

Universidad de **Cádiz**

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

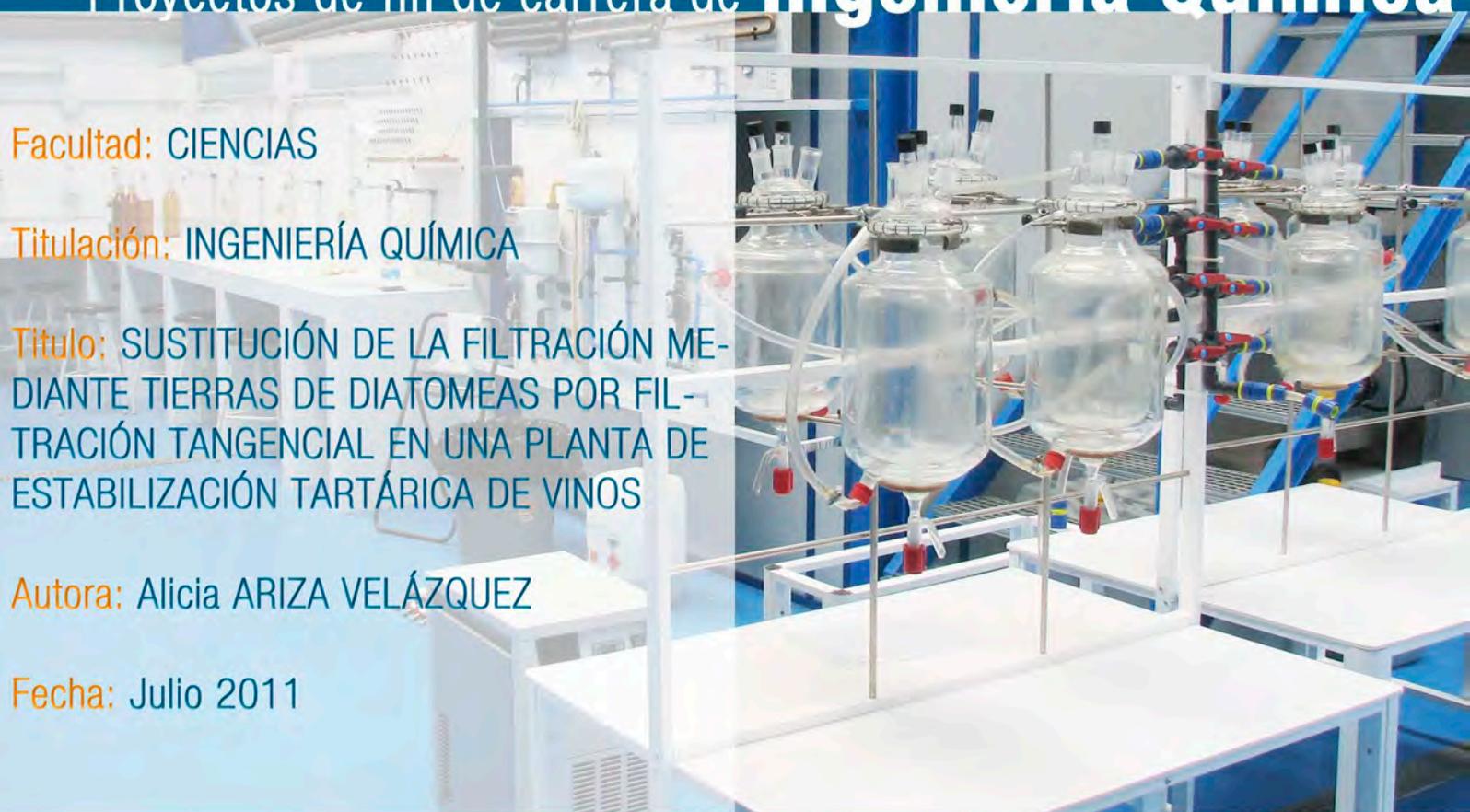
Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: SUSTITUCIÓN DE LA FILTRACIÓN ME-  
DIANTE TIERRAS DE DIATOMEAS POR FIL-  
TRACIÓN TANGENCIAL EN UNA PLANTA DE  
ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA DE VINOS

Autora: Alicia ARIZA VELÁZQUEZ

Fecha: Julio 2011





## **RESUMEN DEL PROYECTO**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Sustitución de la filtración mediante tierras diatomeas por filtración tangencial en una planta de estabilización tartárica de vino.

Los vinos de Jerez son tratados antes de su embotellado por distintos procesos, con el fin de comercializar los productos limpios y estables. En general, estos tratamientos tienen como objetivo reducir la presencia de microorganismos, levaduras, bacterias en el vino, así como eliminar coloides inestables de proteínas y taninos y el exceso de sales tartáricas insolubles. Para este último fin los vinos se suelen someter a un tratamiento de refrigeración.

Después del citado tratamiento de refrigeración, se debe realizar una filtración para eliminar los coloides insolubilizados y los cristales de sales tartáricas formados. La tecnología de filtración más utilizada es la de tierras de diatomeas. Esta técnica de filtración es fácil de aplicar y se puede adaptar bien a la naturaleza de cada vino. Sin embargo, empieza a estar cuestionada entre otras razones, desde el punto de vista medioambiental por los residuos que genera y por las elevadas exigencias de mano de obra que presenta.

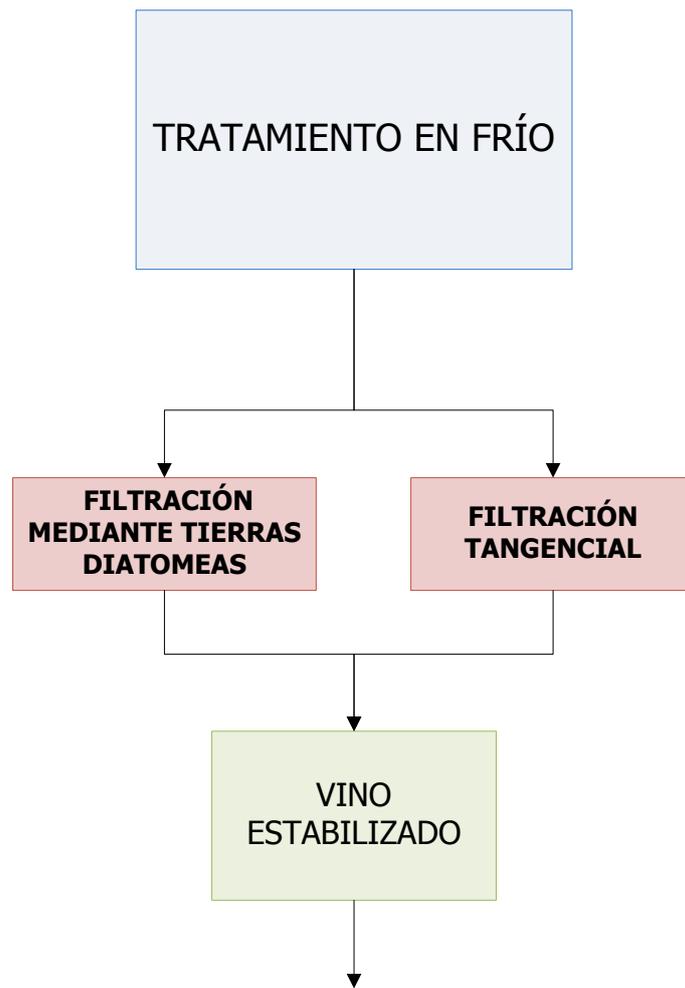
Hoy en día, se presentan diferentes alternativas a esta filtración por tierras de diatomeas. Entre ellas, la técnica que está mostrando mejores resultados y mejores perspectivas es la microfiltración tangencial. En esta técnica el vino circula de forma tangencial a la membrana, filtrándose solamente una pequeña proporción del vino. El resto del vino se recircula y al mismo tiempo tiene un efecto de arrastre sobre todos los sólidos retenidos sobre la membrana. Esto permite la utilización de membranas con pequeño tamaño de poro y la filtración de vinos que no podrían ser filtrados con un flujo perpendicular a la membrana porque la colmatarían en poco tiempo. La tecnología de las membranas ha evolucionado de forma muy rápida en los

últimos tiempos. Inicialmente las únicas membranas que eran suficientemente resistentes para filtrar vinos con muchos sólidos en suspensión eran de naturaleza cerámica. Las primeras membranas poliméricas no eran mecánicamente resistentes y no podían utilizarse más que en vinos relativamente limpios. La filtración de vinos después del tratamiento por frío era una de las condiciones que hacía desaconsejable el uso de membranas poliméricas. Pero las mejoras introducidas en los últimos tiempos por los fabricantes de estas membranas permiten ya su uso en condiciones de elevada concentración de sólidos. Esto ha ampliado enormemente el campo de aplicación de las membranas poliméricas en la industria vitivinícola y ha empezado a ser utilizada en la filtración del vino después del tratamiento por frío.

En este proyecto se van a comparar una unidad de filtración por tierras de discos horizontales y una unidad de filtrado tangencial de fibra hueca en una planta que procesa 120000 L al día en dos turnos de 8 horas, de las cuales una hora será para preparar el filtro y otra hora para lavarlo, quedando así 6 horas por turnos y un caudal de 10000 L/h.

Se va a realizar un estudio técnico-económico de las dos técnicas que incluye los costes generados por ambos equipos, el estudio del impacto ambiental y por último la aplicación de la Directiva IPPC a la microfiltración tangencial y a las ventajas que ofrece frente a la filtración por tierra.

En resumen se propone una nueva tecnología de filtración que sustituye a la técnica tradicional con el fin de simplificar y rentabilizar las operaciones de estabilización y preparación de los vinos.



**ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ**

## **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

I. DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA.....	2
II. DOCUMENTO N°2: PLANOS.....	310
III. DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES.....	317
IV. DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO.....	329

**DOCUMENTO N°1:**  
**MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1. OBJETO.....	9
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	11
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>12</b>
2.1. CLIMA Y SUELO.....	12
2.1.1. CLIMA.....	12
2.1.2. SUELO.....	12
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ.....	14
2.2.1. DEFINICIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VINOS DE JEREZ.....	14
2.2.2. DATOS DE PRODUCCIÓN.....	19
2.2.3. VARIETADES DE UVAS.....	21
2.2.3.1. CULTIVO Y LA VENDIMIA.....	22
2.2.4. VINIFICACIÓN.....	26
2.2.5. TIPOS DE ENVEJECIMIENTO.....	28
2.2.6. SISTEMA DE CRIADERA Y SOLERA.....	30
2.3. APLICACIÓN DE LA FILTRACIÓN EN EL PROCESO DE ACABADO DE LOS VINOS.....	32
2.3.1. TRATAMIENTOS DE PREPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN.....	32
2.4. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA FILTRACIÓN.....	34
2.5. LA FILTRACIÓN.....	36
2.5.1. LEYES Y MECANISMOS DE LA FILTRACIÓN.....	38
2.5.1.1. LEYES DE LA FILTRACIÓN.....	38
2.5.1.2. MECANISMOS DE LA FILTRACIÓN.....	39
2.5.2. PARÁMETROS DE FILTRACIÓN.....	41

2.5.2.1. PRESIÓN DE FILTRACIÓN.....	41
2.5.2.2. CAPACIDAD DE COLMATACIÓN.....	41
2.5.2.3. EL MEDIO FILTRANTE.....	45
2.5.2.3.1. POROSIDAD.....	45
2.5.2.3.2. PERMEABILIDAD.....	47
2.5.2.3.3. OTROS PARÁMETROS DEL MEDIO FILTRANTE.....	47
2.5.2.4. EL MEDIO DISPERSANTE.....	50
2.5.2.4.1. VISCOSIDAD.....	50
2.5.2.4.2. TENSIÓN SUPERFICIAL.....	50
2.5.2.5. EL MATERIAL EN SUSPENSIÓN (TURBIOS).....	51
2.5.2.5.1. NATURALEZA DE LOS TURBIOS.....	51
2.5.2.5.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DE LOS VINOS SEGÚN DIFERENTES CRITERIOS.....	52
2.5.2.5.3. LOS COMPUESTOS COLOIDALES PRESENTES EN EL VINO Y LA FILTRACIÓN.....	55
2.5.2.5.4. EXPRESIÓN DEL CONTENIDO DE TURBIOS EN UN VINO (TURBIDEZ)-.....	58
<b>3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FILTRACIÓN EN EL ACABADO DE LOS VINOS.....</b>	<b>60</b>
3.1. ACONDICIONAMIENTO DEL VINO EN SU ACABADO. INTRODUCCIÓN.....	60
3.1.1. FILTRACIÓN FRONTAL DE LOS VINOS. FUNDAMENTOS.....	60
3.2. FILTRACIÓN DEL VINO POR ALUVIONADO.....	62
3.2.1. COADYUVANTES.....	63
3.2.1.1. KIESELGUR.....	63

3.2.1.2.	PERLITA.....	64
3.2.1.3.	CELULOSA.....	64
3.2.1.4.	SELECCIÓN DEL COADYUVANTE DE FILTRACIÓN.....	65
3.2.2.	TIPOS DE FILTROS POR ALUVIONADO.....	65
3.2.2.1.	SELECCIÓN DEL TIPO DE FILTRO POR ALUVIONADO.....	66
3.3.	FORMACIÓN DE LA TORTA EN EL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS CON PLATO HORIZONTAL.....	69
3.3.1.	FORMACIÓN DE LA PRETORTA DE FILTRACIÓN.....	69
3.3.1.1.	LA PRETORTA.....	71
3.3.2.	FILTRACIÓN EN EL EQUIPO POR ALUVIONADO.....	71
3.3.3.	COMPORTAMIENTO DE LA FILTRACIÓN A TRAVÉS DE KIESELGUR.....	74
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRA DE PLATO HORIZONTAL.....</b>	<b>77</b>
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL EQUIPO.....	77
4.2.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DEL EQUIPO.....	82
4.2.1.	MATERIALES CONSTRUCTIVOS.....	83
4.2.2.	CONSUMOS.....	84
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ALTERNATIVA: FILTRACIÓN TANGENCIAL.....</b>	<b>85</b>
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	85
5.2.	FUNDAMENTOS DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	88

5.2.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	93
5.2.2. POLARIZACIÓN Y COLMATACIÓN.....	96
5.2.2.1. POLARIZACIÓN.....	96
5.2.2.2. COLMATACIÓN.....	98
5.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS.....	101
5.3. REPERCUSIONES DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS VINOS.....	104
5.4. APLICACIONES DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL EN ENOLOGÍA.....	105
5.5. ELEMENTOS DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	106
5.5.1. HISTORIA DE LAS MEMBRANAS.....	106
5.5.2. LAS MEMBRANAS.....	107
5.5.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS MEMBRANAS-.....	107
5.5.2.1.1. ESTRUCTURA DE LAS MEMBRANAS.....	108
5.5.2.1.2. MATERIAL BASE DE LAS MEMBRANAS.....	108
5.5.3. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO.....	111
5.5.3.1. MÓDULOS PLANO O DE PLACA.....	112
5.5.3.2. MÓDULOS FIBRA HUECA.....	113
5.5.3.3. MÓDULOS ESPIRALES.....	113
5.5.3.4. MÓDULOS TUBULARES.....	114
5.5.3.5. MÓDULOS CERÁMICOS.....	115
5.5.4. SELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO.....	116
5.5.5. SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA DE FIBRA HUECA.....	119
5.5.6. SELECCIÓN DEL MATERIAL BASE DE LA MEMBRANA DE FIBRA HUECA.....	121

5.6.	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	123
5.6.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA MEMBRANA DE FIBRA HUECA SELECCIONADA.....	123
5.6.1.1.	DIMENSIONADO DE LA MEMBRANA.....	123
5.6.1.2.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	124
5.6.2.	CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE FILTRACIÓN.....	125
5.6.2.1.	DIMENSIONADO DEL MÓDULO.....	125
5.6.2.2.	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE FILTRACIÓN.....	126
5.6.3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	126
5.6.3.1.	DIMENSIONES DEL EQUIPO.....	127
5.6.3.2.	MATERIALES CONSTRUCTIVOS.....	129
5.6.3.3.	COMPONENTES DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	129
6.	<b>ESTUDIOS COMPARATIVOS DE LA FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS Y FILTRACIÓN TANGENCIAL.....</b>	<b>131</b>
6.1.	ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTES.....	131
6.1.1.	COSTES DIRECTOS.....	131
6.1.2.	COSTES INDIRECTOS.....	133
6.1.3.	COSTES DE LA AMORTIZACIÓN.....	134
6.1.4.	RESUMEN DE COSTES.....	134
6.2.	RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y APLICACIÓN DE LA MEJOR TÉCNICA DISPONIBLE.....	136
7.	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>139</b>
8.	<b>DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....</b>	<b>142</b>
9.	<b>ACLARACIONES.....</b>	<b>144</b>

<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>146</b>
<b>11. ANEXOS A LA MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>148</b>
❖ ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN DE PLATO HORIZONTAL DE TIERRAS DIATOMEAS.....	150
❖ ANEXO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	165
❖ ANEXO 3: ESTUDIOS DE LOS COSTES GENERADOS POR LOS EQUIPOS.....	175
❖ ANEXO 4: ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y MEJORA TÉCNICA DISPONIBLE.....	199
❖ ANEXO 5: ESTUDIOS Y ENSAYOS ANALÍTICOS DEL VINO EN AMBOS EQUIPOS.....	230
❖ ANEXO 6: NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	238
❖ ANEXO 7: ORIGEN DE LAS DIATOMEAS.....	250
❖ ANEXO 8: FICHA DE SEGURIDAD DE LAS TIERRAS DIATOMEAS.....	256
❖ ANEXO 9: CATÁLOGO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL-.....	261
❖ ANEXO 10: CATÁLOGO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	293

## **1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN**

### **1.1. OBJETO**

El objeto del presente Proyecto Fin de Carrera es la sustitución del equipo de filtración de tierras diatomeas tradicional por un equipo de filtración tangencial.

Debido a la gran cantidad de contaminantes que genera el filtro de tierras diatomeas se ha analizado una segunda alternativa, la filtración tangencial. Aunque los costes de implantación son muy elevados, el equipo de filtración tangencial es en la actualidad una operación económicamente más rentable que el filtro por tierras diatomeas. Para ello se realizará un estudio económico de los costes totales de ambos equipos.

Además la alternativa que presenta la filtración tangencial, es interesante por cumplir uno de los objetivos principales impuesto por la Directiva IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), y disminuir significativamente la carga contaminante, ya que con este equipo no se utilizan ningún tipo de tierras de filtración, respetando más el medio ambiente. Para ello se utilizará la metodología IPPC.

La instalación estudiada (equipo de filtración tangencial) se implantará en la planta de tratamiento por frío de la bodega Williams & Humbert en Jerez de la Frontera, en la cual son procesados 120000 l de vino por día en dos turnos de 8 horas de las cuales una hora es para preparar el filtro de tierra y otra hora para lavarlo, quedando así 6 horas por turnos y un caudal de 10000 l/h.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La difícil situación actual del sector vitivinícola en el marco de Jerez está obligando a todas las empresas a estudiar sus procesos de elaboración con el objetivo de reducir costes y el personal necesario. Asimismo, las exigencias de la reglamentación medioambiental obligan a buscar técnicas alternativas que generen menos residuos y sean más respetuosas con el medio ambiente.

En este proyecto se va a comparar la técnica de filtración con tierras de diatomeas y la filtración tangencial con membrana hueca en una planta de tratamiento por frío de los vinos antes de su embotellado. Se pretende comprobar la viabilidad técnico-económica de la filtración tangencial en esta operación.

### 1.3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La bodega Williams & Humbert está situada en la provincia de Cádiz término municipal de Jerez de la Frontera en la Carretera Nacional IV, km 641,75.



Figura 1.1. Ubicación y Emplazamiento

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. CLIMA Y SUELO**

Tanto el clima como el suelo son dos factores importantes para la elaboración de los vinos en la zona de Jerez.

#### **2.1.1. CLIMA**

El clima de la zona del Jerez es cálido, como consecuencia de su baja latitud, ya que se trata de una de las regiones vinícolas más meridionales de Europa (la ciudad de Jerez se sitúa en los 36° de latitud Norte). La zona cuenta con veranos secos y altas temperaturas, lo que provoca una alta evapotranspiración, aunque la cercanía del Océano Atlántico dulcifica y humedece el ambiente, especialmente durante las noches. La primavera y el verano, a lo largo de los cuales tiene lugar el ciclo vital de la viña, se ven sometidos a los vientos dominantes conocidos como de Poniente y de Levante. El primero es fresco y húmedo (llega a alcanzarse el 95% de humedad) mientras que el segundo es caluroso y seco (con niveles de humedad en torno al 30%). La temperatura media anual es de 17,3°C, con inviernos muy suaves en los que rara vez hiela y veranos muy calurosos, con temperaturas frecuentemente por encima de los 40°. La zona disfruta de un promedio anual de horas de sol efectivo muy alto, entre 3.000 y 3.200.

La pluviosidad es relativamente alta, con una media de unos 600 litros por metro cuadrado de lluvia al año, que se registran especialmente en otoño e invierno. Salvo en años señalados, esta cantidad de agua es suficiente para el buen desarrollo de las cepas, ya que se ve complementada además por los importantes rocíos nocturnos que aporta el vecino Océano Atlántico.

#### **2.1.2. SUELO**

El suelo habitual en Jerez es del tipo albariza, un suelo que sólo se da en esta parte del planeta. Con unas características especiales de gran capacidad de absorción de agua y una composición predominante de calizas, y un tipo

de terreno que facilita una buena penetración de las raíces para la obtención de sustratos de lo más diversos que después se transmiten al vino.

Esta facilidad de absorción de agua consigue paliar la falta de precipitaciones que se suelen dar en el periodo veraniego.

## **2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ**

En este punto del presente proyecto fin de carrera se va a efectuar una descripción general de la elaboración de los vinos de Jerez.

