

ÍNDICE DEL PROYECTO

- **CAPITULO 1:** *Memoria Descriptiva.-*
 - 1.1.- Antecedentes y Objetivo.
 - 1.2.- Introducción.
 - 1.2.1.- La aceituna.
 - 1.2.2.- El aceite de oliva.
 - 1.3.- Proceso Técnico de elaboración del aceite.
 - 1.4.- Descripción General de la Planta y Bases de Diseño.
 - 1.5.- Consumos y Producciones.

- **CAPITULO 2 :** *Memoria de Cálculo.-*
 - 2.1.- Diseño de equipos.
 - 2.2.- Sistemas de control
 - 2.3.- Tratamiento de aguas de lavado.
 - 2.4.- Dimensionamiento de Nave de Expedición.

- **CAPITULO 3 :** *Especificaciones de Equipos.-*

- **CAPITULO 4 :** *Presupuesto.-*

- **CAPITULO 5 :** *Pliego de condiciones.-*

- **CAPITULO 6 :** *Planos.-*

- **ANEXO I :** *Tablas y Gráficos.-*

CAPITULO 1: *Memoria descriptiva*

1.1 Antecedentes y objetivo

El objetivo de este proyecto, de forma muy general, será el diseño de una instalación de producción de aceite de oliva a partir del fruto del olivo, teniendo presentes los criterios de rendimiento, calidad del producto, ahorro energético y respeto medioambiental que son obligados en las plantas transformadoras actuales, introduciendo aquellas novedades tecnológicas que contribuyan a una mejora de la producción, siempre buscando la obtención de un aceite de calidad en un mercado cada vez más competitivo.

El sector oleícola, como cualquier otro sector empresarial, debe tener como objetivo principal la consecución del máximo beneficio, de acuerdo con las reglas del mercado. Los beneficios de cualquier instalación de producción de aceite dependen fundamentalmente de tres factores:

- Cantidad de aceite producido, que a su vez depende del rendimiento graso de la aceituna y del agotamiento conseguido para los subproductos.
- Precio percibido por el aceite que, que depende básicamente de la calidad de éste dentro de un marco flexible de oferta y demanda.
- Gastos de producción del aceite.

Lógicamente, la situación óptima se alcanzaría maximizando los dos primeros y minimizando el tercero.

En los últimos 30-40 años con la evolución que ha sufrido el sector olivarero han surgido dos modelos de almazara bien diferenciados:

1. Uno, cuya prioridad es obtener buenos precios para el aceite y gracias al cuál han encontrado una buena acogida en el mercado los llamados **Aceites de Calidad**.
2. El otro, que ha procurado obtener una reducción de costes y máximos agotamientos.

A este segundo grupo pertenecen la mayoría de las almazaras españolas que, fundamentalmente han conseguido los objetivos buscados mediante:

- Disminución de los costes fijos de explotación con campañas de molturación muy largas.
- Disminución de costes variables, a ritmos de molturación elevados, compatibles con un buen agotamiento de subproductos.
- Supresión de todos aquellos gastos que no inciden directamente en el ritmo de trabajo, empleo de mano de obra, o en el agotamiento de los subproductos.
- Recolección tardía para conseguir buenos rendimientos grasos de aceituna y consecuentemente bajos costes de recolección.

Lógicamente, ante esta situación, es difícil obtener una importante fracción de aceite de buena calidad, medida no sólo por sus índices fisico-químicos, sino también por sus características organolépticas.

Hoy, tras el ingreso de España en la Comunidad Económica Europea (C.E.E.), así como por la relevancia que han adquirido diferentes aspectos de tipo social, como el auge de la gastronomía y la restauración y la preocupación de estas disciplinas por la calidad del

aceite de oliva, ya que es la base de casi toda la cocina mediterránea, existe ya una cierta predisposición en el consumidor a valorar el aceite de oliva según su calidad y se asiste a una tendencia creciente a introducir en el mercado aceites vírgenes obtenidos únicamente por procesos mecánicos, cultivos ecológicos, etc.

En definitiva el parámetro **calidad** comienza a tener importancia económica a corto plazo y debe ser contemplado desde la etapa de proyecto en cualquier nueva instalación de producción que se emprenda en la actualidad. Desde luego, a largo plazo, ya la tenía, puesto que la propia supervivencia del olivar pasa por ofrecer calidad en sus aceites.

Estos hechos, plantean una nueva dinámica en el mundo oleícola y exigen una nueva mentalidad. El equipamiento y manejo de la industria oleotécnica ha de ser programado de forma que su principal objetivo sea el factor calidad, armonizando con los clásicos de agotamiento y bajos costos. Obviamente esto supone una modernización de las instalaciones y en el manejo y explotación de las almazaras.

Este proceso de modernización requiere inversiones que en ocasiones serán considerables pero, sobre todo, exige dedicación y cuidados tanto por el olivarero como por el almazarero.

Por todo esto, este es el proyecto recoge el diseño de una almazara clásica, donde los rendimientos de agotamiento son importantes, pero adaptada al actual mercado del aceite de oliva, de forma que se dispone de una línea independiente de elaboración de aceite de oliva basada en unos parámetros distintos a las otras líneas buscando que el resultado de ésta sea aceite de alta calidad. Los principios básicos de extracción son los mismos, sin embargo, es preciso adecuarlos a los nuevos conocimientos y moderna maquinaria para conseguir la calidad, respetando siempre el medio ambiente, así se consiguen buenos precios (comparados con el precio del aceite de las otras líneas) para este producto y en consecuencia para la empresa.

Las modificaciones que requieren las instalaciones para conseguir calidad en el aceite de oliva se irán describiendo en la memoria de este documento.

1.2.- Introducción.

Antes de comenzar con la memoria descriptiva y memoria de cálculo de la instalación en sí, se considera de interés dedicar una serie de apartados a la revisión de aquellos aspectos más relevantes relacionados con el cultivo, la calidad de la aceituna y la recolección del olivar, por su importancia en la obtención de aceites de calidad.

1.2.1.- La aceituna.

Alrededor de los meses de Mayo o Junio se produce en el olivo el proceso de floración, consistente en la formación de pequeñas flores blancas y verdes agrupadas en forma de racimo. La polinización la facilita el viento. En los primeros meses veraniegos se forman los primeros frutos verdes. Desde finales de Septiembre en adelante, según la variedad, los frutos maduran y se transforman en las clásicas ovoides de color negro amoratado.

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

La composición química típica media de la aceituna suele ser la siguiente:

- Agua → 50%.
- Aceite o materia grasa → 18-25%.
- Carbohidratos → 20%.
- Celulosa → 6%.
- Proteínas → 1,5%.

Existen muchas variedades y tipos de aceituna, tanto para la producción de aceite como para la de aceitunas de mesa, pero las diez variedades más representativas que existen en España son:

1.- *ARBEQUINA*: Su origen es Arbeca (Lérida), y su cultivo predomina en las provincias de Tarragona y Lérida y tiene como características:

-Rendimiento graso: 17,2 a 19,5 %

-Pulpa (porcentaje): 67 a 76 %

2.- *BLANQUETA*: Su origen el Muro de Alcoy (Alicante), se cultiva principalmente en Alicante y Valencia y tiene como principales características:

-Rendimiento graso: 25,8 a 30,6 %

-Pulpa (porcentaje): 83,5 a 86 %

3. *CORNICABRA*: Mora de Toledo, su cultivo se extiende por Ciudad Real y Toledo fundamentalmente sus características son:

-Rendimiento graso: 21,8 a 27 %

-Pulpa (porcentaje): 80,9 a 83,6 %

4. *EMPELTRE*: Su origen es Pedrola (Zaragoza), su cultivo predomina en todo el valle del Ebro desde La Rioja hasta Tarragona, sus características son:

-Rendimiento graso: 19,7 a 27,7%

-Pulpa (porcentaje): 82,1 a 85,3 %

5. *FARGA*: Cuyo origen es Valencia y toda la cuenca mediterránea, esta especie predomina en Valencia, Castellón y Teruel, sus características son:

-Rendimiento graso: 23,1 a 31,3 %

-Pulpa (porcentaje): 73,5 a 77 %

6. *GORDAL*: Tanto su origen como su cultivo exclusivamente se da en Sevilla, sus características son:

- Rendimiento graso: 22,1 %
- Pulpa (porcentaje): 86,5 %

7. *HOJIBLANCA*: Su origen el Lucena (Córdoba), y su cultivo se extiende por Córdoba y Málaga, sus características son:

- Rendimiento graso: 23,5 a 26,8 %
- Pulpa (porcentaje): 79,1 a 85,4 %

8. *LECHÍN*: Tanto su origen como cultivo se asocia a las provincia de Córdoba y Sevilla, sus características son:

- Rendimiento graso: 23,5 a 26,8 %
- Pulpa (porcentaje): 79,1 a 85,4 %

9. *MANZANILLA*: Su origen es Dos Hermanas (Sevilla) y su cultivo se centra en Sevilla capital y sus proximidades como Carmona, Ecija, etc.

- Rendimiento graso: 19,5 %
- Pulpa (porcentaje): 85,1 %

10. *PICUAL*: Su origen está en Jaén y su cultivo se da casi exclusivamente en esta provincia y sus características son:

- Rendimiento graso: 23,8 a 27,7 %
- Pulpa (porcentaje): 78 a 85,5 %

A efectos del proceso de extracción de aceite, la aceituna consta de tres partes bien diferenciadas:

- El **aceite**, que se describirá a continuación.
- El **alpechín**, que es la fase acuosa del fruto (agua de vegetación). Como el aceite se encuentra en la parte carnosa del fruto y tiene un

PH de 4,5 aproximadamente, estabilizado por un sistema tampón y contiene sales minerales en disolución.

- El **orujo**, que es el resto sólido de la aceituna, procedente tanto de la parte carnosa como de la leñosa.

Aceite, alpechín y orujo se encuentran en diferentes proporciones dependiendo del tipo de aceituna, del suelo y del clima. Se acepta de forma general el siguiente reparto:

- ✓ Aceite = 20 %
- ✓ Alpechín = 40 hasta 50 %
- ✓ Orujo = 30 hasta 40%

1.2.2. El aceite de oliva.

1.2.2.1.- Parámetros de caracterización del aceite de oliva.

El aceite de oliva es una mezcla de ésteres del propanotriol o glicerina, los cuales constituyen el 98 a 99 % del total, siendo el resto otras materias. De los glicéridos (de los que algunos se hallan desdoblados en ácidos grasos y glicerina), las cuatro quintas partes son oleatos; algo menos de una sexta parte, palmitatos y el resto son linoleatos.

Predomina de tal manera el ácido oleico sobre los demás en el aceite de oliva, que sirve para caracterizarlo y es al que debe su cualidad de conservarse líquido a temperatura superior a 4°C.

Los caracteres sensoriales del aceite de oliva, que se detallan a continuación, establecen su diferencia fundamental con los demás aceites comestibles, puesto que lo hacen apto para el consumo humano sin necesidad de ser refinado.

-COLOR: Su color depende de las radiaciones que recibe la aceituna, según las localizaciones en que se cultiva, aparte de la influencia de los terrenos. Los pigmentos colorantes pasan disueltos al moler y prensar la aceituna. Los buenos aceites de oliva deben de ofrecer color amarillo pajizo o muy ligeramente verdoso.

El color del aceite contenido en el fruto va evolucionando con el proceso de maduración y pasa desde un verdoso-amarillento hasta amarillo pálido, coloración que se acusa mas al principio de la extracción, cuando el proceso se realiza a menor presión.

Las características de limpieza, transparencia y brillo del aceite completan su apreciación visual.

-OLOR Y SABOR: El olor y el sabor naturales en el aceite son otros caracteres sensoriales que deben recordar lo más posible al del fruto sano, fresco y maduro, siendo los más apreciados los de sabores más “afrutados” o más asimilables al sabor de la aceituna.

Sobre los sabores de los propios del fruto, se superponen los adquiridos en la extracción, pudiendo decirse que los aceites mas finos son aquellos que más rápidamente y con menor compenetración entre agua, aceite y orujos, se hayan producido durante las operaciones de almazara.

El olfato y el gusto permiten enjuiciar por las sensaciones particulares respectivas la calidad de los aceites. El sabor debe ser franco, fino, agradable, pero no fuerte ni áspero.

En cuanto a sus propiedades físicas se pueden destacar:

-DENSIDAD: El peso específico del aceite de oliva fluctúa entre valores muy cercanos, dependiendo de la variedad y condiciones en que se haya desenvuelto la vegetación, pero a 15° C de temperatura se halla entre 0.914 y 0.92, admitiéndose a temperatura ordinaria la densidad de 0.917 o la equivalencia de un kilogramo de aceite con 1.09 litros.

Por encima o debajo de la temperatura de 15°C, y dentro de ciertos límites, disminuye o aumenta, respectivamente, la densidad en 0,0007 por grado de más o de menos.

-REACCIONES AL CALOR: El punto de solidificación o congelación del aceite, que deja un depósito blanco, está comprendido entre 2° y 4° C. Y depende de la mayor o menor proporción de glicéridos pesados. El aceite de oliva se puede calentar hasta alrededor de 200°C sin alterarse. No hierve ni se evapora, sino que a 300°C se descompone y produce vapores que irritan los ojos, nariz y garganta, y acaba por inflamarse.

-FLUIDEZ Y VISCOSIDAD: La fluidez se expresa por el número de centímetros cúbicos de aceite que salen por un pequeño orificio de determinado diámetro durante una hora. Es una propiedad que se aprecia al paladear el aceite.

Propiedad inversa a la anterior es la viscosidad, que tiene gran interés en el aceite de oliva y varía en razón inversa de la temperatura. Actualmente, en vez de utilizar como unidad el poise se tiende a expresar la viscosidad relativa, o sea, la relación de viscosidades entre aceite y agua a 0° o a 20° de temperatura, en grados Engler, que son el cociente de dividir el número de segundos que tardan 200 c.c. de aceite por los que tardan otros 200 c.c. de agua en pasar por un orificio de un depósito del aparato de medida que se emplea al efecto.

La tensión superficial se manifiesta a través de la tendencia del líquido a esparcirse con la mayor superficie y menor grosor de capa posible. En el aceite de oliva la diferencia de su gran tensión superficial con respecto al agua permite, como veremos, extraerlo de la aceituna o mejor dicho, de su pasta, aprovechando esta propiedad.

-GRADO DE ACIDEZ: Determina el contenido en ácidos grasos libres presentes en un aceite y se expresa como % de ácido oléico. La grasa biológicamente sintetizada es neutra, por lo que la presencia de ácidos grasos libres es una anomalía provocada por fermentaciones, resultado del mal estado de los frutos (ataque de plagas o enfermedades, frutos caídos al suelo, atrojado, etc.), de un proceso incorrecto de elaboración (fundamentalmente poca limpieza en las distintas etapas de la extracción) o de una mala conservación.

El grado de acidez de un aceite de oliva es una de sus características diferenciales más importantes de tal manera que surge una clasificación del aceite de oliva sólo en función de este parámetro.

1.2.2.2.- Clasificación de los aceites de oliva virgen.-

En primer lugar es conveniente aclarar la definición de **aceite de oliva virgen**: *“Se denomina aceite de oliva virgen a aquel que ha sido obtenido del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos u otros procedimientos físicos, en condiciones, sobre todo térmicas, que no impliquen la alteración del aceite, y que no hayan sufrido tratamiento alguno distinto del lavado, el centrifugado y el filtrado”*.

La inmensa mayoría de los aceites de oliva obtenidos en una almazara tendrán esta consideración, por lo que a partir de este momento siempre que se hable de aceite de oliva en este documento, se entenderá que se trata de aceite de oliva virgen. A continuación se tratará su clasificación en detalle.

La clasificación comercial de los aceites de oliva virgen, de la que dependen todas las demás clasificaciones de éste es:

- Aceite de oliva **virgen extra**.
- Aceite de oliva **virgen**.
- Aceite de oliva **virgen corriente**.
- Aceite de oliva **virgen lampante**.

Esta clasificación está basada en la composición del Aceite, aunque existen otras clasificaciones para los tres primeros tipos de aceite en función de otros parámetros que a continuación se exponen. Los tres primeros deben tener como características comunes las siguientes:

1. Contenido en estigmasterol inferior al de campesterol: los esteroides son compuestos importantes de los aceites vegetales, cuyo fraccionamiento (del colesterol al stigmasterol) es típico de cada aceite (oliva, soja, girasol, etc.) por eso, se usa para detectar la presencia de aceite de semillas en el aceite de oliva, el eritrodol y Uvaol son dos alcoholes que en el aceite de oliva están en escasa cantidad y en el aceite de orujo son abundantes por lo que su determinación constituye una prueba de reconocimiento de éste.
2. Contenido en alcoholes alifáticos de 300 mg/kg como máximo: los alcoholes alifáticos están presentes en pequeñas cantidades en el aceite de oliva. Su presencia en cantidades elevadas (más de 300 mg/kg) indica la existencia de alteraciones importantes en el fruto o el tratamiento de la pasta a temperaturas muy altas. Los aceites de orujo, extraídos con disolventes, los contienen en cantidades más elevadas.
3. Contenido total de solventes halogenados volátiles que no exceda de 0,2 mg/kg: el disolvente halogenado más conocido es el percloroetileno, que hace años causó problemas en algunas almazaras por el uso incorrecto de este producto en la realización de análisis de reconocimiento graso.
4. Índice de peróxidos de 20 m.e.q. O₂/kg como máximo: permite estimar el grado de oxidación inicial de un aceite, y por tanto, su alteración al tiempo que indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos compuestos antioxidantes, como polifenoles o tocoferoles. Se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kg. De grasa. Todos los factores que aceleran la oxidación del aceite (temperatura, luz, aireación, trazas metálicas, etc.) provocan elevaciones en el índice de peróxido. Este índice también puede subir como consecuencia de heladas en frutos no maduros.

5. Coefficiente de extinción $K_{270} < 0,25$: El coeficiente de extinción K_{270} es la medida de la absorbencia de una muestra de aceite en la longitud de onda de 270 nm., y que se expresa convencionalmente como K_{270} . Este índice da una medida de un estado oxidativo más evolucionado. Un valor alto en este índice indica alteraciones en el aceite causadas por anomalías en la maduración, degradación del fruto por desarrollo de procesos microbiológicos o procesos de oxidación. En función de este coeficiente se puede hacer una subclasificación del aceite de oliva virgen en:

-Virgen extra $\rightarrow K_{270} \leq 0,20$ como máximo.

-Virgen $\rightarrow K_{270} \leq 0,22$.

-Virgen Corriente $\rightarrow 0,22 < K_{270} < 0,25$ como

6. Características organolépticas $> 3,5$: la valoración organoléptica de un aceite de oliva se establece por el procedimiento del Panel Test.

Los caracteres organolépticos se refieren especialmente al flavor (olor y sabor) de un aceite. Su importancia es clara. De poco sirve que un aceite tenga unos magníficos índices químicos si lo que realmente percibe el consumidor, los caracteres organolépticos, son rechazables.

Los atributos se dividen en dos apartados: en el primero se incluye un solo carácter, el frutado de la aceituna, como virtud especialmente deseable y buscada en el aceite de oliva virgen. En el segundo, se describen las otras cualidades que pueden y deben tener los aceites.

Existe un tercer carácter donde se incluyen todos los defectos, (atrojado, avinado, borras, rancio, etc.) en su mayoría como consecuencia de un mal proceso de elaboración entendido como el proceso desde la recogida del fruto hasta el almacenamiento y conservación del aceite.

En función de estos caracteres o parámetros el catador o maestro aceitero realiza un perfil del aceite, traducándose en una puntuación para ese aceite que lo valora de 1 a 9 puntos (siendo 1 el aceite de peor calidad organoléptica y 9 un aceite de excelentes cualidades organolépticas), en función de la puntuación asignada a los aceites de oliva virgen surge otra clasificación:

-Virgen Extra → Mayor o igual de 6,5

-Virgen → Mayor o igual de 5,5

-Virgen Corriente → Mayor 3,5

-Virgen Lampante → Menor de 3,5

7. Acidez < 3,4

Como ya se comentó, al principio de este apartado donde comienza la clasificación, el valor de los 7 parámetros anteriores debe ser común a las tres primeras categorías de aceite que la diferencian del aceite de oliva virgen lampante que será el de peor calidad, pero a su vez, las tres categorías (virgen extra, virgen y virgen corriente) se pueden diferenciar entre sí por los parámetros de acidez, coeficiente K_{270} y características organolépticas.

La calidad del aceite de oliva se puede establecer a partir de la clasificación anterior. I. Buron y R. García Teresa definen la calidad de un aceite de oliva virgen como: “el conjunto de propiedades o atributos que él posee y que determina el grado de su aceptación por el consumidor respecto a un determinado uso”.

Así pues, se aprecia que de entrada no existe una sola calidad, sino distintas calidades, en función de diferentes ópticas como la nutricional, terapéutica, la relacionada con el valor culinario (crudo, fritura, etc.)

En este proyecto se establece como criterio de calidad la consecución de unas características organolépticas aceptadas por el mercado como

indicadores de calidad, por ello, en el siguiente apartado se describirán y posteriormente se incorporarán al diseño de la planta el conjunto de técnicas especiales que permiten conseguir la buscada calidad.

1.3.- Proceso Técnico de elaboración del aceite.-

El proceso técnico de elaboración que se va a utilizar en la almazara objeto de este proyecto, es el de **Dos Fases**, elegido frente al de **Tres Fases** por cuatro razones fundamentalmente:

- Ahorro de agua, al quedar casi totalmente suprimida la de adición al decánter.
- Menor inversión, ya que las necesidades de centrifugas verticales para los alpechines se reducen en gran medida
- Ahorro energético: Al no tener que calentar el agua de inyección al decánter, no consumir energía eléctrica en el funcionamiento de la centrifuga vertical de alpechín.
- Producción muy reducida de alpechín, con escaso poder contaminante

Este sistema continuo de dos fases surgió comercialmente en la campaña 91/92 para solucionar los problemas que hasta aquel momento tenían las almazaras tradicionales como el gran tiempo para llevar a cabo la molienda mediante sistemas de empiedros, o el deficiente rendimiento en el proceso de separación de fases líquidas, etc.

