3	60079	●
									15,0	60080	●
									40,0	60082	●
60,0	- 0 / + 1	5,75	71,5 ± 1,5	6	18	0,9	120	2,02	13,3	60083	●
									40,0	60085	●
									13,3	60086	●
63,0	- 0 / + 1	5,75	74,5 ± 1,5	6	18	0,9	126	2,08	15,0	60087	●
									40,0	60089	●

ver página siguiente

H5 3 43 01 2 / 04 02 2002

● = Producto en stock.
1 = Producto no stock. Cant. min. = 400 m.





Ø int. mm	Espesor de la pared mm	Ø ext. mm	Presión de servicio bar	Presión de rotura bar	Dépresión máxima bar	Radio de curvatura mm	Peso kg/m	Longitud m	Código de Artículo	Stock	
<i>continuación página anterior</i>											
70,0	-0 / +1	6,50	83,0 ± 1,5	6	18	0,9	140	2,54	13,3	60090	●
									40,0	60092	●
76,0	-0 / +1	6,50	89,0 ± 1,5	6	18	0,9	152	2,94	13,3	60788	●
									40,0	60787	●
80,0	-0 / +1	6,75	93,5 ± 1,5	6	18	0,9	240	2,98	13,3	70654	2
									40,0	70655	2
89,0	-0 / +1	6,75	102,5 ± 1,5	6	18	0,9	315	3,30	20,0	60097	●
									40,0	60070	●
100,0	-0 / +1	6,75	113,5 ± 1,5	6	18	0,9	350	3,59	20,0	60099	●
									40,0	60071	●
125,0	-0 / +1	10,25	145,5 ± 2,0	6	18	0,9	450	6,05	10,0	60202	●
									20,0	60203	●
150,0	-0 / +1	10,75	171,5 ± 2,0	6	18	0,9	530	7,02	10,0	60204	●
									20,0	60205	●

● = Producto en stock.
1 = Producto no stock. Cant. mín. = 200 m.

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

7. CAUDALÍMETRO.



FLOMID FX Medidor de Caudal Electromagnético

Introducción

Diseño modular en dos versiones:

- Compacto, cuerpo y electrónica formando un solo elemento de medida
- Separado, cuerpo y electrónica formando dos elementos de medida, unidos mediante cable de conexión

Diversas posibilidades de conexión:

- Bridas de unión normas DIN, ANSI, JIS, etc.
- Entre bridas (sandwich), normas DIN, ANSI, JIS, etc.
- Alimentarias, Roscas DIN 11851, CLAMP ISO 2852, SMS 1145
- Soldadura alimentaria normas DIN 11850, ISO 2037

Recubrimiento interior en PP, PTFE, PVDF y EBONITA
Electrodos en AISI-316L, Hastelloy C22 (UNS-D6022), Zirconio, Titanio
Exterior construido en AISI-316L

Ventajas

- Lectura del caudal, independiente de la densidad, viscosidad, temperatura y presión del líquido
- Campo magnético de lectura alternativo, para evitar electrólisis
- Ausencia de elementos de obstrucción y pérdida de carga nula, permite el paso de sólidos sin retenciones
- Montaje en cualquier posición, en tramos de tuberías llenas
- Bajo consumo
- Muy buena estabilidad con temperatura y en el tiempo
- Sin partes móviles, sin mantenimiento
- Tramos rectos necesarios de tubería 5 DN antes y 3 DN después del medidor
- Materiales constructivos de alta resistencia química
- Electrónica compatible con todos los cuerpos de medida

Datos técnicos del cuerpo medidor FLOMID FX

- Precisión: $\pm 0,5\%$
- Presión de trabajo: PN16 (estándar), bajo demanda hasta PN250
- Uniones DIN, ANSI, JIS, Alimentarias
- DN3...DN500
- Temperatura de trabajo del sensor:
 - Cuerpo versión separado (sin electrónica de control)
 - Material interior de recubrimiento PP, -10...+80°C
 - Material interior PTFE, PVDF, -20...+120°C
 - Material interior EBONITA, -20...+80°C



Principio de Medida

Basado en la ley de FARADAY.

Un líquido conductor ($> 5 \mu\text{S/cm}$), que circula por una tubería de diámetro D , con una velocidad media V_m , y atraviesa un campo magnético B , perpendicular al sentido de circulación del líquido, creando una tensión T_m .

La tensión media T_m creada, es proporcional a la velocidad media del fluido.

Dos electrodos, montados perpendicularmente al campo magnético en el interior del tubo, transmiten la T_m creada a un amplificador, que da una señal de salida de corriente continua.

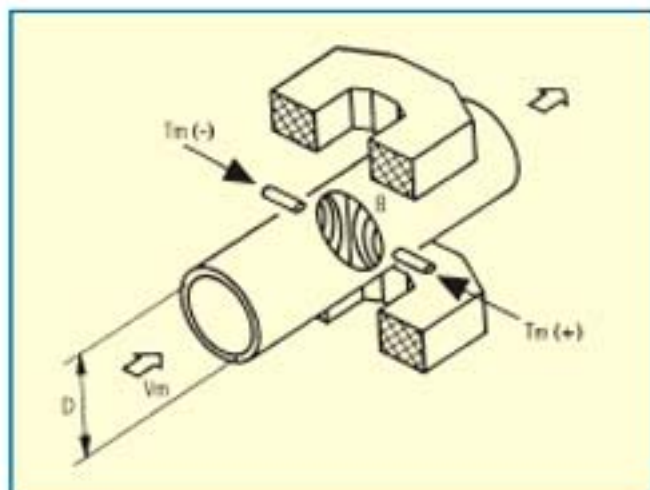
La tensión media equivale a : $T_m = B \cdot V_m \cdot D$

T_m = Tensión media a través de los electrodos

B = Inducción magnética

V_m = Velocidad media del líquido

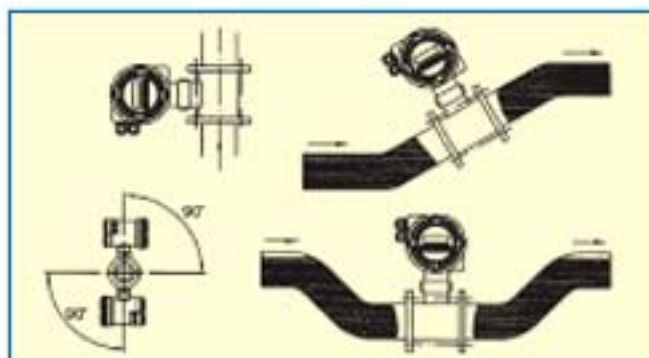
D = Diámetro de la tubería



Recomendaciones Importantes de Montaje

La posición del medidor FLOMID es indistinta, aunque es necesario que la tubería esté siempre llena, ver los diferentes esquemas de montaje e instalación.

El eje axial de los electrodos, debe quedar aproximadamente horizontal, para evitar la suciedad sobre los electrodos (paradas) y las posibles bolsas de aire.

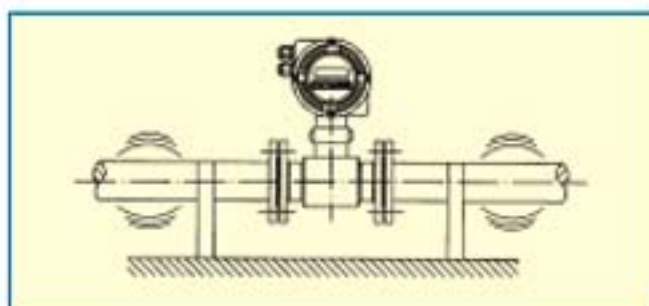


La dirección del fluido es indistinta.

Vibración, deben evitarse mediante fijación de la tubería antes y después del medidor.

Vibraciones excesivas obligan a separar la electrónica del cuerpo medidor.

Tramos de tubería superior a 10 m, se recomienda soportes mecánicos para minimizar esfuerzos.



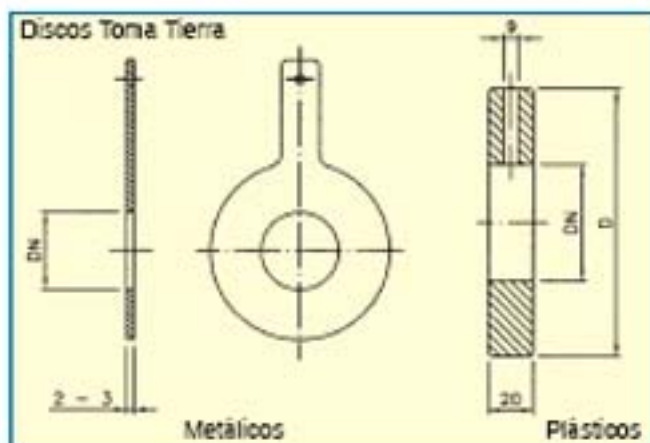
Fuertes campos magnéticos cerca del medidor, no están permitidos (errores importantes o totales).

Reducidos tramos rectos, 5 DN antes y 3 DN después del medidor, medidos desde el eje de los electrodos.

Turbulencias del líquido, incrementan las longitudes antes y después del medidor, o deben instalarse eliminadores de turbulencia.

Mezclas de diferentes líquidos. Debe instalarse el medidor mínimo 30 DN después del punto de mezcla, para evitar inestabilidad de las lecturas.

Tuberías de plástico y metálicas, con recubrimientos interiores (PTFE, Ebonita, etc.) precisan anillos de toma tierra.



Toma a tierra correcta, es una de las premisas más importantes para la medida precisa del caudal.

No debe transmitir tensiones parasitarias de otros aparatos eléctricos.

Los cables montados entre el captador y las tuberías metálicas, deben asegurar un buen contacto.

Se debe asegurar a través de la toma a tierra, que no exista ningún potencial complementario que falsee las lecturas.

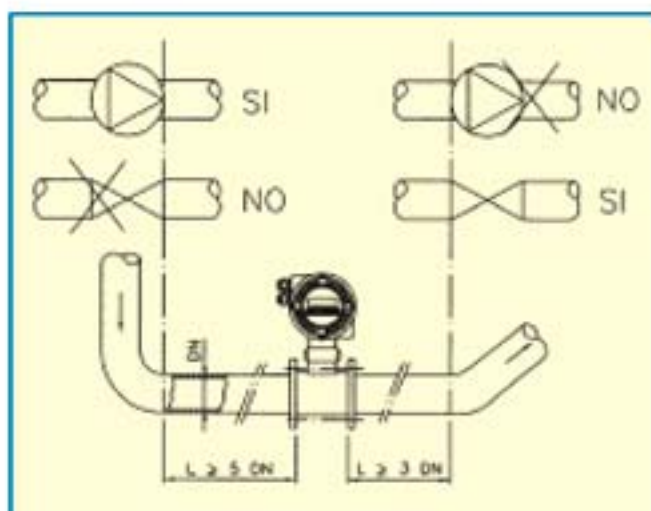
En instalaciones que pueda producirse la aparición de fuertes corrientes axiales, las tomas de tierra deberán tener una superficie de contacto mayor con el líquido a medir, que será como mínimo de 50 mm².

Tramos rectos de tubería, son necesarios para el buen funcionamiento del medidor.

Válvulas, curvas, bombas, reducción-ampliación de sección de la tubería, deben ser instalados 5 DN antes y 3 DN después del medidor.

Válvulas, de regulación o cierre, deben instalarse siempre después del medidor para asegurar tubería llena de líquido y en otros casos evitar el vacío que deteriora el recubrimiento interno del medidor.

Bombas deben montarse antes del medidor, para evitar el efecto vacío, (ver resistencia de los materiales).

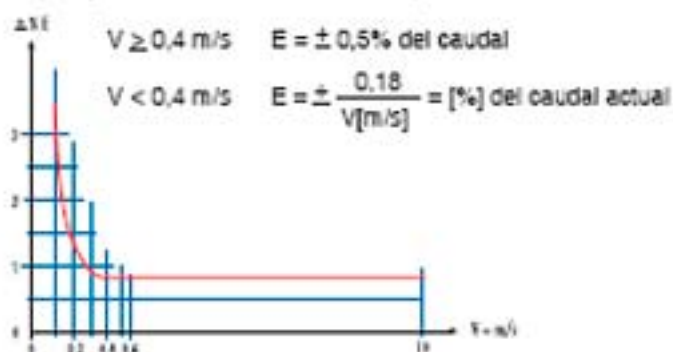


Con líquidos abrasivos o con cargas se recomienda instalar el medidor en tubería ascendente. Para tuberías horizontales, es aconsejable instalarlo según el dibujo, con válvula de purga de sólidos.



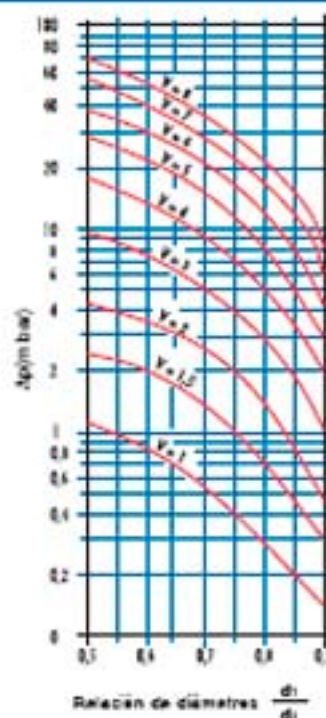
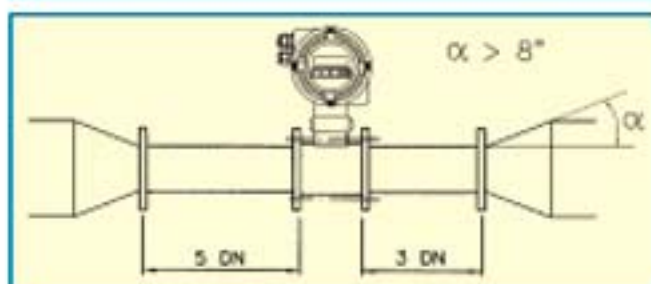
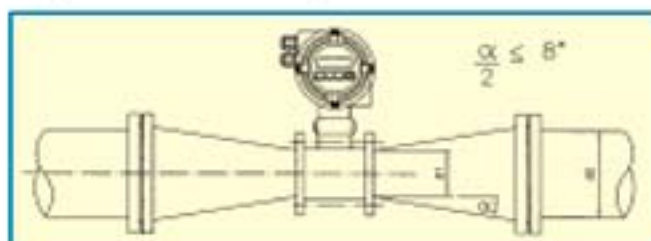
Precisión de medida (DIN 19200)

Tº del medio	20°C ± 2°C
Tº ambiente	20°C ± 2°C
Tensión de alimentación	± 1%
Tiempo de calentamiento	30 min.
Montaje mínimo	10 DN y 5 DN



Pérdida de carga por reducción de DN

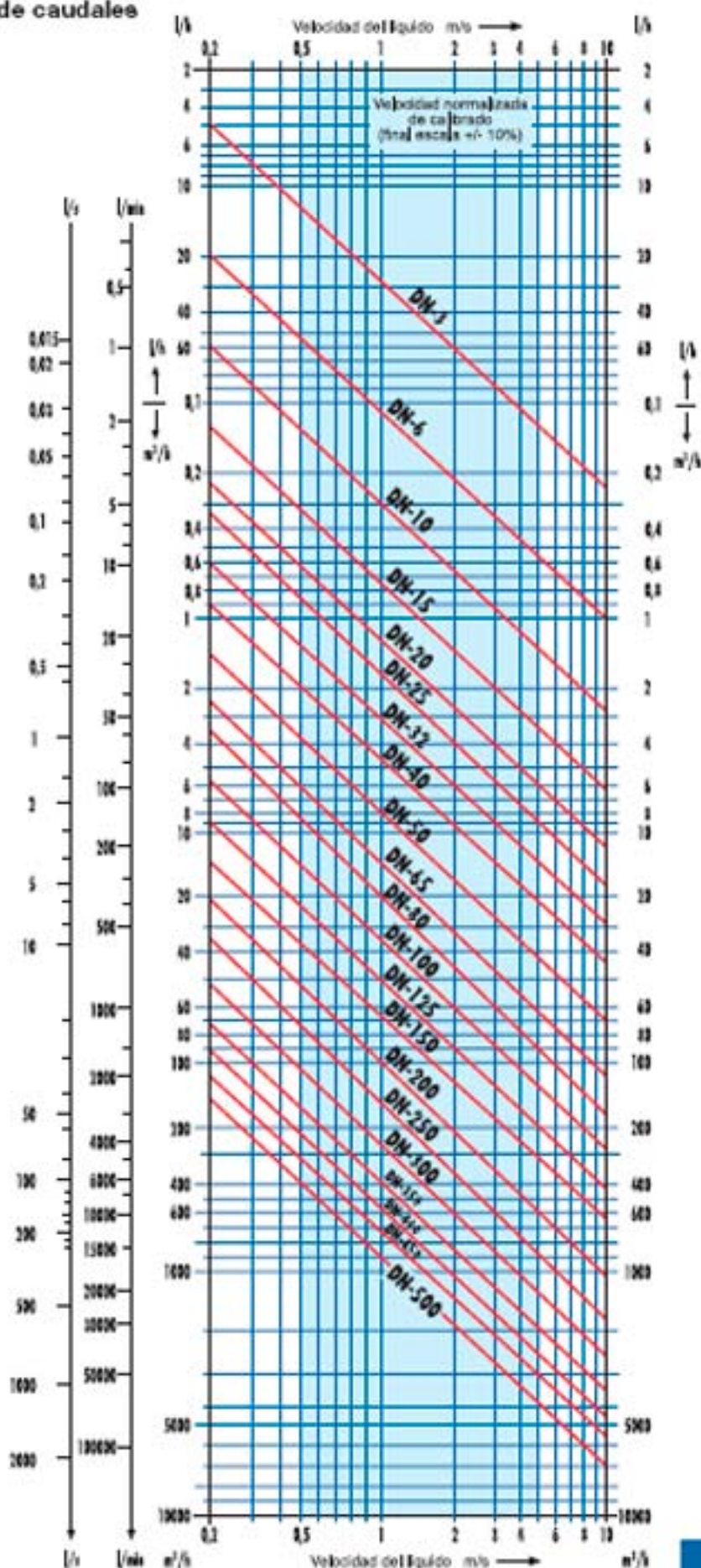
En instalaciones que por razón del caudal a medir, debe montarse un medidor de diámetro inferior al de la tubería, se efectuará dicha reducción siempre con un ángulo inferior a 8°, para evitar turbulencias que falseen las lecturas.