La elaboración de los vinos secos de Jerez implica inicialmente una vinificación en blanco básica (Figura 2.1. Vinos blancos jóvenes. Vinos de Jerez.), con las peculiaridades de una adición de alcohol vínico, de un 3,0-3,5% o 6% en vol., para alcanzar una graduación alcohólica final de 15-15,5% vol. o 18% vol., y un prolongado y peculiar envejecimiento (mínimo 3 años). Este período configura el aroma de los vinos de Jerez de forma muy pronunciada, de forma que estos son unos de los ejemplos más notables de vinos con aromas terciarios o de envejecimiento en el panorama enológico mundial.

Los vinos base de Jerez se pueden clasificar por su elaboración en vinos secos y vinos dulces. Los vinos dulces de Jerez, después de su preparación se pueden consumir como tales (Pedro Ximénez o Moscatel) o mezclar en diferentes proporciones con vinos secos (olorosos, amontillados, etc.) para obtener los vinos con un grado intermedio de dulzor (mediums, creams, etc.) (Figura 2.2. Elaboración de diferentes tipos de vinos de Jerez.).

En la elaboración del vino de Jerez se realizan dos tipos de envejecimiento en función de la graduación alcohólica del vino. A 15-15,5% vol. se desarrolla la levadura de flor en la superficie libre del vino, teniendo lugar la crianza conocida como "biológica", pues su desarrollo está condicionado por los efectos del metabolismo de la levadura de flor. De esta forma se obtienen los vinos finos y las manzanillas.

Por el contrario, a 18% vol. no se desarrolla la levadura de flor, que no resiste una graduación superior a aproximadamente 16% vol. y tiene lugar un envejecimiento denominado "físico-químico", en contraposición al "biológico", pues los fenómenos básicos que tienen lugar durante su

desarrollo son reacciones como una oxidación pausada, una extracción de componentes de la madera, etc. De esta forma se elaboran los vinos olorosos y los palos cortados. Estos últimos son una modalidad de los olorosos con mayor suavidad a la boca.

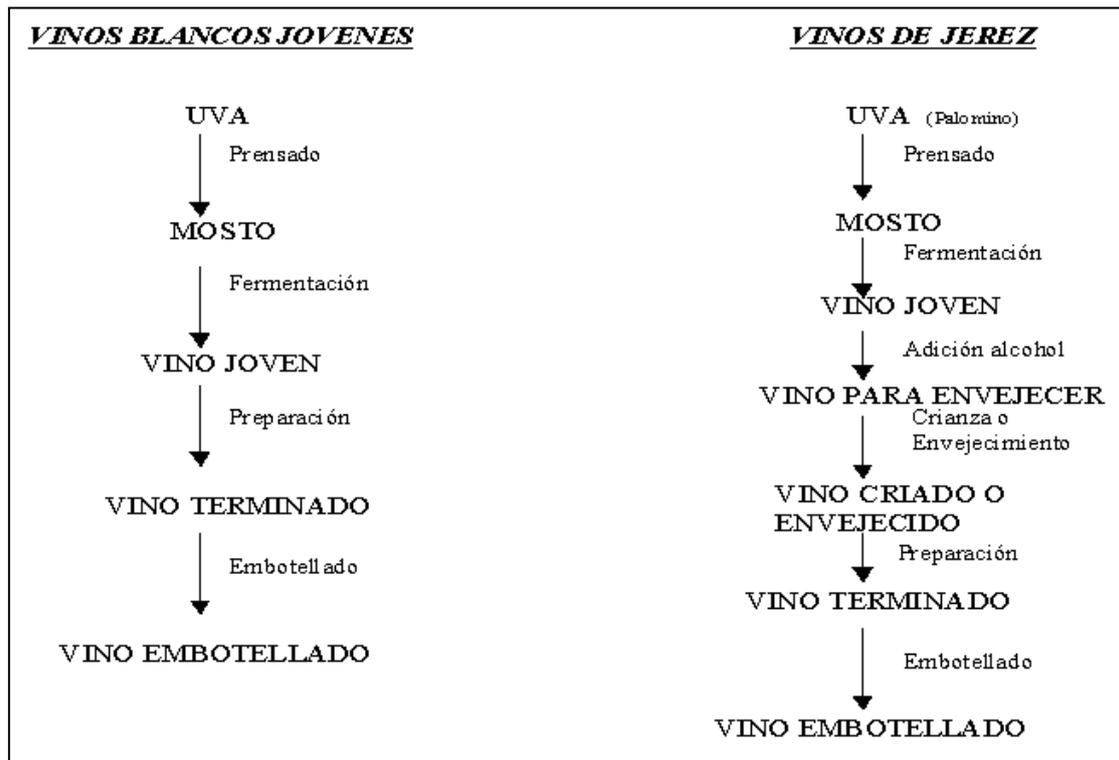


Figura 2.1. Vinos blancos jóvenes. Vinos de Jerez.

La elaboración de los vinos dulces se realiza después de un soleado de la uva que concentra mucho los azúcares. Estos vinos no completan la fermentación alcohólica y se les añade alcohol hasta una graduación alcohólica de entre 9 % vol. y 17% vol., alcanzando así el vino un contenido de azúcares de hasta 22° Bé.

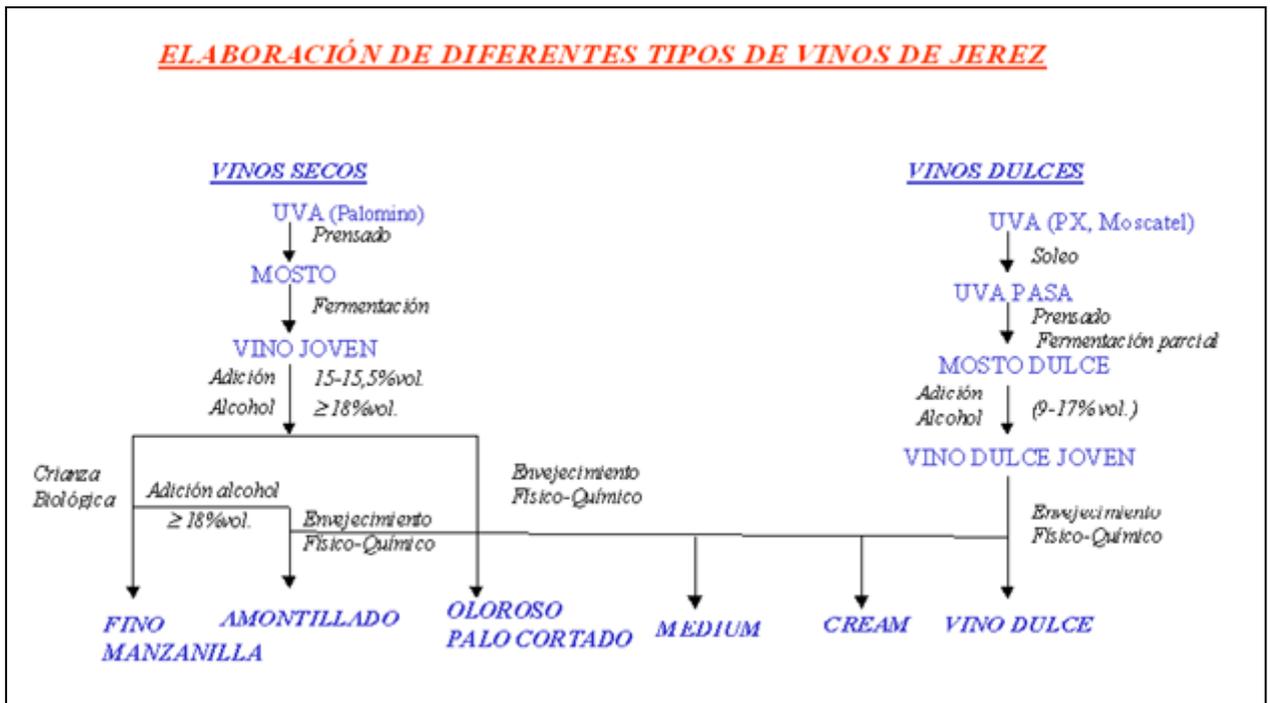


Figura 2.2. Elaboración de diferentes tipos de vinos de Jerez.

### 2.2.1. DEFINICIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VINOS DE JEREZ

Además de la reglamentación básica aplicable a los vinos en general (Reglamento (CEE) 479/2008) los vinos de Jerez, que constituyen la denominación de origen más antigua de España, fecha de fundación año 1935, se rigen por su propio reglamento (BOJA nº 103 de fecha 28 de mayo de 2010). Según el procedimiento seguido en su elaboración, los distintos tipos de vinos de Jerez pueden agruparse del siguiente modo: Vinos Generosos, con un contenido en azúcares reductores no superior a 5 gramos por litro, entre los que se encuentran los tipos Fino, Amontillado, Oloroso y Palo cortado; Vinos Dulces Naturales, con un contenido en azúcares reductores superior a 160 gramos por litro, entre los que se encuentran los tipos Dulce, Moscatel y Pedro Ximénez; y Vinos Generosos de Licor y otros vinos de Licor, con una graduación alcohólica total no

inferior a 17% en volumen y un contenido en azúcares reductores superior a 5 gramos por litro, entre los que se encuentran los tipos Dry, Medium, Pale Cream, y Cream.

Las definiciones de los diferentes vinos que recoge el reglamento (BOJA nº 103 de fecha 28 de mayo de 2010) son:

❖ Vinos Generosos

Fino: Vino de color amarillo pajizo a dorado pálido, con aroma y sabor propios de la crianza biológica. Sus especiales características son el resultado de que la totalidad de su proceso de crianza se ha desarrollado bajo velo de flor., con un grado volumétrico adquirido entre 15% y 17% en volumen.

Amontillado: Vino de color ámbar más o menos intenso, de aroma y sabor característicos, como consecuencia de su proceso particular de crianza, que incluyen una primera fase de crianza biológica, seguida de una fase de crianza oxidativa, con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 16% y 22% vol.

Oloroso: Vino de color ámbar intenso a caoba, de sabor característico y aroma muy acusado, como consecuencia de su proceso de crianza oxidativa, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 17% y 22% vol.

Palo cortado: Vino de color ámbar a caoba, de aroma característico con notas que recuerdan al Amontillado, si bien al paladar presenta características similares al Oloroso, como consecuencia de su proceso de crianza oxidativa, tras la desaparición del inicial velo de flor., con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 17% y 22% vol.

❖ Vinos Generosos de Licor

Dry: Vino de color amarillo pálido a dorado, con aroma propios de la crianza biológica bajo velo de flor y sabor ligeramente abocado, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Pale Cream: Vino de color amarillo pajizo a dorado pálido, con aroma propios de la crianza biológica bajo velo de flor y sabor abocado, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15,5% y 22% vol.

Medium: Vino de color ámbar a caoba, con aroma en el que se conjugan los propios de la crianza biológica y los de la crianza oxidativa y sabor abocado, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Cream: Vino de color ámbar intenso a caoba, con aroma profundo propios de la crianza oxidativa y sabor dulce, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15,5% y 22% vol.