El esquema básico de un sistema continuo de extracción de dos fases es el mostrado en la Figura):

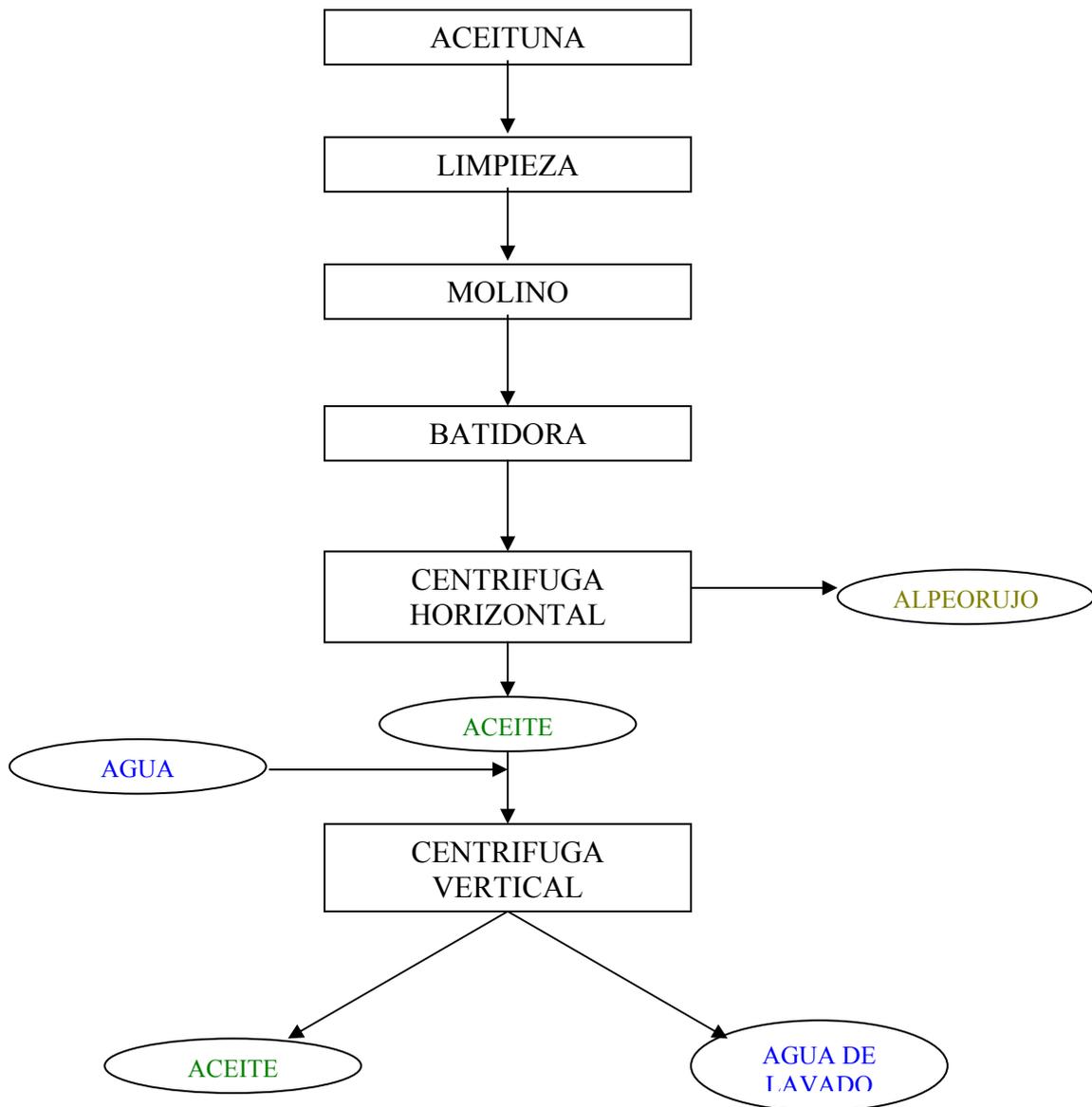


Figura 1. Esquema básico de un sistema continuo de extracción de aceite de oliva de **Dos fases**.

A continuación se realizará una breve descripción del proceso de elaboración del aceite de oliva, desde el olivo al almacenamiento y del proceso técnico de extracción, sin perder de vista el objetivo de establecer una de las líneas de la almazara para la producción exclusiva de aceite de alta calidad.

1. El olivo.-

Dentro de los factores que inciden en el proceso de elaboración se encuentran los agronómicos por afectar directamente a la aceituna, primera fábrica de aceite.

a.) Variedad y medio:

De cualquier variedad y medio, pueden obtenerse aceites de calidad extra, siempre que provengan de aceitunas sanas, recogidas en el momento oportuno y elaboradas correctamente, sin embargo, las características de los aceites pueden variar sustancialmente ya que la variedad y el medio condicionan el contenido graso de la aceituna y su facilidad de elaboración, asimismo la humedad de la aceituna según su medio también resulta un factor importante puesto que limita el agotamiento del orujo en el sistema de dos fases.

b.) Cuidados agrícolas:

La aceituna que ha sufrido un importante “stress” hídrico suele producir aceites más amargos, circunstancia que habrá de ser tenida en cuenta cuando se elabora con el sistema de dos fases.

b.) Control fitosanitario:

Para conseguir aceites de oliva virgen de calidad es necesario realizar un correcto control de determinadas plagas y enfermedades que, directa o indirectamente, influyen en la calidad. Las más importantes son: GLOESPORIUM OLIVARUM ALM (vivillo o aceituna jabonosa), DACUS OLEAE BERN (mosca de la aceituna), CICLOCONIUM OLIAGINUM CAST (repilo).

2. Recolección.-

La recolección de la aceituna es, sin duda, la operación de cultivo que más condiciona la economía de la explotación olivarera. Dos razones justifican este hecho:

- Es la operación del proceso que representan un mayor gasto de cuantas se realizan.
- Tiene una importancia vital en los ingresos brutos de la explotación, al condicionar tanto el rendimiento industrial en aceite como la calidad del mismo.

En general, desde prácticamente la aparición del aceite de oliva, los procesos productivos han tendido a sacrificar la obtención de una mayor calidad por asegurar, en exceso, la formación completa de todo el aceite posible. Este planteamiento, que tenía una cierta lógica cuando la calidad del aceite no se cotizaba y sólo había un pequeño diferencial por acidez, debe ser revisado, dadas las nuevas circunstancias.

La aceituna debe recogerse cuando esté formado todo el aceite y éste sea de la mejor calidad, por ello se puede analizar el proceso de recolección desde estos dos parámetros: cantidad y calidad.

-Cantidad: El momento idóneo de iniciar la recolección lo marca el valor del porcentaje de aceite sobre materia seca, ya que independiza el contenido de aceite del contenido en humedad de la aceituna. Valores del 42 al 45 % son los más frecuentes en la variedad Picual, con frutos normalmente desarrollados.

-Calidad: Para analizar este aspecto es necesario hacer una aclaración previa: los aceites de aceitunas del árbol son de una calidad netamente superior a los procedentes de los frutos caídos al suelo, tanto en índices químicos como organolépticos y esta diferencia es tanto más acusada cuanto más tiempo permanezca la aceituna en el suelo, este hecho se aprecia en: el grado de acidez, según se observa en la Figura 2:

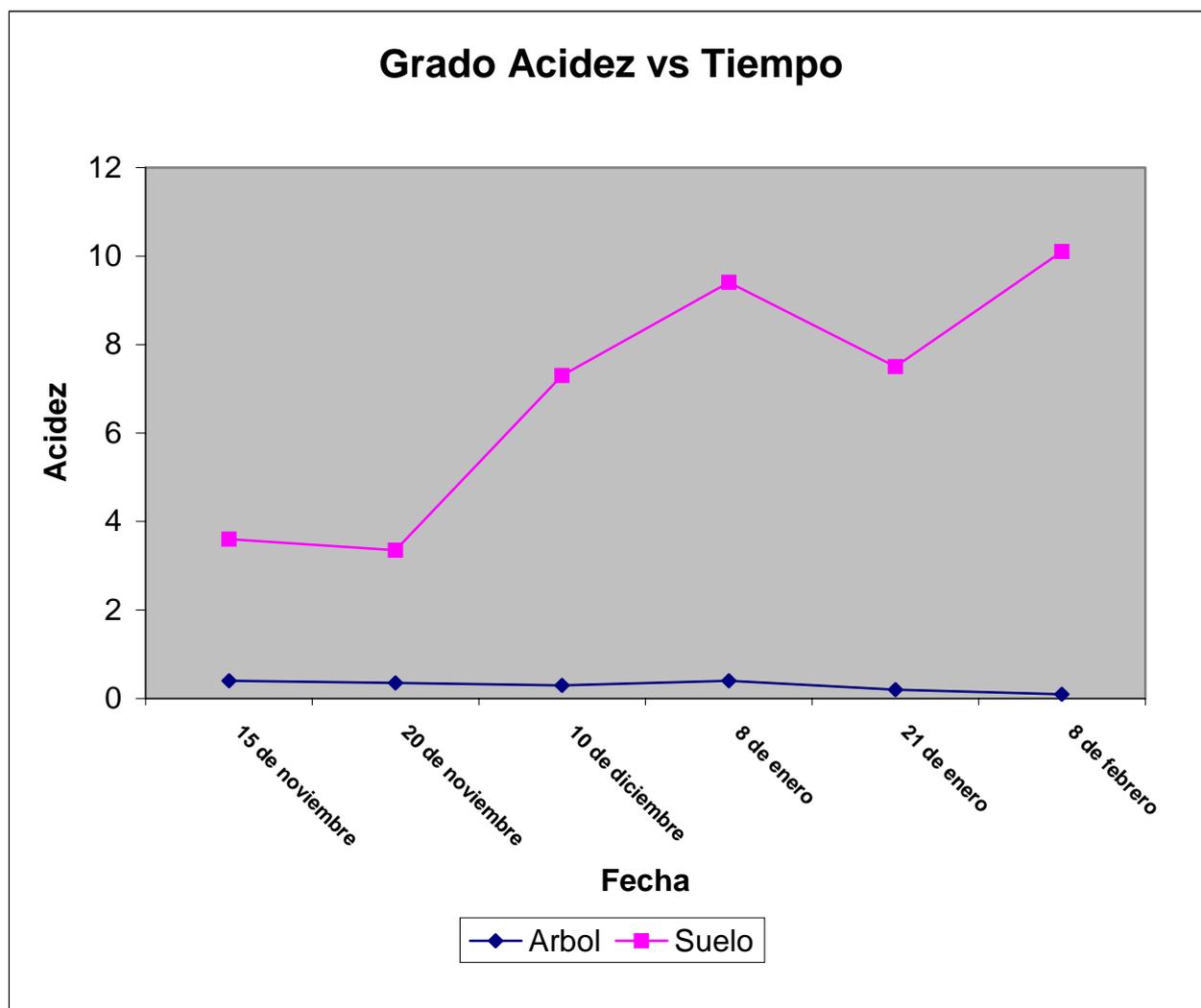


Figura 2: Evolución del **grado de acidez** en aceituna procedente del suelo y árbol.

Asimismo, desde el punto de vista de la calidad, resulta de capital importancia elegir el método de recolección, ponderando el factor de deterioro que pueda ocasionar daños en la piel del fruto, ya que ésta, es una barrera que dificulta el ataque de microorganismos circunstancia que facilita la subida de acidez en el caso que haya que atrojarla, además de las lógicas fugas de aceite. Por ello, es aconsejable la recolección mecanizada con vibradores, frente al método tradicional del vareo.

3. Transporte.-

Es la última operación de la que se encarga el agricultor. Durante la misma ha de procurarse que el fruto llegue a la almazara lo menos alterado posible, por las razones anteriormente comentadas. Por tanto, el sistema más apropiado es el transporte en cajas perforadas, aunque es aceptable el transporte a granel.

El transporte en sacos ha de ser desechado si se busca un aceite de calidad, ya que con este sistema se suele producir la rotura de la piel del fruto, los problemas de este tipo de transporte se agravan si los sacos son de plástico provocando una aceleración de la fermentación y, como consecuencia, un aumento de la acidez y un deterioro de los caracteres organolépticos.

4. Recepción, Limpieza y Lavado.-

Cuando una partida de aceituna llega a la Almazara, es de vital importancia diferenciar un tratamiento para la aceituna de calidad desde el mismo momento de la descarga. En este sentido es conveniente diseñar la planta distinguiendo dos áreas de descarga bien diferenciadas, según puedan o no producir aceites de alta calidad.

Una vez recepcionados los distintos tipos de frutos, según la calidad potencial del aceite que van a producir se procede a su limpieza, lavado y control de peso con maquinaria específica.

En la limpiadora se separan principalmente las ramas y hojas del fruto que dan excesivo color al aceite y le comunican sabor a verde. Esta tarea se realiza mediante el uso de una corriente de aire impulsada por una turbina, que separa la aceituna de las hojas y ramas por diferencia de densidad. En esta máquina también se elimina parte de la tierra que pueda traer la partida mediante criba vibrante. También es opcional utilizar la fase húmeda que mediante una ducha de agua elimina

impurezas difíciles, esta agua es recogida en un foso para su reutilización.

A continuación los frutos pasan a la lavadora en la que se separan las piedras y se acaba por retirar la tierra que lleva adherida la aceituna. El responsable del patio actúa sobre la velocidad de los equipos en función de la suciedad que presente la aceituna y siempre vigilando unas condiciones de limpieza y lavado satisfactorias al final del proceso. Además se realiza, una toma de muestra con dispositivo automático y en continuo que permite analizar el rendimiento graso de cada una de las partidas de aceituna. Tras este proceso la materia prima limpia y pesada en la báscula, se remonta mediante cintas transportadoras, hasta la batería de tolvas de alimentación de los molinos, que mediante un dispositivo de reparto la ubica en el seno correspondiente. De aquí, y mediante un sistema de vibrado y sinfines, pasa a los molinos donde se realiza la molienda de la aceituna.

5. Molienda.-

La aceituna almacenada en las “tolvas pulmón” (como máximo 24 a 48 horas) es triturada en molinos de martillos. Esta operación se hace necesaria porque el aceite contenido en el fruto se encuentra en el interior de la aceituna, fundamentalmente en las vacuolas del mesocarpio, en consecuencia para realizar el proceso de extracción hay que proceder a la destrucción de los tejidos vegetales para poder liberar el aceite y ésto solo se consigue mediante una adecuada molienda.

La molienda tiene lugar en un batería de molinos de martillos, que consisten esquemáticamente en un eje de rotación, al que van adheridas una serie de crucetas o martillos que golpean y destruyen el fruto. El rotor se encuentra envuelto por una criba por donde se evacuan los trozos de aceituna y huesos ya molidos. Esta criba es reemplazable, por lo que el grado de finura de la molienda se puede regular en función de las necesidades. Una vez molida la aceituna, se obtiene un fluido que se denomina “pasta”, que se recoge y transporta hasta las termobatidoras.

6. Batido.-

Con la operación de batido se persigue la formación de una fase oleosa continua, en la que se produzca un agrupamiento de las gotas de aceite que han quedado libres en el proceso anterior y facilitar así la separación en los siguientes procesos de transformación.

Para dicha operación se utilizan termobatidoras horizontales de varios cuerpos, en las que la masa va pasando de uno a otro por gravedad. Las termobatidoras se construyen en acero inoxidable, y que llevan en su interior una espiral que voltea y homogeneiza la pasta, de una forma lenta para evitar la emulsión del aceite. El tiempo de batido se regula en función de las características de la pasta, pero en general se opera con tiempos que oscilan entre 75 y 90 minutos.

El equipo incorpora un circuito de agua caliente, necesario para disminuir la viscosidad del aceite y facilitar la formación de la fase oleosa. La temperatura del baño se puede regular para calentar la masa de la aceituna. La temperatura que debe alcanzar la masa se establece en un intervalo que va desde 25 a 40 °C. No se recomienda sobrepasar los 40°C para evitar oxidaciones y la pérdida de características sensoriales.

En el proceso de batido, y cuando aparecen las llamadas pastas difíciles, se pueden aditivar algunos productos que favorecen su procesado tales como microtalco natural, enzimas y agua (esta última sólo en caso de extrema necesidad y siempre a la misma temperatura que la masa). Para la adición del talco y/o enzimas, se dispone de una tolva y un sinfín para dosificarlo a las termobatidoras. El aporte de agua se consigue regulando el caudal por medio de un caudalímetro.

Una vez realizado este proceso, durante el tiempo preciso, la pasta pasa impulsada mediante unas bombas mono a las centrifugas horizontales, donde normalmente se realiza una adición de agua, a la misma temperatura que la masa, y en mayor o menor cantidad, dependiendo de la humedad de la pasta para facilitar la separación de las distintas fases.

7. Separación de Fases (Centrifuga Horizontal).-

La Centrifuga horizontal o Decánter es un equipo construido en acero inoxidable, que por acción de la fuerza centrífuga generada por la rotación del bol y de su eje, produce la formación de un anillo hidráulico con tres estratos más o menos diferenciados, en el exterior, dada su mayor densidad, se localizan los sólidos que componen la pasta u “Orujo”, en la intermedia se localizan las aguas de vegetación o “Alpechín”, mientras que en la parte interior de dicho anillo se localiza la mayor parte del aceite que contiene la aceituna, tal como se representa en la Figura 3.

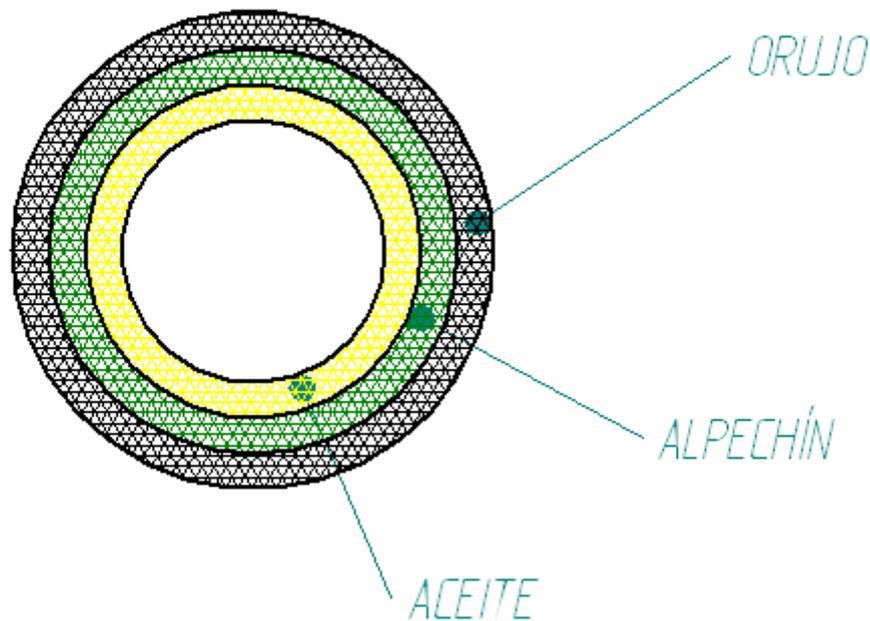


FIGURA 3: ANILLOS HIDRÁULICOS FORMADOS EN EL DECANTER.

El decánter consiste esquemáticamente en un bol o rotor en forma de cilindro troncocónico y en cuyo interior, adaptado a su forma y con una pequeña holgura, se encuentra un sinfín hueco.

El sentido de giro de ambos elementos es el mismo, pero debido a la diferencia de vueltas existentes, menor en el sinfín, se produce un movimiento relativo en la periferia de éste, que consigue desplazar al orujo en sentido inverso al de avance del paso de hélice. Por el contrario, los líquidos (alpechín y aceite), que no están en contacto con el bol, son empujados por el sinfín en el sentido de paso de la hélice. De esta forma se separan las fases líquidas de la fase sólida que mediante otro sinfín va a parar a las tolvas exteriores a la sala de fabricación de las cuales será retirado para su reutilización.

El aceite más o menos sucio se hace pasar posteriormente por un vibrofiltro que retiene las partículas sólidas en suspensión, bombeándose a continuación hacia las centrífugas verticales.

8. Separación de Fases Líquidas (Centrifuga Vertical).-

Dado que el aceite que se obtiene en la fase anterior contiene numerosas impurezas, es necesario realizar una operación de limpieza, que se lleva a cabo en las centrífugas verticales. A diferencia de las anteriores, tiene el eje de giro situado verticalmente, girando a un mayor número de revoluciones. Están construidas en acero inoxidable, y mediante la adición de agua, forman un anillo hidráulico que separa el aceite limpio por un lado y las llamadas “aguas de lavado” por otro. Estas últimas pasan a una batería de pozuelos, donde se “castran” periódicamente para recuperar el aceite que se halla podido escapar en el proceso, así como el procedente de las descargas realizadas, mientras que el aceite limpio obtenido se recoge en unos depósitos donde reposa a la espera de su análisis y posterior envío a bodega, donde se almacena en una condiciones óptimas para su buena conservación.

9. Almacenamiento.-

Como es conocido, el aceite, si se encuentra correctamente almacenado, va perdiendo parte de su amargor en el proceso llamado “maduración”.

Las instalaciones deben contar con depósitos suficientes, de tamaño adecuado, para poder separar las diferentes calidades que, al menos periódicamente, se producen en el proceso de fabricación.

En cuanto al tipo de depósito, las características que éste debe de cumplir son:

- Ser impermeable
- De material inerte
- Que proteja al aceite de la luz y el aire.
- Debe mantener el aceite a una temperatura casi constante, alrededor de los 15-20°C.

La mejor opción para cumplir estos requisitos es la del empleo de depósitos aéreos de acero inoxidable.

1.4.- Descripción General de la planta y Bases de Diseño.-

1.4.1.- Esquema General de la planta.-

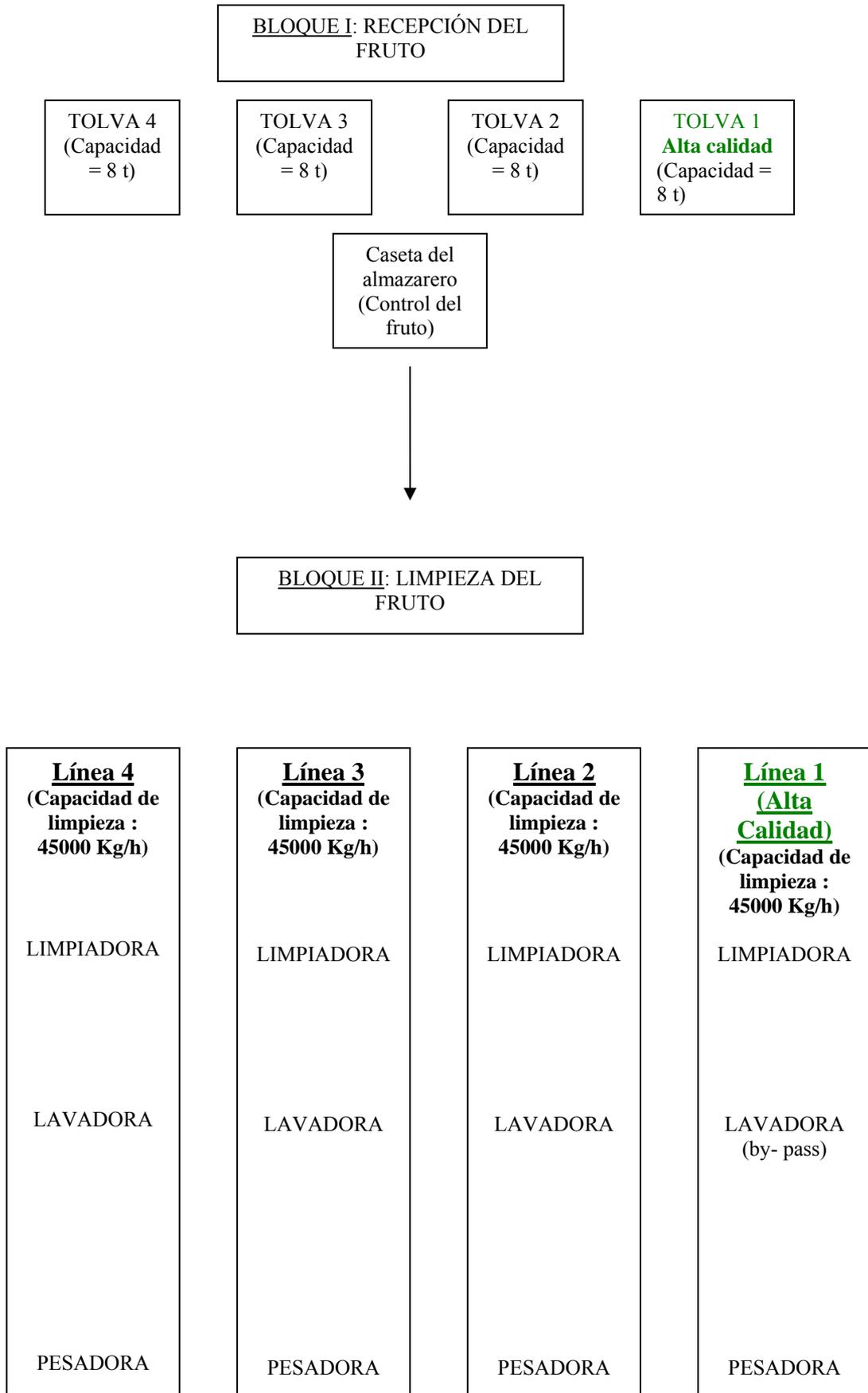
La almazara objeto de este proyecto se trata de una planta de extracción de aceite de oliva virgen extra de alta calidad, para que dicho aceite tenga la propiedad de considerarse de alta calidad deben de darse una serie factores tanto humanos como técnicos que a continuación se desarrollan de forma que el lector se pueda hacer una idea general de cómo funciona esta planta.