El gráfico muestra la pérdida de presión ΔP , para agua $d=1 \text{ kg/l}$ según las diferentes velocidades de circulación del fluido.



Tabla de caudales



Selección del cuerpo medidor

En el diagrama se muestra la relación entre la velocidad del líquido a medir y el CAUDAL que corresponde a cada DN del cuerpo medidor.

El cuerpo del medidor, debe seleccionarse, de forma que la velocidad máxima de trabajo sea entre 3-4 m/s.

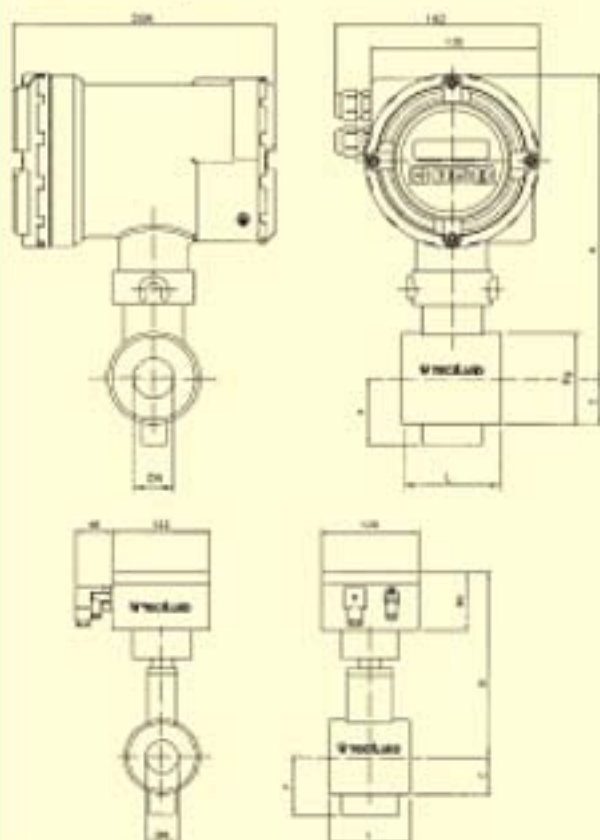
La velocidad mínima de trabajo es de 0,5 m/s, la máxima puede alcanzar 10-12 m/s.

La velocidad recomendada de trabajo es entre 1 y 3 m/s.

Cuando los líquidos transportan sólidos en suspensión, es recomendable trabajar entre 3 y 5 m/s, para evitar sedimentaciones en la tubería y en el interior del cuerpo medidor.

FLOMID O FX

Electrónica compacta



Electrónica separada



Dimensiones

Montaje entre Bridas DIN 2501/2502 (Dimensiones en mm)

DN	PN	A	B	C	g	Peso (kg)	F	L	h
3"	16	262	212	23	46	6,5	45	64	178
6"	16	262	212	23	46	6,5	45	64	178
10"	16	262	212	23	46	6,5	45	64	178
15"	16	265	215	25	50	6,8	47	64	182
20"	16	272	222	31	61	7,2	47	64	188
25"	16	243	193	35	70	8,2	-	79	180
32"	16	250	200	41	82	9	-	79	167
40"	16	256	206	46	92	9,5	-	99	173
50"	16	263	213	53	106	10,3	-	99	180
65"	16	275	225	63	126	11	-	119	192
80"	16	283	233	71	142	12,2	-	119	200
100"	10	293	243	81	162	14	-	164	210
125"	10	310	260	96	192	17,5	-	164	226
150"	10	322	272	108	217	19,6	-	164	238

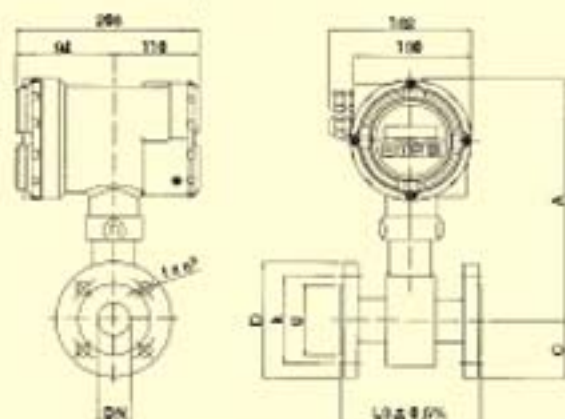
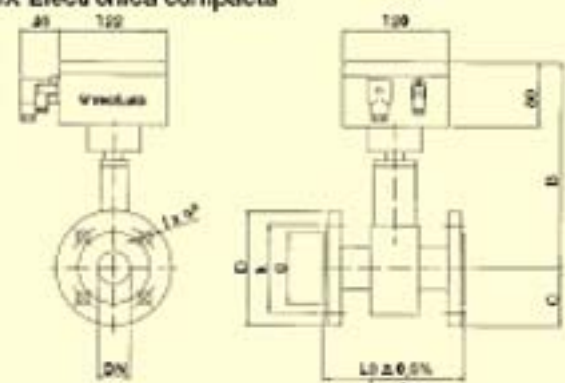
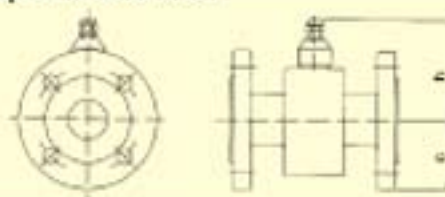
*h=24 mm



Montaje entre Bridas ANSI B16.5 (Dimensiones en pulgadas)

DN	PN (lbs)	A	B	C	g	Peso (lbs)	F	L	h
1/2"	16	262	212	23	46	6,5	45	64	178
	(190)	(10,3)	(8,3)	(0,90)	(1,81)	(14,3)	(1,7)	(2,51)	(7,0)
3/4"	16	265	215	25	50	6,8	47	64	182
	(190)	(10,4)	(8,4)	(0,98)	(1,96)	(14,8)	(1,8)	(2,51)	(7,1)
1"	16	275	222	31	61	7,2	47	64	188
	(190)	(10,8)	(8,7)	(1,22)	(2,40)	(15,8)	(1,8)	(2,51)	(7,40)
1 1/4"	16	243	193	35	70	8,2	-	79	180
	(190)	(9,6)	(7,5)	(1,37)	(2,75)	(18,0)	-	(3,11)	(5,2)
1 1/2"	16	250	200	41	82	9	-	79	167
	(190)	(9,8)	(7,8)	(1,61)	(3,22)	(19,84)	-	(3,11)	(5,5)
2"	16	256	206	46	92	9,5	-	99	173
	(190)	(10,0)	(8,1)	(1,81)	(3,62)	(20,9)	-	(3,88)	(5,8)
2 1/2"	16	269	213	53	106	10,3	-	99	180
	(190)	(10,6)	(8,3)	(2,08)	(4,17)	(22,7)	-	(3,88)	(7,1)
3"	16	275	225	63	126	11	-	119	192
	(190)	(10,8)	(8,8)	(2,48)	(4,96)	(24,2)	-	(4,68)	(7,5)
4"	16	299	243	81	162	14	-	164	210
	(190)	(11,5)	(9,5)	(3,18)	(6,37)	(30,8)	-	(6,45)	(8,2)
5"	16	310	260	96	192	17,5	-	164	226
	(190)	(12,7)	(10,7)	(3,77)	(7,55)	(38,5)	-	(6,45)	(8,8)
6"	16	322	272	108	217	19,6	-	164	238
	(190)	(12,6)	(10,7)	(4,25)	(8,54)	(43,2)	-	(6,45)	(9,3)

*Igual dimensiones para 1/8" y 3/8"

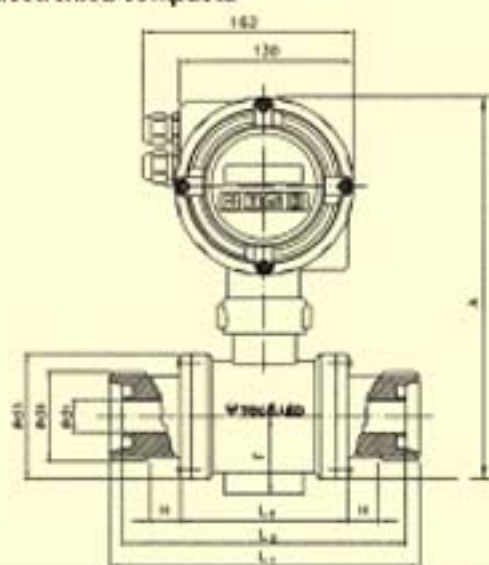
Bridas DIN, ANSI FLOMID 2 FX / FLOMID 4 FX
MX Electrónica compacta

MCX Electrónica compacta

FX Cuerpo sin electrónica

BRIDAS mm (inch)
DIMENSIONES mm (inch)

DIN 252-253		ANSI B16.5		DIMENSIONES mm (inch)							DIMENSIONES mm (inch)				Peso	
DN	PN	DN	PN	A	B	L	D	K	g	mm ²	h	D	K	g	mm ²	Peso
DN	PN	DN	PN	mm	mm (pulgadas)	mm	DIN	DIN	DIN	DIN	DIN	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	kg (lbs)
1-10	16	3/8"	150	285 (11,2)	235 (9,3)	150 (5,90)	80	60	40	14x4	205 (8,1)	88,9				4,5 (9,92)
15	16	1/2"	150	285 (11,2)	235 (9,3)	150 (5,90)	85	65	45	14x4	205 (8,1)	88,9	60,3	34,9	16x4	4,8 (10,60)
20	16	3/4"	150	285 (11,2)	235 (9,3)	150 (5,90)	105	75	58	14x4	205 (8,1)	96,4	68,8	42,9	16x4	6 (13,22)
25	16	1"	150	285 (11,2)	235 (9,3)	150 (5,90)	115	85	68	14x4	205 (8,1)	107,9	78,4	50,8	16x4	7,5 (16,53)
32	16	1 1/4"	150	330 (13,0)	280 (11,1)	150 (5,90)	140	100	78	18x4	250 (9,8)	117,5	88,9	63,5	16x4	8 (17,63)
40	16	1 1/2"	150	330 (13,0)	280 (11,1)	150 (5,90)	150	110	88	18x4	250 (9,8)	127,5	88,4	73	16x4	8,5 (18,74)
50	16	2"	150	347 (13,6)	287 (11,7)	200 (7,87)	165	125	102	18x4	267 (10,5)	152,4	120,6	82,1	16x4	10 (22,05)
65	16	2 1/2"	150	367 (14,5)	317 (12,5)	200 (7,87)	185	145	122	18x4	267 (11,3)	177,8	138,7	104,8	16x4	11 (24,25)
80	16	3"	150	367 (14,5)	317 (12,5)	200 (7,87)	200	160	138	18x4	267 (11,3)	190,5	152,4	127	16x4	12,5 (27,55)
100	16	4"	150	418 (16,4)	368 (14,5)	250 (9,84)	220	180	158	18x4	338 (13,3)	228,6	190,5	157,2	19x8	15 (33,06)
125	16	5"	150	448 (17,4)	388 (15,5)	250 (9,84)	250	210	188	18x4	363 (14,3)	254	215,9	185,7	23x8	18,5 (40,78)
150	16	6"	150	478 (18,8)	428 (16,7)	300 (11,81)	285	240	212	22x8	383 (15,5)	278,4	241,3	215,9	23x8	20,6 (45,41)
200	10	8"	150	528 (20,8)	478 (18,8)	350 (13,77)	340	285	268	22x8	443 (17,5)	342,9	298,4	268,9	23x8	32 (70,54)
250	10	10"	150	575 (22,6)	525 (20,7)	400 (15,74)	385	350	320	22x8	485 (19,5)	406,4	361,9	323,8	25x12	45 (99,20)
300	10	12"	150	621 (24,5)	571 (22,5)	500 (19,68)	445	400	370	22x8	541 (21,3)	482,6	401,8	361	25x12	52 (114,63)
350	10	14"	150	671 (26,4)	621 (24,5)	500 (19,68)	505	480	430	22x8	581 (23,3)	533,4	476,2	412,7	30x12	62 (136,68)
400	10	16"	150	721 (28,4)	671 (26,4)	600 (23,62)	565	515	482	23x16	641 (25,3)	586,9	538,7	488,9	30x16	76 (167,54)
500	10	18"	150	825 (32,5)	775 (30,5)	600 (23,62)	670	620	585	23x20	745 (29,4)	635	577,8	533,4	33x16	98 (216,04)

DIN 11851

FLOMID 1 FX

MX Electrónica compacta



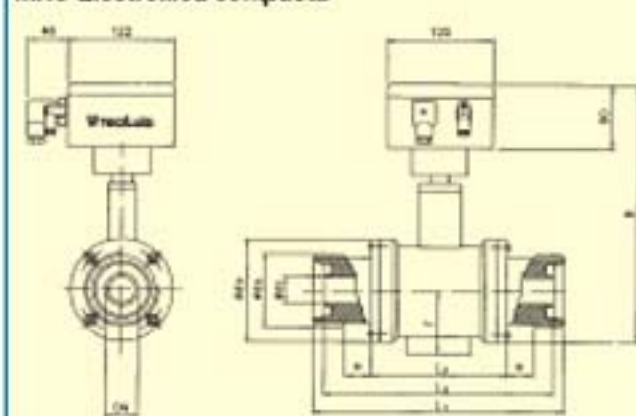
DIN 11851

FLOMID 1 FX

DN	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
NW Ø d ₁	10	16	20	26	32	38	50	66	81	100
Ø d ₅	Rd 28 ± 1,6'	Rd 34 ± 1,6'	Rd 34 ± 1,6'	Rd 42 ± 1,6'	Rd 50 ± 1,6'	Rd 65 ± 1,6'	Rd 78 ± 1,6'	Rd 95 ± 1,6'	Rd 110 ± 1,6'	Rd 130 ± 1,6'
H	28	28	28	28	29	29	29	31	27	28
Ø d ₃	80	64	70	80	90	100	114	144	160	180
A	268	272	275	290	296	290	300	310	318	328
L ₁		200			220		240		280	330
L ₂		182	188	206		226		264		310
L ₃		120		134		154		186		234
F	45	48	54	-	-	-	-	-	-	-

FLOMID 1...3 FX

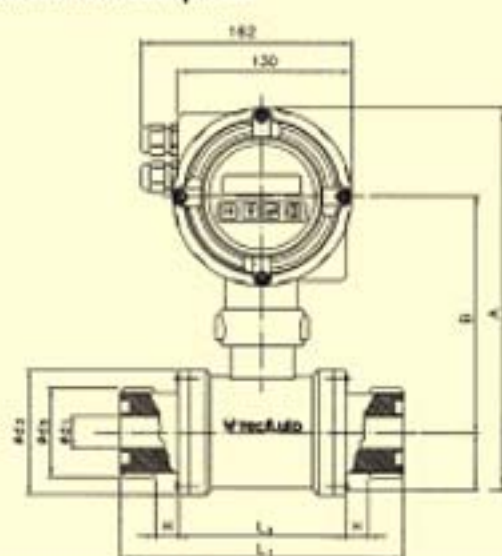
MXC Electrónica compacta



ISO 2853

FLOMID 3 FX

MX Electrónica compacta

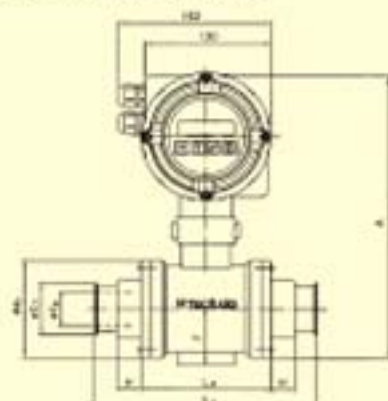
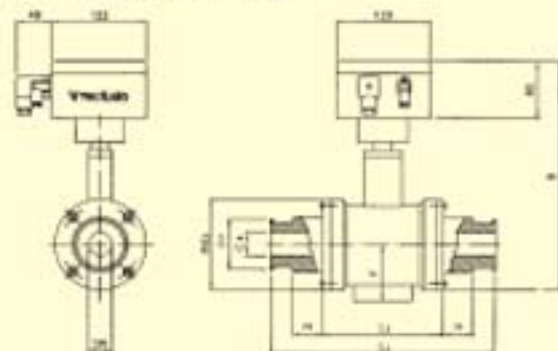


ISO 2853

FLOMID 3 FX

DN	25	32	38	51	63,5	76
NW Ø d ₁	22,5	29,5	35,5	48,5	60,5	72,9
Ø d ₅	Rd 40 ± 1,6'	Rd 48 ± 1,6'	Rd 55 ± 1,6'	Rd 70 ± 1,6'	Rd 85 ± 1,6'	Rd 98 ± 1,6'
H	25	25	25	25	25	25
Ø d ₃	80	80	100	114	144	160
A	280	288	290	300	310	318
L ₁		220		240		280
L ₂		134		154		186
Equival. DIN-DN	25	32	40	50	65	80