❖ Vinos Dulces Naturales

Moscatel: Vino elaborado al menos en un 85% a partir de mosto de uvas muy maduras o soleadas de la variedad Moscatel, sometido a fermentación parcial. De color dorado ámbar a caoba más o menos intenso e incluso ébano y aspecto denso; con notas aromáticas de pasificación, muy dulce y untuoso en el paladar, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Pedro Ximénez: Vino elaborado al menos en un 85% a partir de mosto de uvas muy maduras o soleadas de la variedad Pedro Ximénez, sometido a fermentación parcial. De color ámbar dorado a caoba más o menos intenso e incluso ébano y aspecto denso; con notas aromáticas de pasificación, muy dulce y untuoso en el paladar, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Dulce: Vino elaborado a partir de mosto de uvas muy maduras o soleadas de las variedades autorizadas, sometido a fermentación parcial. De color

ámbar a caoba más o menos intenso e incluso ébano y aspecto denso; con notas aromáticas de pasificación, muy dulce y untuoso en el paladar, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

### **2.2.2. DATOS DE PRODUCCIÓN**

En el año 2009 en total se cosecharon algo más de 73 millones de kilos de uva y 111.857 botas de mosto repartidos por toda la zona considerada dentro de las Denominaciones de Origen Jerez, Manzanilla y Vinagre de Jerez (el llamado comúnmente “Marco de Jerez”). (Estadísticas oficiales de 2009 del Consejo Regulador de las denominaciones de origen jerez-xérès-sherry, manzanilla-sanlúcar de bda. Y vinagre de jerez).

La comercialización total de vinos amparados por las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla – Sanlúcar de Barrameda” durante el año 2009 ascendió a 46.032.887 litros. De esta cantidad destacar que se exportaron 33.608.324 litros y que se comercializó en España 12.424.563 litros. (Tabla 2.1. Exportación y consumo de vinos de Jerez en España).

	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Exportación Embotellado</b>	45327956	41580754	40605064	36582051	32985227
<b>Exportación Granel</b>	1165002	466978	764952	660282	623097
<b>Total Exportación</b>	46492958	42347732	41370016	37242333	33608324
<b>España</b>	13512042	13908155	13796182	13298361	12424563
<b>TOTAL</b>	60005000	56255887	55166198	50540694	46032887

Tabla 2.1. Exportación y consumo de vino de Jerez en España

Con respecto al consumo de vino el volumen siguió concentrándose en los mercados de la Unión Europea, con un 87,5 % del total. El Reino Unido siguió liderando el ranking de los países consumidores de vinos amparados durante el pasado año, con un volumen total exportado de casi 14 millones de litros, lo que supone más de un 30% del volumen total. España consolidó su posición como segundo mercado, gracias fundamentalmente al consumo de Manzanilla, con un 27% (Tabla 2.2. Consumo de vino en el mundo).

<b>Reino Unido</b>	30,3 %
<b>España</b>	27,0 %
<b>Holanda</b>	19,0 %
<b>Alemania</b>	10,2 %
<b>Resto Unión Europea</b>	6,8 %
<b>Resto del Mundo</b>	6,7 %

Tabla 2.2. Consumo de vino en el mundo

En la siguiente tabla se aprecia las ventas según el tipo de vino. El más popular es el Fino, con un 23,1% de las ventas totales, o lo que es lo mismo, unos 11 millones de litros. Le siguen los vinos generosos de licor como el Cream, con una cuota de mercado del 23,1%, o el Medium, con más de un 18%, gracias a su posición dominante en los mercados británico y holandés, respectivamente. La Manzanilla, tradicionalmente el tipo de vino líder en el mercado nacional, supone un 17,4% de las ventas totales. En el capítulo de “Otros” se agrupan principalmente vinos dulces naturales como el Pedro Ximénez y el Moscatel (Tabla 2.3. Porcentaje de cada tipo de vino vendido en relación al total.).

<b>Manzanilla</b>	<b>17,4 %</b>
<b>Fino</b>	23,1 %
<b>Pale Cream</b>	7,5 %
<b>Amontillado</b>	6,4 %
<b>Medium</b>	18,2 %
<b>Oloroso</b>	1,9 %
<b>Cream</b>	23,1 %
<b>Otros</b>	2,4 %

Tabla 2.3. Porcentaje de cada tipo de vino vendido en relación al total.

### **2.2.3. VARIEDADES DE UVAS**

El Reglamento del Consejo Regulador señala las siguientes variedades autorizadas para la elaboración del jerez: *Palomino fino*, *Palomino de jerez*, *Pedro Ximénez* y *Moscatel* para elaborar el vino de este nombre.

La variedad Palomino tiene más del 90% del área plantada. Está muy bien adaptada a las condiciones climatológicas y edafológicas de la zona. Se recoge a mano por su naturaleza delicada y su susceptibilidad al daño.

Pedro Ximénez se planta generalmente en los suelos de arena o barro y luego de recoger las uvas, se las deja secar generalmente al sol en colchones de hierba para concentrar los niveles de azúcar.

La variedad Moscatel es plantada en Barros y Arenas para la elaboración de olorosos, palo cortado y otros.

### **2.2.3.1. EL CULTIVO Y LA VENDIMIA**

#### EL PROCESO DE PLANTACIÓN

<b>Agosto</b>	Preparación del suelo (fertilización y oxigenación).
<b>Noviembre</b>	Allanado del suelo.
<b>Diciembre</b>	Marcado del viñedo.
<b>Enero</b>	Plantación de los porta-injertos.
<b>Septiembre</b>	Injertado de la vinífera.

Tabla 2.4. Proceso de plantación.

#### LA PREPARACIÓN DEL TERRENO

1. “Agostado”: arado de 70 a 80 cm. con el objeto de oxigenar el suelo.
2. “Abonado” orgánico.

#### DEMARCACIÓN DEL NUEVO VIÑEDO

- Orientación en línea con la inclinación del terreno.
- Densidad entre 3500 y 4000 vides por hectáreas.



Figura 2.3. Orientación en línea con la inclinación del terreno.



Figura 2.4. Demarcación del nuevo viñedo.

## PLANTACIÓN DEL PORTAINJERTOS

Se realizará entre los meses de Diciembre y Enero con objeto de aprovechar la época de lluvias. Este es un proceso manual y se hará una selección de los porta-injertos más indicados según:

- Con la compatibilidad con las variedades locales.
- Resistencia a la filoxera, nematodos, suelos arcillosos, sequía, exceso de humedad, salinidad, etc.
- Capacidad de desarrollar raíces.

## EL INJERTO

Entre los meses de Enero y Agosto se desarrollará el porta-injerto (Figura 2.5.a. Desarrollo de porta-injerto.). Entre los meses de Agosto y Septiembre se injerta la yema de palomino (Figura 2.5.b. Injerto de la yema de palomino). Durante el primer año, la zona injertada se cubre hasta la primavera para evitar el frío (Figura 2.5.c. Cubierta para que el palomino evite el frío). Y por último en el primer año se desarrolla el palomino (Figura 2.5.d. Desarrollo del palomino).

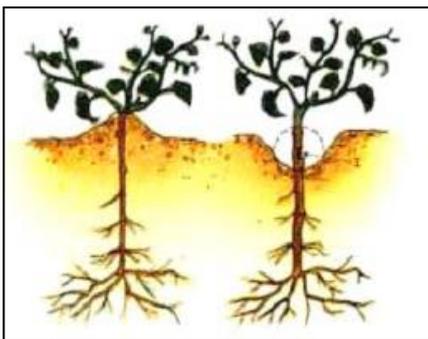


Figura 2.5.a. Desarrollo de porta-injerto.



Figura 2.5.b. Injerto de la yema de palomino.

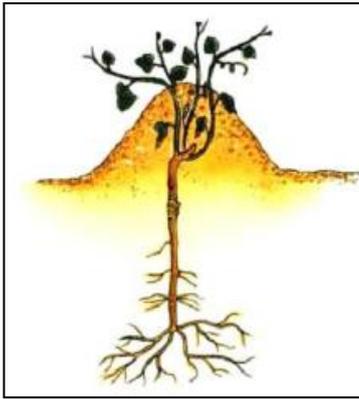


Figura 2.5.c. Cubierta para que el palomino evite el frío



Figura 2.5.d. Desarrollo del palomino

## LA FORMACIÓN DE UNA VID ADULTA

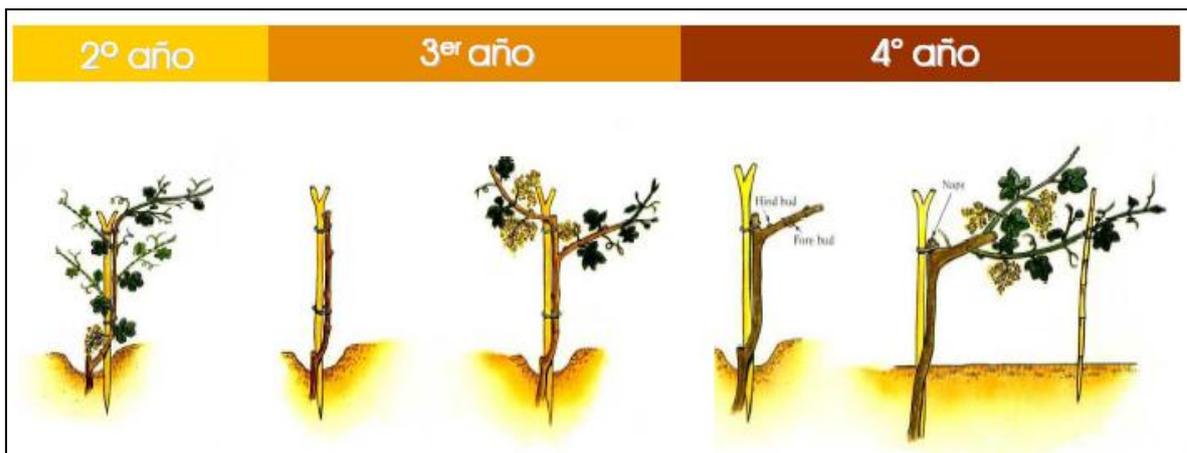


Figura 2.6. Formación de una vid adulta.

## ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE UNA VID

La típica poda de producción es la llamada “vara y pulgar”.