La almazara esta dividida en cuatro bloques esenciales y bien diferenciados:

- Zona de Recepción.
- Zona de Limpieza.
- Zona de Elaboración o Molturación.
- Zona de Almacenamiento y Envasado.

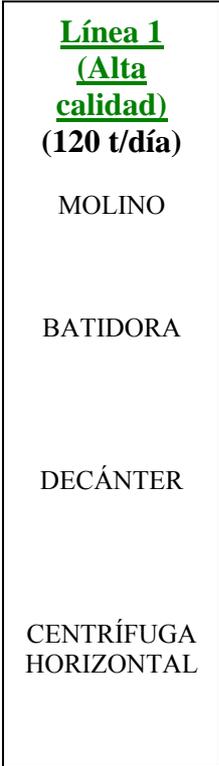
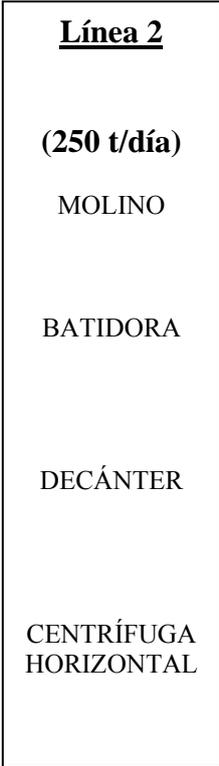
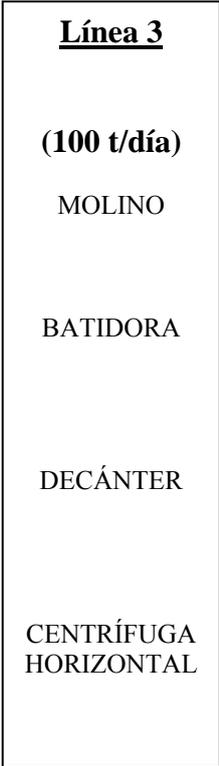
En cada uno de los bloques existe una línea independiente destinada a la producción de aceite de alta calidad, y con ello unos mejores precios para una parte de la cosecha de ese año.

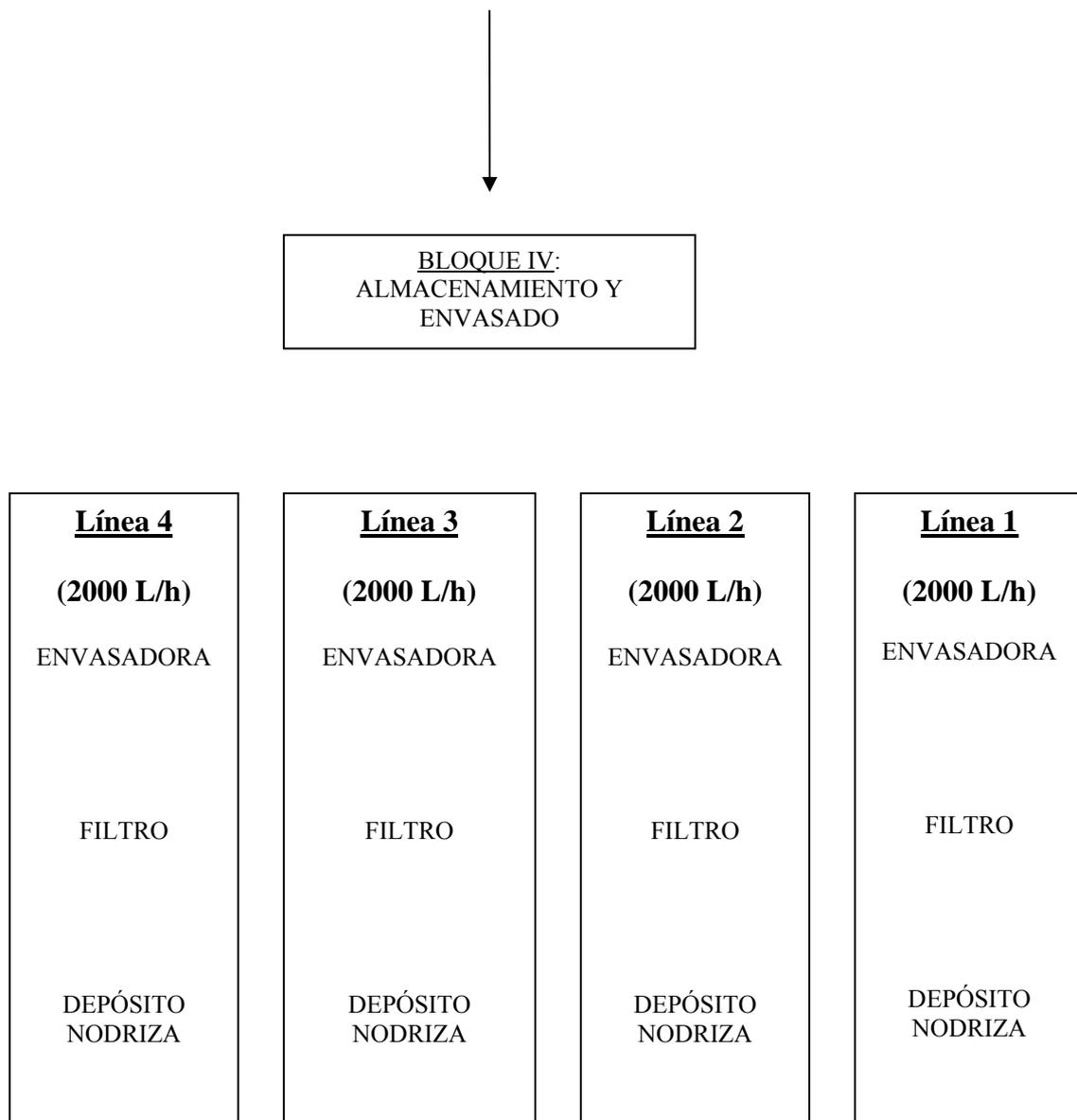
Estos bloques se pueden representar en un diagrama de la siguiente forma:





**BLOQUE III: ELABORACIÓN
DEL ACEITE DE OLIVA**





En primer lugar nos encontramos con el Bloque I de Recepción, donde cada agricultor descarga su partida de aceituna tras cada jornada de trabajo, y este aspecto es muy importante ya que si se busca algo de calidad en el aceite es imprescindible que se procese lo antes posible para evitar el atroje y fermentación de la aceituna que daría para el aceite valores de acidez intolerables. La aceituna llega en cada remolque almacenada a granel y de éste se vacía directamente a la tolva de recepción en nuestro caso éstas tolvas tienen una capacidad de 8 toneladas ya que no suele haber remolques de mayor capacidad asegurándonos así que cada partida de aceituna se procesa

íntegramente. Existen cuatro tolvas porque la experiencia nos demuestra que aunque se trate de un día de máxima afluencia de socios de la almazara, será suficiente si se adapta el tiempo de descarga para cada agricultor a diez minutos, penalizando a este con multa económica si excede el tiempo indicado.

La zona de recepción que le corresponda a cada partida según su calidad se desarrollara en el siguiente apartado.

Mediante un sistema de cintas transportadoras, la aceituna pasa al Bloque II de Limpieza, distribuido en la parcela justo a continuación del Bloque I.

En el Bloque II, básicamente lo que se hace es retirar toda la suciedad, tierra adherida y polvo que lleva el fruto y dejarlo preparado para la siguiente fase, en primer lugar la aceituna pasa a la Limpiadora donde se retiran la mayoría de ramas y polvo mediante un ventilador de aire, a continuación pasa directamente a la Lavadora donde se eliminan los barros y demás suciedad adherida así como el resto de piedras y ramas que pudieron quedar en la Limpiadora y a continuación pasa a la Pesadora donde se imprime un ticket con el peso de la partida de aceituna.

En el caso de la línea 1 (donde se limpiarán los frutos destinados a producir aceite de alta calidad), cuando sea posible se realizará un by-pass en la lavadora ya que existen estudios que indican que el lavado de la aceituna disminuye su rendimiento de extractabilidad de aceite, por ello cuando las condiciones de suciedad del fruto lo permitan se obviará este equipo

Los tres equipos que forman parte del bloque de limpieza están distribuidos uno a continuación del otro en una línea recta, con una distancia entre si suficiente para que puedan maniobrar los operarios en caso de reparación o atasco de las máquinas.

La ultima parte que conforma este segundo bloque esta compuesta por un conjunto de cintas transportadoras encargadas de remontar la aceituna hacia las tolvas pulmón de aceituna, donde se almacena hasta

la hora de la molturación. Este sistema de cintas esta especificado en el capitulo de Memoria de Calculo.

El objeto de remontar la aceituna en vez de poner el bloque de elaboración a continuación del de limpieza es sencillo, ya que además de ahorrar espacio en la parcela se evita el problema técnico de remontar la aceituna prácticamente desde el suelo hasta la tolva de recepción que tiene una gran altura.

Por tanto llegados a esta fase la aceituna está lista para ser molturada y con ello pasamos mediante un sistema de tornillos sin-fin que se especifican en el apartado de Memoria de Cálculos al siguiente bloque.

Bloque III: Elaboración. La dirección que toma el fruto tras el remonte será contraria a la que había llevado hasta ahora ya que tras el remonte los equipos de este bloque se disponen también en una línea recta uno a continuación del otro pero en dirección contraria en la parcela donde se sitúa la almazara. En éste bloque se produce la transformación del fruto hasta convertirse en aceite de oliva, en este apartado no hay distinción entre alta calidad y aceite corriente en cuanto al proceso, con la excepción obvia de independizar cada línea para no mezclar aceites de distintas calidades.

El primer equipo que nos encontramos es el Molino (de martillos), donde se rompe el fruto buscando la liberación del aceite de oliva, a continuación viene la Batidora donde se homogenizan las fases, mediante una agitación a temperatura mantenida de 30°C, el trasiego entre estos equipos se realiza con bombas Mono, específicas de la industria alimentaria.

El siguiente equipo es la Centrifuga Horizontal o Decanter que tiene como misión separar las fases líquidas (Aceite+Alpechín) de la fase semisólida o pastosa compuesta por la parte leñosa del fruto (hueso).

Desde este equipo la fase líquida pasa a la Centrífuga Vertical donde se separa el aceite que es enviado a bodega para su almacenamiento envasado y venta.

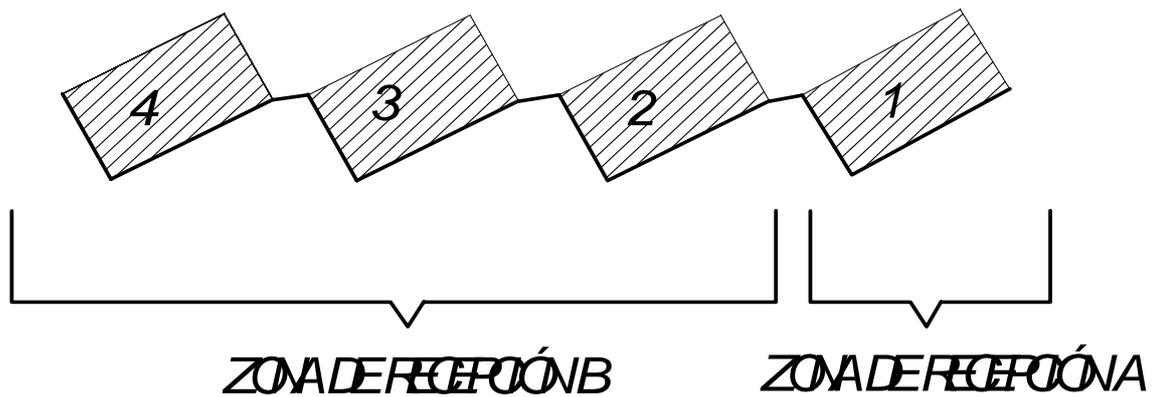
1.4.2.- Descripción General y Bases Principales de diseño.-

1.- Recepción de Aceituna.-

Cuando una partida de aceituna llega a la Almazara, por medio de un vehículo motorizado (normalmente en el remolque que arrastra éste) la descarga del fruto se puede hacer en dos áreas bien diferenciadas:

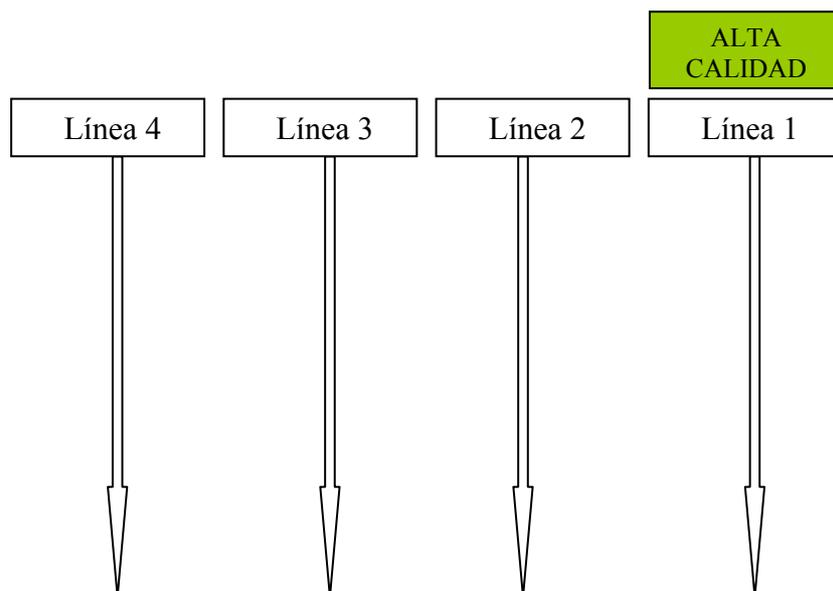
- **Zona de Recepción A**, (tolva de recepción 1 empotrada en el terreno), destinada a los frutos que potencialmente puedan proporcionar aceites de calidad, en cuyo caso la aceituna debe de cumplir unas determinadas especificaciones, como son:
 - Aceitunas sanas, cogidas del árbol (nunca del suelo) y con un estado de madurez uniforme, se verificará visualmente.
 - Aceitunas cuyo rendimiento o contenido graso sea lo suficientemente elevado como para producir aceites de calidad, este hecho será acreditado por el agricultor mediante datos de la campaña anterior, así como la parcela de procedencia de los frutos.
 - Aceitunas que no hayan sufrido “stress” hídrico (parcelas de cultivo de regadío).
 - Aceitunas transportadas en cajas perforadas o en su defecto, a granel, no se aceptan frutos transportados en sacos aunque cumplan todas las especificaciones anteriores.

- **Zona de recepción B**, (tolvas de recepción 2,3 y 4), para frutos que difícilmente puedan producir aceites de alta calidad por tanto en esta zona se descargan las demás aceitunas recogidas que no cumplan las especificaciones de la zona de recepción A.



2.- Limpieza, Lavado y Pesado del fruto.-

A continuación, una vez descargada una partida de aceituna en la tolva de recepción que le corresponda pasa directamente a la línea de Limpieza, en el presente proyecto existen Cuatro Líneas de Limpieza y Lavado de aceituna, con rendimiento unitario de 45 t/hora, siendo una de ellas (Línea 1), la destinada a limpiar los frutos que potencialmente producirán aceite de alta calidad:



El número de líneas y la capacidad de cada una viene impuesta por tres factores:

- La aceituna no se puede atrojar al aire libre, si se busca conseguir buena calidad en el aceite, por tanto las instalaciones han de limpiar y lavar toda la aceituna que llegue a la planta, para lo cuál hay que dimensionarla para una situación de jornada de saturación de clientes.
- Es necesaria esta capacidad, aunque la instalación se vea sobredimensionada, ya que se debe evitar hacer esperar a los agricultores para descargar su carga de aceituna. La afluencia de partidas de frutos no es homogénea pudiéndose dar jornadas sin apenas entrada de cargas y otras, por el contrario, de completa saturación, en función de la climatología, calendario de fiestas, etc. Por tanto cada partida debe ser procesada lo más rápidamente posible.
- Los equipos de limpieza y lavado comerciales tienen estos rendimientos de procesado de aceituna.

Por tanto a la vista de estos parámetros, basándonos en datos de campañas anteriores en relación con los picos de recepción diaria de aceituna, la capacidad total de **Limpieza de la planta = 180 t/hora**, resulta más que suficiente para procesar todo el fruto aunque resulte una jornada de afluencia masiva de agricultores.

La columna vertebral de cada una de las líneas de limpieza está compuesta por tres equipos, en orden de actuación son:

- **La limpiadora**, encargada de retirar las hojas y piedras pequeñas, cuya elección se tratará en profundidad en el capítulo de Memoria de Calculo.
- **La lavadora**, encargada de retirar la arena y el barro adherido al fruto, así como las piedras que pudieran quedar tras la limpiadora.

- La pesadora, encargada de pesar cada partida de aceituna depositada por el agricultor en la almazara.

La estructura general de cada línea de limpieza está completada por un sistema de cintas transportadoras que interconecta cada uno de los equipos anteriormente comentados, así como distribuye cada partida de fruto en su tolva pulmón correspondiente.

En cuanto a la línea 1 de aceite de oliva de alta calidad, ensayos en laboratorio sobre la influencia del lavado de la aceituna demuestran que hay una disminución significativa de la extractabilidad de ésta, es decir, cuando se lava la aceituna, hay una disminución de la cantidad de aceite extraído (aproximadamente 0,3 puntos) confirmada por el mayor contenido graso del los orujos de las aceitunas lavadas. Esta pérdida de extractabilidad puede atribuirse al agua adherida a la piel de la aceituna, que facilita la formación de emulsiones en las siguientes fases del proceso, por tanto, los frutos de esta línea, sólo deben pasarse por la limpiadora (despalilladora), haciendo un by-pass en la lavadora. Lamentablemente las condiciones en las que suele llegar la aceituna a la almazara (presencia de barro como consecuencia de una recolección en terreno muy húmedo, etc.) obliga en muchos casos a efectuar un lavado del fruto, en este caso es muy importante cuidar la limpieza del agua y añadir un mecanismo eficaz de escurrido y secado, para eliminar la mayor parte del agua adherida a la epidermis.

3.- Distribución y Almacenamiento del fruto.-

Como anteriormente se comentó los frutos procesados en la línea de Limpieza 1, lógicamente se almacenan por separado con respecto a los demás, puesto que están destinados a producir aceite de alta calidad, esto se realiza por un sistema de cintas transportadoras de remonte y reparto de tolvas independiente que separará en las tolvas 1 y 2 el fruto de calidad.

También existe un sistema de remonte y reparto de tolvas independiente para el resto de líneas de limpieza de forma que el resto de aceituna ya limpia se almacena en las tolvas 3,4,5,6,7,8.

Llegados a este punto donde tenemos el fruto perfectamente limpio y almacenado en tolvas, evitando así posibles fermentaciones, el siguiente paso es transportar la aceituna desde estas tolvas pulmón hasta la sala de elaboración. Para este fin se ha optado por tomar la solución de un sistema de transporte basado en tornillos sin-fin.

Este sistema esta compuesto por dos unidades independientes:

- Una, bajo las tolvas 1 y 2 de menor longitud y en consecuencia menor potencia para llevar a cabo el transporte de las aceitunas almacenadas en estas tolvas, es decir aquellas de mayor calidad, hacia la Línea de elaboración de Alta Calidad.
- Otra, de mayor longitud bajo las tolvas restantes que distribuirá el fruto en las otras líneas de elaboración.

4.- Elaboración.-

El proceso técnico de elaboración utilizado en esta almazara, es el de **Dos Fases**, llevado a cabo sobre aceituna limpia, mediante **2 líneas de extracción + 1 de extracción de aceite de alta calidad**.

Para justificar esta solución será necesario hacer un balance del fruto recogido en primer lugar, y luego tener en cuenta los cuellos de botella del proceso así como la capacidad de almacenamiento:

➤ Balance del fruto recogido:

1º) Se parte de un consumo medio de las cinco últimas campañas de **8000 t. de aceituna/Temporada**.



2º) La producción de aceituna de un año a otro es irregular pudiéndose llegar a doblar el valor de la media (Temporadas con hasta 15000 t recogidas) por tanto será necesario aplicar un factor 2 de seguridad para el valor de consumo de aceituna para la almazara:

$$Q = 8000 \text{ t/Temporada} \cdot 2 = 16000 \text{ t/Temporada}$$



3º) En cada temporada de recolección lo normal es que la almazara no este en funcionamiento mas de 60 días puesto que si se alarga demasiado la recolección o se adelanta, la aceituna no estará en su punto óptimo de maduración y el aceite consecuentemente perderá calidad, en este caso se considerará que la almazara esta abierta al público desde el 15 de Diciembre → 15 de Febrero. Por tanto el caudal queda:

$$Q = 16000 \text{ t /Temporada} / 60 \text{ días/Temporada} = 266.67 \text{ t / día}$$

Esta distribución no es equitativa, es decir, unas jornadas los socios almazareros acudirán en masa (fines de semana), mientras que otros días la afluencia será escasa.