CLAMP ISO 2852:1993
FLOMID 6 FX
MX Electrónica compacta

MCX Electrónica compacta

CLAMP ISO 2852 : 1993
FLOMID 6 FX

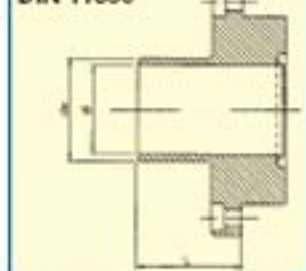
Wedge contact	•	•	1/2"	•	•	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
DN (pulg./mm)	6	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
• height mm	8	12	12,7	17,2	21,3	25	33,7	38	51	63,5	76,1	101,5
Ø C ₁	8	10	10,7	15,2	19,3	22,8	31,3	35,8	48,5	60,3	72,9	97,5
Ø C ₂	34	34	34	34	34	50,5	50,5	50,5	64	77,5	91	119
H	30	30	30	30	30	31	31	31	31	34	34	34
Ø C ₃	80	80	80	64	70	80	90	100	114	144	180	180
A	268	268	268	272	275	290	286	290	300	310	318	328
L ₂			120			134	154	186	234			
L ₁			200			220	240	280	330			
F	45	45	45	48	54	•	•	•	•	•	•	•


DIN 11850
FLOMID D10 FX

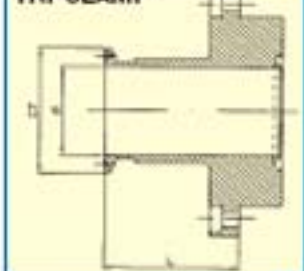
DN	10	15	25	40	50	65	80
d ₁	12(0,47)	18(0,71)	40(1,57)	52(2,05)	69(2,68)	83(3,27)	83(3,27)
d	10(0,38)	16(0,63)	26(1,02)	38(1,50)	50(1,97)	65(2,60)	81(3,19)
L	50(2)		63(2,48)		80(2,36)		

ISO 2853
FLOMID I38 FX

DN	15	20	25	40	50	65	80
R	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
L	50(2)		63(2,48)			80(2,36)	

DIN 11850

ISO 2037

ISO 2853

TRI-CLAMP

ISO 2037
FLOMID I70 FX

DN	10	15	25	40	50	65	80
d ₁	12(0,47)	18(0,71)	25,6(1,01)	38,6(1,52)	51,6(2,03)	64,1(2,52)	76,6(3,02)
d	10(0,38)	16(0,63)	22,6(0,88)	35,6(1,40)	48,6(1,87)	60,9(2,37)	72,9(2,87)
L	50(2)		63(2,48)		80(2,36)		

TRI-CLAMP
FLOMID D30 FX

DN	25	40	50	65	80	100
C ₁	50,4	50,4	64	77,8	91	119
d	22,1	34,8	47,5	60,2	72,9	87,4
L	63(2,48)			80(2,36)		

*Reste de cotes igual a FLOMID 1 (pág. 7)

() dimensiones en pulgadas

Materiales. Límite de t°, presión y vacío (t° de referencia 20°C)

DN	PTFE				PTFE / PVDF				PP				EBONITA			
	Flonid 2 FX, Flonid 4 FX				Flonid 0 FX Flonid 1, 3, 5, 7 FX				Flonid 0 FX				Flonid 2 FX, Flonid 4 FX			
	PN		Vacío ⁽¹⁾		PN		Vacío ⁽¹⁾		PN		Vacío ⁽¹⁾		PN		Vacío ⁽¹⁾	
	DIN2501 ⁽²⁾	ANSI B 16.5 ⁽⁴⁾	mbar	psi	DIN2501	ANSI B 16.5	mbar	psi	DIN2501	ANSI B 16.5	mbar	psi	DIN2501	ANSI B 16.5	mbar	psi
3			0	0												
6																
10	16 > 40	150 > 300	v	v	16	150 > 300	60	0,9	16	150 > 300	100	1,5				
15																
20			0	0			500	7,5			600	9				
25			80	1,2											100	1,5
32	16 > 40	150 > 300	v	v	16	150 > 300	100	1,5	16	150 > 300	180	2,7	16 > 40	150 > 300	v	v
40																
50			500	7,5			600	9			700	10,5			200	3
65	16 > 40	150 > 300	150	2,2	16	150 > 300	150	2,2	16	150 > 300	200	3	16 > 40	150 > 300	120	1,8
80			v	v			v	v			v	v			v	v
			650	9,7			700	10,5			800	12			250	3,7
100			250	3,7			300	4,5			380	5,7			280	4,2
			v	v			v	v			v	v				
125	16	150	750	11,2	10	150 > 300	800	12	10	150 > 300	900	13,5	16	150	v	v
	v		450	6,7			480	7,2			650	9,7	v			
			v	v			v	v			v	v				
150	40		800	12			900	13,5			1000	15	40		400	6
200			450	6,7											250	3,75
			v	v												
			900	13,5												
250	10	150	500	7,5									10	150	v	v
	v		v	v												
300			1000	15											450	6,7
350			750	11,2											500	7,5
400	40		v	v									40		v	v
500			1000	15											600	9
T ³	-20...+120°C				-20...+120°C				-10...+80°C				-20...+80°C			
Máxima	(-4...+248°F)				(-4...+248°F)				(14...+176°F)				(14...+194°F)			
Punta ⁽³⁾	130°C (266°F)				130°C (266°F)				—				—			

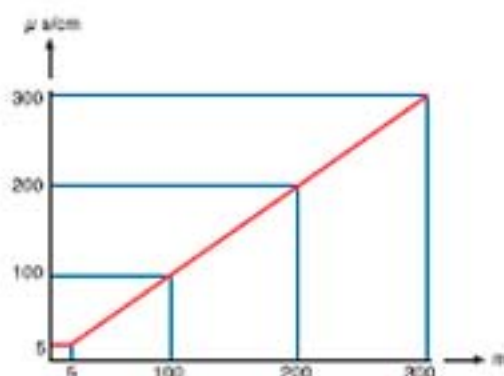
(1) En mbar absolutos (t° de referencia 20°C y 80°C (100°F y 176°F))

(2) Tiempo máxima 30". Baje demanda (t° de trabajo hasta 180°C, PNUD ... PNC00 baje demanda.

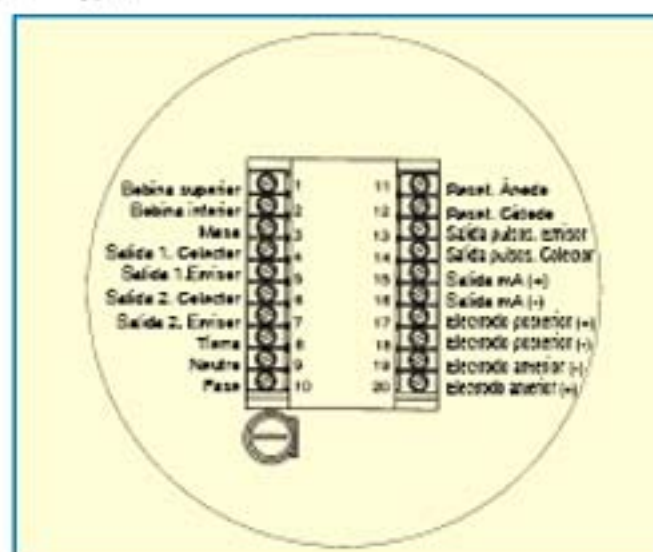
(3) bar

(4) lbs

Conexión



- Cables para montaje separado:
PAR-POS 2 x 2 x 0,34 (recomendado)



Electrónicas de Control MX y MCX

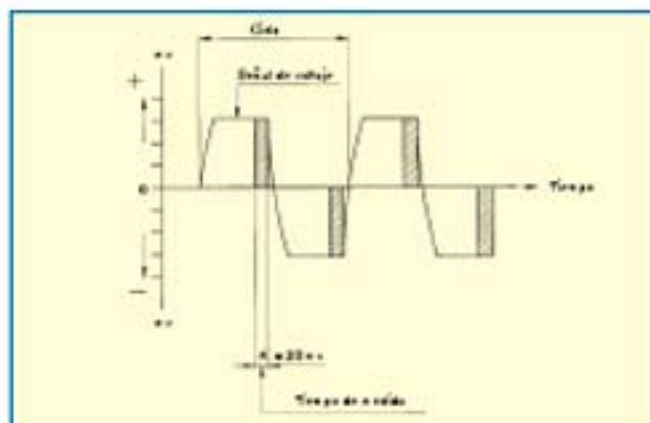
Disponemos de diferentes opciones de indicación de caudal, controles de máximo/mínimo caudal, transmisores 0...4-20 mA, salidas de pulsos etc., compatibles con los diferentes tipos de sensor FLOMID FX, en versión COMPACTA o ELECTRONICA SEPARADA DEL SENSOR.

Montaje Compacto (Electrónica más Sensor)

- INDICADOR LOCAL, salida mA, pulsos, alarmas, etc.
Serie MX
- SALIDAS mA y pulsos (sin indicador)
Serie MCX/T ... FT ... FI

Montaje Separado (Electrónica MURAL/TUBULAR y Sensor)

- INDICADOR LOCAL, salida mA, pulsos, alarmas, etc.
Serie MX/M ... T
- SALIDAS mA y pulsos (sin indicador)
Serie MCX/T ... M-T
Serie MCX/FT ... M-T
Serie MCX/FI ... M-T



Nota: No existe diferencia entre las electrónicas COMPACTAS y SEPARADAS. Las electrónicas SEPARADAS se suministran con el accesorio M o T y la longitud de cable solicitado.

Datos Técnicos de las Electrónicas

Serie MX (Compacta) y serie MX-M y MX-T (Separada)

- Caja de fundición de aluminio protección plástica (Poliánida 11). Protección IP 67
- Programación por teclas táctiles frontales
- Electrónica con separación galvánica entre sensor y todas las salidas
- Contador parcial y total
- Preselector de volumen, con puesta a cero remota
- Campo magnético: 6,25 Hz onda cuadrada a 50 Hz
7,5 Hz onda cuadrada a 60 Hz
- Alimentación: 12 V, 24 V, 110 V, 120 V, 220 V,
240 V ac, $\pm 10\%$, 50 ó 60 Hz
24 Vdc
(Otras opciones bajo demanda)
- Consumo: <10 VA
- Caudal mínimo: Programable
- Rango de medida: 0...10 m/s
- Display: 16 caracteres x 2 líneas LCD
6 idiomas seleccionables y programa de auto-edición en otros idiomas
- Indicación del caudal: Unidades programables por el usuario
- Totalizador volumétrico hasta 9.999.999
- Preselección de volumen: Unidades programables por el usuario
- Salida analógica: 4-20 mA programable
- Salida Modo Pulsos Programable:
Caudal x Pulsos/unidad de volumen ≤ 2 pulsos/s
- Salida Modo Frecuencia: 10...1000 Hz

- Salidas lógicas: Dos salidas programables, sobre el caudal máximo-mínimo, o confirmación tubería llena, o dirección del fluido, o preselección
- Filtro: Tiempo de integración programable de 0,1 ... 25,5 s
- Linealidad: 0,1%
- Deriva del cero: 0,05%
- Deriva por temperatura: 0,015% / °C
- Tª de trabajo ambiente: -10 ... +60°C



La Serie MCX con Microprocesador, soluciona de forma segura y económica, la mayoría de procesos industriales, que precisan controles específicos como:

- **Transmisor Analógico mA y pulsos (MCX/T ... M/T)**
Aplicación en medidores de panel, unidades de control como autómatas.
- **Transmisor Analógico mA de respuesta rápida (MCX/FT ... M/T)**
Para procesos de control que precisen un tiempo de respuesta instantánea.
- **Transmisor de pulsos de respuesta rápida (MCX/FI ... M/T)**
Para procesos de dosificación, que precisen respuesta instantánea.

Electrónicas compactas MCX/T ... FT ... FI

Electrónicas separadas MCX/T ... M/T*

MCX/FT ... M/T*

MCX/FI ... M/T*

*M = Montaje Mural / *T = Montaje Tubular

Transmisores

Características Técnicas

FLOMID MCX/T, MCX/FT y MCX/FI



Nota: No existe diferencia entre las electrónicas COMPACTAS y SEPARADAS. Las electrónicas SEPARADAS, se suministran con el accesorio M o T y la longitud de cable solicitado.

Modelo de Sistema Electrónico de Medida

	FLOMID MCX/T	FLOMID MCX/FT	FLOMID MCX/FI
Caja IP-65 (Aluminio Plástico - Poliamida 11)	si	si	si
Separación Galvánica:			
Entre cuerpo medidor y salidas	si	no	si/no
Dirección del fluido:			
Por Jumpers	si	si	si
Automático	no	no	no
Campos magnéticos			
Onda cuadrada 6,25 Hz a 50 Hz	si	no	no
Onda cuadrada 7,5 Hz a 60 Hz	si	no	no
Onda cuadrada 12,5 Hz a 50 Hz	no	si	si
Onda cuadrada 15 Hz a 60 Hz	no	si	si
Tiempo de respuesta ms	± 2500 ms	200 ms	200 ms
Alimentación +10%	si	si	si
12 V, 24 V, 110 V, 120 V, 220 V, 240 V a 50 y 60 Hz	confirmar en pedido	confirmar en pedido	confirmar en pedido
Consumo MENOR DE	<10 VA	<10 VA	<10 VA
Salidas analógicas	si	si	-
0-5 V, 0-10 V, 1-5 V, 2-10 V, 0...4-20 mA	confirmar en pedido	confirmar en pedido	-
Pulsos de salida estándar	0...100 Hz / 0...1000 Hz	no	-
1, 10, 100 pli (otros bajo demanda)	-	-	si
Rango de medida	0,15...10 m/s	0,15...10 m/s	0,15...10 m/s
3 salidas final de escala seleccionados por jumpers	no	0-100 % f.e.* 0-50 % f.e.* 0-25 % f.e.*	no
Caudal mínimo (3% de Q nominal a 5 m/s)	0,15 m/s	0,15 m/s	0,15 m/s
Linealidad	0,3 %	0,3 %	0,3 %
Deriva del Cero	0,15 %	0,15 %	0,15 %
Tª de trabajo	-10 +60°C	-10 +60°C	-10 +60°C
Deriva por Tª	0,015 % / °C	0,015 % / °C	0,015 % / °C

* Fonde escala



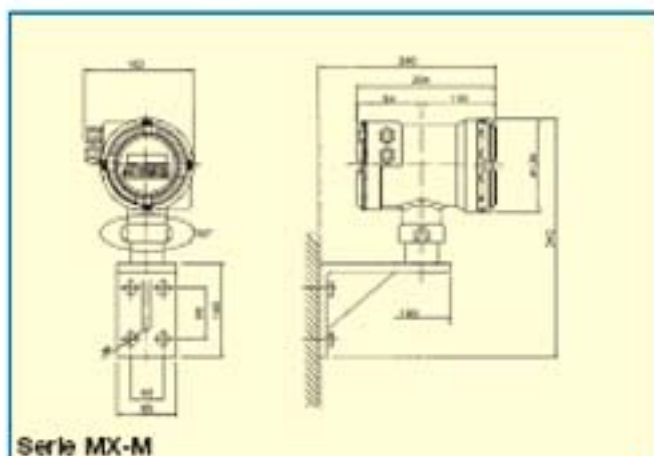
Electrónica MCX/T-M...T, MCX/FT-M...T,
MCX/FI-M...T (Electrónica separada)



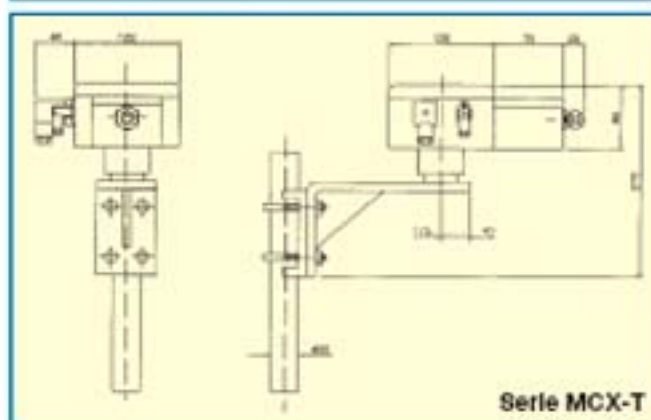
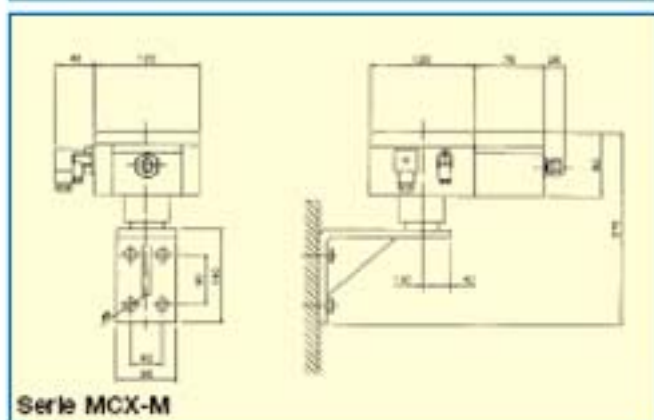
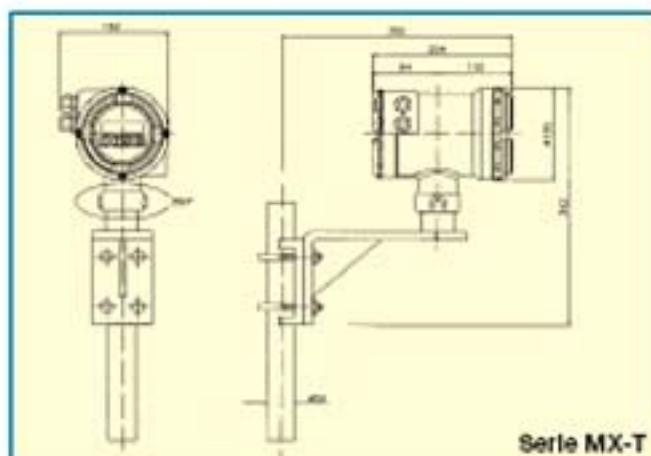
Flomid MCX/T, MCX/FT, MCX/FI
(Electrónica compacta)



Electrónica Mural



Electrónica Tubular



Estamos a su servicio, consúltenos.
TECFLUID diseña y fabrica medidores e instrumentación para gases y líquidos, utilizando las técnicas más avanzadas.
Soliciten información llamando al teléfono nº: 933 724 511



C/ Narcís Monturiol, 33 - 08950 SANT JUST DESVERN (BARCELONA)
Internacional: Teléfono: 34-93 872 45 11 - Fax: 34-93 473 08 54
www.tecfluid.com - e-mail: tecfluid@tecfluid.com

Las diferentes formas y medidas de los aparatos descritos en este folleto, pueden ser modificadas, sin previo aviso si las innovaciones técnicas en nuestros procesos de fabricación lo requieren.