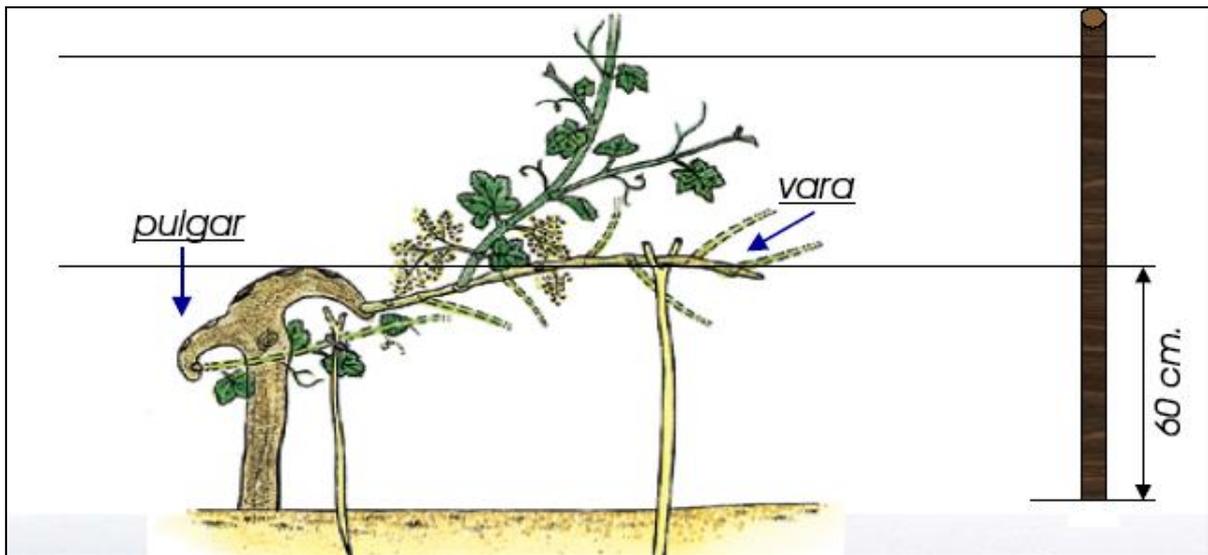


Figura 2.7. Poda de Producción.

El ciclo anual quedaría resumido en la siguiente figura:

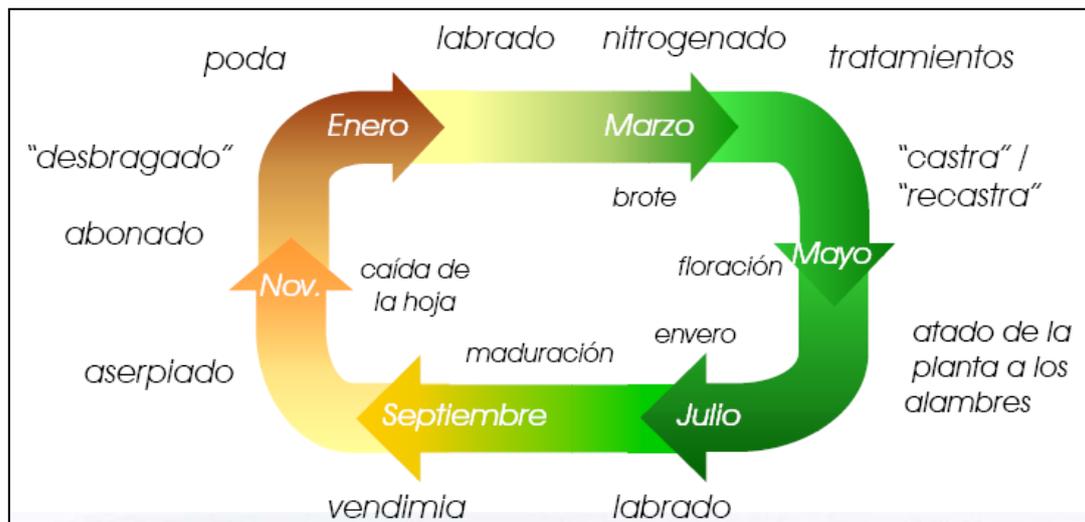


Figura 2.8. Ciclo anual de la vid.

Una planta madura se considera cuando: está en producción plena entre 30 y 35 años. Se desarrolla entre 7 y 9 racimos en la "vara" y produce aproximadamente 3 kilogramos de uva.

## LA VENDIMIA

La uva alcanza la madurez en Septiembre, siendo sus niveles medios de Baumé entre 11 y 12,5°. La vendimia se recoge prácticamente de manera manual (prácticamente el 85%). Además se requiere que la vendimia sea rápida.

### **2.2.4. VINIFICACIÓN**

La vinificación del vino de Jerez, el conjunto de operaciones y procesos que aseguran la transmutación de la uva en vino joven supone un hecho de gran trascendencia social, tanto en el ámbito económico como en el cultural, puesto que supone el traspaso de responsabilidades desde los viticultores, que han mimado con esmero su cosecha, a los bodegueros, cuya misión es conseguir un buen vino a partir de ella.

La vinificación utilizada en el marco del jerez es una típica vinificación en blanco.

Una vez que la uva llega al lagar, y antes de su descarga, se procede al control de pesaje del Consejo Regulador y se suele tomar una muestra representativa del conjunto de la uva transportada, para analizar determinados parámetros relativos al grado de maduración y al estado sanitario de la uva.

La uva es habitualmente descargada en una tolva de recepción en cuya base existe un sistema de tornillos sin fin que transporta la uva hasta la primera unidad operativa, habitualmente una molturadora o una despalladora-molturadora. El objetivo de la molturación es el de facilitar la operación de extracción del mosto por el efecto de la presión.

El despallado o separación del raspón de la uva es una operación opcional que se puede realizar de forma total o parcial antes de la molturación. Una vez realizada la operación de molturación y en su caso de despallado, la pasta resultante se conduce junto con el mosto liberado hasta el sistema

de extracción, donde por la acción de la presión se produce la obtención de mosto. La presión aplicada tiene una incidencia muy importante, de manera que durante el proceso de extracción se van a obtener diferentes fracciones de mosto, según el nivel de presión aplicada: el llamado mosto de "primera yema" (aproximadamente el 65% del volumen total), obtenido con presiones inferiores a 2 kg/cm<sup>2</sup>; el mosto de "segunda yema" (aproximadamente el 23 %), obtenido con presiones inferiores a 4 kg/cm<sup>2</sup> y, por último, la fracción denominada "mosto prensa", con presiones superiores a 6 kg/cm<sup>2</sup>.

Mientras que las peculiares características analíticas del mosto de primera yema lo hacen adecuado para obtener vinos dirigidos generalmente a una crianza biológica, los mostos de segunda yema, con más estructura procedente de las partes sólidas, producen vinos cuya vocación es el envejecimiento oxidativo o fisico-químico.

Los mostos recién extraídos son preparados o acondicionados antes de la fermentación, con el objeto de prevenir oxidaciones y contaminaciones bacterianas, así como para mejorar la finura aromática de los vinos a los que darán lugar. Una vez filtrados, los mostos son sometidos a una corrección de pH, mediante la adición de ácido tartárico. Ello contribuye a evitar las contaminaciones bacterianas durante la fermentación y a obtener vinos equilibrados y sanos, y en condiciones adecuadas para el posterior proceso de crianza.

Una vez corregido el pH, el mosto es tratado con anhídrido sulfuroso en dosis que pueden variar según el estado sanitario de la vendimia entre 60 y 100 mg/l, con el objeto de prevenir su oxidación y las posibles contaminaciones bacterianas. La dosificación suele hacerse en forma de gas, mediante su inyección directa en las tuberías de circulación. Generalmente se procede a continuación al "desfangado" del mosto o limpieza de los mismos mediante decantación. El mosto una vez

desfangado, sin sus turbios, es trasegado finalmente a los depósitos de fermentación.

De forma simplificada, la fermentación alcohólica es un proceso natural de carácter bioquímico, mediante el cual los azúcares contenidos en el mosto de la uva -fundamentalmente glucosa y fructosa- se transforman en alcohol. Dicha transformación es posible gracias a la actuación de un agente fermentativo: las levaduras. Junto al alcohol, la transformación de los azúcares da lugar a cantidades importantes de anhídrido carbónico, a la vez que se genera calor, lo que eleva la temperatura del mosto en fermentación. Suele durar 5-7 días, tras lo cual el vino nuevo se deja reposar durante dos o tres meses para que, con la ayuda de los fríos otoñales, se produzca la sedimentación de las "lías", llamadas así a los residuos compuestos de levaduras, proteínas, sales tartáricas...etc.

El vino nuevo se separa de las lías, operación denominada "deslío", y se adiciona alcohol hasta una graduación de 15-15,5% vol. para los vinos destinados a crianza biológica (finos, manzanillas y amontillados) y 18% para los destinados a envejecimiento físico-químico (olorosos, palos cortados etc.).

Frecuentemente se aprovecha el deslío para realizar operaciones de preparación de los vinos nuevos como la deferrización por clarificación azul y una filtración de desbaste por tierras. El vino joven en este estado se denomina sobretabla.

### **2.2.5. TIPOS DE ENVEJECIMIENTO**

La crianza es sin duda la fase definitiva en la elaboración de los vinos de Jerez; la más prolongada desde el punto de vista temporal y en la que se perfilan las características organolépticas que van a dar lugar a la amplia tipología de vinos de Jerez.

En la zona del Jerez se desarrollan dos tipos de crianza: la crianza entendida como guarda y evolución del vino en botas de madera, sometido a la lenta evolución físico-química según las condiciones de su entorno, a la que generalmente nos referimos como "envejecimiento" o "crianza oxidativa"; y la denominada "crianza biológica" bajo velo de flor, en la que el vino evoluciona de forma más dinámica, impulsado por la actividad de un velo biológico formado en la superficie de éste por levaduras específicas y propias de la zona.

En el caso de la crianza biológica, la influencia de la flor resulta determinante; no sólo protege al vino de la oxidación al evitar el contacto directo del líquido con el aire contenido dentro de las botas, sino que la interacción de las levaduras con el líquido propicia cambios significativos en el mismo: al ya mencionado consumo de alcohol como consecuencia de su metabolización por parte de la flor hay que unir el consumo y consiguiente reducción de otra serie de elementos inicialmente presentes en el vino, como son la glicerina o la acidez volátil. Por el contrario, la crianza biológica propiciará un incremento sustancial del contenido en acetaldehídos, elemento responsable de la sensación punzante a la nariz que va adquiriendo el vino así criado de forma paulatina.

La crianza oxidativa, por su parte, propicia la aparición en el vino de características radicalmente distintas; a una mayor graduación alcohólica y en contacto directo con el oxígeno del aire, el vino va paulatinamente oscureciéndose y se ve afectado de forma más evidentemente por los fenómenos de concentración que se producen como consecuencia de la transpiración de determinados elementos del vino a través de las paredes de la bota.

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Denominación de Origen, la crianza de los vinos debe prolongarse por un período mínimo de tres años, al objeto de que los vinos alcancen las características típicas de cada uno de los tipos.

Aunque en el caso de la crianza oxidativa es posible llevar a cabo una crianza estática, sin llevar a cabo mezclas de vinos con distintos niveles de vejez, lo tradicional en la zona (y el único método viable para llevar a cabo con éxito la crianza biológica) es el sistema de crianza dinámico conocido como de "criaderas y solera".

#### **2.2.6. SISTEMA DE CRIADERA Y SOLERA**

Se trata de un sistema dinámico, mediante el que vinos con distintos nivel de envejecimiento son metódicamente mezclados, con el fin de perpetuar unas determinadas características en el vino finalmente comercializado, que son el resultado de todas las vendimias.

El adecuado desarrollo de este método de envejecimiento requiere la ordenación precisa de los vinos en la bodega, en función de sus distintos niveles de vejez, lo que tiene lugar en las llamadas "criaderas". Así, cada sistema de soleras está compuesto por varias criaderas o escalas formadas por un número determinado de botas. La escala que contiene el vino con más crianza se sitúa sobre el suelo, razón por la que se denomina "solera". Sobre ésta se colocan las distintas escalas que la siguen en menor vejez (criaderas) y que se enumeran según su orden de antigüedad respecto a aquella (1ª criadera, 2ª criadera...etc.).