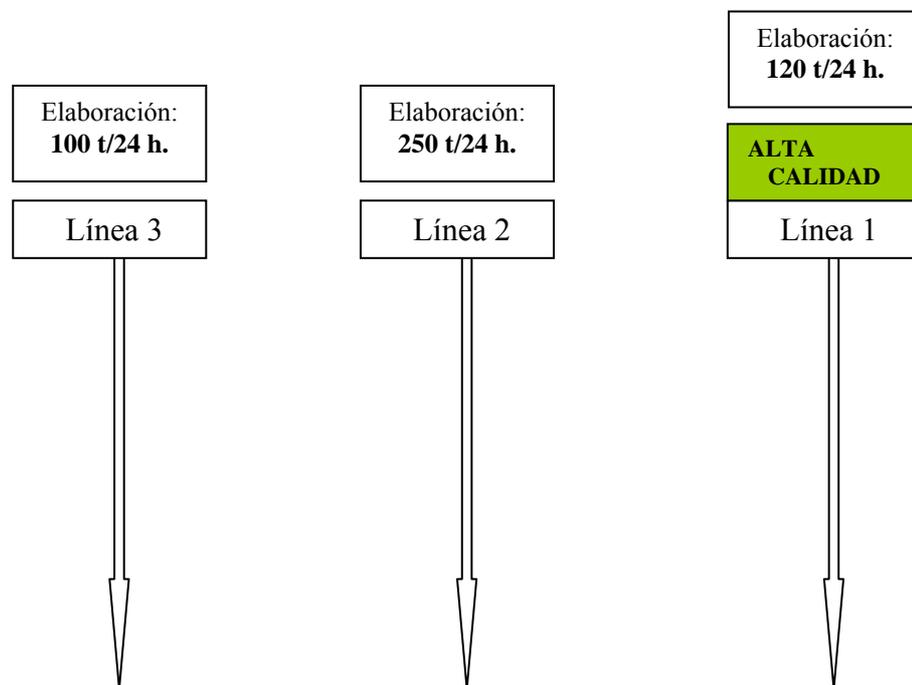
Por tanto a la vista de este resultado el numero de líneas de elaboración parece estar claro, ya que si una línea es para aceite de alta calidad, el fruto restante será aconsejable dividirlo en otras dos líneas, una principal que procese una buena cantidad de aceituna y otra de apoyo para días de saturación de clientes o para averías.

En cuanto a la capacidad de cada línea hay que tener en cuenta el corazón del proceso que es el Decanter o Centrifuga Horizontal, es con diferencia, el equipo que mas energía consume, por tanto, no será recomendable poner uno demasiado grande que procese casi todo el fruto, ya que el consumo energético en días donde no sea mucha la

cantidad de aceituna a procesar será inaceptable, por tanto es mejor repartir la carga del decanter en varias líneas avalando así la solución de tres líneas que se vislumbra con el balance de masa por temporada.

En cuanto a la capacidad de almacenamiento no hay excesivos problemas puesto que las tolvas pulmón tienen suficiente capacidad para almacenar sin problemas todo el fruto llegado en un día de afluencia masiva.

Por tanto a la vista de los anteriores pasos se opta por tomar la siguiente solución:



La línea 1 es la que se encarga de la molturación de los frutos destinados a dar aceite de alta calidad y previsiblemente 120 t /24 horas será mas que suficiente para procesar todo el fruto.

La línea 2 será la encargada de procesar la mayoría de los frutos, de ahí que sea la de mayor capacidad con 250 t/hora.

La línea 3 tiene como misión servir de apoyo en jornadas donde la afluencia de clientes es máxima, así como línea de elaboración cuando alguna de las otras dos tenga que parar por avería, o la afluencia de

socios sea tan pequeña que se opte por cerrar la línea 2 de mucho más consumo energético frente a esta línea.

4.1.- Molienda y Trasiego.-

El proceso de molienda se realiza mediante molinos de martillos ya que se ha comprobado que este sistema es el más eficaz para romper por completo la piel del fruto, de forma que se libera prácticamente todo el aceite desde el principio de la línea de elaboración.

En la planta cada línea de elaboración consta de un molino, excepto la línea 2 que es la de mayor capacidad que consta de dos molinos, en este caso parece lógico optar por esta solución ya que en días de poca afluencia de agricultores no será necesario tener encendidos los dos molinos con el consiguiente gasto energético.

Una vez molida la aceituna será necesario transportar la pasta resultante hasta el siguiente equipo, para ello se ha optado por utilizar una bomba pistón, ya que si para fluidos con sólidos en suspensión se aconseja utilizar bombas centrifugas, para el transporte de sólidos o pastas fluidas, la bomba pistón es la mejor solución.

4.2- Batido.-

La operación de batido es una de las más importantes dentro de la línea de elaboración, ya que en ella se forma una fase oleosa propiamente dicha.

Para el tiempo de batido se ha estimado un valor de 75 minutos que es el recomendado por todos los manuales de elaboración de aceite de oliva.

Un factor decisivo para obtener calidad en el aceite de oliva es que éste no este expuesto a temperaturas elevadas que pueden empeorar sus características organolépticas, por tanto se ha optado por una temperatura de 29 ° C, que permitirá mantener el aceite suficientemente fluido como para que no haya problemas en su transporte y separación y que además éste no pierda calidad.

La temperatura se mantiene con un calentador de serpentín alrededor de la batidora controlado por un PLC.

4.3.- Separación de Fases (Decanter o Centrifuga Horizontal).-

Este equipo es el corazón del proceso de elaboración ya que es en gran medida el que define la calidad del aceite así como es el que tiene un mayor consumo energético, en él se separan las fases líquidas de la fase sólida que mediante otro sinfín va a parar a las tolvas exteriores a la sala de fabricación de las cuales será retirado para su reutilización.

El aceite más o menos sucio se hace pasar posteriormente por un vibrofiltro que retiene las partículas sólidas en suspensión, bombeándose a continuación hacia las centrifugas verticales.

El transporte desde la batidora hasta el decanter se lleva a cabo mediante una bomba mono, que es específica de la industria alimentaria y se utiliza cuando los caudales requeridos no son muy grandes.

4.4.- Separación de Fases Líquidas.-

Se trata de un equipo donde se separan el aceite de oliva del alpechín tiene menor capacidad que el decanter puesto que la carga con la que trabaja es sensiblemente menor y su buen funcionamiento también condiciona en gran medida la calidad del aceite.

Desde este equipo el aceite pasa a una batería de depósitos de decantación, donde el aceite termina de aclararse y donde decantan todas las impurezas o trazas que éste pudiera llevar. Desde esta batería de depósitos el aceite es directamente transportado hacia la bodega donde reposara en los depósitos habilitados para ello.

4.5.- Almacenamiento.-

Las instalaciones cuentan con depósitos suficientes como para almacenar todo el aceite producido durante la campaña, lógicamente el

aceite también se almacena por separado dependiendo si se trata de uno de calidad para el que se espera un buen precio, o de otro más corriente.

En cuanto al tipo de depósito, las características que éste debe de cumplir son:

- Ser impermeable
- De material inerte
- Que proteja al aceite de la luz y el aire.

Debe mantener el aceite a una temperatura casi constante, alrededor de los 15-20°C.

Por ello la solución por la que se opta en este proyecto es elegir depósitos de acero inoxidable en los cuales el aceite lejos de perder propiedades ganará en puntuación organoléptica.

Llegados a este punto el proceso ha concluido y el aceite esta preparado para su envasado o venta a granel.

1.5.- Consumos y producciones.-

Los consumos y producciones tomados como referencia so los relativos a una almazara de tamaño medio, a partir de datos reales promediados de las últimas cinco temporadas:

- **Consumos:**

- Aceituna de Aceite, media de cinco últimas campañas: *8000 Tm.*
- Rendimiento Graso: *20.75 %.*
- Consumo de Agua: *1416 m³.*

- **Producciones:**

- Aceite de oliva virgen: *1469 Tm.*
- Orujo de Dos Fases: *5310 Tm.*
- Volumen de Vertidos: *2124 Tm.*

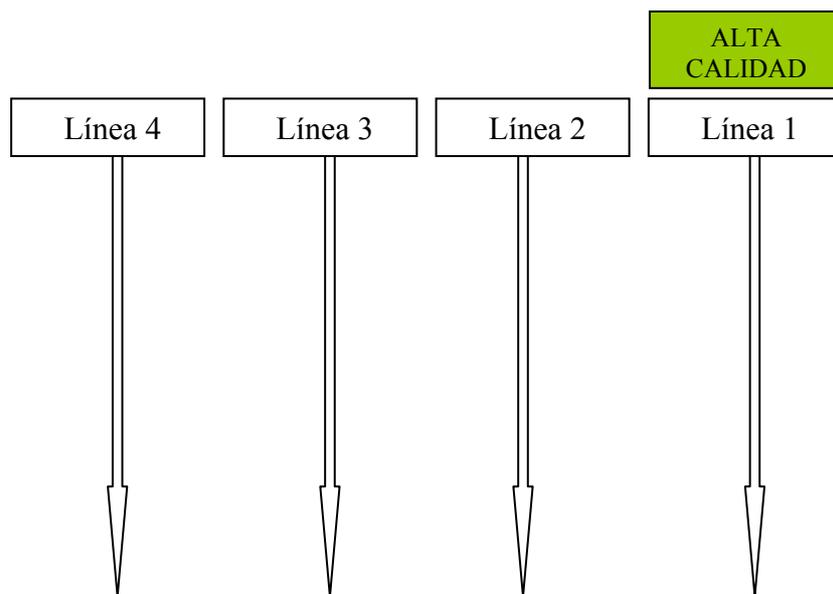
CAPITULO 2: Memoria de Cálculo.-

2.1.- Diseño de Equipos.-

En este apartado se abordará el diseño de equipos así como la distribución y justificación de la selección de los mismos. La Almazara dispondrá del siguiente equipamiento de Maquinaria:

1.- Recepción y Limpieza.

Cuatro Líneas de Limpieza y Lavado de aceituna, con rendimiento unitario de 45 t/hora:



Cada una compuesta de los siguientes elementos:

- ♦ **Tolva metálica (Tolva de Recepción)** para empotrar en el terreno, de 8 Tm de capacidad, con enrejado de paso para soportar el paso de vehículos de gran tonelaje y bandeja vibratoria. La capacidad de esta tolva viene impuesta porque los remolques comerciales de transporte de aceituna no tienen una capacidad superior, además debe ser lo suficientemente grande para que cada agricultor pueda descargar y

dejar inmediatamente paso al siguiente agricultor, minimizando así el tiempo de espera.

- ♦ **Limpiadora Vulcano LP 45/50:** Para las capacidades que se manejan, se ha consultado un amplio número de catálogos de fabricantes, del que se ha seleccionado como mas adecuado este modelo que dispone de alimentador, de dimensiones: Ancho: 1.92 m.; Alto: 3 m.; Largo: 2.9 m., con una potencia total de 14 a 16 CV según instalación, acepta cargas de suciedad de hasta el 40 %. Estructura y chasis de acero al carbono, las bandas son de material alimentario de tres lonas, con bomba de agua especialmente diseñada para trabajar con lodos.

La turbina de aire esta diseñada en exclusiva para maquinaria ASIGRAN y esta provista de difusor de aire con dos bocas de salida y regulación de caudal, también tiene bandeja vibratoria para recibir y distribuir el producto además de un sinfín y una cinta para el desalojo de suciedad de la criba de rodillos y aceituna hacia la lavadora respectivamente. Capacidad 45000-50000 kg/hora.

- ♦ **Lavadora Vulcano LV 45/50 :** Para las capacidades que se manejan, tras consultar un amplio número de catálogos de fabricantes, el equipo que más se ajusta a la solución óptima es este modelo.

La línea 1 de aceite de oliva de alta calidad no precisa de tren de lavado según se expuso con anterioridad, por ello existe un “by-pass” que evita el paso por la lavadora. En caso de que una determinada partida requiera un lavado porque presente demasiada arena adherida se desactiva dicho “by-pass”. Acepta cargas de suciedad de hasta el 40 %.

Sus dimensiones son: Ancho: 2m; Alto: 2,70 m.; Largo: 6 m.

La potencia total que tiene este equipo son 11,68 CV, su estructura también es de acero al carbono y las bandas son de material alimentario de tres lonas.

El sistema de lavado está compuesto por un difusor hidro-mezclador de gran caudal y una cinta sacapiedras con sistema de autocentrado de la banda. El depósito tiene una capacidad de 9000 L. La capacidad de tratamiento es de 45000-50000 Kg/hora.

- ◆ **Báscula** de pesada continua en acero inoxidable de 300 Kg., cuadro sinóptico e impresor de tiquet.

Además todo el área de recepción y limpieza de la almazara también requiere los siguientes equipos:

- ◆ **Compresor** de 3 cv. Para accionamiento de las Pesadoras continuas de las cuatro líneas.

- ◆ Cuatro Equipos de **Cintas Transportadoras** de interconexión entre máquinas de la Línea de Limpieza, formado cada uno de ellos por:

- Cinta 1 (Tolva → Limpiadora) cuyo diseño se detalla a continuación:

- Datos de partida: Longitud= 12m. ; Altura = 3 m.
- Masa de aceituna a tratar: $m = m(t) = 45000 \text{ Kg/h}$.
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ Kg/m}^3$ → según bibliografía (Perry's Chemical Engineers' Handbook) la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 1) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s

Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

$m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B$; siendo: Q_m (Carga)(m³/h/m/s)

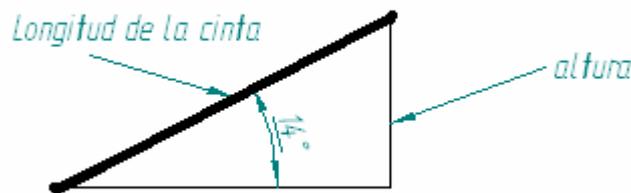
V (Velocidad de accionamiento) (m/s)

K (factor geométrico)

ρ_B (Kg/m³)

$m(t)$ (Caudal de masa)(Kg/h)

Cálculo de K :



$\Phi = \text{arc sen Altura} / \text{Longitud de la cinta} = \text{arc sen } 3\text{m} / 12\text{m} = 14.47^\circ$, con este ángulo entrando en la tabla 1.3(Anexo 1) se obtiene un $K=0.91$. El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 45000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 0.91 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 = 30.91 \text{ m}^3/\text{h/m/s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 500 \text{ mm. } (Q_m = 38 \text{ m}^3/\text{h/m/s.})$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 38 \text{ m}^3/\text{h/m/s} = 1.48 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$ que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Probando con $V = 1.5 \text{ m/s}$:

$$Q_m = 41.20 \text{ m}^3/\text{h/m/s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana ancho} = 550 \text{ mm. } (Q_m = 48 \text{ m}^3/\text{h/m/s.})$$

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 48 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.17 \text{ m}/\text{s} \neq 1.5 \text{ m}/\text{s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Probando con $V = 1.0 \text{ m}/\text{s}$:

$Q_m = 62.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 650 mm.* ($Q_m = 69 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 69 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.815 \text{ m}/\text{s} \neq 1.0 \text{ m}/\text{s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.58 \text{ m}/\text{s}$:

$Q_m = 106.57 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 800 m.* ($Q_m = 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.53 \text{ m}/\text{s} \approx 0.58 \text{ m}/\text{s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 1 = Banda Plana 800 mm.

Ahora habrá que elegir tanto las características geométricas de la cinta, como su potencia. Para el cálculo de la potencia necesaria aplicamos la siguiente correlación:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- Donde W1 es: Potencia neta en Cv necesaria para el movimiento de la banda en vacío y disposición horizontal.
- Donde W2 es: Potencia neta en Cv. necesaria para el transporte horizontal de la carga.
- Donde W3 es: Potencia neta en Cv. necesaria para la elevación del material.

- Donde W_4 es: Potencia a añadir en Cv. por cada tripper de descarga.
- $W_1+W_2+W_3+W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 → 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).

$$W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5) \text{ m/s}$$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.6 \cdot (0.52 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 0.624 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.2 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0.56 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 0 \text{ (0 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas), ya que no existen problemas de ensuciamiento de las poleas por atmósfera pulverulenta.

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 4.3 \approx 4.5 \text{ Cv.}}$$

En resumen, la **cinta 1** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 4.5 Cv. de potencia.

- Cinta 2(Limpiadora→ Lavadora) cuyo diseño se detalla a continuación:

- Datos de partida: Longitud= 11m. ; Altura = 2m.
- Caudal de aceituna a tratar: $m = m(t) = 45000 \text{ Kg/h}$.
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ Kg/m}^3$ → según bibliografía (Perry's Chemical Engineers' Handbook) la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede

formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s

Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

$\mathbf{m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B}$; siendo: Q_m (Carga)($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$)

V (Velocidad de accionamiento) (m/s)

K (factor geométrico)

ρ_B (Kg/m^3)

$m(t)$ (Caudal de masa)(Kg/h)

Cálculo de K :

$\Phi = \text{arc sen Altura/ Longitud de la cinta} = \text{arc sen } 2\text{m}/11\text{m.} = 10.47^\circ$, con este ángulo entrando en la tabla 1.3(Anexo 1) se obtiene un $K=0.945$.

El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$\begin{aligned} Q_m &= \mathbf{m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B} = 45000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 0.945 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 = \\ &= 29.76 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 450 \text{ mm. } (Q_m \\ &= 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s.}) \end{aligned}$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.875 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$ que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.58 \text{ m/s}$:

$Q_m = 102.62 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana ancho} = 800 \text{ m.}(Q_m = 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s.})$

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.53 \text{ m/s} \approx 0.58 \text{ m/s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 2 = Banda Plana 800 mm.

Su potencia vendrá dada por:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5) \text{ m/s}$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.5 \cdot (0.52 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 0.52 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.2 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0.4 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 0 \text{ (0 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurandonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 3.8 \approx 4 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 2** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 4 Cv. de potencia.

- Cinta 3 (Lavadora → Báscula) cuyo diseño se detalla a continuación:

- Datos de partida: Longitud= 8 m. ; Altura = 1.2 m.
- Masa de aceituna a tratar: $m = m(t) = 45000 \text{ kg/h}$.
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ según bibliografía la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

$\mathbf{m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B}$; siendo: $Q_m(\text{Carga})(\text{m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s})$

$V(\text{Velocidad de accionamiento})(\text{m}/\text{s})$

$K(\text{factor geométrico})$

$\rho_B(\text{kg}/\text{m}^3)$

$m(t)(\text{Caudal de masa})(\text{kg}/\text{h})$

Cálculo de K :

$\Phi = \text{arc sen Altura/ Longitud de la cinta} = \text{arc sen } 1.2\text{m}/8 \text{ m.} = 8.62^\circ$,
con este ángulo entrando en la tabla 1.3(Anexo 1) se obtiene un $K=0.97$.
El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$\begin{aligned} \mathbf{Q_m} &= \mathbf{m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B} = 45000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 0.97 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 = \\ &= 29 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 450 \text{ mm. } (Q_m = \\ &30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s.}) \end{aligned}$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.875 \text{ m}/\text{s} \neq 2 \text{ m}/\text{s}$
 que supusimos \rightarrow **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR
 CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y
 por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.58 \text{ m}/\text{s}$:

$Q_m = 99.98 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 800 m.* ($Q_m =$
 $108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.53 \text{ m}/\text{s} \approx 0.58 \text{ m}/\text{s}$ que
 supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 3 = Banda Plana 800 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(\text{CV}) = (W_1+W_2+W_3+W_4)(1+\beta)(1+K)$ donde :

- $W_1+W_2+W_3+W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10
 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m}/\text{s})/0.5 \text{ m}/\text{s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.3 \cdot (0.52 \text{ m}/\text{s} / 0.5 \text{ m}/\text{s}) = 0.312 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.19 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0.26 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 0 \text{ (0 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático
 Vertical, Cojinetes de Bolas)

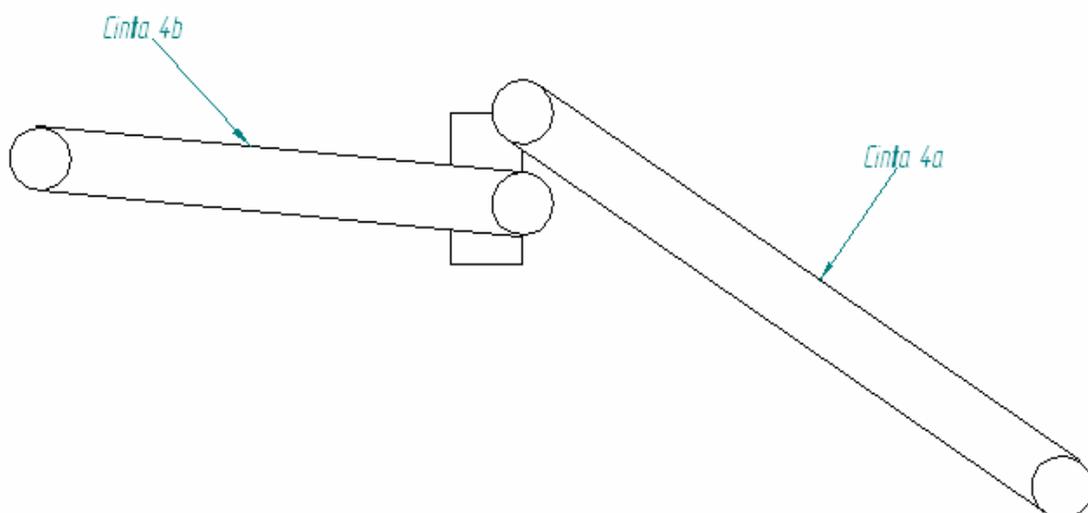
$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no
 ruede).

$$\mathbf{W = 3 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 3** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 3 Cv. de potencia.

◆ Equipo de **Cintas Transportadoras** para remonte y reparto en tolvas, formado por:

- Cinta 4 (2 unidades) (Pesadora → Tolva Pulmón) que trasladará la aceituna ya limpia desde la pesadora hasta la tolva pulmón donde el fruto permanecerá hasta que llegue la hora de su molturación. Esta cinta tiene dos unidades y cada unidad a su vez esta dividida en otras dos (Cinta 4a y Cinta 4b) . El remonte se realiza con dos cintas (una para la línea de aceite de alta calidad y otra para las otras tres líneas). Esta cinta es la de mayor longitud. El montaje se realiza mediante remonte de la aceituna en lugar situar las tolvas en línea a continuación de la pesadora con el fin de ahorrar espacio dentro la nave de trabajo y porque, además, habría que vencer mucha altura desde la lavadora hasta la tolva pulmón, lo cual conlleva, además del problema técnico de diseño, la elección directa de un motor para la cinta con una potencia elevada que conllevaría un gasto energético



inaceptable. Esto hace que se opte por la opción de remonte como la más aceptable.

A continuación se aborda su diseño:

Cinta 4 a(Cinta de remonte del fruto destinado a producir aceite de oliva de **alta calidad**):

- Datos de partida: Longitud= 24m. ; Altura = 7m.
- Masa de aceituna a tratar: $m = m(t) = 45000 \text{ Kg/h}$
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow$ según bibliografía la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) \rightarrow Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
 - Tabla 1.2 (Anexo 2) \rightarrow Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
- Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

$$m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B \text{ ; siendo: } Q_m(\text{Carga})(\text{m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s})$$

V(Velocidad de accionamiento) (m/s)

K(factor geométrico)

$\rho_B(\text{Kg}/\text{m}^3)$

m(t)(Caudal de masa)(Kg/h)

Cálculo de K :

$\Phi = \text{arc sen Altura/ Longitud de la cinta} = \text{arc sen } 7 \text{ m}/24 \text{ m.} = 17^\circ$, con este ángulo entrando en la tabla 1.3(Anexo 1) se obtiene un $K=0.87$. El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 45000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 0.87 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 =$$

$$= 32.32 \text{ m}^3/\text{h/m/s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 500 \text{ mm. } (Q_m = 38 \text{ m}^3/\text{h/m/s.})$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 38 \text{ m}^3/\text{h/m/s} = 1.48 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$$

que supusimos \rightarrow **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.53 \text{ m/s}$:

$$Q_m = 110 \text{ m}^3/\text{h/m/s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana ancho} = 800 \text{ m. } (Q_m = 108 \text{ m}^3/\text{h/m/s.})$$

$$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 108 \text{ m}^3/\text{h/m/s} = 0.45 \text{ m/s} \approx 0.53 \text{ m/s}$$

que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, aunque no con tanta precisión como las anteriores pero para una sola línea de limpieza será mas que suficiente para remontar la aceituna que produce la línea de alta calidad, por tanto :

Cinta 4a (Alta Calidad) = Banda Plana 800 mm.