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

8. MICROTALCO NATURAL.

FICHA TÉCNICA

TALCOLIVA®

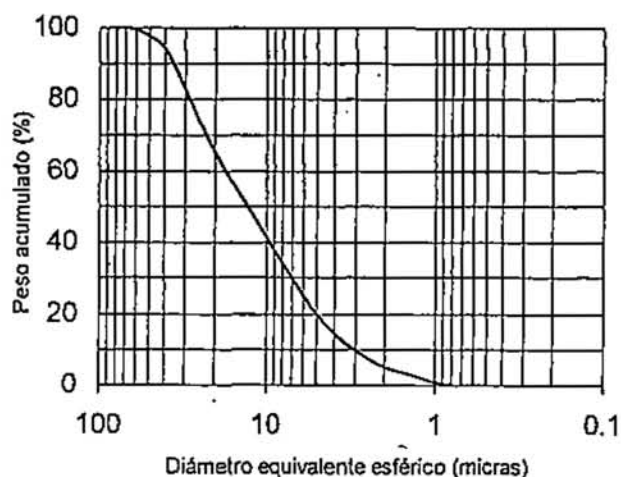
Talco natural, estable, físicamente y químicamente inerte, de estructura laminar. Talcoliva ha sido específicamente desarrollado para su utilización como coadyuvante tecnológico para la producción de aceite de oliva virgen.

GRANULOMETRÍA

Sedigraph 5100

d50 = 12,1 µm

Análisis Granulométrico



ANÁLISIS QUÍMICO

Fluorescencia de rayos X

SiO ₂	45 %
MgO.....	27 %
Al ₂ O ₃	8,7 %
Fe ₂ O ₃	7,3 %
CaO.....	1,1 %

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ISO 787/10
ISO 787/11
EN 1097/3
BET
ISO 787/2
ISO 787/9
ISO 787/5

Densidad.....	2,78 g/cm ³
Densidad aparente comprimida.....	1,10 g/cm ³
Densidad aparente no comprimida.....	0,60 g/cm ³
Superficie específica.....	6 m ² /g
Humedad (105° C).....	< 0,5 %
pH	9.0
Absorción de aceite	30 ml/100 g

CONFORMIDAD A LA NORMATIVA ACTUAL DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

A Reglamento (CE) 1513/2001

La utilización del talco es conforme al criterio de producción de aceite de oliva virgen definido en el citado reglamento.

Los datos reflejados en esta ficha técnica representan valores medios estadísticos, y no deben ser considerados como garantía contractual.

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.

9. BIBLIOGRAFÍA.

9. BIBLIOGRAFÍA.

- **(Alloy Wire Internacional, 2004)** Información técnica.
- **(Amirante, 1993)** Evolución tecnológica de las instalaciones de extracción del aceite de oliva. Olivae nº 48.
- **(Amirante, 1995)** La extracción de aceite de oliva virgen por centrifugación: aspectos fluidodinámicos y valoración de nuevas soluciones en materia de instalaciones de oleifacción. Olivae. Nº 57, junio 1995.
- **(Angerosa, 2000)** Virgin olive oil differentiation in relation to extraction methodologies. J. Sci. Food Agri. 80.
- **(Angerosa, 2001)** Influence of malaxation temperature end time on the quality of virgin olive oils. Food chemistry, 72 (2001)
- **(Asoliva, 2004)** WWW:asoliva.es
- **(Boskou, 1998)** Química y tecnología del aceite de oliva.
- **(Cantos, 1983)** Características físicas de la pasta de aceituna. Grasas y aceites. Vol, 34, Fasc. 1 (1983)
- **(CEE 2568/91)** 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.
- **(CIFA, 1996)** Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Junta de Andalucía.
- **(Civantos, 1998)** Obtención del aceite de oliva virgen.
- **(Codex, 1989)** Norma Codex para los aceites de oliva vírgenes y refinados y los aceites refinados de orujo de aceituna. Codex Stan 33-1981 (Rev. 1-1981)
- **(COI, 1992)** Enciclopedia del olivo. Consejo Oleícola Internacional.

- **(COI, 2003)** Consejo Oleícola Internacional. Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva.
- **(COI, 2003)** Producción mundial de aceite de oliva. Consejo Oleícola Internacional. Julio 2003.
- **(Di Giovacchino, 2002)** Influence of olive processing on virgin olive oil quality. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 104 (2002).
- **(Espínola, 1995)** Simulación del decantador centrífugo en la extracción de aceite de oliva virgen. VII Simposio andaluz del alimento.
- **(Espínola, 1997)** Evolución de costes para la determinación de la capacidad de producción de una almazara. Grasas y aceites. Vol. 48, fasc. 1 (1997)
- **(Espínola, 2000)** Centrifugación de la pasta de aceituna para la obtención de aceite de oliva virgen. Alimentación. Equipos y tecnología. Junio, 2000.
- **(García, 2001)** Improvement of phenolic compounds content in virgin olive oils by using enzymes during malaxation. Journal of food engineering. 48 (2001).
- **(González-Quijano, 1997)** Relación entre los polifenoles y la calidad y estabilidad del aceite de oliva virgen. Grasas y aceites, Vol. 28 Fasc. 2 (1977).
- **(Guiamiguelín, 2004)** WWW:guiamiguelin.com
- **(Hermoso, 1995)** Elaboración del aceite de oliva virgen mediante sistema continuo de dos fases. Influencia de diferentes variables del proceso en algunos parámetros relacionados con la calidad del aceite. Grasas y aceites, Vol. 46, Fasc. 4-5 (1995).
- **(Ibarz, 1998)** Transmisión de calor en alimentos en tanques agitados encamisados. Alimentación. Equipos y tecnología. Noviembre 1998.
- **(Infoolivo, 2004)** WWW.infoolivo.com

- **(Kiritsakis, 1992)** El aceite de oliva.
- **(MAP, 2003)** Campaña oleícola 2002/03. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **(Martínez, 1974)** Elaboración del aceite de oliva por centrifugación en continuo. Grasas y aceites, Vol. 25, Fasc. 3 (1974).
- **(McCabe, 1998)** Operaciones unitarias en Ingeniería química.
- **(Megyesy, 1995)** Manual de recipientes a presión.
- **(Morrison, 1998)** Química orgánica.
- **(Perez, 1998)** Química industrial. Universidad de Sevilla.
- **(Perry, 2001)** Manual del ingeniero químico.
- **(Pineda de los Infantes, 2000)** Calidad en aceite de oliva. Alimentación, equipos y tecnología. Junio, 2000.
- **(Psomiadou, 2003)** Proposed parameters for monitoring quality of virgin olive oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 105 (2003)
- **(Ranalli, 1995)** Integral centrifuges for olive oil extraction, at the third millenium thershold transformation yields.
- **(Ranalli, 2001)** Malaxing temperature effects volatile and phenol composition as qell as other analytical features of virgin olive oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 103 (2001).
- **(RAP)** Reglamento de aparatos a presión.
- **(Rodriguez, 2000)** Introducción a la termodinámica.
- **(Roncero, 1965)** Componentes químicos de la aceituna II. La presencia de diglicéridos naturales en la acietuna y en el aceite de oliva virgen. Grasas y aceites, Vol. 16 Fasc. 1 (1965)
- **(Roncero, 1965)** Químca del olivo. Los componentes orgánicos. Grasas y aceites. Vol. 16 Fasc. 6. (1965)
- **(Roncero, 1970)** Cambios en los polifenoles de la aveituna durante la maduración.

- **(Roncero, 1970)** Transformaciones de los glicéridos durante la maduración de la aceituna.
- **(Rosales, 1989)** Determinación de la estabilidad oxidativa de aceites de oliva vírgenes: comparación entre el método del oxígeno activo (AOM) y el método Rancimat. Grasas y aceite Vol. 10 Fasc. 1 (1989).
- **(Suffo, 2003)** Diseño de elementos en la industria química. Universidad de Cádiz.
- **(Svarousky, 1990)** Solid-liquid separation.
- **(Talcoliva, 2004)** Dossier informativo de Talcoliva.
- **(Tecamyser, 2004)** Información técnica.
- **(Toro, 2003)** Estudio de las características de la almazaras andaluzas. Junta de Andalucía.
- **(Tuck, 2002)** Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects, Journal of nutritional biochemistry 13 (2002)
- **(Velasco, 2002)** Oxidative stability of virgin olive oil. Eur, J, Lipid Sci. Technol. 104 (2002)
- **(Visioli, 2002)** Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. Medicinal research reviews Vol. 22, Nº 1,



**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE
DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

**DOCUMENTO Nº 2
PLANOS**

PROYECTO FIN DE CARRERA
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ



JUAN MANUEL DELGADO RUIZ

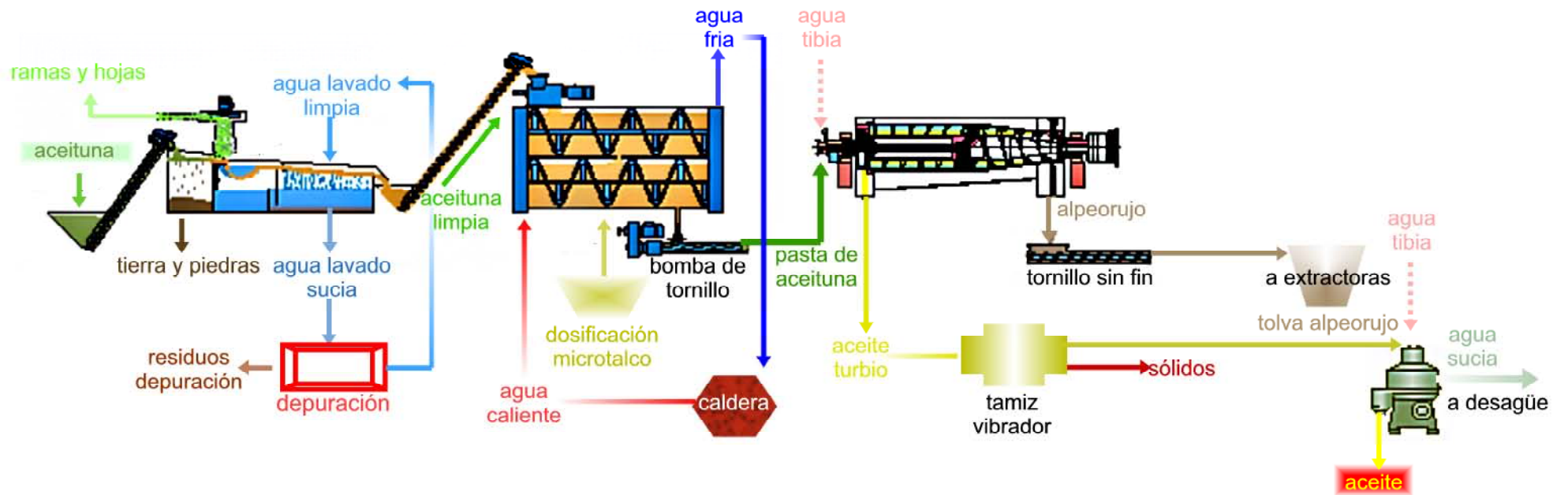
RECEPCIÓN
ACEITUNA

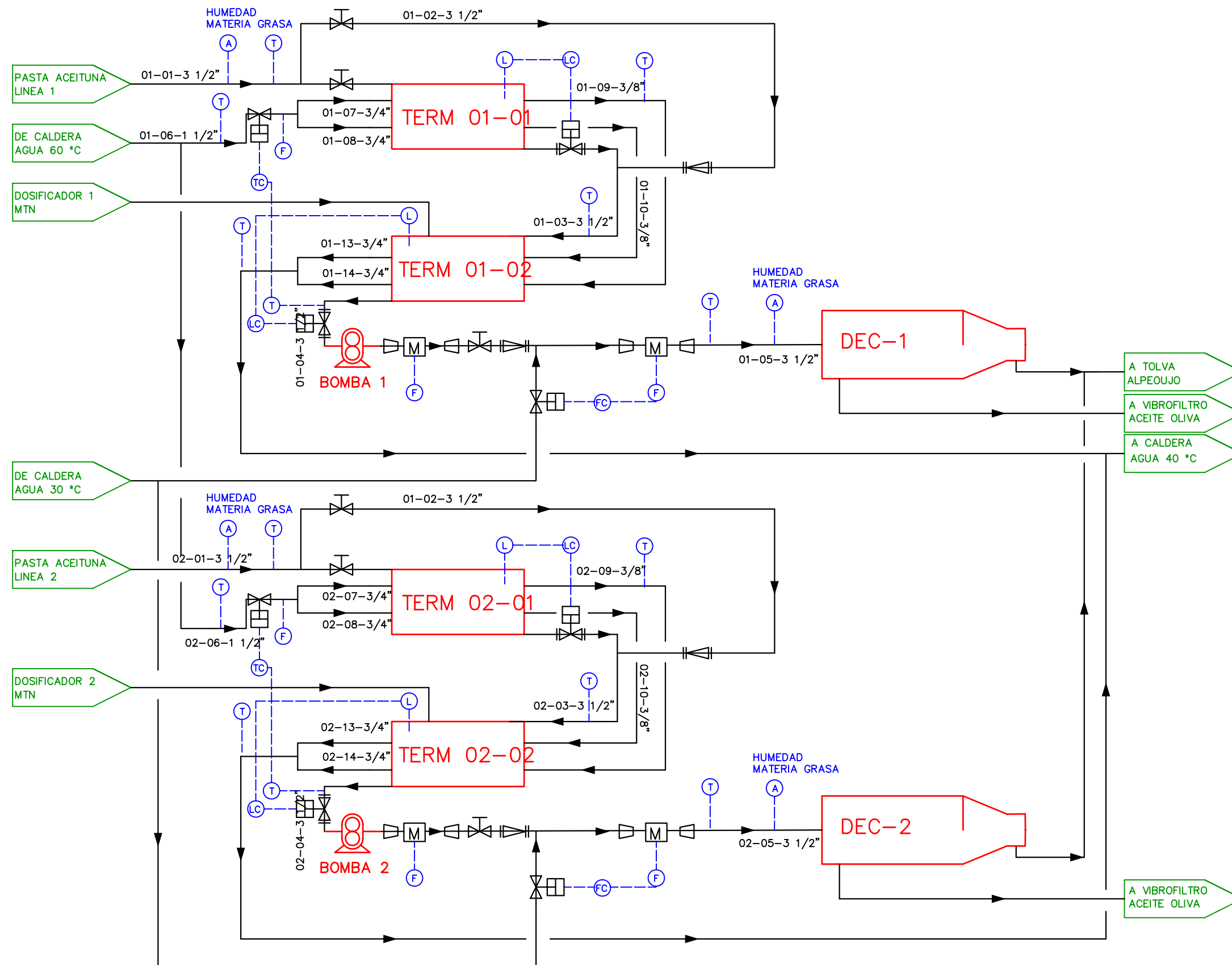
LAVADO Y
DESHOJADO


MOLIENDA Y
TERMOBATIDO

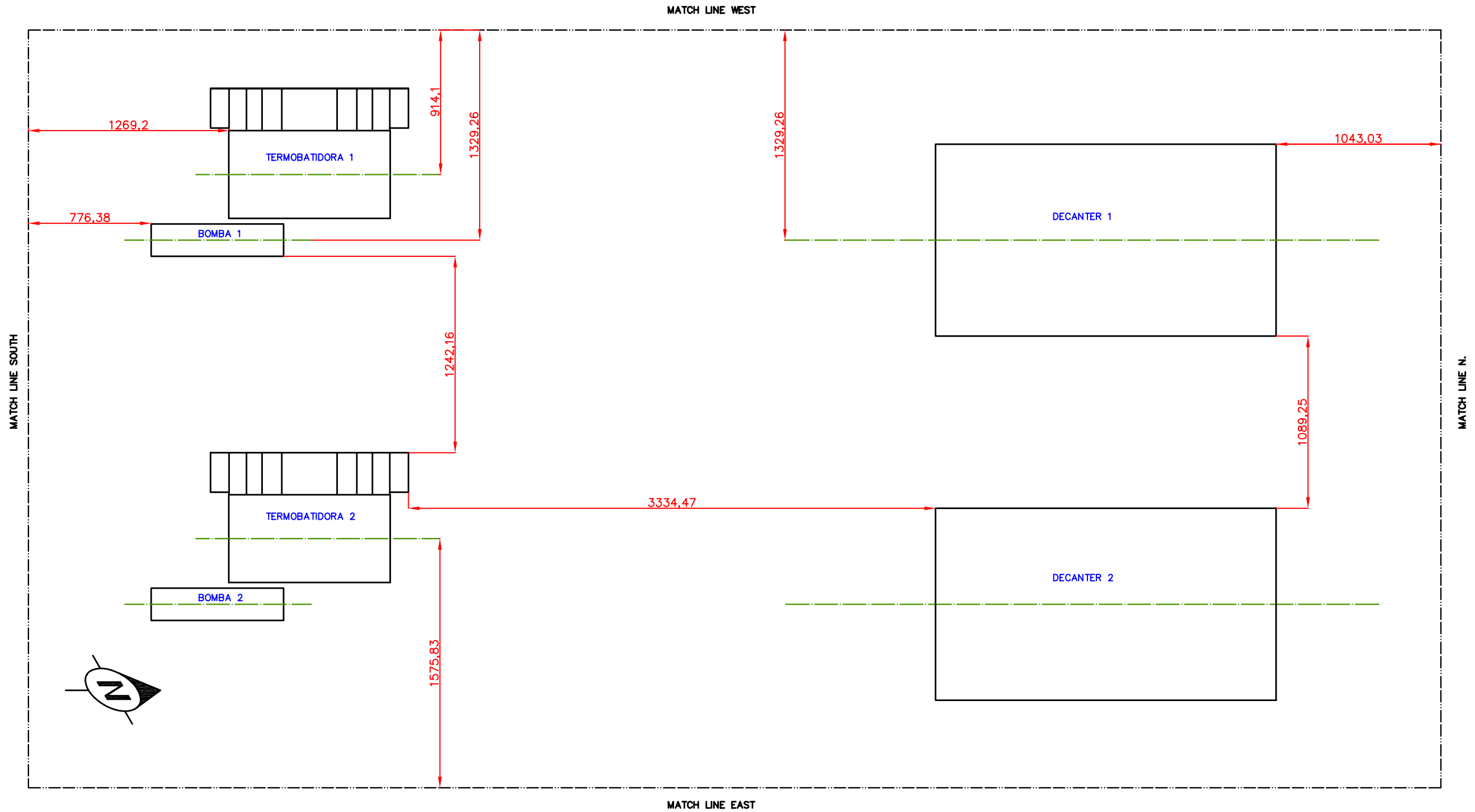
SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO

SEPARACIÓN
LÍQUIDO-LÍQUIDO





	DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN	
ESCALA --	AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz FECHA: 02-09-2004 COTAS: --	FIRMA:
PLANO N° 2	DIAGRAMA DE PROCESO. P&I ZONA DE EXTRACCION	



DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

ESCALA
1:30

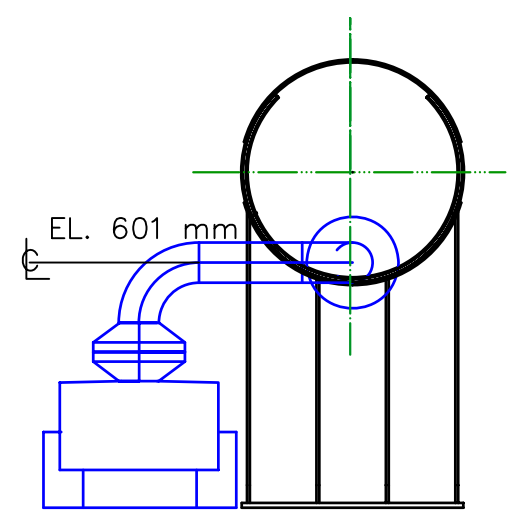
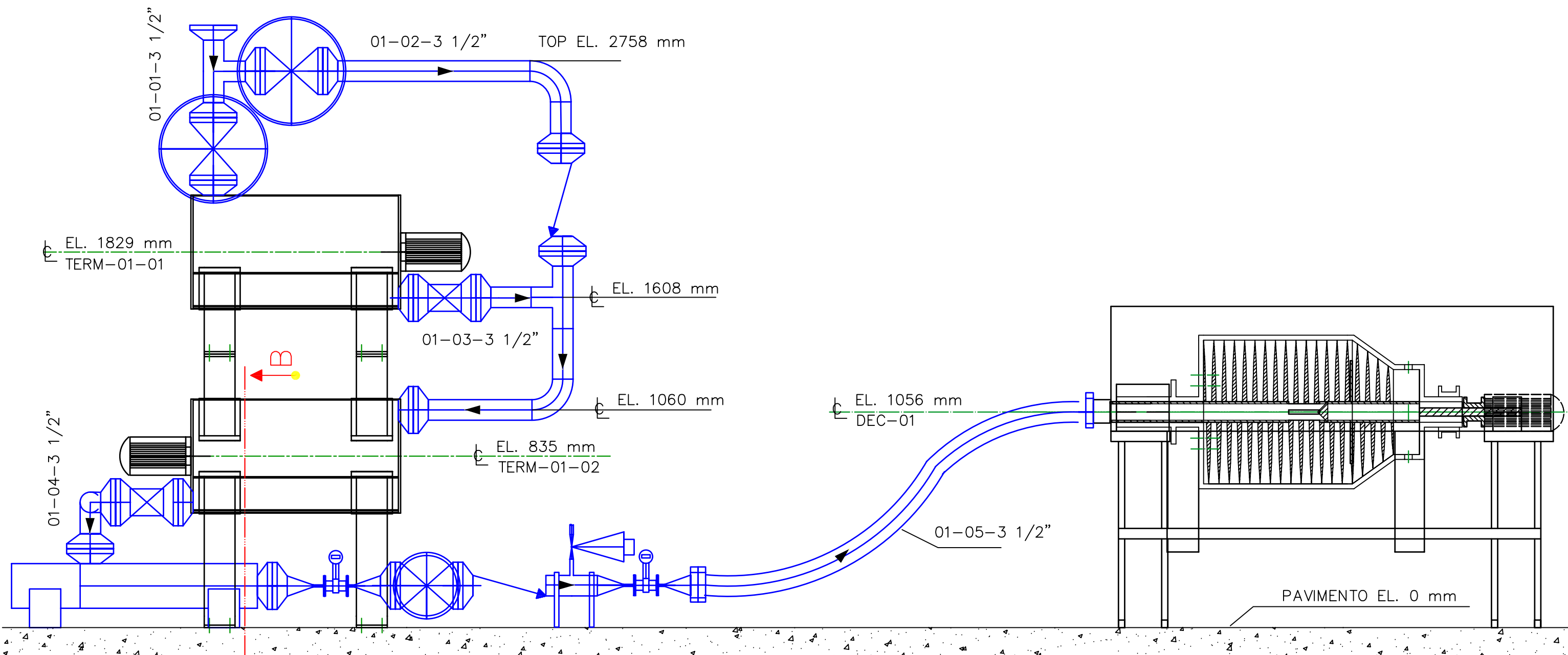
AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz

FIRMA:


FECHA: 02-09-2004 COTAS: mm

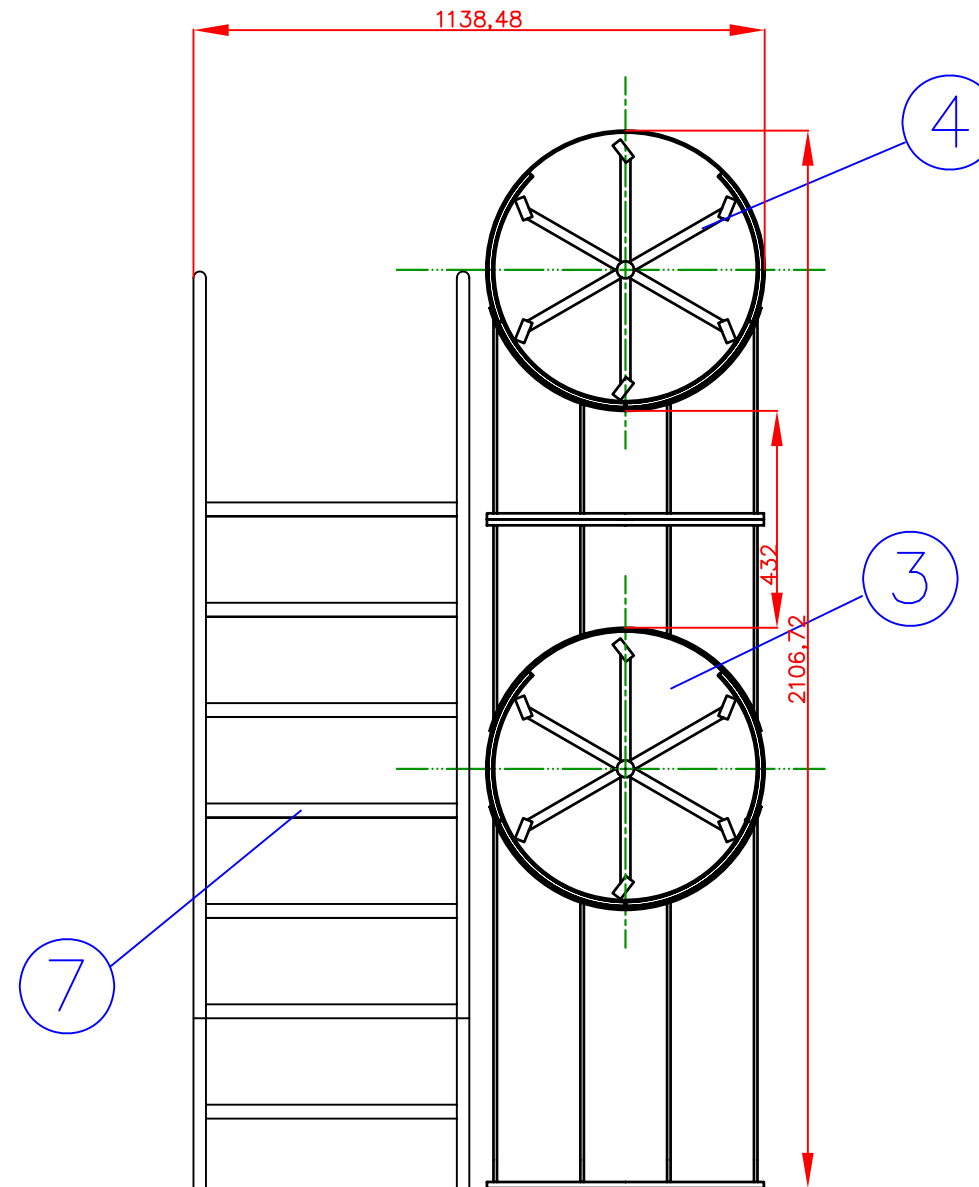
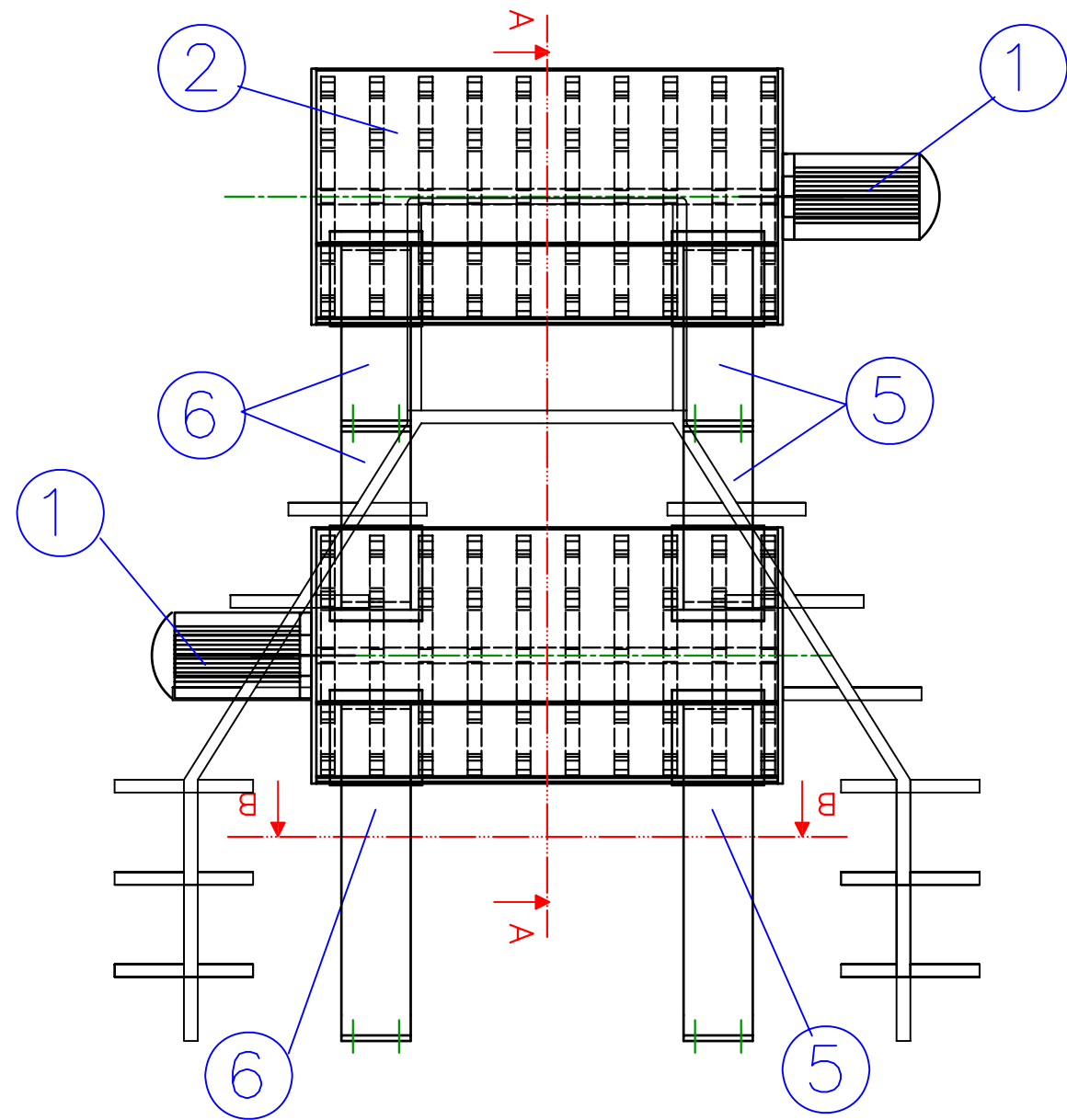
PLANO N°
3

DISTRIBUCION EN PLANTA.
ZONA DE EXTRACCION.



SECCION B-B

	DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN	
	ESCALA 1:20	AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz FECHA: 02-09-2004 COTAS: --
PLANO N° 4	ALZADO ZONA DE EXTRACCION	



SECCION " A-A "

NUM.	DESCRIPCION	PLANO
1	MOTOR	--
2	MOD. SUPERIOR	6
3	MOD. INFERIOR	6
4	AGITADOR	6
5	CUNA FIJA	7
6	CUNA DESLIZANTE	7
7	PLATAFORMA	--



SECCION " B-B "



DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

ESCALA
1:16

AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz

FIRMA:

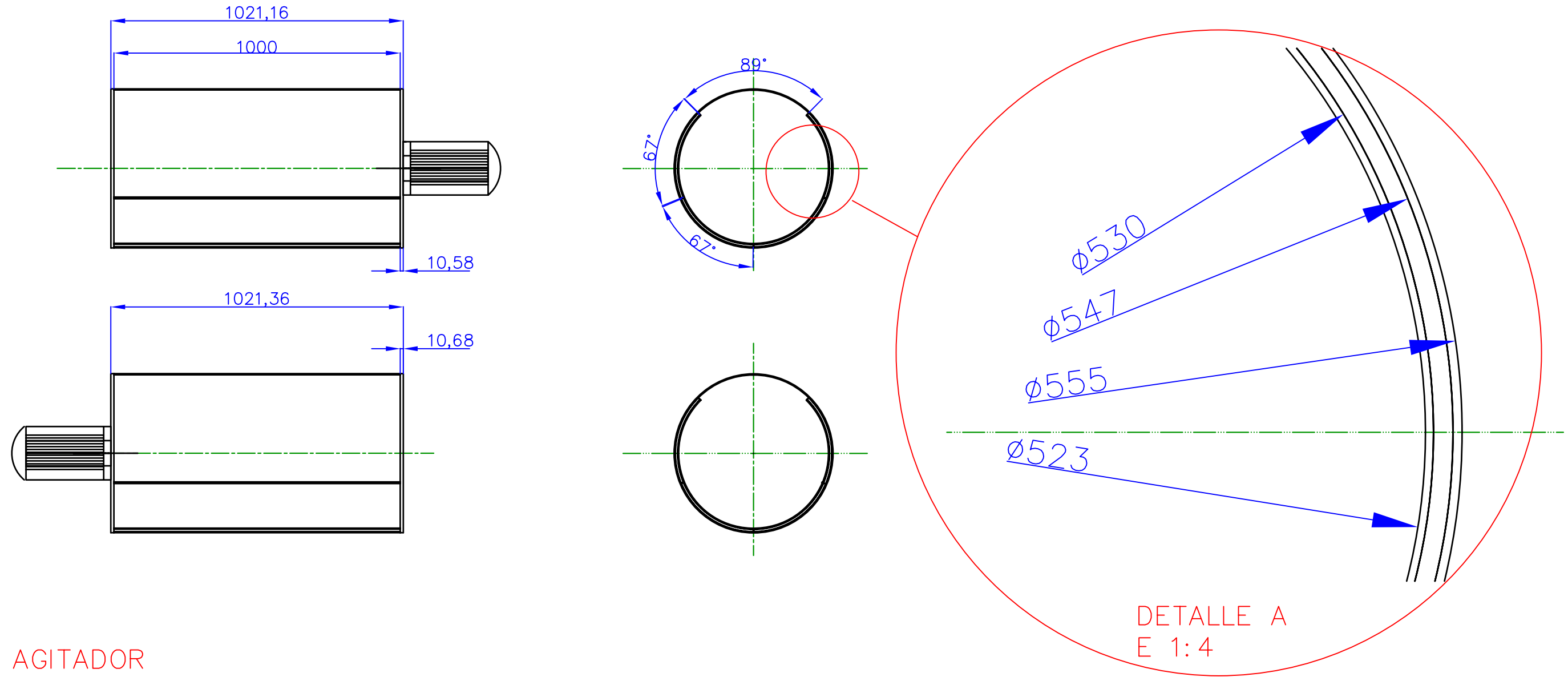
FECHA: 02-09-2004

COTAS: mm

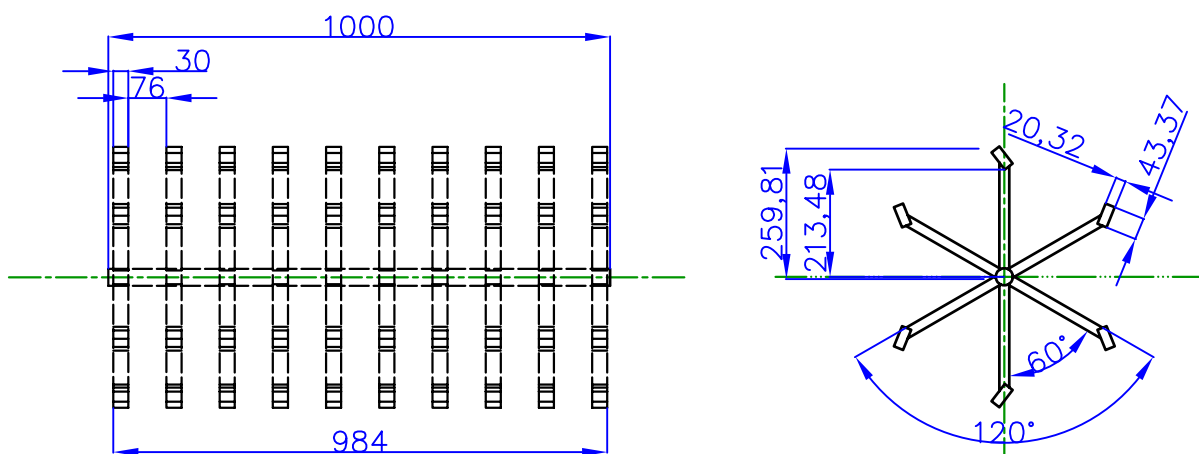
PLANO N°
5


TERMOBATIDORA
CONJUNTO

2, 3. MODULOS SUPERIOR E INFERIOR.