Esta forma de conducir el envejecimiento de los vinos de Jerez permite que, una vez estabilizado el sistema, permanezca constante a lo largo de los años, teniendo poca influencia las oscilaciones que se puedan producir entre las distintas añadas.

En la crianza biológica la mezcla de las añadas más jóvenes supone un aporte de micronutrientes para las levaduras de flor, que de otra forma se agotarían rápidamente en el vino, lo que ralentizaría el desarrollo de la crianza.

En el envejecimiento físicoquímico, las aportaciones de oxígeno y la renovación de la capa de vino en contacto con la madera que tiene lugar

durante las operaciones de saca y rocío aceleran notablemente este envejecimiento.

### **2.3. APLICACIÓN DE LA FILTRACIÓN EN EL PROCESO DE ACABADO DE LOS VINOS**

La limpieza es una de las características de un vino en la cual el consumidor plantea su primera exigencia. La falta de limpieza por presencia de un precipitado en la botella, o porque el vino se presenta turbio, provoca el rechazo por parte del consumidor, que la socia rápidamente a la posibilidad de estar ante un vino alterado, o de calidad deficiente.

A veces la exigencia de limpieza en los vinos es exagerada y se rechazan vinos de calidad por la presencia de cristales de tartrato que no tienen ninguna incidencia en las características organolépticas del producto.

La limpieza no sólo debe ser momentánea, sino que debe perdurar en el tiempo y en todo tipo de condiciones: temperatura, aireación, conservación. Debe ser una cualidad permanente.

En la elaboración de vinos, respecto a la limpieza, hay dos problemas técnicos:

- Un problema de clarificación, de obtención de la limpieza
- Un problema de estabilización, de conservación de la limpieza, de ausencia de depósito.

Ante este reto, la tecnología enológica recurre a la filtración, entre otros métodos, para solucionar uno de los problemas, o los dos a la vez, dependiendo de los tipos y calidad de los vinos.

#### **2.3.1. TRATAMIENTOS DE PREPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN**

Una vez terminado el envejecimiento o crianza, los vinos necesitan una estabilización final antes de ser embotellados. Estos tratamientos tienen

como finalidad la de conseguir un vino limpio y brillante, y que mantenga estas características durante un período razonable de tiempo.

Los tratamientos de estabilización fisicoquímica normalmente utilizados son los siguientes:

1. Clarificación con cola (gelatina, albúmina de huevo, caseína etc.) y bentonita, para la estabilización coloidal
2. Tratamiento de estabilización tartárica, normalmente el tratamiento por frío con o sin siembra de cristales para acelerar el proceso
3. Filtraciones por tierras de diatomeas, una en grado de desbaste después de la clarificación, y otra en grado de pulido después del tratamiento por frío.

## **2.4. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA FILTRACIÓN**

La filtración de vinos se practica desde tiempos inmemoriales.

Hay frescos y pinturas antiguas que describen la filtración de vinos, con sacos y paños de tela de algodón o lana. Esta operación la realizaban antes de introducir el vino en los depósitos de conservación o de expedición al público. En la Edad Media no aparece ninguna innovación en la filtración de los vinos, la tendencia se orienta a reemplazar la filtración por métodos de clarificación con productos tales como colas, albúmina de huevo, cola de pescado, sangre animal, etc. y luego una decantación prolongada en barricas. No es hasta el siglo XIX que aparecen los primeros filtros industriales:

- 1847 en Inglaterra, se pone en marcha el primer filtro industrial.
- 1847 en Alemania, primer filtro de aluvionaje.
- 1914 primera filtración estéril de un líquido.
- 1952 aparece el primer filtro de acero inoxidable.

La técnica de filtración tangencial se conoce desde hace tiempo, pero no es hasta 1970 que aparecen las primeras instalaciones industriales de ultrafiltración y de microfiltración.

Hacia el año 1920 se desarrollan las primeras membranas sintéticas de acetato de celulosa y nitrocelulosa. Estas membranas se aplicaron a la filtración de partículas pequeñas, principalmente a nivel de laboratorio. Se caracterizaban por su fuerte resistencia al paso del líquido a filtrar, por lo que los caudales eran muy bajos.

En los años de 1950 se perfeccionan las membranas con la disposición asimétrica de los poros y en disposición de menor a mayor diámetro de poro en el grosor de la membrana, con esto se logran caudales mayores.

Las primeras membranas de ultrafiltración verdaderamente eficaces se fabrican en el año 1963. Desde esa fecha se han ido perfeccionando tanto

los equipos como las membranas a utilizar, con el consiguiente aumento de superficie filtrante con el sistema tangencial y del rendimiento.

## **2.5. LA FILTRACIÓN**

La filtración es una operación básica que se aplica en enología como un tratamiento indispensable para obtener vinos que tengan la máxima garantía de estabilidad y limpieza. Se puede utilizar tanto para desbastar vinos turbios como para eliminar los cristales de tartrato después del tratamiento de frío o en el momento del embotellado.

El fin de la filtración es eliminar las sustancias en suspensión de tamaño grosero ( $1-10^3\mu\text{m}$ ) y material fino en dispersión ( $10^{-3}-1\mu\text{m}$ ) con el fin de obtener una limpieza perfecta y estable.

La técnica de filtración se puede agrupar en dos sistemas generales:

1. Sistemas filtrantes estático (filtro de tierras y placas filtrantes en profundidad)
2. Sistema filtrante dinámico (filtración tangencial).

Los sistemas filtrantes estáticos, para la clarificación del vino se distinguen por las siguientes características:

- Con ayuda de la presión de filtración, el vino que se va a tratar, pasa a través del medio filtrante.
- Los sólidos quedan retenidas en el interior del medio filtrante.
- Dependiendo del tipo de filtración, se elegirá entre diferentes grados de retención de los filtros en profundidad.
- Se produce una progresiva colmatación del filtro en profundidad, disminuyendo su rendimiento. En los sistemas de filtración por tierras (kieselgur) sobre soporte metálico se compensa la progresiva colmatación provocada por los sólidos con la constante dosificación de tierras durante el proceso de filtración, prolongando así la duración total de utilización del filtro hasta llenar todo el espacio disponible para los sólidos.

- Se necesita un tiempo de preparación considerable para el recambio del medio filtrante.
- La automatización sólo es posible de forma parcial.

Los sistemas de filtración dinámicos se caracterizan por:

- La utilización de membranas con porosidad definida.
- Para evitar la obstrucción de la membrana, además de la presión de filtración, se produce un flujo sobre la superficie de la membrana.
- Mediante este proceso dinámico, es posible filtrar productos muy turbios sin que se produzcan pérdidas considerables en el rendimiento.
- Solo queda sin filtrar un pequeño residuo (aprox. 0,3%).
- Cuando disminuye el rendimiento debido, bien a la formación de una capa de polarización, o al aumento de la concentración de sólidos, es posible regenerar la membrana lavándola brevemente con agua.
- Con este procedimiento, en su caso óptimo, únicamente se necesitará una sola filtración.
- Estas instalaciones están automatizadas, lo que permite un importante ahorro de tiempo. No hay problema para mantener el proceso en funcionamiento durante las 24 horas del día.

## **2.5.1. LEYES Y MECANISMOS DE FILTRACIÓN**

### **2.5.1.1. LEYES DE LA FILTRACIÓN**

La filtración es una operación que puede ser medida de una manera teórica por medio de una serie de leyes físicas, que pueden adaptarse con mayor o menor facilidad a los distintos tipos de filtraciones, los cuales obedecen a diferentes mecanismos de filtración en función del tipo de materia filtrante utilizado.

En todos los sistemas de filtración e independientemente del medio filtrante utilizado, la resistencia que se debe vencer para obtener un retenido y un permeado, se puede cuantificar en términos diferenciales de presión ( $\Delta P$ ) y dependientes de los siguientes tres factores:

$\Delta P_f$ : resistencia del filtro como tal, cuantificable en pérdidas de carga de tuberías, codos, válvulas, etc.

$\Delta P_t$ : resistencia de la torta o turbios retenidos en la materia filtrante, considerados solos o mejorados por coadyuvantes de filtración en el caso de aluvionado.

$\Delta P_m$ : resistencia del medio de filtración.

Despreciando  $\Delta P_f$  por su escasa cuantía, resultan entonces los siguientes:

$$\Delta P = \Delta P_t + \Delta P_m$$

En el presente proyecto se van a estudiar dos tipos de filtraciones, filtración por tierra y filtración tangencial, utilizando cada una ellas como medio filtrante tierra diatomea y membrana de filtración respectivamente. Para el estudio de dichas filtraciones se utilizan las ecuaciones que se muestran en el anexo 1 y en el apartado 5 de la presente memoria tanto para el caso de formación de torta en el equipo de filtración por tierras como los modelos de flujo para la filtración tangencial.

### **2.5.1.2. MECANISMOS DE LA FILTRACIÓN**

Todos los filtros pueden retener las partículas en suspensión que contienen los líquidos, invocando dos posibles mecanismos: tamizado y adsorción, aunque en la realidad ningún material filtrante funciona exclusivamente con uno u otro mecanismo, si no que lo hacen de una manera mixta, aunque con una mayor tendencia en uno u otro sentido.

#### *Mecanismo de tamizado*

Mediante este mecanismo, los turbios son retenidos en la superficie del medio filtrante por diferencia de tamaño entre estos y la porosidad del medio. Los filtros de membrana de tipo amicróbico son los que mejor responden a la definición de este mecanismo, aunque también funcionan de este modo otros, como las tierras fósiles en ciclo corto o incluso los antiguos lechos filtrantes de amianto en los filtros de torta.

El tamizado o la interceptación de las partículas pueden realizarse de tres maneras distintos:

- Interceptación inercial:

Las partículas en una corriente fluida presentan una masa y una velocidad, y por consiguiente mantienen un momento de inercia asociado a ellas; de tal manera, que cuando el líquido toma el recorrido de menor resistencia al flujo, desviándose alrededor de las fibras, las partículas continúan rectas e impactan directamente sobre las fibras quedando retenidas en el filtro. En el caso del vino, este efecto se atenúa, debido al pequeño tamaño de las partículas y a la escasa diferencia de densidad con el vino.

- Interceptación difusional.

Las partículas muy pequeñas y de reducida masa se mueven al azar por el “movimiento browniano”, haciendo que se desvíen de las líneas de flujo, aumentando de este modo las posibilidades de ser interceptadas por las

fibras del filtro. En los líquidos este efecto es también muy reducido, pero en la de los gases puede ser muy importante.

- Interceptación directa.

Las partículas son retenidas simplemente por poseer un tamaño superior al espacio resultante entre las fibras del filtro, aunque también se pueden interceptar partículas más pequeñas por el llamado “efecto puente”, donde se superponen entre sus bordes o con las mismas partículas.