Su potencia vendrá dada:

$$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K) \text{ donde :}$$

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5 \text{ m/s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.66 \cdot (0.53 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 0.7 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.33 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 1.36 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 2.70 \text{ (1 tripper de descarga) Cv}$$

B = 0.11 (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

K = 0.5 (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 8 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 4a (alta calidad)** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 8 Cv. de potencia.

Cinta 4 b (Cinta de remonte del fruto destinado a producir aceite de oliva de alta calidad):

El ancho de banda así como la potencia de esta cinta será el mismo que el de la cinta 4a ya que la diferencia de ancho de banda será pequeña y la diferencia de CV en el motor también por tanto se elegirá una cinta idéntica por razones técnicas y también estéticas de la planta, aunque ésta este ligeramente sobredimensionada.

En resumen, la **cinta 4b (alta calidad)** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 8 Cv. de potencia.

Cinta 4 a(Cinta de remonte del fruto para producir aceite de oliva virgen extra corriente):

- Datos de partida: Longitud= 24m. ; Altura = 7m.
- Masa de aceituna a tratar: $m = m(t) = 135000 \text{ Kg/h}$ (45000 Kg/h por cada una de las tres líneas).

- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow$ según bibliografía la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) \rightarrow Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) \rightarrow Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

$m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B$; siendo: $Q_m(\text{Carga})(\text{m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s})$

V (Velocidad de accionamiento) (m/s)

K (factor geométrico)

$\rho_B(\text{Kg}/\text{m}^3)$

$m(t)$ (Caudal de masa)(Kg/h)

Cálculo de K :

$\Phi = \text{arc sen Altura/ Longitud de la cinta} = \text{arc sen } 7 \text{ m}/24 \text{ m.} = 17^\circ$,
con este ángulo entrando en la tabla 1.3(Anexo 1) se obtiene un $K=0.87$.
El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$\begin{aligned} Q_m &= m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 135000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 0.87 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 = \\ &= 97 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 800 \text{ mm. } (Q_m = \\ &104 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s.}) \end{aligned}$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h} / 104 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.62 \text{ m/s} \approx 2 \text{ m/s}$$

que supusimos \rightarrow ¡¡NO CUMPLE exactamente pero se tomará como

valor válido de ancho de banda de la cinta puesto que los tamaños estandarizados de cintas nervadas indican que el mayor ancho de banda permitido será 800 mm. Por tanto bastará con aumentar la velocidad de accionamiento de la cinta (2.3 m/s) para que ésta sea capaz de hacer frente a el transporte de aceitunas requerido.

Cinta 4a (Tres líneas virgen extra) = Banda Plana 800 mm.

Su potencia vendrá dada:

$$W(CV) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K) \quad \text{donde :}$$

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 → 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5 \text{ m/s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.66 \cdot (2 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 2.5 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.6 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 3.2 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 2.70 \text{ (1 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 15 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 4a (tres líneas de aceite de oliva virgen extra)** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 15 Cv. de potencia. Lógicamente la potencia de esta cinta debe ser superior a la cinta 4a de alta calidad puesto que lleva una carga triple respecto a ésta.

Cinta 4 b (Cinta de remonte del fruto destinado a producir aceite de oliva virgen extra corriente):

El ancho de banda así como la potencia de esta cinta será el mismo que el de la cinta 4a ya que la diferencia de ancho de banda será pequeña y la diferencia de CV en el motor también por tanto se elegirá una cinta idéntica por razones técnicas y también estéticas de la planta, aunque ésta este ligeramente sobredimensionada.

En resumen, la **cinta 4b (tres líneas de aceite de oliva virgen extra)** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 15 Cv. de potencia.

Cinta 5 (Cinta de reparto en tolvas de la aceituna destinada a producir aceite de calidad una vez remontada desde la lavadora):

- Datos de partida: Longitud= 20m. ; Altura = 0 m.
- Masa de aceituna a tratar: $m = m(t) = 45000 \text{ Kg/h}$
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow$ según bibliografía la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) \rightarrow Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) \rightarrow Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s

Cálculo de K : $K=1$. (No hay elevación en el material).

Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

$$m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B \text{ ; siendo: } Q_m(\text{Carga})(\text{m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s})$$

V(Velocidad de accionamiento) (m/s)

K(factor geométrico)

ρ_B (Kg/m³)

m(t)(Caudal de masa)(Kg/h)

$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 45000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 = 28.12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana Ancho = 450 mm.* ($Q_m = 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.875 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$ que supusimos $\rightarrow \rightarrow$ **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 1 \text{ m/s}$:

$Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 600 m.* ($Q_m = 58 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 58 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.969 \text{ m/s} \approx 1 \text{ m/s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 5 (Reparto de fruto alta calidad en tolvas 1 y 2) = Banda Plana 600 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).

$$\blacksquare W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s})/0.5 \text{ m/s})$$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.54 \cdot (1 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 1.08 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.33 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0$$

$$W_3 = 0 \text{ CV (no hay elevación del material)}$$

$$W_4 = 0 \text{ (0 tripper de descarga) CV}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 2 \text{ CV.}}$$

En resumen, la **cinta 5 (Reparto del fruto destinado a producir aceite de alta calidad en tolvas 1 y 2)** será una banda plana con cinta lisa, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de **2 Cv.** de potencia.

Cinta 6 (Cinta de reparto en tolvas de la aceituna destinada a producir aceite de oliva virgen extra una vez remontada desde la lavadora):

- Datos de partida: Longitud= 20m. ; Altura = 0 m.
- Masa de aceituna a tratar: $m = m(t) = 135000 \text{ Kg/h}$ (En esta línea desembocan tres líneas de 45000 Kg/h cada una).
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 800 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow$ según bibliografía la densidad aparente de la aceituna provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
 - Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
- Cálculo de K : K=1. (No hay elevación en el material).

Empezamos los cálculos con $V = 2.0$ m/s:

$$\mathbf{m(t) = Q_m \cdot V \cdot k \cdot \rho_B}$$

siendo: Q_m (Carga)(m³/h/m/s)
 V (Velocidad de accionamiento) (m/s)
 K (factor geométrico)
 ρ_B (Kg/m³)
 $m(t)$ (Caudal de masa)(Kg/h)

$$Q_m = \mathbf{m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B} = 135000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 800 \text{ Kg/m}^3 = 84.37 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$$

→ Tabla 1.4 → *Banda Plana Ancho = 750 mm.* ($Q_m = 94 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h} / 94 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 179 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$$

que supusimos → → **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 1$ m/s :

$$Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana ancho} = 1000 \text{ m.}$$

($Q_m = 173 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$$V = Q / Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h} / 173 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.97 \text{ m/s} \approx 1 \text{ m/s}$$

que supusimos → **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 6 (Reparto de fruto destinado a producir aceite de oliva virgen extra en tolvas pulmón) = Banda Plana 1000 mm.

Su potencia vendrá dada:

$$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K) \quad \text{donde :}$$

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 → 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5 \text{ m/s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 1 \cdot (1 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 2 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 1.3 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0 \text{ CV (no hay elevación del material)}$$

$$W_4 = 0 \text{ (0 tripper de descarga) CV}$$

$$B = 0.11 \text{ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)}$$

$$K = 0.5 \text{ (Arco de contacto = } 210^\circ \text{ asegurándonos así que el material no ruede).}$$

$$\mathbf{W = 5.3 \text{ Cv.}}$$

En resumen, la **cinta 5 (Reparto del fruto destinado a producir aceite de oliva virgen extra en tolvas pulmón)** será una banda plana con cinta lisa, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de **5.3 Cv.** de potencia.

♦ Equipo de **Cintas Transportadoras** para salida de producto pesado y subproductos de limpieza, formador por:

- Cinta 7 (Salida de Hojas de la Limpiadora):

- Datos de partida: Longitud= 26 m. ; Altura = 0 m.
 - Densidad Aparente de la masa de hojas+tierra: $\rho_B = 500 \text{ Kg/m}^3$
 - Masa de hojas a tratar: $m = m(t) = 35640 \text{ Kg/h}$. (Como resultado de considerar que la carga de suciedad es del 30% de 45000 Kg/h, y dentro de ese 30% aproximadamente la carga que soporta la limpiadora será del 66% multiplicado por cada una de las cuatro líneas).
 - Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
 - Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
- Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

Cálculo de K : $K=1$. (No hay elevación en el material).

El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 36640 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 500 \text{ Kg/m}^3 = 36.64 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m/s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 500 \text{ mm. } (Q_m = 38 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m/s}.)$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 73.28 \text{ m}^3/\text{h} / 38 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m/s} = 1.92 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$$

que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.8 \text{ m/s}$:

$Q_m = 91.6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 750 m.* ($Q_m = 94 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 73.28 \text{ m}^3/\text{h} / 94 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.79 \text{ m}/\text{s} \approx 0.8 \text{ m}/\text{s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Puesto que 750 no es un valor estandarizado de cintas nervadas tomaremos la inmediatamente superior en ancho de banda que es 800 mm. a costa de reducir un poco su velocidad.

Cinta 7 = Banda Plana 800 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m}/\text{s}) / 0.5 \text{ m}/\text{s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.68 \cdot (0.8 \text{ m}/\text{s} / 0.5 \text{ m}/\text{s}) = 1.088 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.3 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 2.30 \text{ (1 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 5.5 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 7** será una banda plana con cinta lisa, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 5.5 Cv. de potencia.

- Cinta 8 (Cinta 7(Tripper de descarga)→ Parva de hojas tierra y piedras pequeñas) cuyo diseño se detalla a continuación:

- Datos de partida: Longitud= 17 m. ; Altura = 6 m. (Se toma esta altura para que se forme una parva de suciedad lo suficientemente grande como para que no haya que limpiar diariamente).
- Masa de hojas a tratar: $m = m(t) = 36640 \text{ Kg/h}$.
- Densidad Aparente de la masa de aceituna: $\rho_B = 500 \text{ Kg/m}^3$ → según bibliografía la densidad aparente de las hojas provoca que el ángulo máximo que puede formar la cinta con la horizontal así como la velocidad de accionamiento máxima de la cinta sean:

$$\varphi)_{\text{máx.}} = 20^\circ$$

$$V)_{\text{máx.}} = 2.5 \text{ m/s}$$

- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

Cálculo de K :

$\Phi = 20.55^\circ$, con este ángulo entrando en la tabla 1.3(Anexo 1) se obtiene un $K=0.81$.

El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 36640 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 0.81 \cdot 500 \text{ Kg/m}^3 = 45.23 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m/s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 550 \text{ mm. } (Q_m = 48 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m/s.})$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$V = Q / Q_m = 73.28 \text{ m}^3/\text{h} / 48 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m/s} = 1.52 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$
que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.45 \text{ m/s}$:

$Q_m = 212 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 1100 mm.* ($Q_m = 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 73.28 \text{ m}^3/\text{h} / 208 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.4 \text{ m/s} \approx 0.45 \text{ m/s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**:

Puesto que 1100 mm. no es un valor estandarizado de cintas lisas tomaremos la inmediatamente superior en ancho de banda que es 1200 mm. a costa de reducir un poco su velocidad.

Cinta 8 = Banda Plana 1200 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5 \text{ m/s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.9 \cdot (0.45 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 0.81 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.19 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0.26 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 5 \text{ CV (1 tripper de descarga)}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 10.5 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 8** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 10.5 Cv. de potencia.

- Cinta 9 (Salida de piedras y tierra de la Lavadora):

- Datos de partida: Longitud= 29 m. ; Altura = 0 m.
- Densidad Aparente de la masa de piedras : $\rho_B = 1100 \text{ Kg/m}^3$
- Masa de hojas a tratar: $m = m(t) = 18360 \text{ Kg/h}$. (Como resultado de considerar que la carga de suciedad es del 30% de 45000 Kg/h, y dentro de ese 30% aproximadamente la carga que soporta la lavadora será del 34% multiplicado por cada una de las cuatro líneas).
- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

Cálculo de K : $K=1$. (No hay elevación en el material).

El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 18360 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 1100 \text{ Kg/m}^3 = 8.34 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 300 \text{ mm. } (Q_m = 12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}.)$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 16.69 \text{ m}^3/\text{h} / 12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.4 \text{ m/s}$$

$\text{m/s} \neq 2 \text{ m/s}$ que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**, POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.45 \text{ m/s}$:

$Q_m = 37.1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow$ Tabla 1.4 \rightarrow *Banda Plana ancho = 500 mm.* ($Q_m = 38 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}$.)

$V = Q / Q_m = 16.69 \text{ m}^3/\text{h} / 38 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.44 \text{ m}/\text{s} \approx 0.45 \text{ m}/\text{s}$ que supusimos \rightarrow **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 9 = Banda Plana 500 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m}/\text{s}) / 0.5 \text{ m}/\text{s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.46 \cdot (0.45 \text{ m}/\text{s} / 0.5 \text{ m}/\text{s}) = 0.414 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.2 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 1.20 \text{ (1 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 3 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 9** será una *banda plana con cinta lisa, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 3 Cv. de potencia.*

- Cinta 10 (Cinta 9(Tripper de descarga)→ Parva de piedras y piedras pequeñas): Esta cinta también busca una elevación suficiente como para formar una parva de piedras por tanto el diseño es equivalente a el de la cinta 8, por tanto se escogerá el mismo modelo de cinta.

Cinta 10 = Banda Plana 1200 mm.

W = 10.5 Cv.

En resumen, la **cinta 10** será una banda plana con cinta nervada para que no ruede en material, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 10.5 Cv. de potencia.

- Cinta 11 (Salida de pesadora línea de alta calidad hacia cinta de remonte 4a(alta calidad):

- Datos de partida: Longitud= 10 m. ; Altura = 0 m.
 - Densidad Aparente de la masa de aceituna : $\rho_B = 800 \text{ kg/m}^3$
 - Masa a tratar: $m = m(t) = 45000 \text{ kg/h}$.
 - Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
 - Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
- Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

Cálculo de K : $K=1$. (No hay elevación en el material).

El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 45000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 800 \text{ kg/m}^3 = 28.125 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 450 \text{ mm. } (Q_m = 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}.)$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.875 \text{ m/s}$$

$\text{m/s} \neq 2 \text{ m/s}$ que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**,

POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Iterando con distintas velocidades obtenemos que la velocidad óptima y por tanto la cinta óptima es:

Probando con $V = 0.53 \text{ m/s}$:

$Q_m = 110 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana ancho} = 800 \text{ m.} (Q_m = 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s.})$

$V = Q / Q_m = 56.25 \text{ m}^3/\text{h} / 108 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.45 \text{ m/s} \approx 0.53 \text{ m/s}$ que supusimos \rightarrow ¡¡**CUMPLE!!**.

Cinta 11 (Alta Calidad) = Banda Plana 800 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(\text{CV}) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 \rightarrow 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5 \text{ m/s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 0.66 \cdot (0.53 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 0.7 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 0.33 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 1.36 \text{ Cv}$$

$$W_4 = 2.70 \text{ (1 tripper de descarga) Cv}$$

$B = 0.11$ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)

$K = 0.5$ (Arco de contacto = 210° asegurándonos así que el material no ruede).

$$\mathbf{W = 8 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 11 (alta calidad)** será una banda plana con cinta lisa, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 8 Cv. de potencia.

- Cinta 12 (Salida de pesadora tres líneas de aceite de oliva virgen hacia cinta de remonte 4a

- Datos de partida: Longitud= 12 m. ; Altura = 0 m.
- Densidad Aparente de la masa de aceituna : $\rho_B = 800 \text{ kg/m}^3$
- Masa a tratar: $m = m(t) = 135000 \text{ kg/h}$.
- Tabla 1.1 (Anexo 1) → Ancho Mínimo de Banda = 300 mm.
- Tabla 1.2 (Anexo 2) → Velocidad de Operación = 1.5 hasta 2.0 m/s
Empezamos los cálculos con $V = 2.0 \text{ m/s}$:

Cálculo de K : $K=1$. (No hay elevación en el material).

El ancho de banda de la cinta transportadora se calcula entrando con el valor de Q_m en la tabla 1.4 (Anexo1), por tanto:

$$Q_m = m(t) / V \cdot k \cdot \rho_B = 135000 \text{ Kg/h} / 2 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 800 \text{ kg/m}^3 = 84.37 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana Ancho} = 750 \text{ mm. } (Q_m = 94 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}.)$$

Recalculando la velocidad para comprobar si el resultado es correcto:

$$V = Q / Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h} / 94 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 1.79 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$$

que supusimos → **¡¡NO CUMPLE!!**,

POR TANTO HABRA QUE PROBAR CON OTRA VELOCIDAD.

Probando con $V = 1 \text{ m/s}$:

$$Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} \rightarrow \text{Tabla 1.4} \rightarrow \text{Banda Plana ancho} = 1000 \text{ m. } (Q_m = 173 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s}.)$$

$$V = Q / Q_m = 168.75 \text{ m}^3/\text{h} / 173 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}/\text{s} = 0.97 \text{ m/s} \approx 1 \text{ m/s}$$

que supusimos → **¡¡CUMPLE!!**, por tanto :

Cinta 12 = Banda Plana 1000 mm.

Su potencia vendrá dada:

$W(CV) = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)(1 + \beta)(1 + K)$ donde :

- $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = f$ (características de la cinta). Tablas 1.5 → 1.10 (Anexo 1)
- β y $K = f$ (características de la cinta).
- $W_1 = W_{\text{tabla}} \cdot (V_{\text{cinta}}(\text{m/s}) / 0.5 \text{ m/s})$

Entrando en tablas tenemos que:

$$W_1 = 1 \cdot (1 \text{ m/s} / 0.5 \text{ m/s}) = 2 \text{ Cv}$$

$$W_2 = 1.3 \text{ Cv}$$

$$W_3 = 0 \text{ CV (no hay elevación del material)}$$

$$W_4 = 0 \text{ (0 tripper de descarga) CV}$$

$$B = 0.11 \text{ (Accionamiento Simple, Poleas Desnudas, Tensor Automático Vertical, Cojinetes de Bolas)}$$

$$K = 0.5 \text{ (Arco de contacto = } 210^\circ \text{ asegurándonos así que el material no ruede).}$$

$$\mathbf{W = 5.3 Cv.}$$

En resumen, la **cinta 12** será una *banda plana con cinta lisa, de accionamiento simple, poleas desnudas, tensor automático vertical, cojinetes de bolas y de 5.3 Cv. de potencia.*

- Cinta 13 (Descarga de hojas en cinta 7 desde la limpiadora): Esta cinta suele venir especificada por el fabricante de la limpiadora en este caso se utilizara una cinta **lisa** con las siguientes características:

Longitud= 5 m. ; Altura = 0 m.

Cinta 12 = Banda Plana 400 mm.

W = 1.5 CV.

- Cinta 14 (Descarga de piedras en cinta 9 desde la lavadora): Esta cinta también suele venir especificada por el fabricante en este caso de la lavadora, se utilizara una cinta **lisa** con las siguientes características:

Longitud= 3 m. ; Altura = 0 m.

Cinta 13 = Banda Plana 400 mm.

W = 1.5 CV.

2.- Elaboración.-

Llegados a este punto, donde tenemos la aceituna almacenada en las tolvas pulmón, preparada para el proceso de elaboración será necesario plantear una solución para poder transportar el fruto almacenado desde las tolvas hasta la primera unidad de elaboración de la línea que es el molino por ello se ha diseñado un sistema de transporte mediante tornillos sin fin que a continuación se desarrolla:

❖ Sistema de tornillos sin-fin de alimentación a las líneas de elaboración:

- ◆ **Tornillo Sin-Fin 1** , de acero inoxidable de cinco metros de longitud bajo las Tolvas Pulmón 1 y 2 (frutos de alta calidad) para su transporte desde dichas tolvas hacia el molino de martillos. Su diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Longitud del Tornillo = $L = 5$ m.

Tipo de Transporte = Horizontal.

Granulometría Uniforme.

Densidad del Material = Densidad de la aceituna = 800 Kg/m^3

Capacidad = $120 \text{ Tn}/24 \text{ h.} = 5 \text{ Tn/h}$

Material clase C (Tabla 5, anexo 1) → Factor del material = $F = 2.5$

La capacidad volumétrica que necesita tener el tornillo será:

$$Q = 5 \text{ Tn/h} / 0.8 \text{ Tn/m}^3 = 6.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Si con este valor entramos en el Grafico 2 (Anexo 1) donde se representa la capacidad en m^3/h frente a la velocidad de giro en r.p.m. y frente al diámetro del tornillo obtenemos que el diseño óptimo es:

Tornillo 1 → Velocidad = 45 r.p.m ; Diámetro = 23 cm.

Para el cálculo de la potencia del tornillo en horizontal se aplica la siguiente fórmula:

$$W \text{ (CV)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot L(\text{m}) \cdot \rho_B(\text{Tn}/\text{m}^3) / 270 \cdot \eta$$

Donde η = Rendimiento = 0.3

Por tanto introduciendo los datos nos da que **W (CV) = 1 CV.**

- ♦ **Tornillo Sin-Fin 2**, en acero inoxidable de doce metros de longitud bajo las Tolvas Pulmón restantes para su transporte desde dichas tolvas hacia el molino de martillos. Su diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Longitud del Tornillo = L = 12 m.

Tipo de Transporte = Horizontal.

Granulometría Uniforme.

Densidad del Material = Densidad de la pasta = 800 Kg/m³

Capacidad = 350 Tn/24 h.= 15 Tn/h

Material clase C (Tabla 5, anexo 1) → Factor del material = F = 2.5

La capacidad volumétrica que necesita tener el tornillo será:

$$Q = 15 \text{ Tn/h} / 0.8 \text{ Tn/m}^3 = 18.75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Si con este valor entramos en el Grafico 2 (Anexo 1) donde se representa la capacidad en m³/h frente a la velocidad de giro en r.p.m. y frente al diámetro del tornillo obtenemos que el diseño óptimo es:

Tornillo 2 → Velocidad = 50 r.p.m ; Diámetro = 30 cm.

Para el cálculo de la potencia del tornillo en horizontal se aplica la siguiente fórmula:

$$W \text{ (CV)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot L(\text{m}) \cdot \rho_B(\text{Tn}/\text{m}^3) / 270 \cdot \eta$$

Donde η = Rendimiento = 0.3

Por tanto introduciendo los datos nos da que **W (CV) = 2.5 CV.**

♦ **Tornillo Sin-Fin 3**, en acero inoxidable de cinco metros de longitud desde el tornillo 1 hasta la alimentación del molino de la línea 1. Su diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Longitud del Tornillo = L = 5 m.

Tipo de Transporte = Horizontal.

Granulometría Uniforme.