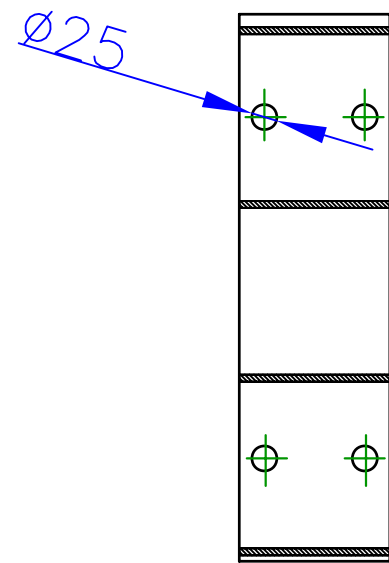
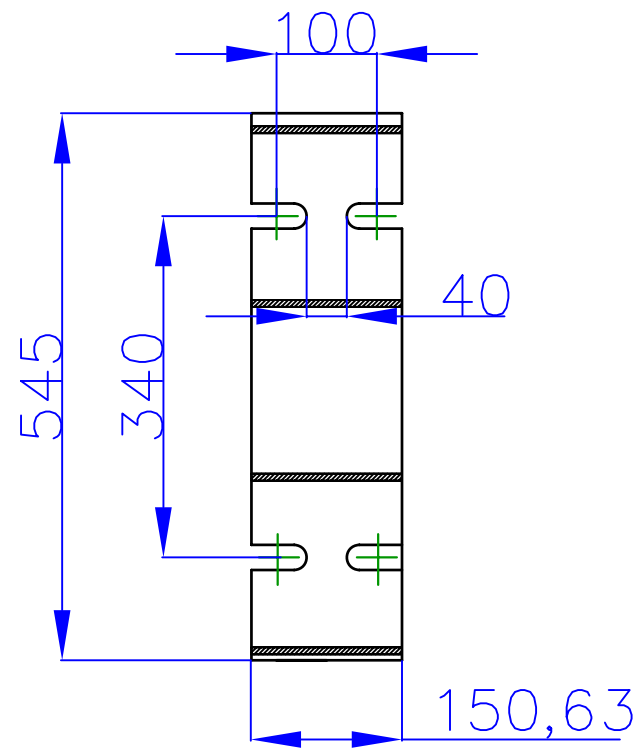
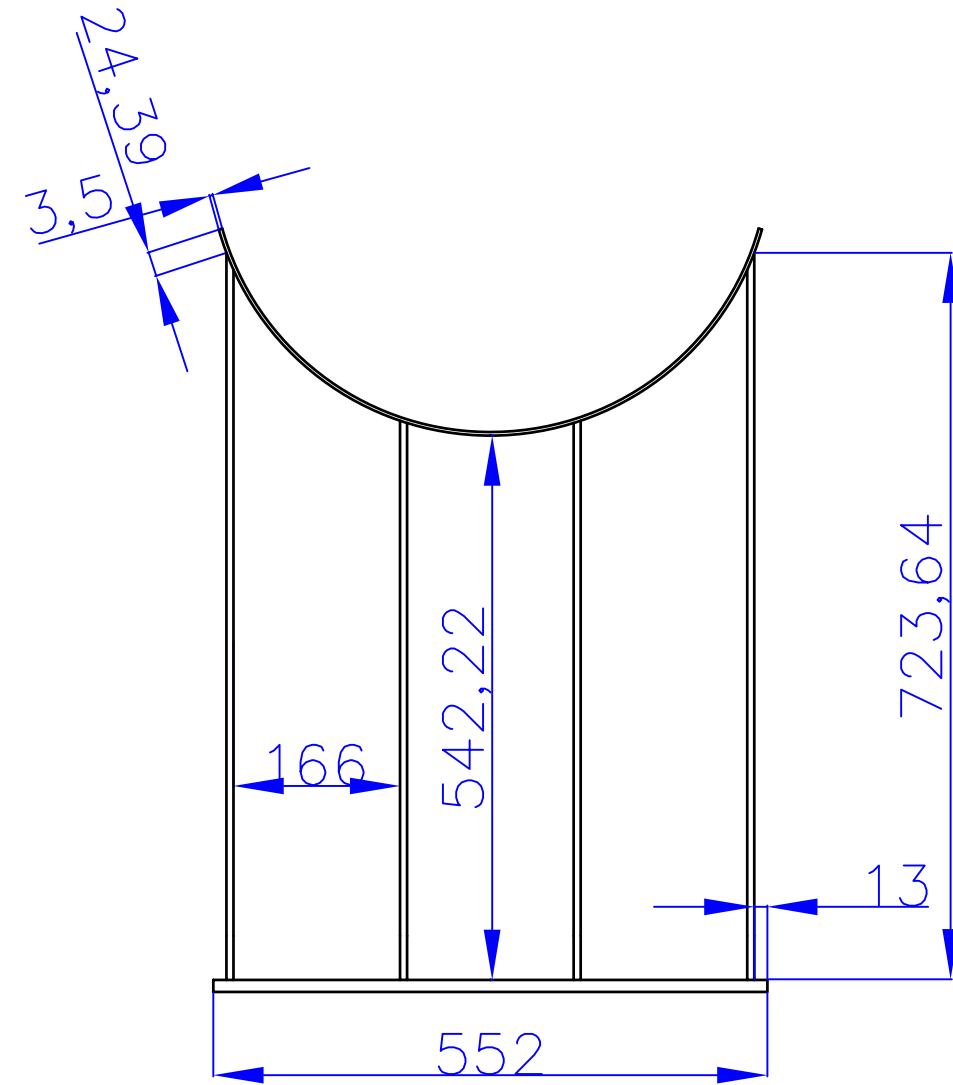
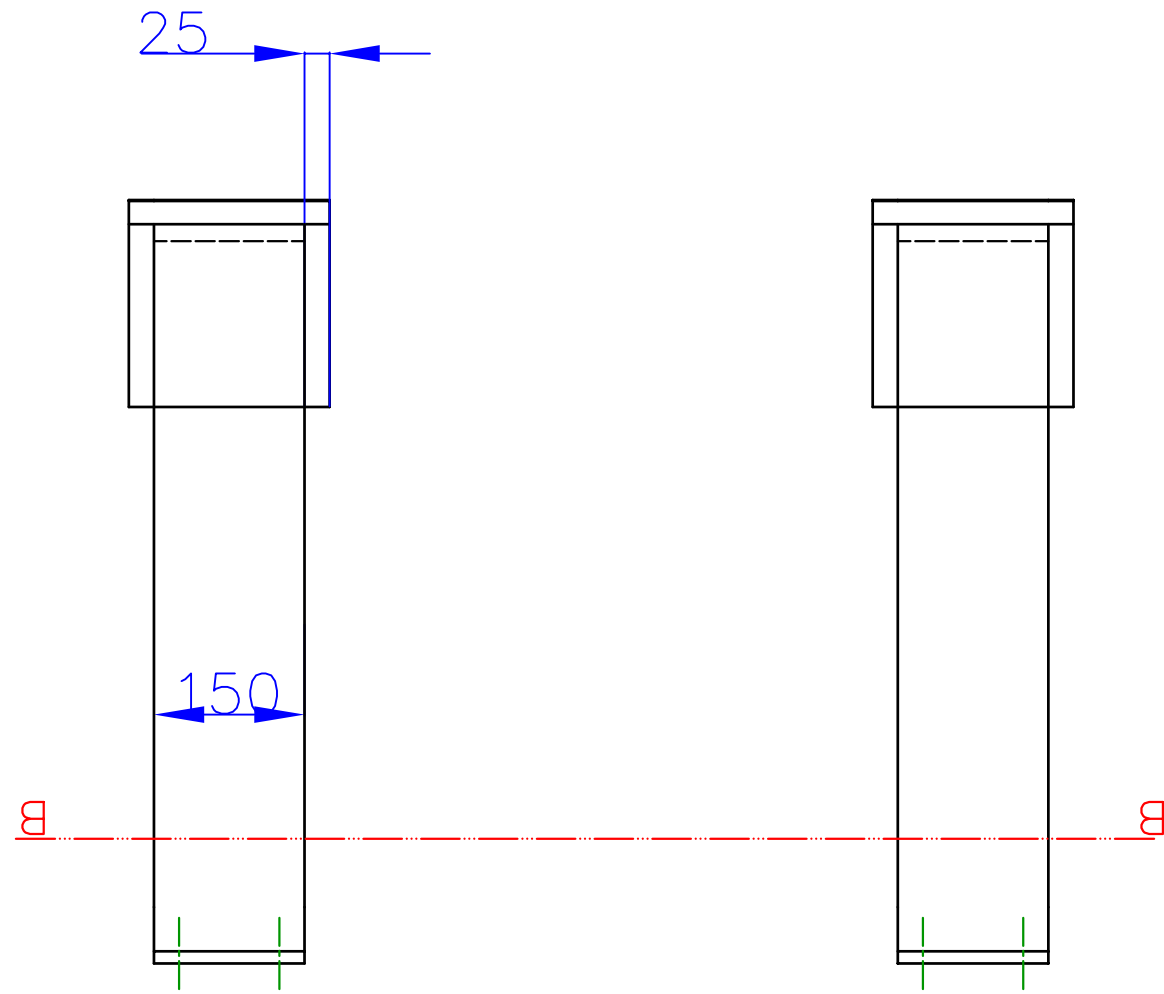


4. AGITADOR




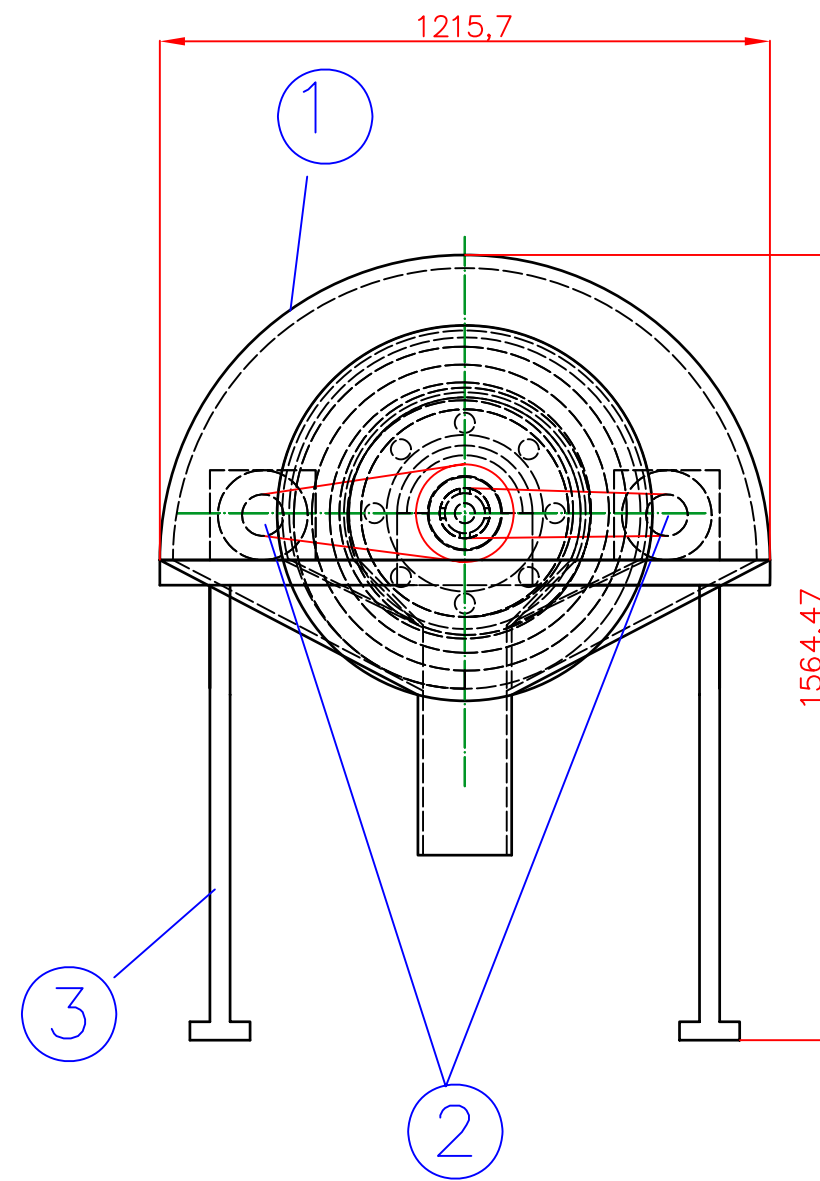
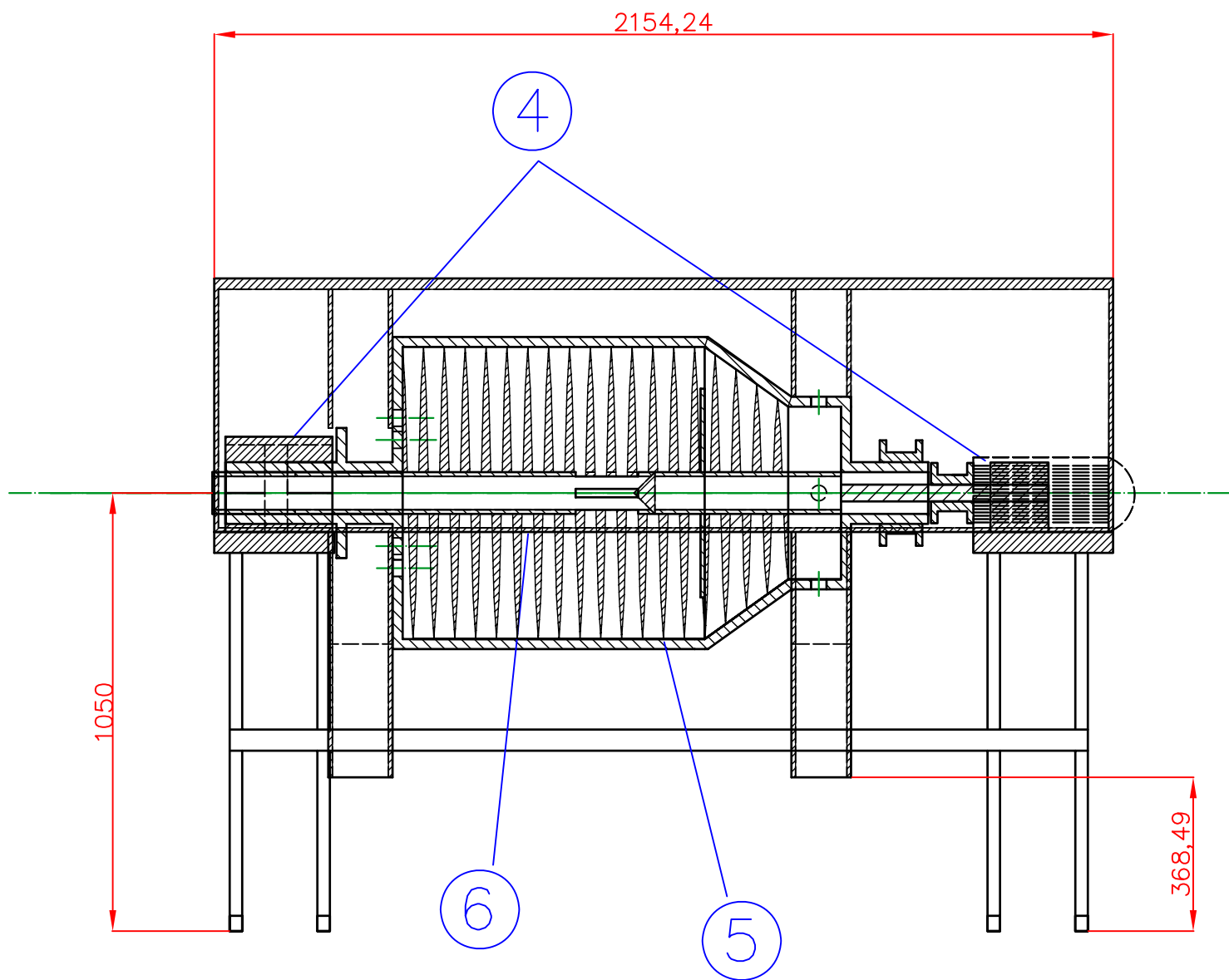
	DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN	
	ESCALA 1:16	AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz FECHA: 02-09-2004 COTAS: mm
PLANO N° 6	TERMOBATIDORA. DESPIECE I.	

5, 6. CUNAS FIJA Y DESLIZANTE.