### *Mecanismo de adsorción*

El mecanismo de adsorción o de acción física retiene los turbios en profundidad, es decir en todo el espesor del medio filtrante, por medio de una diferencia de carga eléctrica entre los sólidos y el medio filtrante, pudiendo poseer los turbios un tamaño inferior al del espacio resultante entre las fibras. Este efecto de adsorción se conoce con el nombre de potencial “zeta”, donde las partículas en suspensión presentan generalmente una carga superficial negativa asociada y resultante de la doble capa iónica formada en su superficie, mientras que la carga eléctrica de las fibras suele ser positiva, lo que supone una atracción entre ambas y por lo tanto la eliminación de las partículas en suspensión. El “potencial zeta” se mide en milivoltios (mV), alcanzando valores variables según los distintos medios filtrantes, presentando por ejemplo la celulosa un valor de +40 mV a un pH de 3,2 a 3,4. A los valores del pH del vino, presentan carga positiva las proteínas y las fibras de celulosa, mientras que lo hacen negativamente otras sustancias como: levaduras, bacterias, materia colorante coloidal, sales metálicas, bentonita, carbonos, taninos, gomas, sílice coloidal, etc.

## **2.5.2. PARÁMETROS DE FILTRACIÓN**

En primer lugar se define el aforo o velocidad instantánea de filtración que es la cantidad de líquido expresada en litros, que fluye en un minuto de tiempo a través de 1 m<sup>2</sup> de superficie filtrante eficaz, bajo la presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>. El rendimiento de filtración es la cantidad de líquido expresada en litros, que puede pasar a través de 1 m<sup>2</sup> de superficie filtrante eficaz, a la presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, hasta que deje de fluir o éste comience a salir velado o turbio. Los parámetros de filtración dependen de las características del líquido a filtrar estos parámetros se van a clasificar de la siguiente manera: la presión del filtro, la capacidad de colmatación, el medio filtrante, el medio dispersante y el material en suspensión (turbios).

### **2.5.2.1. PRESIÓN DEL FILTRO**

La presión del filtro, o mejor dicho la diferencia de presiones entre la entrada y la salida, condiciona la velocidad de filtración, aumentándola cuando la presión se eleva, hasta llegar a ciertos límites donde la presión no se puede superar por ocasionar problemas de resistencia y estabilidad de las diferentes materias filtrantes. La presión debe ser constante para evitar movimientos bruscos del vino o “golpes de ariete”, siendo generalmente suministrada por medio de una bomba centrífuga o de tornillo de desplazamiento positivo, y a menudo de presión y de caudal regulables.

### **2.5.2.2. CAPACIDAD DE COLMATACIÓN**

La capacidad de colmatación es otro parámetro de la filtración, donde define la propiedad que presenta un líquido turbio: mosto o vino, para obstruir una determinada materia filtrante. Para ello es necesario conocer antes de realizar la filtración la capacidad que tiene un líquido de colmatar los filtros, pudiéndose entonces elegir el sistema de filtración más adecuado para cada caso, y especialmente cuando se utilizan medios filtrantes de alto valor, como en el caso de las membranas en microfiltración o de corte molecular inferior.

La determinación de los índices de colmatación permite evaluar de una manera muy exacta el comportamiento de los líquidos antes de su filtración, utilizando para ello un instrumental de laboratorio específico, pudiéndose aplicar a los sistemas de filtración por tierras, o a los de placas, y sobre todo a los de membrana en la microfiltración:

- Filtración por tierras. Se utiliza un filtro de laboratorio de unos cuatro litros de capacidad, que contiene una suspensión de tierras y vino, se puede hacer pasar por una superficie filtrante de 4 a 20 cm<sup>2</sup> a una determinada presión; así se puede calcular dos o tres puntos de la recta  $\text{Log } V = \frac{1}{2} \text{Log } t + \text{cte}$ , que en función de la superficie filtrante utilizada, se puede trazar una recta en papel logarítmico, donde se representa el comportamiento de la filtración.

- Filtración por placas. La colmatación de las placas se produce de una manera progresiva, utilizando un dispositivo de filtración de laboratorio, se puede calcular el volumen máximo filtrable ( $V_{\text{max}}$ ) aplicando la expresión:

$$V_{\text{max}} = \frac{t_2 - t_1}{t_2/V_2 - t_1/V_1}$$

Presión: 0,5 bar.

$t_1 = 1$  hora    $t_2 = 2$  horas.

$V_1 =$  volumen filtrado en 1 hora.

$V_2 =$  volumen filtrado en 2 horas.

Para conocer un ciclo real de filtración de 6 a 10 horas, se puede construir una recta con ayuda de tres puntos o más, donde se puede extrapolar la variación de  $V$  en el tiempo.

- Filtración por membrana. El cálculo del índice de colmatación de vino, puede ser realizado de diversas formas:

- Índice de Ribéreau–Gayon (IRG). Es la diferencia de tiempo existente en hacer pasar 50 ml de vino, antes y después de filtrar 500 ml del mismo vino, a través de un medio filtrante de 4,5 cm de diámetro y bajo la presión de 50 mm de mercurio.

$$\text{IRG} = T_{50} - T'_{50} = (T_{560} - T_{510}) - T_{50}$$

- Índice de Laurenty (IL). Es la diferencia de tiempo que tardan en pasar 200 y 400 ml de vino, bajo la presión de 2 bar, a través de una membrana de 3,9 cm<sup>2</sup> de superficie y de 0,65 μm de diámetro de poro; debiendo alcanzarse un valor inferior a 20 para los vinos blancos, 30 para los vinos tintos y 50 para los vinos licorosos o dulces naturales.

$$\text{IL} = T_{400} - 2 \cdot T_{200}$$

- Índice de Descout (ID). Basado en el anterior método, determinando además un valor de tiempo intermedio en los 300 ml, debiendo resultar este índice superior a 30.

$$\text{ID} = ((T_{400} - T_{300}) - (T_{300} - T_{200})) \cdot 2$$

- Índice de Geoffrey y Perin (IGP).

$$\text{IGP} = T_{100} - 2 \cdot T_{50}$$

- Índice de Meglioli (IM).

$$\text{IM} = (T_{600} - T_{200}) - 2 \cdot (T_{400} - T_{200})$$

- Test de filtrabilidad  $V_{\max}$  de Gaillar. Consiste en medir los volúmenes de líquido filtrado a los dos minutos ( $V_2$ ) y a los cinco minutos ( $V_5$ ), bajo la presión de 1 bar y sobre una membrana porosa de 0,65 μm y de 25 mm de diámetro.

$$V_{\max} = \frac{5 - 2}{5/V_5 - 2/V_2} = \frac{3 \cdot (V_5 \cdot V_2)}{5 \cdot (V_2 \cdot V_5)}$$

Ejemplos de filtros de laboratorios:

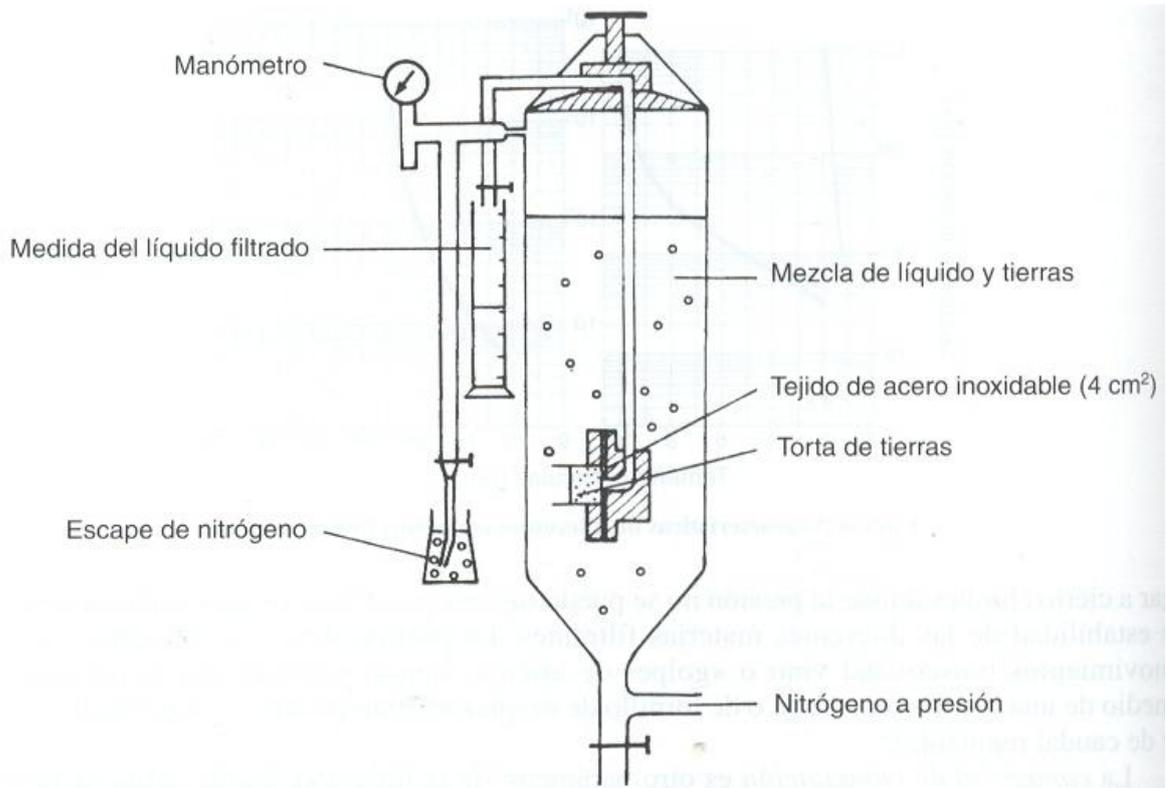


Figura 2.9.a. Filtro de laboratorio.

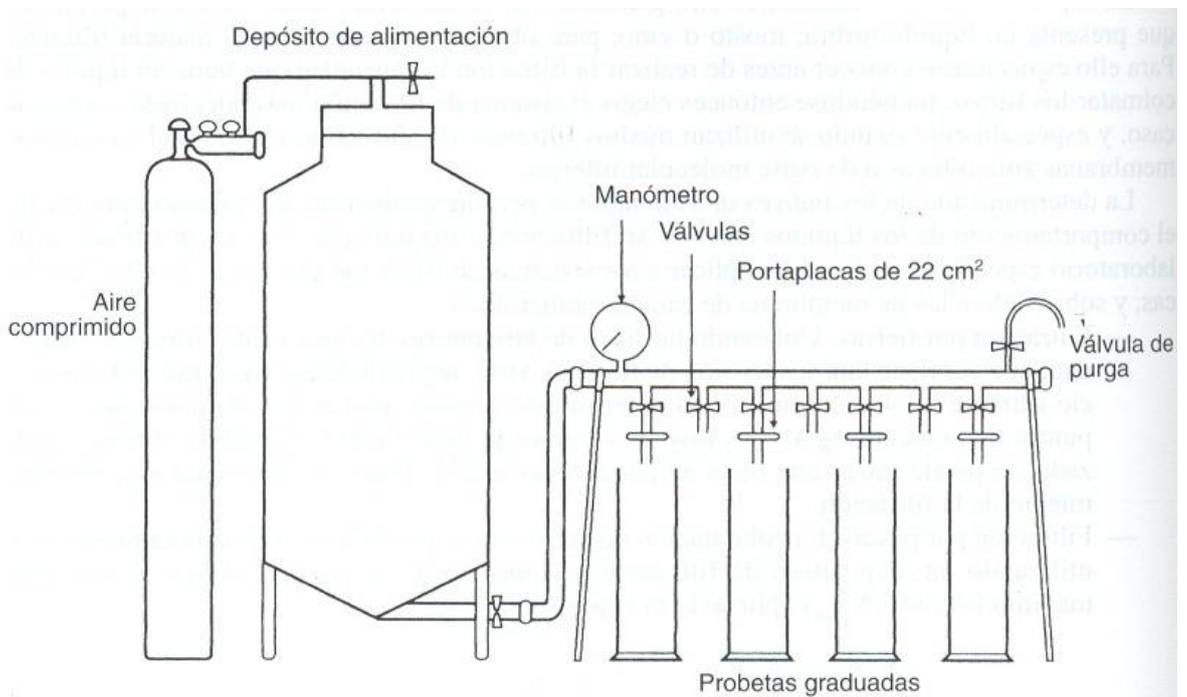


Figura 2.9.b. Filtro de laboratorio.