Densidad del Material = Densidad de la pasta = 800 Kg/m³

Capacidad = 120 Tn/24 h.= 6.25 Tn/h

Material clase C (Tabla 5, anexo 1) → Factor del material = F = 2.5

La capacidad volumétrica que necesita tener el tornillo será:

$$Q = 5 \text{ Tn/h} / 0.8 \text{ Tn/m}^3 = 6.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

el diseño óptimo es:

Tornillo 3 → Velocidad = 45 r.p.m ; Diámetro = 23 cm.

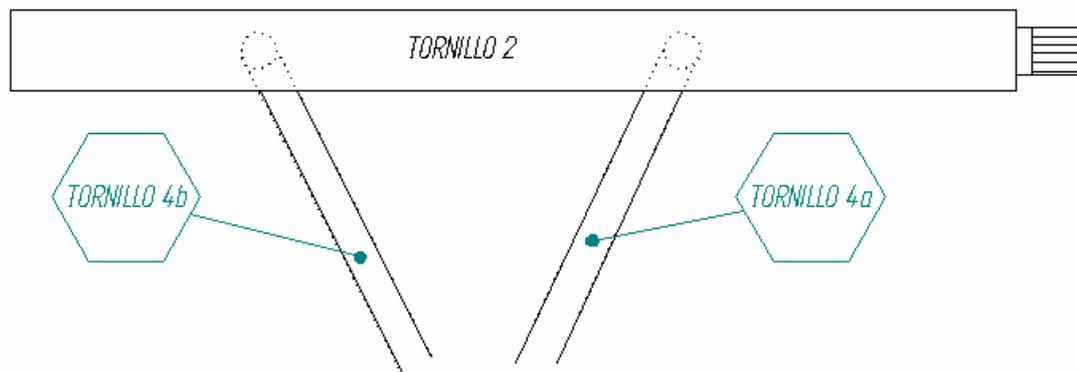
Para el cálculo de la potencia del tornillo en horizontal se aplica la siguiente fórmula:

$$W \text{ (CV)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot L(\text{m}) \cdot \rho_B(\text{Tn}/\text{m}^3) / 270 \cdot \eta$$

Donde η = Rendimiento = 0.3

Por tanto introduciendo los datos nos da que **W (CV) = 1 CV.**

*La solución adoptada para el **tornillo 4** desde el tornillo distribuidor 2 hasta cada una de las unidades del molino es:*



- ♦ **Tornillo Sin-Fin 4a**, en acero inoxidable de cinco metros de longitud desde el tornillo 2 hasta el molino de la línea 3. Su diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Longitud del Tornillo = $L = 5 \text{ m}$.

Tipo de Transporte = Horizontal.

Granulometría Uniforme.

Densidad del Material = Densidad de la pasta = 800 Kg/m^3

Capacidad = $100 \text{ Tn}/24 \text{ h.} = 4.16 \text{ Tn/h}$

Material clase C (Tabla 5, anexo 1) \rightarrow Factor del material = $F = 2.5$

La capacidad volumétrica que necesita tener el tornillo será:

$$Q = 4.16 \text{ Tn/h} / 0.8 \text{ Tn/m}^3 = 5.20 \text{ m}^3/\text{h}$$

el diseño óptimo es:

Tornillo 4a \rightarrow Velocidad = 30 r.p.m ; Diámetro = 23 cm.

Para el cálculo de la potencia del tornillo en horizontal se aplica la siguiente fórmula:

$$W \text{ (CV)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot L(\text{m}) \cdot \rho_B(\text{Tn/m}^3) / 270 \cdot \eta$$

Donde η = Rendimiento = 0.3

Por tanto introduciendo los datos nos da que **W (CV) = 0.5 CV.**

♦ **Tornillo Sin-Fin 4b, (dos unidades)**, en acero inoxidable de cinco metros de longitud desde el tornillo 2 hasta cada uno de los molinos de la línea 2. Su diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Dos unidades, por tanto el caudal se repartirá equitativamente entre ambos. $M_{4b1} = 125 \text{ Tn/h}$; $M_{4b2} = 125 \text{ Tn/h}$.

Longitud del Tornillo = $L = 5 \text{ m}$.

Tipo de Transporte = Horizontal.

Granulometría Uniforme.

Densidad del Material = Densidad de la pasta = 800 Kg/m^3

Capacidad = $125 \text{ Tn}/24 \text{ h.} = 5.20 \text{ Tn/h}$

Material clase C (Tabla 5, anexo 1) \rightarrow Factor del material = $F = 2.5$

La capacidad volumétrica que necesita tener el tornillo será:

$$Q = 5.20 \text{ Tn/h} / 0.8 \text{ Tn/m}^3 = 6.51 \text{ m}^3/\text{h}$$

el diseño óptimo es:

Tornillo 4b(2 unidades) \rightarrow Velocidad = 40 r.p.m ; Diámetro = 23 cm.

Para el cálculo de la potencia del tornillo en horizontal se aplica la siguiente fórmula:

$$W \text{ (CV)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot L(\text{m}) \cdot \rho_B(\text{Tn}/\text{m}^3) / 270 \cdot \eta$$

Donde η = Rendimiento = 0.3

Por tanto introduciendo los datos nos da que **W (CV) = 0.8 CV**

❖ **Línea 1: Sistema Continuo a Dos Fases de 120 t /24h**

♦ **Molino triturador de aceituna LISTELO PIERALISI para la Línea 1**, en acero inoxidable, con: Bancada, Tolvín de recepción de aceituna y placa magnética, Tolvín receptor de masa y motor de 50 CV. Rendimiento de 6000 Kg./hora. El Rendimiento de molienda será algo mayor que 120 Tm/24 horas, pero se elige este modelo para asegurarnos que en jornadas de saturación de clientes no haya problemas para procesar todo el fruto y con ello no atrojarlo demasiado tiempo ya que esto supone una pérdida de calidad en el aceite de oliva.

♦ **Bomba Pistón PIERALISI MODELO B-60**, para traslado de masa desde el molino hasta la Termobatidora, con capacidad bombeo de 5000 Kg./h y accionada por un motor de 2 CV. A continuación se aborda su diseño:

Datos de partida:

Longitud de pistón = 0.2 metros

Caudal másico a tratar = 5000 Kg/h ($Q = 4.16 \text{ m}^3/\text{h}$)

Densidad de la pasta = $1200 \text{ Kg}/\text{m}^3$; Viscosidad = $2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}/\text{m} \cdot \text{s}$

Rendimiento volumétrico deseado = 90 %

Revoluciones por minuto = $\omega = 100 \text{ r.p.m.}$

Bomba de Doble Efecto

La ecuación que gobierna este tipo de bombas es:

$$Q = N_c \cdot N_e \cdot V \cdot \omega \cdot 60 \cdot \eta_v \quad \text{donde:}$$

$$N_c = N^\circ \text{ de cilindros} = 1$$

$$N_e = N^\circ \text{ de efectos} = 2$$

$$V = \text{Volumen de la bomba} = (\pi \cdot D^2/4) \cdot L$$

$$\omega = \text{revoluciones por minuto} = 100 \text{ r.p.m}$$

$$\eta_v = \text{Rendimiento Volumétrico} = 90 \%$$

$$Q = 4.16 \text{ m}^3/\text{h}$$

Despejando el volumen de la ecuación anterior, tenemos que :

$$V = 3.8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \rightarrow \text{Diámetro de la bomba} = 50 \text{ mm.}$$

Si para transportar la masa de aceituna molida desde el molino hasta la batidora suponemos que la presión que debe de llevar el fluido es aproximadamente 10 veces la presión atmosférica, tenemos que :

$$\Delta H_{bomba} = H_B - H_A = \Delta \text{Presión} + \Delta E_{cinética}$$

$$\Delta \text{Presión} = 1.01 \cdot 10^6 \text{ Pa} / 1200 \text{ Kg/m}^3 = 844.375 \text{ J/Kg.}$$

$$\Delta E_{cinética} = \frac{1}{2} (v_{final} - v_{inicial})^2 = \frac{1}{2} (1.54 - 0)^2 = 1.18 \text{ J/Kg.}$$

$$\Delta H_{bomba} = \mathbf{845.56 \text{ J/Kg.}}$$

$$P = \text{Potencia de la Bomba (W)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot \rho_{fluido} \cdot \Delta H_{bomba}$$

$$P = 5000 \text{ Kg/h} \cdot (3600 \text{ s})^{-1} \cdot 845.56 \text{ J/Kg.} = 1174.38 \text{ W} = 1.17 \text{ KW} = \mathbf{2Cv.}$$

♦ **Tubería de acero inoxidable**, de diámetro nominal $DN = 1''$ $Sh = 40$, cuyo diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Longitud = 4.5 metros

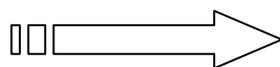
Caudal másico a tratar = 5000 Kg/h ($Q = 1.15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)

Densidad de la pasta = 1200 Kg/m³ ; Viscosidad = $2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}\cdot\text{s}$

Pérdidas máximas aceptadas en el tramo = $h_f = 5 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ($5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^2$)

$$V = Q / \pi \cdot D^2 / 4$$

$$h_f = 4f L \cdot v^2 / 2D$$



$$D = (8L Q^2 \cdot 4f / \pi^2 \cdot h_f)^{1/5}$$

Comenzamos iterando con un valor de $4f = 0.02 \rightarrow D_1 = 0.0286 \text{ m.} \rightarrow V = 1.78 \text{ m/s} \rightarrow Re_1 = 3.06 \cdot 10^4 \rightarrow \varepsilon/D = 0.002 \rightarrow \text{Abaco de Moody} \rightarrow$

$4f = 0.025 \neq 0.02$; seguimos iterando con $4f = 0.025$ de tal forma que se obtiene: $D_1 = 0.03 \text{ m.} \rightarrow V = 1.63 \text{ m/s} \rightarrow Re_1 = 2.93 \cdot 10^4 \rightarrow \varepsilon/D = 0.002 \rightarrow$
 Abaco de Moody $\rightarrow 4f = 0.029 \neq 0.025$ y haciendo una última iteración se obtiene: $D_1 = 0.031 \text{ m.} \rightarrow V = \mathbf{1.54 \text{ m/s}} \rightarrow Re_1 = 2.86 \cdot 10^4 \rightarrow$
 $\varepsilon/D = 0.002 \rightarrow$ Abaco de Moody $\rightarrow 4f = 0.028 \approx 0.029$.

Por tanto el diámetro óptimo de tubería para este tramo de impulsión es: $D = 0.031 \text{ m.} \rightarrow$ Mirando catalogo de tuberías (Anexo 1) obtenemos un valor de :

$$\mathbf{DN = 1 \text{ in}}$$

$$\mathbf{Sh = 40}$$

- ◆ **Termobatidora de dos cuerpos PIERALISI MODELO AR** y 12000 Kg. de capacidad, en acero inoxidable, con ejes horizontales, calefacción por cámara de agua caliente y rebosaderos para el paso de la masa de un cuerpo a otro. Potencia instalada de 11 CV.

Como regla general para obtener aceites de oliva de alta calidad el tiempo de batido será 75 minutos y la temperatura de batido será no mayor de 30° C , en este caso se instalara un PLC que controle la temperatura de batido a 29° C . En cuanto a la adición de coadyuvantes para mejorar la extracción se abordara en el capítulo de control de la almazara.

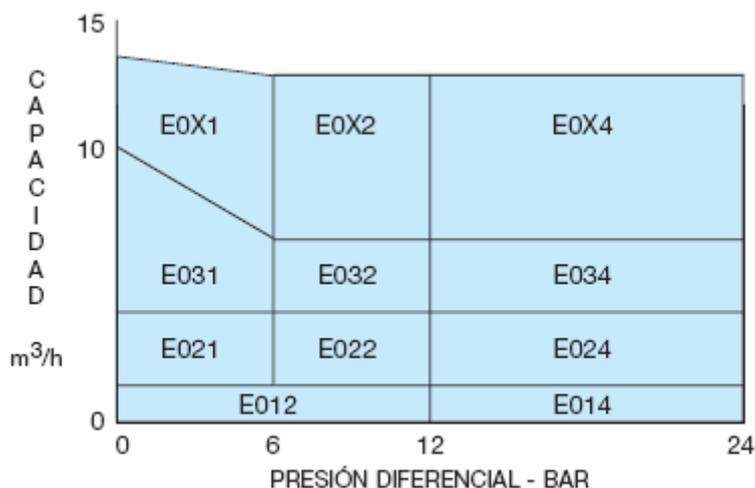
- ◆ **Bomba Mono Flexishaft®**, para trasiego de la pasta desde la Termobatidora hacia el Decánter, éste tipo de bombas están especialmente diseñadas para casos donde se requieren unos bajos caudales y son específicas de la industria alimentaria su diseño se aborda en función a las especificaciones del fabricante:

El fabricante en este caso nos proporciona una tabla donde se representa la capacidad de la bomba frente a la presión que desarrolla y en función de nuestras necesidades se elige un modelo u otro. En nuestro caso:

$M = 5000 \text{ Kg/h} \rightarrow$ Densidad de la pasta = $1200 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow$ Por tanto nuestro caudal es : $Q = \underline{4.16 \text{ m}^3/\text{h}}$

La presión requerida para el trasiego de la pasta no será mayor de 6 bar, por tanto entrando en la gráfica siguiente obtenemos que el modelo de bomba elegido es: **Bomba Mono Flexishaft E031** que será la que nos proporcione el caudal requerido incluso en días de saturación de clientes.

La potencia también dada por el fabricante será de 7 CV.



Las especificaciones de esta bomba se adjuntan en el Anexo 1 dentro del apartado “especificaciones de las bombas mono”.

- ♦ **Decánter PIERALISI MODELO SPI-222S**, de 120 Tm/día, en acero inoxidable, con velocidad de rotor de 2560 r.p.m., bancada, mecanismos antivibratorios, sistema de engrase centralizado y motor de accionamiento de 40 CV. Tras el decanter obtenemos dos corrientes:
 - Una de aceite + aguas vegetales (alpechín) que ira hacia un tamiz.
 - Otra de orujo o sólidos vegetales que ira hacia unas tolvas de almacenamiento para su reciclaje.

♦ **Tamiz Vibrador PIERALISI MODELO VM**, para aceite, con depósito para recogida de líquidos en acero inoxidable, bomba de aceite y recipiente en acero inoxidable para recepción de finos del Tamiz. Potencia (Vibrador + Bomba) de 1.50 CV.

♦ **Centrifuga Vertical PIERALISI MODELO P-9000**, donde se separa el aceite de oliva del Alpechín construida en acero inoxidable para una producción de 1500 l/h accionada por un motor de 15 CV. La capacidad es notablemente menor que en la centrífuga horizontal o Decánter debido a que en éste último equipo hemos eliminado alrededor de el 45 % de la masa que comenzó el proceso de elaboración, por tanto en la centrifuga vertical se procesará el 55% de la carga de la línea.

♦ **Recipiente de Aclarado**, del aceite proveniente de la centrifuga Vertical, en acero inoxidable de dos senos (dos depósitos), con bomba integrada para envío a bodega de 1 CV.

♦ **Bomba Pistón PIERALISI MODELO B-35**, para retirada del orujo del Decánter hasta la su tolva de almacenamiento, con capacidad bombeo de 2000 Kg./h y accionada por un motor de 1 CV. Su diseño es idéntico a la bomba de trasiego desde el Molino hasta la Termobatidora.

Si para transportar la masa de orujo suponemos que la presión que debe de llevar el fluido es aproximadamente 10 veces la presión atmosférica, tenemos que :

$$\Delta H_{bomba} = \Delta P_{presión} + \Delta E_{cinética}$$

$$\Delta P_{presión} = 1.01 \cdot 10^6 \text{ Pa} / 1200 \text{ Kg}/\text{m}^3 = 844.375 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$\Delta E_{cinética} = \frac{1}{2} (v_{final} - v_{inicial})^2 = \frac{1}{2} (1.54 - 0)^2 = 1.18 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$\Delta H_{bomba} = 845.56 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$P = \text{Potencia de la Bomba (W)} = Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot \rho_{\text{fluido}} \cdot \Delta H_{\text{bomba}}$$

$$P = 2000 \text{ Kg/h} \cdot (3600 \text{ s})^{-1} \cdot 845.56 \text{ J/Kg} = 1174.38 \text{ W} = 0.8 \text{ KW} = \mathbf{1 \text{ Cv.}}$$

♦ **Tubería de acero inoxidable**, de diámetro nominal $DN= 1''$ $Sh= 40$, de longitud 30 metros, cuyo diseño es idéntico al tramo de tubería desde el Molino hasta la Termobatidora.

♦ **Cuadro Eléctrico**, de mando con panel sinóptico, variadores de frecuencia, automatismos, cableado y conexiones.

♦ **Equipo de mangueras**, accesorios de interconexión, portes y montaje.

❖ **Línea 2:** *Sistema Continuo a Dos Fases de 250 t / 24h*

♦ **Dos Molinos trituradores de aceituna LISTELO PIERALISI para la Línea 2**, en acero inoxidable, con: Bancada, Tolvín de recepción de aceituna y placa magnética, Tolvín receptor de masa y motor de 50 CV cada uno de ellos. Rendimiento de 6000 kg./hora cada uno. En este caso se utilizan dos molinos idénticos a los de la línea de alta calidad ya que la capacidad de esta línea será aproximadamente el doble.

♦ **Bomba Pistón PIERALISI MODELO B-J**, para traslado de masa desde el molino hasta la Termobatidora, con capacidad bombeo de 12000 Kg./h y accionada por un motor de 5 Cv. A continuación se aborda su diseño:

Si para transportar la masa de aceituna molida desde el molino hasta la batidora suponemos que la presión que debe de llevar el fluido es aproximadamente 10 veces la presión atmosférica, tenemos que :

$$\Delta H_{bomba} = H_B - H_A = \Delta \text{Presión} + \Delta E_{cinética}$$

$$\square \Delta \text{Presión} = 1.01 \cdot 10^6 \text{ Pa} / 1200 \text{ Kg}/m^3 = 844.375 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$\square \Delta E_{cinética} = \frac{1}{2} (v_{final} - v_{inicial})^2 = \frac{1}{2} (1.54 - 0)^2 = 1.18 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$\Delta H_{bomba} = 845.56 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$P = \text{Potencia de la Bomba (W)} = Q(m^3/h) \cdot \rho_{fluido} \cdot \Delta H_{bomba}$$

$$P = 12000 \text{ Kg}/h \cdot (3600 \text{ s})^{-1} \cdot 845.56 \text{ J}/\text{Kg} = 2818 \text{ W} = 2.8 \text{ KW} = 5\text{Cv}.$$

♦ **Tubería de acero inoxidable**, de diámetro nominal $DN= 2''$ $Sh= 40$, cuyo diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

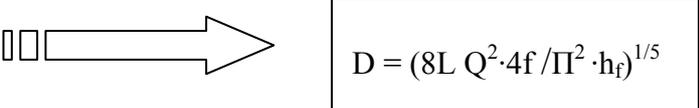
Longitud = 2 metros

Caudal másico a tratar = 12000 Kg/h ($Q = 2.77 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)

Densidad de la pasta = 1200 Kg/m³ ; Viscosidad = $2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}\cdot\text{s}$

Pérdidas máximas aceptadas en el tramo = $h_f = 5 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ($5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^2$)

$$V = Q/\pi \cdot D^2/4$$

$$h_f = 4f L \cdot v^2/2D$$


$$D = (8L Q^2 \cdot 4f / \pi^2 \cdot h_f)^{1/5}$$

Comenzamos iterando con un valor de $4f = 0.02 \rightarrow D_1 = 0.0346 \text{ m}$.

$\rightarrow V = 2.94 \text{ m/s}$ \rightarrow Esta velocidad parece demasiado elevada y producirá un gran desgaste en la tubería si asumimos que la velocidad debe ser igual a la de la línea anterior $V = 1.54 \text{ m/s}$ tenemos que:

$D = 0.0478 \text{ m}$. que será el diámetro óptimo de tubería para este tramo de impulsión \rightarrow Mirando catalogo de tuberías (Anexo1) obtenemos un valor de :

$$\mathbf{DN = 2 \text{ in}}$$

$$\mathbf{Sh = 40}$$

♦ **Termobatidora de cuatro cuerpos PIERALISI MODELO 3 EJES PANORAMA** y 24000 Kg. de capacidad, en acero inoxidable, con ejes horizontales, calefacción por cámara de agua caliente y rebosaderos para el paso de la masa de un cuerpo a otro. Potencia instalada de 16 CV. El tiempo de batido será 75 minutos y la temperatura de batido será de 29° C.

♦ **Bomba Mono Flexishaft®**, para trasiego de la pasta desde la Termobatidora hacia el Decánter.

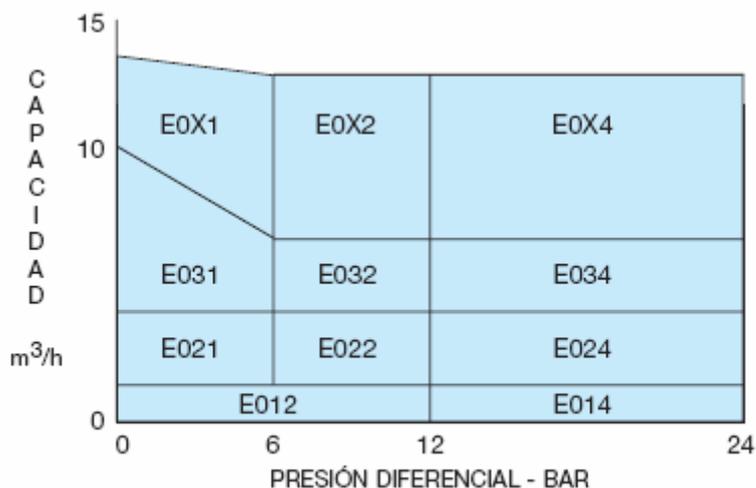
En este caso:

$M = 12000 \text{ Kg/h}$ \rightarrow Densidad de la pasta = 1200 Kg/m³ \rightarrow Por tanto nuestro caudal es : $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$

La presión requerida para el trasiego de la pasta no será mayor de 6 bar, por tanto entrando en la gráfica siguiente obtenemos que el

modelo de bomba elegido es: **Bomba Mono Flexishaft E031 aunque también sería válida la Bomba Mono Flexishaft E0X1.**

La potencia también dada por el fabricante será de 7 CV.



Las especificaciones de esta bomba se adjuntan en el Capítulo 3 de “Especificaciones de equipos” .

♦ **Decánter PIERALISI MODELO SPI 444-S**, de 250 Tm/día, en acero inoxidable, con velocidad de rotor de 2300 r.p.m., bancada, mecanismos antivibratorios, sistema de engrase centralizado y motor de accionamiento de 60 CV.

♦ **Tamiz Vibrador V-J**, para aceite, con depósito para recogida de líquidos en acero inoxidable, bomba de aceite y recipiente en acero inoxidable para recepción de finos del Tamiz. Potencia (Vibrador + Bomba) de 1.50 CV.

♦ **Centrifuga Vertical PIERALIS MODELO P-9000**, donde se separa el aceite de oliva del Alpechín construida en acero inoxidable para una producción de 1500 l/h accionada por un motor de 15 CV.

♦ **Recipiente de Aclarado**, del aceite proveniente de la centrifuga Vertical, en acero inoxidable de dos senos (dos depósitos), con bomba integrada para envío a bodega de 1 CV.