SECCION " B-B "

	DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN	
	ESCALA 1:8	AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz FECHA: 02-09-2004 COTAS: mm
PLANO N° 7	TERMOBATIDORA. DESPIECE II.	



NUM.	DESCRIPCION	PLANO
1	CARCASA	9
2	MOTOR	--
3	SOPORTE	9
4	RODAMIENTOS	--
5	BOL	9
6	ROTOR	10



DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

ESCALA
1:16

AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz

FIRMA:

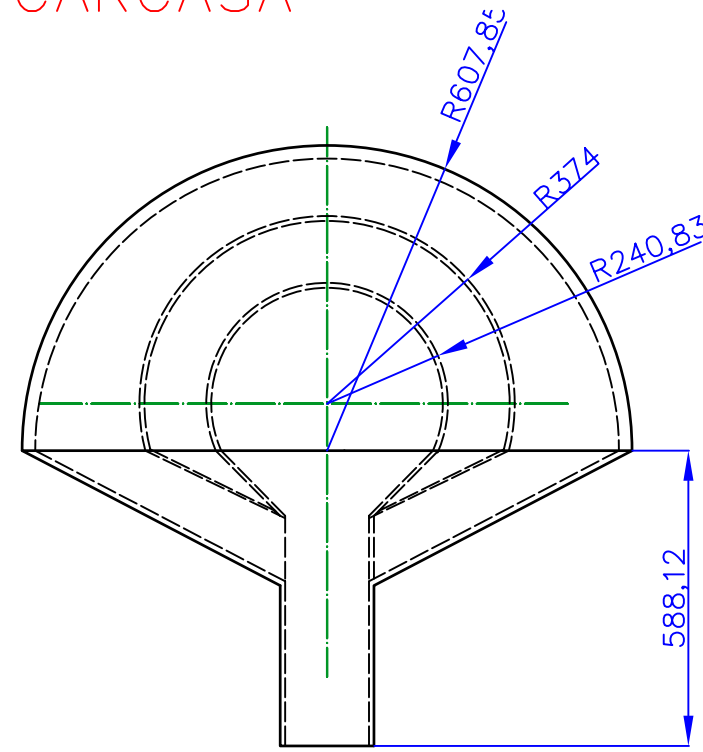
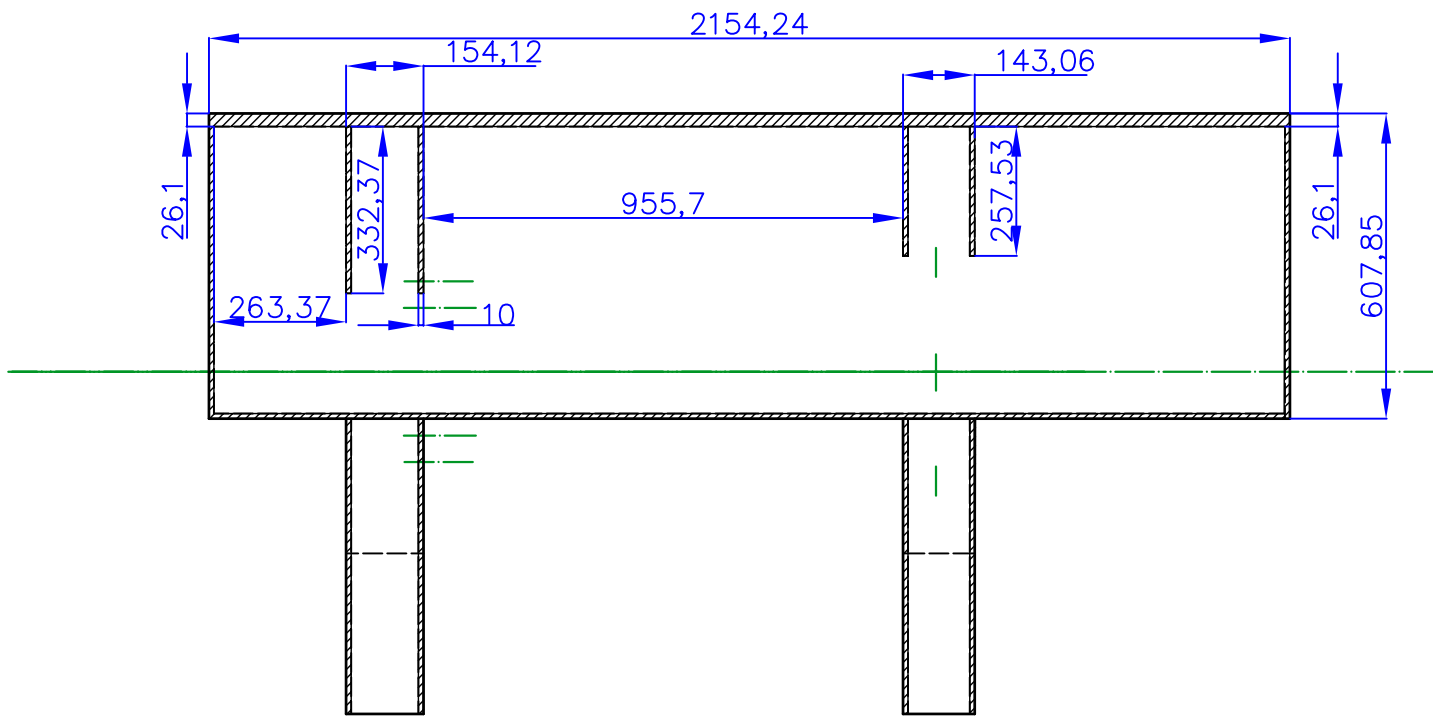
FECHA: 02-09-2004

COTAS: mm

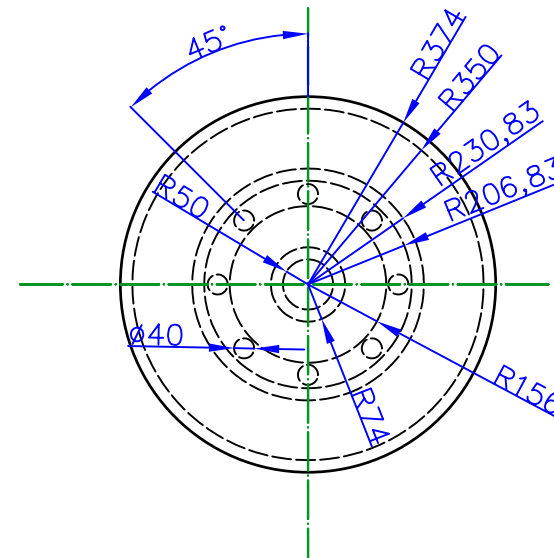
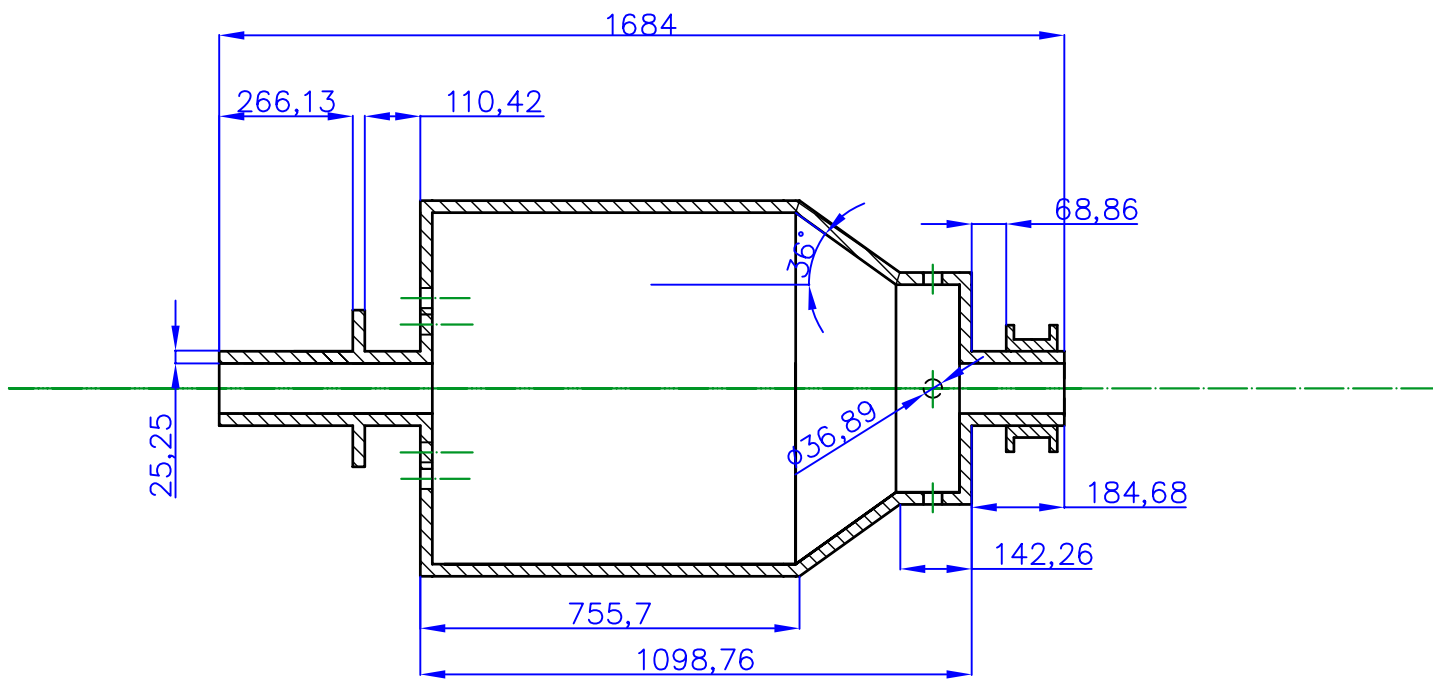
PLANO N°
8

DECANTER. CONJUNTO.

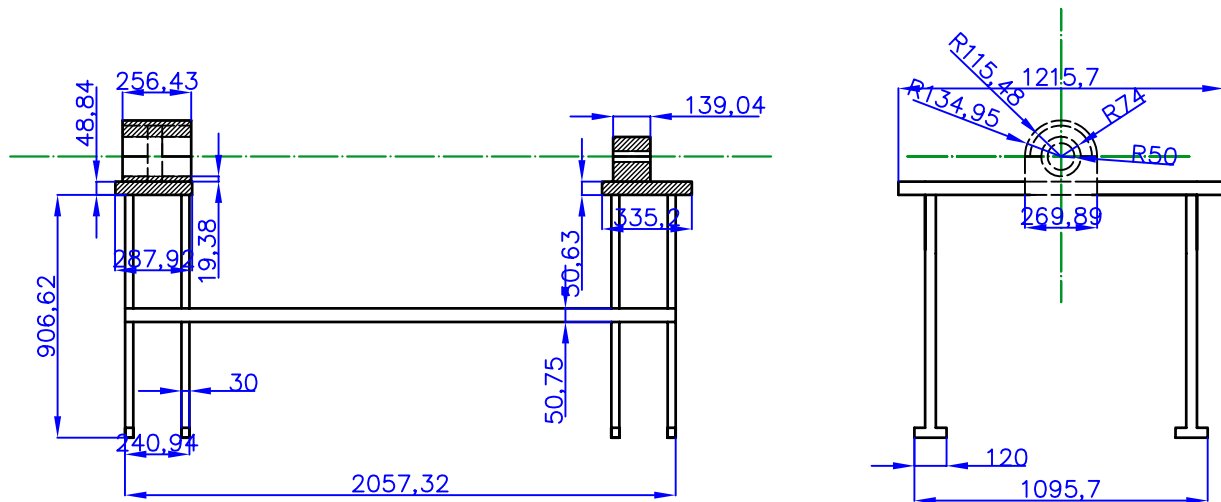
1. CARCASA




5. BOL

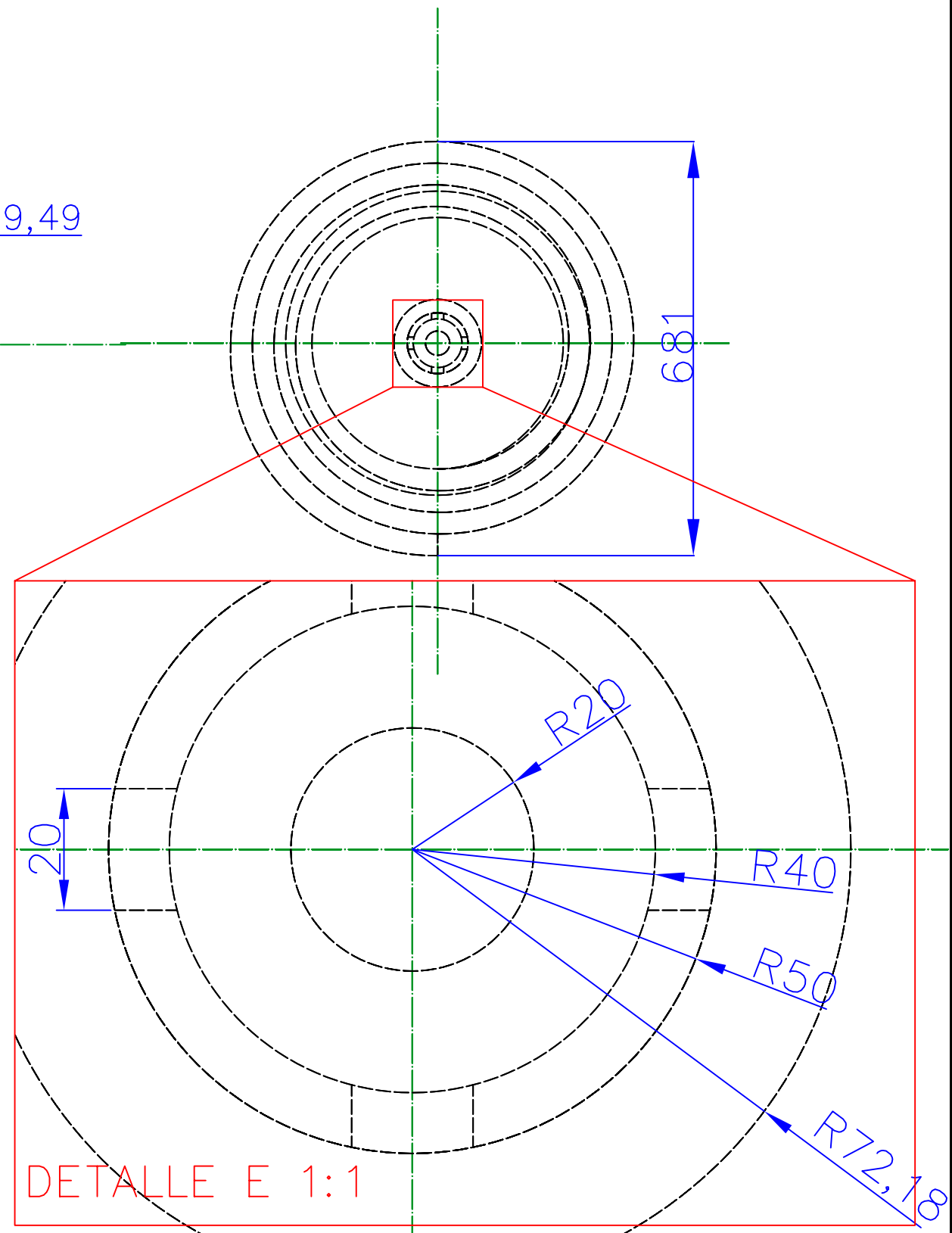
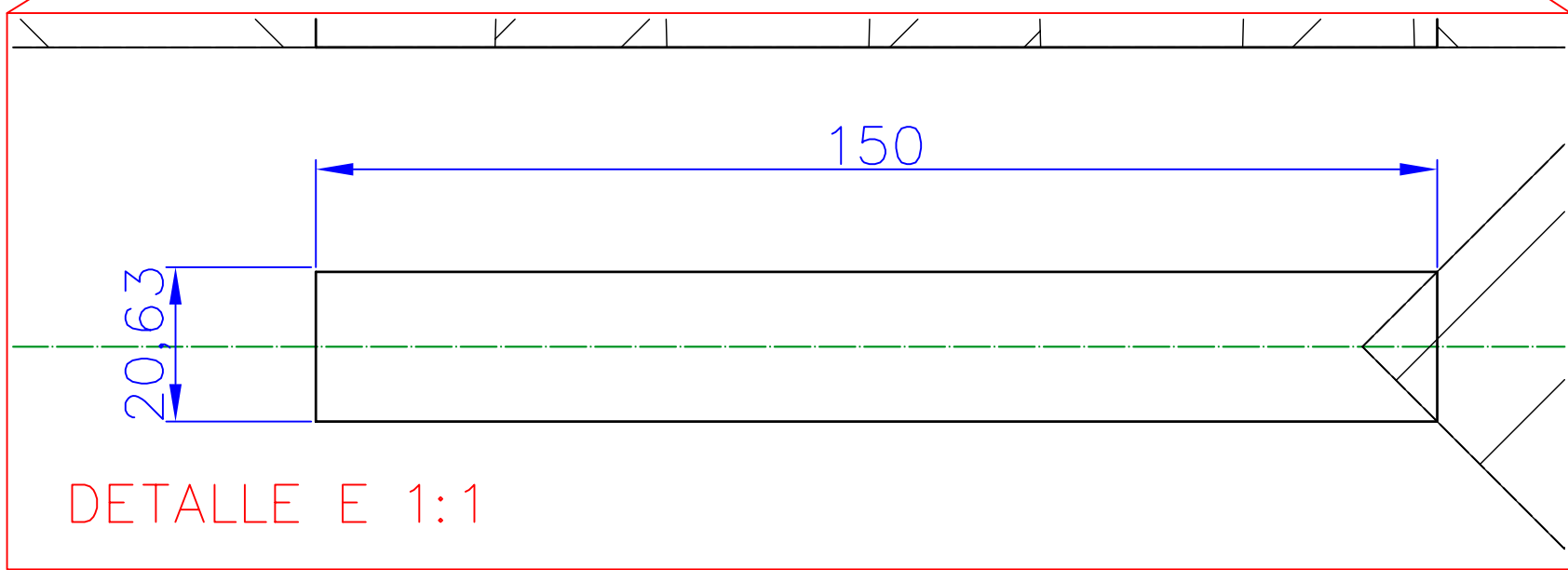
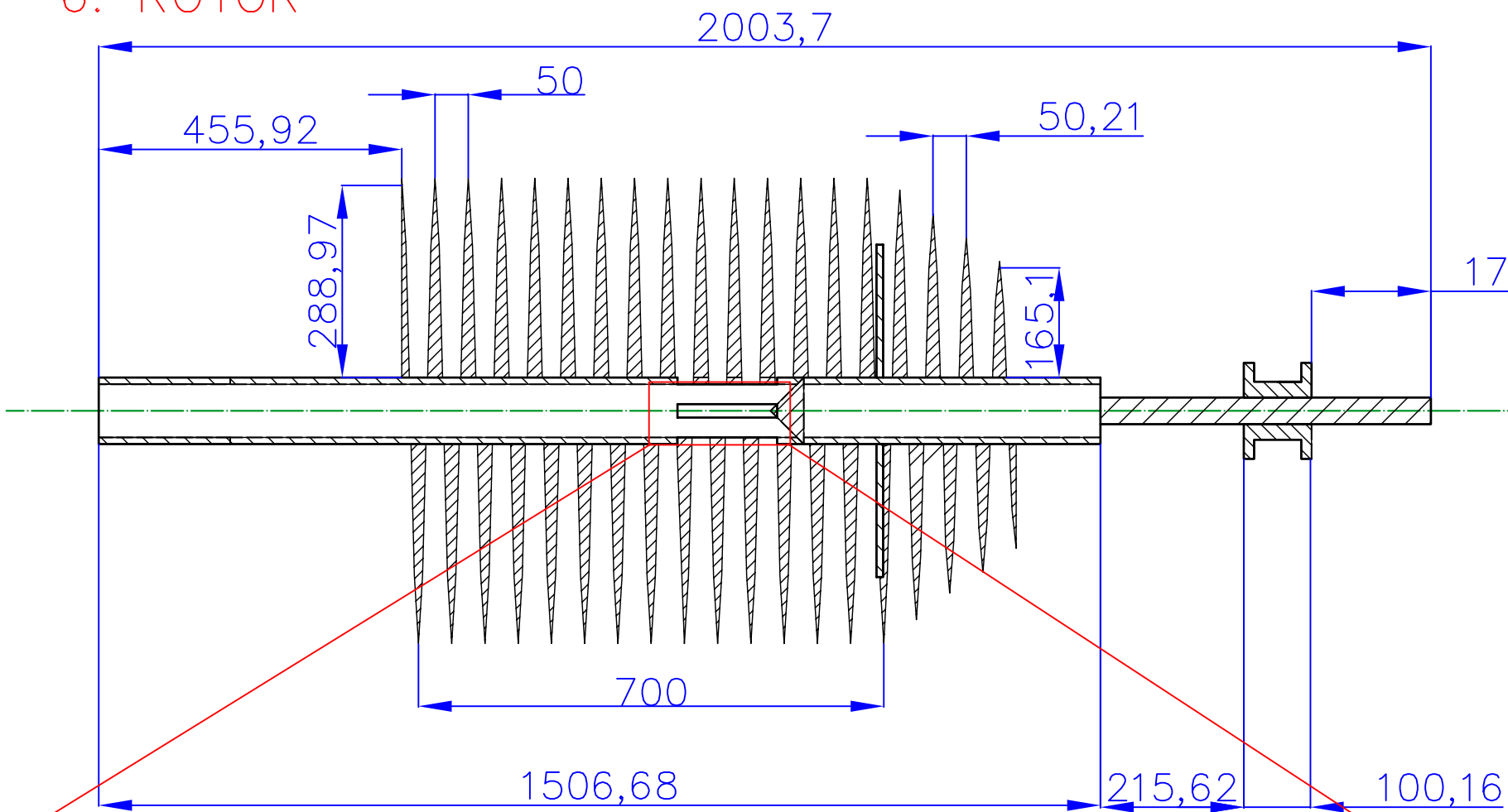


3, 4. RODAMIENTOS. E 1:30



	DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN	
	ESCALA 1:16	AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz FECHA: 02-09-2004 COTAS: mm
PLANO N° 9	DECANTER. DESPIECE I.	

6. ROTOR



DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

ESCALA
1:10

AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz

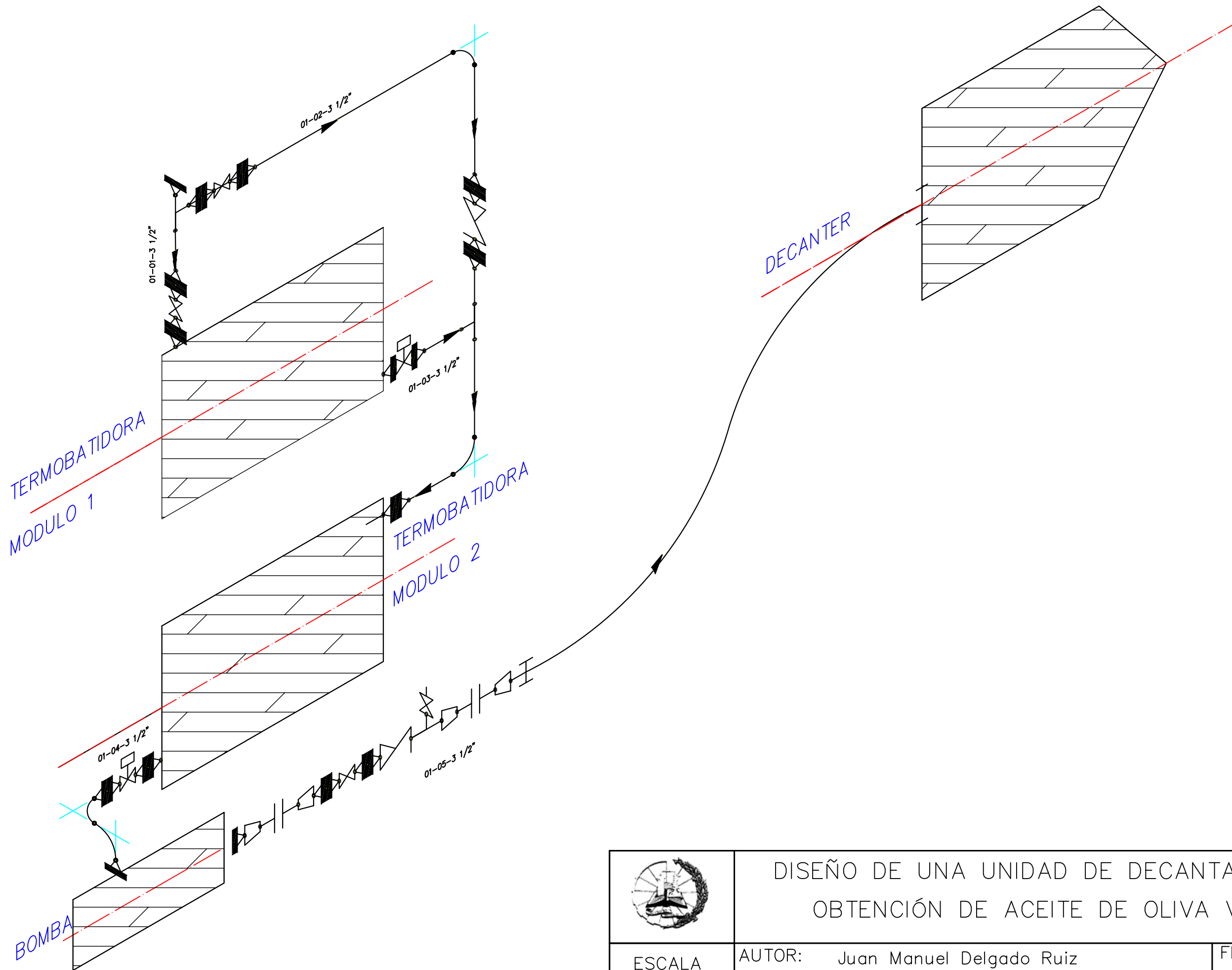
FIRMA:


FECHA: 02-09-2004

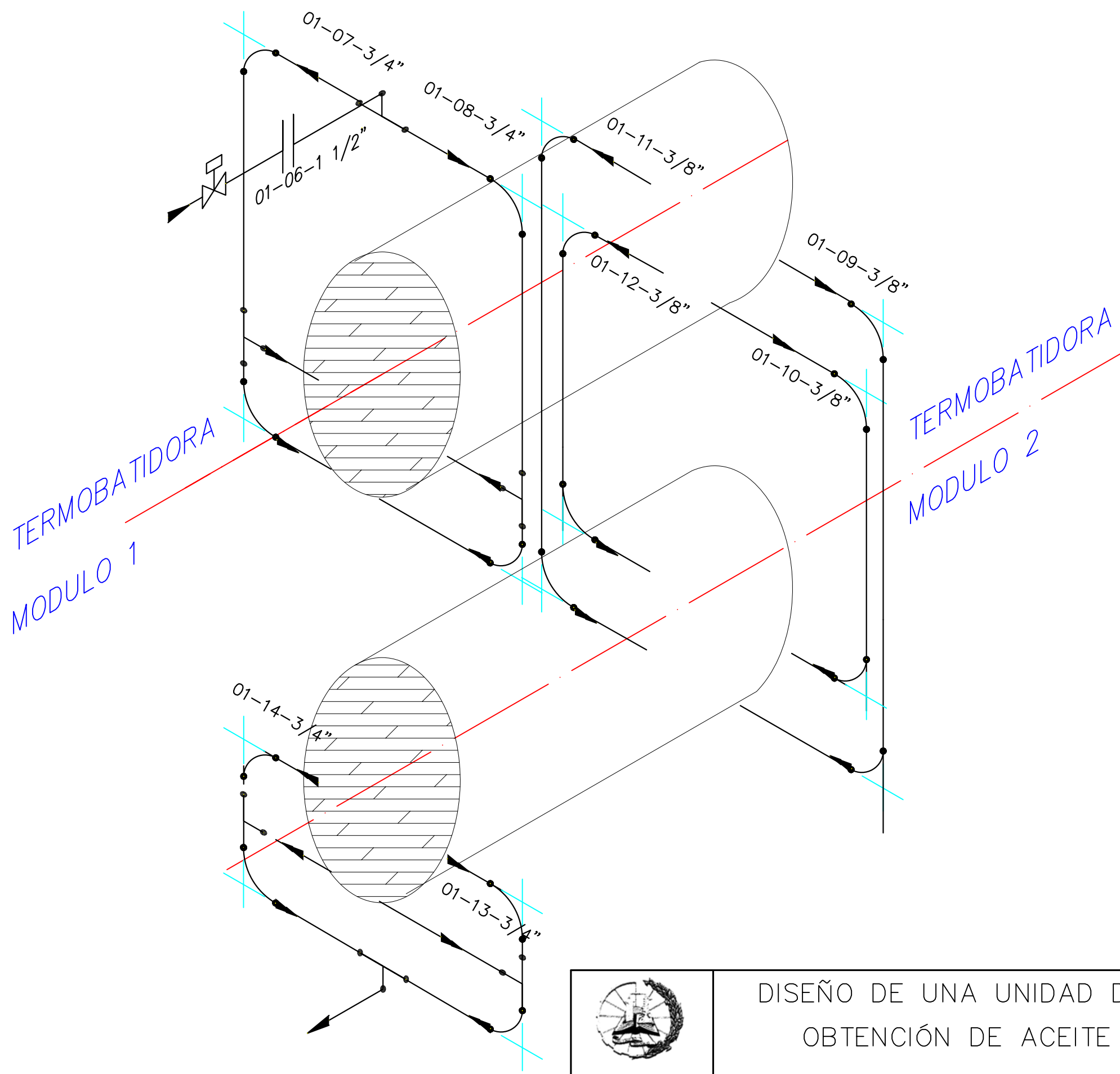
COTAS: mm

PLANO N°
10

DECANTER. DESPIECE II.



	<p>DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN</p>	
<p>ESCALA --</p>	<p>AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz FECHA: 02-09-2004 COTAS: --</p>	<p>FIRMA:</p>
<p>PLANO N° 11</p>	<p>ESQUEMA ISOMETRICO. LINEA DE PASTA DE ACEITUNA.</p>	



DISEÑO DE UNA UNIDAD DE DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

ESCALA

--

PLANO N°

12

AUTOR: Juan Manuel Delgado Ruiz

FECHA: 02-09-2004

COTAS: mm

FIRMA:

ESQUEMA ISOMETRICO.
LINEA DE AGUA CALEFACTORA.



**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE
DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

**DOCUMENTO Nº 3
PLIEGO DE CONDICIONES**

PROYECTO FIN DE CARRERA
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

JUAN MANUEL DELGADO RUIZ



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 termobatido
2. Unidad de decantación centrífuga. Decánter.
3. Unidad de impulsión.

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 M.O.P.U.

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 Nº 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 ELECTRICA

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 estuviese 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.- SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos, ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

ARTÍCULO 47.- INDEMNIZACIÓN 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 realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del ingeniero director.

El contratista es responsable de toda 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.

3. CONDICIONES PARTICULARES.

Capítulo 1: FONTANERÍA

NORMATIVA BÁSICA:

- NTE-IFA: “INSTALACIONES DE FONTANERÍA”.
- NTE-IFC: “INSTALACIONES DE FONTANERÍA. AGUA CALIENTE”.
- NTE-IFF: “INSTALACIONES DE FONTANERÍA. AGUA FRÍA”.
- IT.IC.02: “EXIGENCIAS AMBIENTALES Y DE CONFORTABILIDAD”.

Capítulo 2: SANEAMIENTO

NORMATIVA BÁSICA:

- NTE-ISS: “INSTALACIONES DE SALUBRIDAD Y SANEAMIENTO”.
- NTE-ISD: “DEPURACIÓN Y VERTIDO”.
- NTE-ISA: “ALCANTARILLADO”.

Capítulo 3: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

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”.

Capítulo 4: RED CONTRA INCENDIOS

NORMATIVA BÁSICA:

- ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. ORDEN DE 9 DE MARZO DE 1971.
- NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE CPI-91. CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS. REAL DECRETO 279/1991 DE 1 DE MARZO. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. EN EL APÉNDICE 4 DE LA NBE CPI-91 SE INCLUYE UN ÍNDICE DE DISPOSICIONES LEGALES RELACIONADAS CON LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS.

- NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE CPI-82. CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS. REAL DECRETO 1587/1982 DE 25 DE JUNIO. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS 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.

Capítulo 5: CONDICIONES PARTICULARES DE LOS EQUIPOS DE PROCESO

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.

Capítulo 6: LEGISLACIÓN APLICABLE EN LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN.

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**.
 - i. **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**.
 - i. **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**.

- i. **Modificado** por Reglamento (CE) 640/1999 y Reglamento (CE) 2152/2001.

- o **Reglamento (CE) 1019/2002** de 13 de junio de 2002, sobre las **normas de comercialización del aceite de oliva**.

- i. **Modificado** por el Reglamento 1964/2002, de 4 de noviembre.

6.2 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.
- o **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).
- o **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).
- o **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)

- o **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.

- o **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)

- o **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 erúcico). (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)

- **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 amplia la norma de calidad para los aceites y grasas calentados. (B.O.E. 07.02.91)

- o **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)

6.3 REGLAMENTACIÓN AUTONÓMICA

- o **Decreto 68/2000** Junta de Andalucía 23 marzo 2000, núm. 35/2000 Regula la **designación del origen en los vírgenes envasados**.



**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE
DECANTACIÓN EN LA
OBTENCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

**DOCUMENTO Nº 4
PRESUPUESTO**

PROYECTO FIN DE CARRERA
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

JUAN MANUEL DELGADO RUIZ



1. PRESUPUESTO.

	IDENTIFICACIÓN	DESCOMPUESTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
EQUIPOS DE PROCESO	Termobatidora incluido instalación (*).	--	2 und.	26500	53000	
	Decánter incluido instalación (*).	--	2 und.	90500	181000	
	Tuberías.	--	--	--	905	
TUBERÍAS, ACCESORIOS, VÁLVULAS Y EQUIPOS DE PROCESO.		Acero inox 316 DN 90 sch 5	6 m.	60	360	
		Acero inox 316 DN 40 sch 10	1 m.	35	35	
		Acero inox 316 DN 20 sch 10	2 m.	30	60	
		Acero inox 316 DN 10 sch 40	4 m.	30	120	
		Manguera flexible CITERDIAL DN 90	6 m.	55	330	
		Accesorios.	--	--	--	1060
		Te DN 90	8 und.	30	240	
		Te DN 20	2 und.	24	48	
		Codo 90° radio corto DN 90	8 und.	26	208	
		Codo 90° radio corto DN 20	2 und.	22	44	
		Codo 90° radio corto DN 10	14 und.	20	280	
		Reductor 90-10	8 und.	30	240	
		Válvulas.	--	--	--	1570
		De compuerta DN 90 150 lbs	6 und.	105	630	
		De retención DN 90 150 lbs	4 und.	90	360	

		De control mariposa DN 90 150 lbs	4 und.	100	400
		De control mariposa DN 40 150 lbs	2 und.	90	180
	Medidor de caudal magnético	--	4 und.	1500	6000
	Bomba SA-0015-1	--	2 und.	431	862
				TOTAL	244397

TOTAL = 244 397 euros.

13 % Gastos generales = 31 771.61 euros

6 % Beneficio industrial = 14 663.82 euros

SUMA DE G.G. Y B.I. = 46 435.43 euros

16 % I.V.A. = 39 103.52 euros

TOTAL PRESUPUESTO = 329 935.95 EUROS

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS VEITINUEVEMIL NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON NOVEINTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

a , 14 de Septiembre de 2004.