♦ **Bomba Pistón PIERALISI MODELO B-J**, para retirada del orujo del Decánter hasta la su tolva de almacenamiento, con capacidad bombeo de 15000 Kg./h y accionada por un motor de 5 CV. Su diseño es idéntico a la bomba de trasiego desde el Molino hasta la Termobatidora.

Si para transportar la masa de orujo suponemos que la presión que debe de llevar el fluido es aproximadamente 10 veces la presión atmosférica, tenemos que :

$$\Delta H_{bomba} = \Delta \text{Presión} + \Delta E_{cinética}$$

$$\Delta \text{Presión} = 1.01 \cdot 10^6 \text{ Pa} / 1200 \text{ Kg}/m^3 = 844.375 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$\Delta E_{cinética} = \frac{1}{2} (v_{final} - v_{inicial})^2 = \frac{1}{2} (1.54 - 0)^2 = 1.18 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$\Delta H_{bomba} = 845.56 \text{ J}/\text{Kg}.$$

$$P = \text{Potencia de la Bomba (W)} = Q(m^3/h) \cdot \rho_{fluido} \cdot \Delta H_{bomba}$$

$$P = 15000 \text{ Kg}/h \cdot (3600 \text{ s})^{-1} \cdot 845.56 \text{ J}/\text{Kg} = 3523 \text{ W} = 3.5 \text{ KW} = 5 \text{ Cv}.$$

♦ **Tubería de acero inoxidable**, de diámetro nominal $DN= 2''$ $Sh= 40$, de longitud 25 metros, cuyo diseño es idéntico al tramo de tubería desde el Molino hasta la Termobatidora.

♦ **Cuadro Eléctrico**, de mando con panel sinóptico, variadores de frecuencia, automatismos, cableado y conexiones.

♦ **Equipo de mangueras**, accesorios de interconexión, portes y montaje.

❖ **Línea 3:** Sistema Continuo a Dos Fases de 100 TM/24h

- ◆ **Molino triturador de aceituna PIERALISI MODELO LISTELO para la Línea 3**, en acero inoxidable, con: Bancada, Tolvín de recepción de aceituna y placa magnética, Tolvín receptor de masa y motor de 40 CV. Rendimiento 5000 Kg/h
- ◆ **Bomba Pistón PIERALISI MODELO B-60**, para traslado de masa desde el molino hasta la Termobatidora, con capacidad bombeo de 5000 Kg./h y accionada por un motor de 2 CV.
- ◆ **Tubería de acero inoxidable**, de diámetro nominal $DN= 1'' Sh= 40$, cuyo diseño se aborda a continuación:

Datos de partida:

Longitud = 4.5 metros

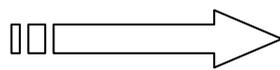
Caudal másico a tratar = 5000 Kg/h ($Q = 1.15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)

Densidad de la pasta = 1200 Kg/m³ ; Viscosidad = $2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}\cdot\text{s}$

Pérdidas máximas aceptadas en el tramo = $h_f = 5 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ($5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^2$)

$$V = Q/\pi \cdot D^2/4$$

$$h_f = 4f L \cdot v^2/2D$$



$$D = (8L Q^2 \cdot 4f / \pi^2 \cdot h_f)^{1/5}$$

Comenzamos iterando con un valor de $4f = 0.02 \rightarrow D_1 = 0.0286 \text{ m.} \rightarrow V = 1.78 \text{ m/s} \rightarrow Re_1 = 3.06 \cdot 10^4 \rightarrow \epsilon/D = 0.002 \rightarrow$ Abaco de Moody $\rightarrow 4f = 0.025 \neq 0.02$; seguimos iterando con $4f = 0.025$ de tal forma que se obtiene: $D_1 = 0.03 \text{ m.} \rightarrow V = 1.63 \text{ m/s} \rightarrow Re_1 = 2.93 \cdot 10^4 \rightarrow \epsilon/D = 0.002 \rightarrow$ Abaco de Moody $\rightarrow 4f = 0.029 \neq 0.025$ y haciendo una última iteración se obtiene: $D_1 = 0.031 \text{ m.} \rightarrow \mathbf{V = 1.54 \text{ m/s}} \rightarrow Re_1 = 2.86 \cdot 10^4 \rightarrow \epsilon/D = 0.002 \rightarrow$ Abaco de Moody $\rightarrow 4f = 0.028 \approx 0.029$.

Por tanto el diámetro óptimo de tubería para este tramo de impulsión es: $D = 0.031 \text{ m.} \rightarrow$ Mirando catalogo de tuberías (Anexo1) obtenemos un valor de :

DN = 1 in

Sh = 40

- ◆ **Termobatidora de dos cuerpos PIERALISI MODELO A.R.** y 12000 Kg. de capacidad, en acero inoxidable, con ejes horizontales, calefacción por cámara de agua caliente y rebosaderos para el paso de la masa de un cuerpo a otro. Potencia instalada de 10 CV.

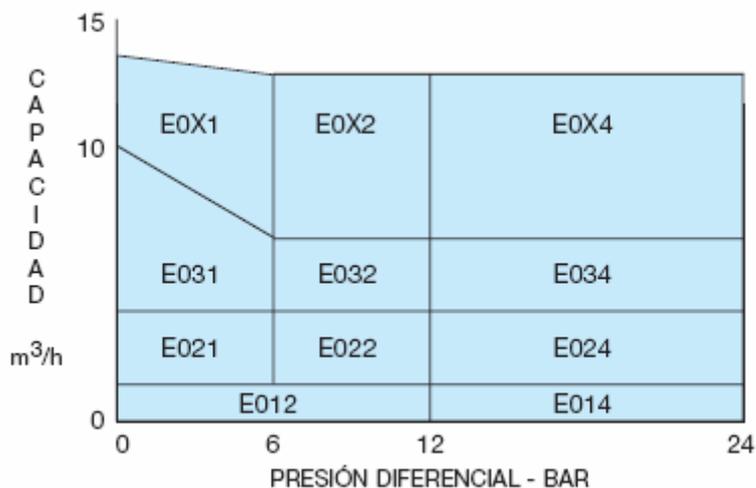
Como regla general para obtener aceites de oliva de alta calidad el tiempo de batido será 75 minutos y la temperatura de batido será no mayor de 30° C.

- ◆ **Bomba Mono Flexishaft®**, para trasiego de la pasta desde la Termobatidora hacia el Decánter.

M= 5000 Kg/h → Densidad de la pasta = 1200 Kg/m³ → Por tanto nuestro caudal es : Q = 4.16 m³/h

La presión requerida para el trasiego de la pasta no será mayor de 6 bar, por tanto entrando en la gráfica siguiente obtenemos que el modelo de bomba elegido es: **Bomba Mono Flexishaft E031** que será la que nos proporcione el caudal requerido incluso en días de saturación de clientes.

La potencia también dada por el fabricante será de 3 CV.



Las especificaciones de esta bomba se adjuntan en el Anexo 1 dentro del apartado “especificaciones de las bombas mono”.

♦ **Decánter PIERALISI MODELO SPI-222S**, de 100 Tm/día, en acero inoxidable, con velocidad de rotor de 2560 r.p.m., bancada, mecanismos antivibratorios, sistema de engrase centralizado y motor de accionamiento de 40 CV.

♦ **Tamiz Vibrador PIERALISI MODELO VM**, para aceite, con depósito para recogida de líquidos en acero inoxidable, bomba de aceite y recipiente en acero inoxidable para recepción de finos del Tamiz. Potencia (Vibrador + Bomba) de 1.50 CV.

♦ **Centrifuga Vertical PIERALISI MODELO P-9000**, donde se separa el aceite de oliva del Alpechín construida en acero inoxidable para una producción de 1500 l/h accionada por un motor de 15 CV.

♦ **Recipiente de Aclarado**, del aceite proveniente de la centrifuga Vertical, en acero inoxidable de dos senos (dos depósitos), con bomba integrada para envío a bodega de 1 CV.

♦ **Bomba Pistón PIERALISI MODELO B-35**, para retirada del orujo del Decánter hasta la su tolva de almacenamiento, con capacidad bombeo de 2000 Kg./h y accionada por un motor de 1 CV. Su diseño es idéntico a la bomba de trasiego desde el Molino hasta la Termobatidora.

♦ **Tubería de acero inoxidable**, de diámetro nominal $DN= 1''$ $Sh= 40$, de longitud 35 metros, cuyo diseño es idéntico al tramo de tubería desde el Molino hasta la Termobatidora.

♦ **Cuadro Eléctrico**, de mando con panel sinóptico, variadores de frecuencia, automatismos, cableado y conexiones.

♦ **Equipo de mangueras**, accesorios de interconexión, portes y montaje.

3.- Envasado.-

En el proceso de envasado consideraremos los siguientes equipos:

♦ **Envasadora de doble caño**, en acero inoxidable, con rendimiento de 2000 L/h, para envases desde 5 a 25 Litros. Potencia instalada de 0.5 CV.

♦ **Filtro Autolimpiante**, de 2000 L/h, en acero inoxidable con 2.5 CV de potencia instalada.

♦ **Deposito nodriza**, en acero inoxidable, de 5000 L de capacidad.

4.- Almacenado de Aceite.-

En este apartado los equipos necesarios son:

- ◆ **Cincuenta y Dos Depósitos cilíndricos**, en acero inoxidable, con patas, de 50000 L de capacidad unitaria, con estos depósitos se podrá almacenar suficientemente todo el aceite de la campaña.
- ◆ **Colector** entre Depósitos para carga, descarga y purga, en acero inoxidable, incluido valvulería, accesorios, bombas portátiles y complementos.

2.3.- Sistemas de Control.-

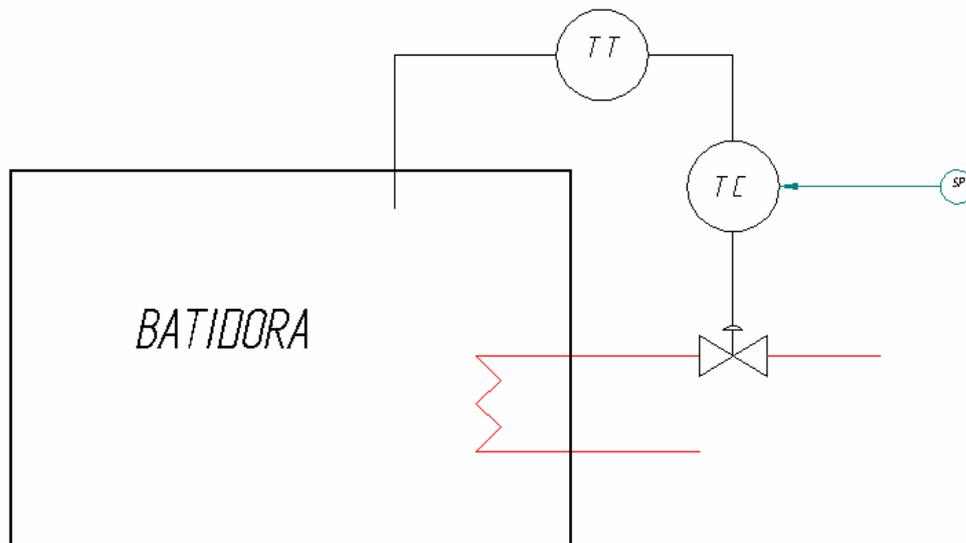
En toda industria, es necesario un control sistemático de la calidad de los productos, tanto de entrada como de salida. En el caso de una almazara, el producto que se recibe es la aceituna y los productos resultantes del proceso de transformación son aceite, orujo y alpechín. Este seguimiento analítico de la fabricación es necesario por varias razones, entre otras:

- Conocer el funcionamiento de la almazara y hacer las regulaciones oportunas.
- Establecer periódicamente balances cuantitativos de grasas.
- Saber la calidad de los productos y poder establecer la estrategia comercial.

Seguidamente se analiza, cual puede ser el control, en condiciones normales, de un sistema continuo.

1. Todo maestro almazarero conoce el tipo de aceituna que entra: si está viva, sino está totalmente madura, si está helada, si es de suelos, etc. En base a este análisis visual cada partida será depositada en una zona u otra dependiendo de su capacidad potencial de producir calidad en el aceite de oliva virgen extra.
2. La aceituna al entrar en fábrica debe ser lavada, si reúne las condiciones necesarias (fundamentalmente que no tenga la piel deteriorada). También se verificara visualmente.
3. La criba del molino de martillos debe ser la adecuada al tipo de aceituna: de orificios menores si el fruto está muy vivo y mayores conforme avanza la maduración o el fruto está más tiempo atrojado. Esta tarea también será responsabilidad del maestro almazarero.
4. La temperatura de la masa de batido no debe superar los 25-30 °C, ya que si no fuera así se perderían ciertas propiedades organolépticas del aceite, para regular este aspecto será necesario instalar un mecanismo de regulación automática por **lazo simple de realimentación**, el cual consta de un medidor de T^a de la

masa batida, un medidor de T^a del agua de calefacción y un controlador que ajuste el caudal de agua caliente teniendo en cuenta un set point (29°C) de temperatura para la masa batida.



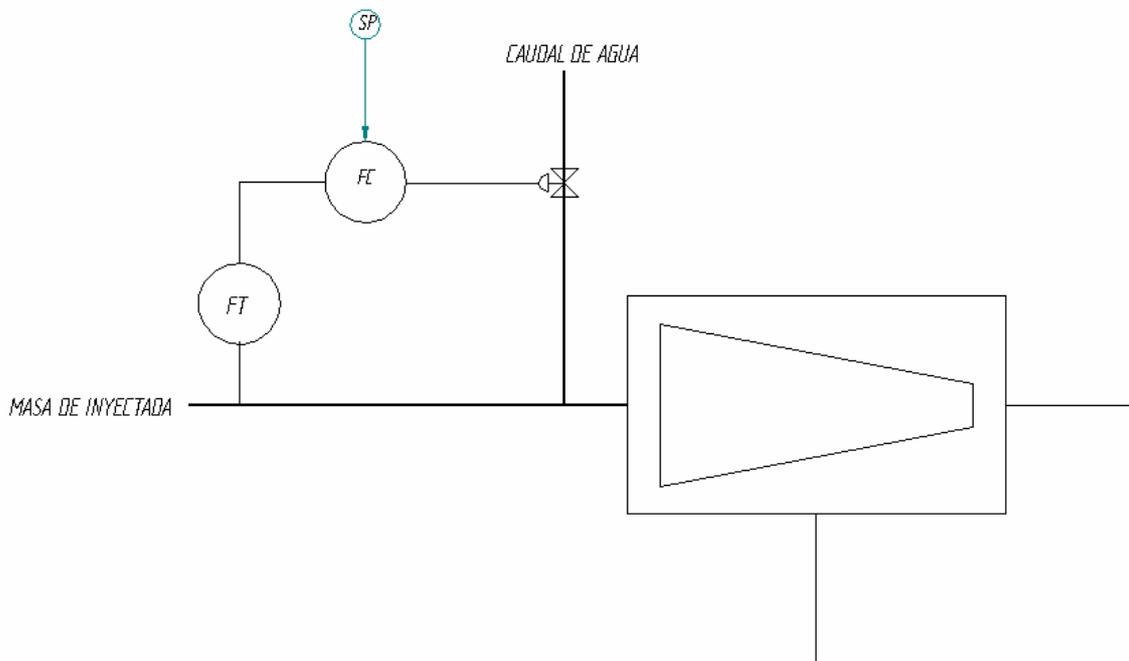
Donde:

- ◆ TT = Transmisor de Temperatura de la masa batida.
- ◆ TC = Controlador de la temperatura siguiendo un Set Point.
- ◆ SP = Set Point o T^a de seguimiento por el controlador = 29°C

5. Si la batidora es horizontal de varios cuerpos, es importante el proceso de trasvase de masa de uno a otro cuerpo, vigilando que no existan corrientes de masa. Prever es uso de microtalco natural y/o enzimas. Este aspecto debe ser regulado por el operario que maneje la línea de elaboración.

6. El ritmo de inyección de masa al decánter será el adecuado al tipo de aceituna que se está procesando. El agua de adición debe ser en principio de unos $0.4 - 0.5\text{ L.}$ por kg. de masa. Esta regulación también se llevará a cabo mediante un

sistema de regulación automática de **lazo por recirculación simple**, a continuación se expone:



Donde :

- ◆ FT = Transmisor de caudal de masa inyectada
- ◆ FC = Controlador de caudal de agua inyectada.
- ◆ SP = Set Point en este caso 0.45 Kg agua/Kg.masa inyectada.

7. Periódicamente, una vez por día, o más si es necesario, deben limpiarse las salidas de líquidos del decanter por el operario que se designe para ello. Para arrancar de nuevo, es necesario, una vez que esté a régimen, inyectar solo agua y después masa.
8. Limpiar frecuentemente los tamices vibratorios, lanzando un chorro de agua a presión, de manera que las impurezas sean arrastradas hacia la salida de orujo.
9. Los tiempos de descarga de las centrífugas verticales de alpechín deben, en principio, programarse. El tiempo de descarga de la centrifuga de aceite es variable. Tan pronto se vea aceite sucio, debe procederse a la descarga de la centrifuga, cortando previamente la entrada de aceite y aumentando el caudal de agua

fría, hasta que por el conducto de salida de aceite deje de salir éste, momento en el que debe hacerse la descarga.

10. Los anillos hidráulicos de regulación deben ser los adecuados a cada tipo de centrífuga vertical, mayores en las de aceites que en las de alpechines.
11. Periódicamente, al menos una vez por semana, deben limpiarse interiormente las centrifugas verticales.
12. Semanalmente debe procederse a una limpieza general de la almazara, conducciones, etc..
13. La cantidad de agua de adición a la centrífuga de aceite debe ser menor que la cantidad de aceite que entra siempre. La temperatura de esa agua no debe sobrepasar los 30-35 °C, lo cual será regulado mediante un termopar corriente de forma que si se sobrepasa este límite se inyecta agua de la red a mas baja temperatura.
14. En bodega, se debe separar el aceite por calidades, esto es imprescindible dentro de esta almazara.

Pueden existir otras circunstancias más complejas que habrán de ser analizadas y resueltas por personal especializado mediante analíticas. Las mas comunes en la corriente de aceite son:

ALARMA EN :	POSIBLES CAUSAS:	REGULACIÓN:
ACIDEZ ELEVADA	Aceituna con acidez elevada Aceituna atrojada mucho tiempo Conducciones sucias	----- Reducir tiempo atroj. Limpiar
INDICE PEROXIDOS > 20	Elevada Tª en la batidora Elevada Tª en agua de adición	Controlar y reducir T Controlar y reducir T
INDICE DE HUMEDAD E IMPUREZAS > 0.2	Anomalía en Centrif. Vertical Salida del decanter sucia Aceituna fresca	Regular anillos hidr. Limpiar Uso de M.T.N.

2.4.-Tratamiento de Aguas de Lavado.-

En este apartado se tendrán en consideración los siguientes residuos líquidos:

- 1) las aguas sucias provenientes del proceso de lavado de la aceituna que constituirá la gran mayoría del volumen de residuos.
- 2) Las aguas de vegetación o alpechín así como el agua procedente del decanter, ricas ambas en contenido graso.

A continuación se aborda el tratamiento por separado de cada una de las corrientes de residuo líquido de la almazara:

1) Aguas Sucias procedentes del Proceso de Limpieza – Lavado de Aceituna:

La cifra base, aceptada, de Vertidos producidos en el Sistema Continuo de Dos Fases, instalado en la Almazara, es de **0.30 Litros por Kg. de aceituna molturada**, teniendo en cuenta los distintos procesos desarrollados en la misma e, incluso, la cuantía de la posible agua de lluvia.

De acuerdo con este dato, las cantidades de Residuos Líquidos que se producirán durante la campaña más favorable para la producción de éstos, será:

-Producción Media = 8000 Tn/Temporada

-Factor de Seguridad = 2 (Es decir se recoge el doble de la media)

-*Aceituna Molturada* = $8000 \cdot 2 = 16000 \text{ Tn/Temporada}$

Residuos Líquidos = $16000 \cdot 0.3 \text{ m}^3/\text{Tn} = \mathbf{4800 \text{ m}^3/\text{Temporada}}$

Los vertidos líquidos conforme se van produciendo y tras su correspondiente decantación y agotado en dos baterías de tres fosos unidos longitudinalmente, cada foso, con medidas de 20 m × 5 m a su vez está dividido en dos zonas perfectamente diferenciadas:

- Rampa.- de 16m × 5m. Pendiente en solera del 6.25 % desde el nivel del suelo hasta inicio de foso de recepción de aguas decantadas.
- Foso receptor de aguas decantadas.- Medidas de 4m × 5m. de profundidad 2m.

se transportan en canalización subterránea impermeable (PVC) hasta las Balsas de Evaporación por gravedad.

2) Aguas de Vegetación:

El volumen de vertidos líquidos de este tipo es mucho más pequeño que el anterior.

Una vez reconducidos estos residuos pasan directamente a una “Nave de Jamileros”, formado por tres pozuelos de decantación de vertidos, de hormigón, con medidas 2×2×2 m.

Una vez decantados y agotados estos vertidos serán transportados mediante canalización subterránea impermeable de PVC hasta las Balsas de Evaporación también por gravedad.

Las **Balsas de Evaporación de Vertidos**, cinco en total, se encuentran situadas en un paraje sin vecindad colindante a más de 2500 m. de cualquier núcleo urbano.

Las Balsas, cercadas con malla metálica, son del tipo terrizas, impermeabilizadas para su uso y por las periódicas aplicaciones de tierra arcillosa sobre fondo y taludes, presentan las siguientes características dimensionales:

Nº Balsa	SUPERFICIE (m ³)	ALTURA (CM)	VOLUMEN (m ³)
1	1200	100	1200
2	1100	150	1650
3	1350	70	945
4	1200	70	840
5	1300	120	1560
TOTALES	6150		6195

Con esta capacidad se cubrirá suficientemente todas las necesidades de almacenamiento y evaporación de residuos líquidos por temporada agrícola.

Aunque no pertenezca a este apartado se comentará que los residuos sólidos de hojas serán retirados se su foso correspondiente y reutilizados para comida animal, así como la piedras y tierras que serán trasladadas a vertederos habilitados por el Ayuntamiento correspondiente para ello.

En cuanto al orujo, será deshuesado y llevado a otra planta para una nueva extracción industrial, los huesos serán utilizados como biomasa.

2.5- Dimensionado de la Nave de Expedición.-

La capacidad de almacenamiento requerida por los depósitos de almacenamiento de aceite debe ser:

- Producción Media Anual de Aceite = 1500 Tn/ Temporada
- Factor de Seguridad = 2 (Doble de la media)
- Producción Máxima Esperada = 3000 Tn/Temporada
- Densidad de Aceite de oliva virgen Extra = 1150 Kg/m³.

Volumen Máximo a Almacenar = 2.60 · 10⁶ Litros.

Por tanto la solución adoptada para solucionar el problema de almacenamiento será utilizar **52 depósitos de 50000 Litros/unidad**, cubriendo así la mayor de las producciones de aceite.

El fabricante de depósitos especifica que para esta capacidad el depósito debe tener un diámetro de 3.5 m por tanto la altura de cada depósito será:

$$H = V / \pi R^2 = 50 \text{ m}^3 / \pi (3.5/2)^2 = \mathbf{5.2 \text{ metros de altura}} \text{ cada depósito.}$$

Una vez calculado la altura de cada depósito habrá que dimensionar el área de la nave bodega para ello se calculará el área ocupada por los depósitos y se le añadirá el área de servicio:

$$\text{-Área ocupada por los depósitos} = \pi (3.5/2)^2 \times 52 = 500 \text{ m}^2.$$

$$\text{-Área de Servicio} = 78 \text{ m}^2 \text{ (pasillos)} + 273 \text{ m}^2 \text{ (espacio entre depósitos)} + 100 \text{ m}^2 \text{ (otra maquinaria y oficina)} = 451 \text{ m}^2.$$

Área Total Nave Bodega = 951 m²

La solución adoptada para estas necesidades es:

Nave de 37 × 26 m = 962 m².- Altura libre al alero : 7.5 m

Las características constructivas de la nave son las siguientes:

- Cimentación de estructura de Nave (zapatas y zunchos), a base de hormigón HA-250 (25 N/mm²) y armaduras de redondos de acero de diferentes diámetros.
- Estructura para Nave a base de acero laminado A 42b, formada por correas, dinteles, pilares (7 m.), soldaduras, placas de anclaje y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo.
- Cubierta a dos aguas con pendiente de 15°, sujeta a perfiles metálicos de estructura, tipo sándwich en paneles de 30 mm. De espesor total, formados por doble chapa de acero, lacado el exterior y galvanizado el interior, completado con sus respectivos canalones y bajantes.
- Cerramientos perimetrales verticales a base de placas prefabricadas de hormigón, tipo sandwich con alma de material aislante, con sellado de juntas con silicona. Espesor de placa 16 cm.

CAPITULO 4: Presupuesto

El presupuesto siguiente trata de hacer una estimación aproximada del coste de inversión de la almazara de aceite de oliva virgen extra de alta calidad, en este caso el presupuesto se ceñirá a la Maquinaria y Equipos que a su vez dividiremos en cuatro capítulos:

- ◆ Capitulo I : Recepción, Transformación y Envasado.
- ◆ Capitulo II : Almacenamiento de Aceites.
- ◆ Capitulo III: Otros Equipos.

Capitulo I : Recepción, Transformación y Envasado.-

DESCRIPCIÓN	Nº DE UNDS.	EUROS/UND.	TOTAL €
0.- Recepción y Limpieza.			
◆ Tolva metálica			
◆ Limpiadora Vulcano LP 45/50			
◆ Lavadora Vulcano LV 45/50	4	72340.00	289360.00
◆ Báscula			
◆ Equipo			

informático.			
Compresor de 3 CV. Para accionamiento de las Pesadoras continuas de las cuatro líneas.	1	2765.00	2765.00
Equipo de Cintas Transportadoras de interconexión entre máquinas de la Línea de Limpieza.	4	7153.20	28612.80
Equipo de Cintas Transportadoras para remonte y reparto en tolvas	2	17445.00	34890.00
Equipo de Cintas Transportadoras para salida de producto pesado y subproductos de limpieza	1	40200.00	40200.00
Tolva de descarga de aceituna limpia	8	16205.00	129640.00
Sinfin			

alimentador a molino en ac.Inox	5	3875.00	19375.00
Sinfin transportador de aceituna bajo tolvas	2	11625.00	23250.00
1.-Línea 1 Sistema continuo de alta calidad 120 t/día.			
Molino triturador	1	8115.00	8115.00
Bomba Pistón + Tubería de acero inoxidable	1	10046.50	10046.00
Termobatidora de dos cuerpos	1	27815.00	27815.00
Bomba Mono Flexishaft	1	7750.00	7750.00
Decánter	1	121028.00	121028.00
Tamiz Vibrador	1	3118.00	3118.00
Centrifuga Vertical	1	18175.00	18175.00

Recipiente de Aclarado	1	1230.00	1230.00
Bomba Pistón+ Tubería de acero inoxidable	1	11020.00	11020.00
Cuadro Eléctrico	1	17000.00	17000.00
Equipo de mangueras	1	3500.00	3500.00
2.-Línea 2 Sistema continuo 250 t/día.			
Molino triturador	2	8115.00	16230.00
Bomba Pistón + Tubería de acero inoxidable	1	12290.00	12290.00
Termobatidora de cuatro cuerpos	1	50773.00	50773.00
Bomba Mono Flexishaft	1	7750.00	7750.00
Decánter 250	1	213650.00	213650.00
Tamiz Vibrador	1	4354.00	4354.00

Centrifuga Vertical	2	18175.00	36350.00
Recipiente de Aclarado	1	1230.00	1230.00
Bomba Pistón+ Tubería de acero inoxidable	1	13200.00	13200.00
Cuadro Eléctrico	1	21000.00	2100.00
Equipo de mangueras	1	3750.00	3750.00
3.-Línea 3 Sistema continuo 100 Tn/día	1	229000.00	229000.00
4.- Otros Equipos y Conceptos de Elaboración.			
Transportador Helicoidal para retirada de orujo del decanter.	1	11520.00	11520.00
Unidad separadora Pulpa/Hueso para orujo de aceituna	1	12551.00	12551.00

Tolva metálica en acero al carbono, de 50 Tn de capacidad para almacenar el orujo	2	7865.00	15730.00
5.-Equipos de Envasado.-			
Envasadora de doble caño	1	8258.00	8258.00
Filtro Autolimpiante	1	14238.00	14238.00
Deposito nodriza	2	2725.00	5420.00

Total Capitulo I = 1.455.283,00 Euros

Capitulo II : Almacenamiento de Aceites.

DESCRIPCIÓN	Nº DE UNDS.	EUROS/UND.	TOTAL €
Cincuenta y Dos Depósitos cilíndricos , en acero inoxidable	52	6600.00	343200.00
Colector entre Depósitos para carga, descarga y purga, en acero inoxidable, incluido valvulería, accesorios, bombas portátiles y complementos	1	167985.00	167985.00

Total Capitulo II = 511185.00 Euros

Capitulo III : Otros Equipos.-

DESCRIPCIÓN	Nº DE UNDS.	EUROS/UND.	TOTAL €
Equipo para determinaciones en laboratorio de Contenido Graso(Método Soxlet) y de Grado de Acidez completo.	1	4952.00	4952.00
Bascula Puente electrónica con plataforma metálica de 16 × 3 m., para 60 Tm., con indicador electrónico de peso e impresora de tiquets.	1	15927.00	15927.00

Total Capitulo III = 20879.00 Euros

Resumen Presupuesto de Ingeniería Básica

CAPITULOS	PRESUPUESTO (€)
TRANSFORMACIÓN Y ENVASADO	1455283.00
ALMACENAMIENTO DE ACEITES	511185.00
OTROS EQUIPOS	20879.00
TOTAL	1.987.347,00

CAPITULO 5: *Pliego de Condiciones*

1.- CAPITULO PRELIMINAR.-

Naturaleza y Objeto del pliego de condiciones

El presente Pliego General de Condiciones tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de la calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según contrato y con arreglo a la Legislación aplicable a la Propiedad, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Documentación del contrato de obra.

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción.

1º Las condiciones fijadas en el propio contrato.

2º El presente Pliego de Condiciones General.

3º El resto de la documentación de Proyecto (Memoria, Planos, Mediciones y Presupuestos).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala..

2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras a realizar consisten en esencia en lo siguiente:

1.1.-Desbroce y limpieza del terreno.-

Descripción:

Trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización de árboles, plantas, tocones, maleza, maderas, escombros, basuras, broza ó cualquier otro material existente, con la maquinaria idónea, así como la excavación de la capa superior de los terrenos.

1.2- Excavaciones a cielo abierto. Explanaciones.-

Descripción:

Desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación. Quedan excluidos los terrenos rocosos que precisen de explosivos o los muy blandos

1.3.- Excavaciones a cielo abierto. Vaciados.-

Descripción:

Excavaciones realizadas a cielo abierto bien por medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro queda por debajo de la rasante del terreno natural, para conseguir los niveles necesarios en la ejecución de sótanos o partes de la edificación bajo rasante.

1.4.- Excavaciones en zanjas.-

Descripción:

Excavación estrecha y larga que se hace en un terreno para

realizar la cimentación o instalar una conducción subterránea.

1.5.- Losas de cimentación.-

Descripción:

Cimentaciones realizadas mediante placas horizontales de hormigón armado, con o sin nervios rigidizantes.

1.6.-Muros.-

Descripción:

Muros de hormigón armado con cimentación superficial o profunda, con directriz recta y sección constante o variable, para sostener rellenos y soportar cargas.

1.7- Estructuras de acero.-

Descripción:

Sistema estructural realizado con elementos de Acero Laminado utilizando perfiles de acero laminado, perfiles conformados, chapas y pletinas, tornillos calibrados, tornillos de alta resistencia, tornillos ordinarios y roblones.

3.- PRESCRIPCIONES GENERALES

2.1.- Ámbito de aplicación

El presente Pliego de Condiciones constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras a que se refiere el presente Proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes al modo de ejecución y medición de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto.

El presente Pliego de Condiciones será de aplicación a las obras definidas en el **“Proyecto de Ingeniería Básica de una almazara de aceite de oliva de alta calidad”**.

2.2.- Legislación vigente

Además de cuanto se prescribe en este Pliego serán de obligado cumplimiento las siguientes disposiciones de carácter general:

- Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas y Peligrosas.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras Públicas.
- Reglamento de Seguridad y Salud Laboral.
- Reglamento Nacional del Trabajo en la Construcción y Obras Públicas y Disposiciones complementarias.
- Instrucción de Hormigón Estructural.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos.
- Instrucción para estructuras de acero.
- Normas UNE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación aplicables a las obras comprendidas en este Proyecto.

- Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo.
- Reglamentación y órdenes en vigor sobre Seguridad y Salud Laboral en la Construcción y Obras Públicas.
- Normas sobre condiciones de Protección contra incendios.
- Reglamento electrotécnico de Alta Tensión.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- Norma sismorresistente.

Si de la aplicación conjunto de los Pliegos y Disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del presente Pliego de Condiciones, y sólo en el caso de que aún así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Dirección de Obra, siempre que no se modifiquen las bases económicas establecidas en el Contrato.

2.3.- Relaciones entre los distintos estamentos

2.3.1.- Jefe de obra

El Jefe de Obra será el interlocutor del Director de la Obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas, que dé el Ingeniero Director directamente o a través de otras personas; debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia.

Deberá acompañar al Ingeniero Director en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba del Ingeniero Director, incluso en presencia suya, (por ejemplo, para aclarar dudas), si así lo requiere dicho

Director. Tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y marcha de obras e informar al Director a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento si fuese necesario o conveniente. Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección.

2.3.2.- Libros de obra

Se abrirá el "Libro de Ordenes" por el Ingeniero Director y permanecerá custodiado en obra por el Contratista, en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Jefe de Obra deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita al Ingeniero Director. Se hará constar en él las instrucciones que el Ingeniero Director estime convenientes para el correcto desarrollo de la obra. Asimismo, se hará constar en él, al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones durante el curso de las mismas, con el carácter de orden, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él órdenes, instrucciones y recomendaciones que se consideren necesarias comunicar al Contratista.

Igualmente se abrirá un "Libro de Incidencias" en el que constarán todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Director considere oportuno y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados con resumen de los resultados o relación de los documentos que estos recogen.
- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cual ha sido activa y en que tajo y cual meramente presente, y cual averiada y en

reparación.

- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de obra.

En el "Libro de incidencias" se anotarán todas las órdenes formuladas por la Dirección de Obra o la Asistencia Técnica de la misma, que debe cumplir el Contratista. La custodia de éste libro será competencia de la Dirección de las obras.

2.3.3.- Responsable de Vigilancia Ambiental

Para realizar el seguimiento de todas las medidas ambientales de la obra, se nombrará un Responsable de Vigilancia Ambiental adscrito durante la fase de construcción a la Dirección de Obra y por tanto con capacidad de intervención y decisión a este nivel y cuyas funciones serán:

- Redacción de informes de vigilancia ambiental con periodicidad bimensual. Estos informes contendrán toda la información de la situación en la aplicación de medidas correctoras. Además de ello, estos informes incorporarán los relativos al seguimiento de restos arqueológicos.
- Se redactará un Informe Final de Obra, que contendrá y valorará el nivel de ejecución de las medidas correctoras.
- Se procederá a llevar a cabo cursos de Formación Ambiental a las partes operantes en la obra.

2.3.4.- Responsable de Arqueología

El trazado de las infraestructuras proyectadas no afecta, a ninguno de los yacimientos arqueológicos inventariados en los términos municipales afectados.

No obstante y ante la posibilidad de que la ejecución de este Proyecto pudiera afectar al Patrimonio Arqueológico, se realizarán las actuaciones que se indican a continuación.

Se realizarán Prospecciones Arqueológicas Superficiales en el territorio afectado por los trazados e infraestructuras proyectadas con el fin de determinar la presencia o no de yacimientos en la totalidad del sector a afectar y en los sitios arqueológicos inventariados con el fin de delimitar correctamente los yacimientos mediante figura poligonal.

En el supuesto de que se localizasen yacimientos afectados, se realizarán sondeos estratigráficos que permitan la valoración y definición de las medidas pertinentes para garantizar la investigación y/o conservación de los mismos.

Para ello será precisa la presencia antes del inicio de las obras, para las tareas de prospección y durante los trabajos de despeje y desbroce de los terrenos afectados y durante las posibles tareas de extracción de préstamos, de un arqueólogo con titulación oficial, en dependencia directa de la Dirección de Obra.

Este titulado realizará los trabajos de campo, gabinete, informes y cuantas tareas sean necesarias. También emitirá a la dirección de obra los siguientes informes:

- Documentación técnica completa y necesaria relativa a las prospecciones arqueológicas.
- En el caso de producirse hallazgos arqueológicos, remitirá Informe pertinente de valoración patrimonial del hallazgo realizado y propuesta de actuación al respecto.
- Al finalizar los trabajos de despeje y desbroce remitirá Informe final donde se especifique la ocurrencia o no de hallazgos de valor patrimonial así como propuesta de actuación en caso de hallazgo futuro durante la fase de obra.

También realizará estudio de posibles alternativas, así como redacción de proyecto de conservación, protección y puesta en valor, si fuera necesario.

En todo caso tendrá por objeto el cumplimiento de la Ley 1/1.991 de Patrimonio Histórico de Andalucía y el Decreto 32/1.993 en el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.

2.4.- Gastos a cargo del Contratista

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria o materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos de tráfico y servicio de las obras; los debidos a la ejecución de desagües, colocación de señales de tráfico, señalización de seguridad y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la Obra de acuerdo con la legislación vigente; los de retirada total al finalizar la Obra; los provocados por la acometida, instalación y consumo de energía eléctrica, agua o cualquier otro concepto similar, que sea necesario para las obras; los de demolición de las instalaciones provisionales; los de retirada de los materiales rechazables; los provocados por la corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos, pruebas o por dictamen de Ingeniero Director.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y los de control de calidad de las obras (incluidos los consumos eléctricos necesarios para la ejecución de las pruebas generales de la instalación), con los límites legales establecidos (se establece un máximo del uno por ciento (1%) del coste real de las obras que resulte en la liquidación y siempre que no aparezcan incluidos en el precio de la unidad correspondiente).

Serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares, daños causados en sus bienes por aperturas de zanja, desvíos de cauces, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales y maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios

auxiliares empleados en la ejecución de las obras.

2.5.- Replanteo previo de las obras

El Ingeniero Director, en presencia del Contratista, comprobará sobre el terreno el replanteo que se haya realizado de las obras. Se levantará por triplicado un acta que, firmada por ambas partes, dejará constancia de la buena realización del replanteo y su concordancia con el terreno.

Serán de cuenta del Contratista el abono de los gastos de replanteo hasta un máximo del uno por ciento (1%).

2.6.- Iniciación de las obras

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de las Obras un Programa de Trabajos indicando el orden en que ha de proceder y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras, incluyendo un Plan de Obra en el que figure un diagrama de Gantt, y un gráfico de las valoraciones de obra mensuales y al origen previstas.

El Programa de Trabajos del Contratista expondrá con suficiente minuciosidad las fases a seguir, con la situación de cada tipo a principios y finales de cada mes. La programación de los trabajos será actualizada por el Contratista cuantas veces sea requerido para ello por el Director de las Obras. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación.

La presentación del Programa de Trabajos tendrá lugar dentro del plazo de 30 días a partir de la fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo de la Obra.

2.7.- Desarrollo y control de las obras

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como sobre unidades de obra terminadas, será fijado por el Ingeniero Director.

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Condiciones, pudiendo ser rechazados en caso contrario por el Ingeniero Director. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del Contratista y eventualmente con el control de la Dirección de Obra.

Una vez adjudicadas las obras y aprobado el correspondiente Programa de Trabajo, el Contratista elaborará un Plan de Señalización, Balizamiento y Defensa de la Obra en el que se analicen, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el Proyecto.

El Contratista señalará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas a la obra y las rellenará a la mayor brevedad y vallará toda zona peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente en especial de noche. Fijará suficientemente las señales en su posición apropiada, y para que no puedan ser sustraídas o cambiadas, y mantendrá un servicio continuo de vigilancia que se ocupe de su reposición inmediata en su caso.

Terminadas las obras, todas las instalaciones, depósitos y edificaciones construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, serán removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original, salvo indicación contraria del Ingeniero Director.

De manera análoga serán tratados los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras que se abandonarán tan pronto como deje de ser necesaria su utilización. Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

El Contratista queda comprometido a conservar, a su costa hasta que sean recibidas provisionalmente, todas las obras que integran este Proyecto. Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía que fije el contrato.

No se ha previsto partidaalzada para la conservación de las obras durante el plazo de ejecución, ni durante el período de garantía, por considerarse incluido este concepto en los precios correspondientes de las distintas unidades de obra.

Autocontrol del Contratista

El Contratista está obligado a realizar su "Autocontrol" de cotas, tolerancias y geométrico en general y el de calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la Propiedad, representada por el Ingeniero Director de la obra o persona delegada por el mismo al efecto, que una unidad de obra está terminada a juicio del Contratista para su comprobación por la Dirección de obra, hasta que el mismo Contratista, mediante su personal facultado para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones. Esto es sin perjuicio de que la Dirección de la Obra pueda hacer las inspecciones y pruebas que crea oportunas en cualquier momento de la ejecución. Para ello, el Contratista está obligado a disponer en obra de los equipos necesarios y suficientes, tanto materiales de laboratorio, instalaciones, aparatos, etc., como humanos, con facultativos y auxi-

liares capacitados para dichas mediciones y ensayos. Se llamará a esta operación "autocontrol".

Control de la Dirección

Con independencia de lo anterior, la Dirección de Obra ejecutará las comprobaciones, mediciones y ensayos que estime oportunos, que llamaremos "De Control", a diferencia del Autocontrol. El Ingeniero Director podrá prohibir la ejecución de una unidad de obra si no están disponibles dichos elementos de Autocontrol para la misma, siendo entera responsabilidad del Contratista las eventuales consecuencias de demora, costes, etc.

El importe de estos ensayos de control será por cuenta del Contratista hasta un tope del 1% del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto, y sus adicionales si los hubiere, de acuerdo con las disposiciones vigentes, y por cuenta de la Administración la cantidad que lo excediere, en su caso.

2.8.- Facilidades para la inspección

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como para la inspección de la mano de obra de todos los trabajos con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a las partes de la obra, e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen los trabajos para las obras.

2.9.- Correspondencia oficial

El Contratista tendrá derecho a que se acuse recibo si lo pide, de las comunicaciones o reclamaciones que dirija al Ingeniero Director, y a

su vez estará obligado a devolver a aquel los originales o una copia de las órdenes que reciba, poniendo al pie el “enterado”.

2.10.- Instalaciones sanitarias provisionales

El Contratista deberá construir y conservar, en lugar debidamente apartado, las instalaciones sanitarias provisionales para ser utilizados por el personal.

Deberán conservarse estas instalaciones, en todo tiempo, en perfecto estado de limpieza. Su utilización será estrictamente obligatoria.

A la terminación de la obra tendrán que retirarse estas instalaciones, procediéndose, por la Contrata, a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso éstos, limpios y libres de inmundicias.

2.11.- Legislación social

El Contratista se hará responsable del cumplimiento de todas las disposiciones vigentes sobre accidentes de trabajo, retiro obrero y jornal mínimo, así como de cuantas disposiciones se dicten sobre esta materia.

Se pondrá especial atención en el cumplimiento de las normas que se establezcan para la seguridad personal obrero, quedando la Dirección de Obra autorizada a la expulsión de cuantos obreros o empleados de la obra que reincidan en el incumplimiento de las mismas o, incluso aunque este incumplimiento fuese por primera vez, si la consecuencia del mismo pudiese ser de accidente grave.

2.12.- Plazo de ejecución de las obras

El plazo de ejecución de las obras será de nueve (9) meses, a partir de la firma del Acta de comprobación del replanteo.

2.13.- Recepción de las obras

A la terminación de las Obras, el Contratista requerirá a la Dirección de las Obras la realización de la Recepción de las mismas.

Para ello se realizará una inspección exhaustiva de las obras, levantándose un Acta de Recepción en el caso de que las mismas se encuentren en perfectas condiciones para ser recibidas.

En caso de que se observasen deficiencias a juicio de la Dirección de Obra, se requerirá por escrito al Contratista para que las subsane en un plazo determinado.

2.14.- Plazo de garantía

El plazo de garantía será de **DOS (2) años** a partir de la recepción provisional de las obras.

2.15.- Liquidación de las obras

Se realizará por el Ingeniero Director de las Obras en un plazo no superior a seis (6) meses, después de la firma del Acta de Recepción.

2.16.- Devolución de la fianza de las obras

A la terminación del Plazo de Garantía de las Obras, el

Contratista requerirá a la Dirección de las Obras la devolución de la fianza depositada para responder de los gastos ocasionados durante el Periodo de Garantía que le sean imputables.

2.17.- Responsabilidades especiales del Contratista

El Contratista estará obligado a realizar un Seguro de Responsabilidad Civil por una cantidad nunca menor del 20% del Presupuesto de Ejecución Material, al objeto de cubrir las posibles incidencias de la obra frente a terceros.

La obtención de los permisos, licencias y autorizaciones que fueran necesarios ante particulares u organismos oficiales, para cruce de carreteras, líneas férreas, cauces, etc., afecciones a conducciones, vertidos a cauces, ocupaciones provisionales o definitiva de terrenos públicos u otros motivos, y los gastos que ello origine, cualquiera que sea su tratamiento o calificación (impuesto, tasa, canon, etc.) y por cualquiera que sea la causa (ocupación, garantía, aval, gastos de vigilancia, servidumbre, etc.), serán por cuenta del Contratista.

El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales que fije el Programa de Trabajo aprobado al efecto, y el plazo total señalado en el artículo anterior con las condiciones que en su caso se indiquen.

El Contratista debe velar por el cumplimiento, durante los trabajos, de las normas legalmente establecidas en cuanto a Seguridad y Salud laboral.

EL INGENIERO QUIMICO
Melchor Martínez García

Sevilla, Abril de 2007

ANEXO I : TABLAS Y GRÁFICOS