### **2.5.2.3. EL MEDIO FILTRANTE**

El medio filtrante, elemento importante en la técnica de filtración, es un material poroso que tiene una serie de características y cumple unos requisitos de aptitudes para la filtración de un líquido. Este importante factor que afecta al aforo y al rendimiento de la filtración, produce un interesante efecto de multiplicación de estos factores en el siguiente sentido: cuando se dobla la superficie de filtración, se multiplica por cuatro la vida o el rendimiento del filtro. Otro aspecto importante de la materia filtrante es su “volumen vacío” o la relación existente entre el diámetro de las fibras y el tamaño de los poros situados entre éstas, que condiciona la capacidad de retención y por lo tanto el aforo y el rendimiento del filtro.

Las características vienen determinadas por la porosidad y la permeabilidad del medio filtrante.

#### **2.5.2.3.1. POROSIDAD**

Es el volumen del espacio vacío de un material respecto a su volumen total. La porosidad se expresa en porcentaje. La porosidad máxima de una placa está determinada por la forma y tamaño de las partículas que la componen y su disposición. La máxima porosidad es independiente de la dimensión del poro.

La noción de porosidad, o mejor aún, el grado de espacio vacío, es primordial: se entiende por grado de espacio vacío la relación entre el volumen de los poros y el volumen total de la membrana:

$$\varepsilon = \frac{\text{volumen vacío (poros)}}{\text{volumen total}}$$

Las porosidades varían según el tipo de material filtrante que se utilice como medio filtrante. Una tabla de porosidades para distintos materiales filtrantes se muestra en la tabla 2.6.

<b>Material</b>	<b>Porosidad (%)</b>
<b>Tejido metálico: planas.</b>	15 a 25
<b>Tejido metálico: fibra hueca.</b>	30 a 65
<b>Plástico, metálico y cerámicas porosas.</b>	30 a 50
<b>Cerámica porosa especial.</b>	70
<b>Membranas de PVDF</b>	75
<b>Placas filtrantes.</b>	80
<b>Papel.</b>	60 a 95
<b>Tierras fósiles: Kieselgur</b>	85 a 95

Tabla 2.6. Porosidad (%).

### **2.5.2.3.2. PERMEABILIDAD**

La permeabilidad es la propiedad de un material poroso de dejar pasar con mayor o menor facilidad un líquido. La permeabilidad se expresa en Darcy.

Un Darcy se define como un medio filtrante que tiene un espesor de 1cm, una superficie de 1cm<sup>2</sup>, que es atravesado por 1cm<sup>3</sup> de líquido, a una presión de 1 atmósfera, en un tiempo de 1 segundo, siendo la viscosidad del líquido de 1mPs·s. Aproximadamente un darcie equivale a un caudal por superficie filtrante de 36 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·hora.

### **2.5.2.3.3. OTROS PARÁMETROS DEL MEDIO FILTRANTE**

Los parámetros descritos en el presente apartado hacen referencia al uso de determinados materiales de filtración, tales como: tierras de diatomeas, perlitas, celulosa, etc. cuyas definiciones y determinaciones se exponen a continuación.

- **Humedad**

El contenido en humedad (H) de una materia filtrante se evalúa pesando 2 gramos de muestra, sometiéndola a una desecación de 3 horas a una temperatura de 106° C, y luego pesándola de nuevo (P gramos).

$$H(\%) = \frac{2 - P}{2} \cdot 100$$

- **Pérdida a calcinación**

La pérdida a calcinación (PC) es una determinación que se realiza sobre materias filtrantes minerales, como las tierras fósiles o las perlitas, donde se pesan 2 gramos de materia filtrante, sometiéndola a calcinación durante 1

hora a una temperatura de 600° C, y después pesándola de nuevo (P' gramos).

$$PC(\%) = \frac{2 - P'}{2} \cdot 100$$

- **Granulometría**

Este parámetro solo se calcula para las tierras fósiles y las perlitas, donde es de gran interés, pues su valor afecta a los resultados de la filtración. Para medirlo se utiliza el método BAHCO, donde se hace pasar el material por una serie de tamices con luces comprendidas entre 2 a 100 µm, expresando los resultados en porcentaje en peso para cada fracción retenida en el tamiz. Normalmente se recogen los resultados de los siguientes tamaños:

<b>Granulometría (%)</b>
<b>&gt;50</b>
<b>50 a 30</b>
<b>30 a 20</b>
<b>20 a 10</b>
<b>10 a 5</b>
<b>5 a 3</b>
<b>&gt;3</b>

Tabla 2.7. Granulometría.

- **Densidad**

Determinada con el método Metafilter, donde se introducen 5 gramos de muestra en una probeta graduada de 100 ml, llenándola con agua destilada, luego se agita y por fin se deja en reposo durante 24 horas. Al cabo de ese tiempo se mide el volumen ocupado por la materia filtrante, y la densidad se calcula como:

$$D \left( \frac{\text{gramos}}{\text{ml}} \right) = \frac{\text{Peso estudiado (gramos)}}{\text{Volumen ocupado (ml)}}$$

- **Volumen mojado**

Son los litros que ocupan 1 kg de muestra una vez hidratada, calculándose a partir del valor de la densidad (D):

- Volumen (ml) ocupado por 5 gramos: 5 / densidad
- Volumen (ml) ocupado por 1.000 gramos: 200 · 5/densidad
- Volumen (litros) ocupado por 1 kg: 1/densidad

#### **2.5.2.4. EL MEDIO DISPERSANTE**

Estos factores relacionados con el medio dispersante son dos propiedades de los líquidos: la viscosidad y la tensión superficial.

##### **2.5.2.4.1. VISCOSIDAD**

La viscosidad ( $\mu$ ) se define como la capacidad de deslizamiento del líquido, o también, como la resistencia existente entre dos capas vecinas.

Una solución alcohólica, como es el vino, es más viscosa que el agua destilada. La presencia de alcohol, azúcar, ácidos orgánicos, glicerol, etc. aumenta la viscosidad. El alcohol es el constituyente que tiene más influencia en la viscosidad.

Los valores de viscosidad de un vino blanco pueden estar comprendidos entre 1,65 y 2,19 mPa·s; en el caso de vino tinto entre 1,5 y 1,8 mPa·s.

##### **2.5.2.4.2. TENSIÓN SUPERFICIAL**

La tensión superficial ( $\sigma$ ) se puede explicar como la propiedad que tienen algunos líquidos de retraerse. Por esta propiedad los líquidos fluyen lentamente por un orificio pequeño y cayendo gota a gota.

De los componentes del vino, el alcohol es un tensioactivo, con lo cual la tensión superficial de un vino varía en función del contenido de alcohol que tenga.

La influencia de la tensión superficial en la filtración se puede considerar bajo dos aspectos:

1. Efecto sobre el “bouquet”
2. Resistencia a la filtración

El efecto sobre el “bouquet” se produce al eliminar compuestos coloidales del vino que son soporte de partículas aromáticas. Este efecto es transitorio porque después de un tiempo de reposo el vino recupera todo el potencial aromático y gustativo.

En cuanto a la resistencia a la filtración, a mayor tensión superficial se necesita una mayor presión de filtración.

En el vino, la viscosidad aumenta con el aumento de la concentración de sustancias viscosas mientras paralelamente disminuye la tensión superficial.

Si se consideran estos factores, el flujo del vino que atraviesa la “torta de filtración” se puede expresar en la ecuación de la filtración.

#### **2.5.2.5. EL MATERIAL EN SUSPENSIÓN (TURBIO)**

Además de considerar al medio filtrante como elemento importante de la filtración, otro elemento fundamental a considerar en un sistema fíltrate son los turbios que se quieren eliminar para conseguir la estabilidad de la limpidez.

##### **2.5.2.5.1. NATURALEZA DE LOS TURBIOS**

Los turbios son las partículas en suspensión en los vinos.

El vino es al mismo tiempo una solución verdadera y una dispersión coloidal. Contiene moléculas, sus productos de disociación y partículas coloidales.

En el complejo conjunto del vino, constituido mayoritariamente por agua y alcohol, se encuentran diseminados moléculas de azúcares, ácidos orgánicos, sales, una fracción de materia colorante, etc. las sales y los ácidos son electrolitos, por el contrario el alcohol y los azúcares permanecen en el vino en estado molecular. Otras partículas como los

coloides, de dimensiones intermedias (gomas, mucílagos) pueden enturbiar el vino si alcanzan un tamaño suficiente.

**2.5.2.5.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS  
EN SUSPENSIÓN DE LOS VINOS SEGÚN  
DIFERENTES CRITERIOS:**

Las partículas se pueden clasificar según diversos criterios que no son excluyentes entre sí, por ejemplo: la capacidad óptica de su observación; por su comportamiento ante el proceso de filtración; por sus características y las tecnologías a utilizar para su eliminación.

Se presentan en las siguientes tablas.

<b>Limpidez</b>	<b>Turbios</b>		
	Partículas visibles al microscopio electrónico	Partículas visibles al microscopio óptico	Partículas visibles al ojo humano
Diámetro partícula (µm)	0,03	0,3	10
	<p><b>Partículas coloidales (opalescente) Coloides hidrófobos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-cristales de tartrato en formación.</li> <li>-Quiebras metálicas en formación.</li> </ul> <p>Coloides hidrófilos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coloides proteicos</li> <li>-Coloides glucídicos: poliósidos neutros, gomas, mucílagos, dextranas.</li> </ul>	<p><b>Suspensión microbiana:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Levaduras (5 a 8 µ).</li> <li>-Bacterias (0,5 a 1 µ).</li> </ul>	<p><b>Depósitos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Restos de uvas.</li> <li>-Cristales de tartrato.</li> <li>-Materia colorante precipitada.</li> <li>-Restos provenientes de la filtración: tierras, celulosa.</li> </ul>

Tabla 2.8. Partículas en suspensión en los vinos según su tamaño

<b>Identificación</b>	<b>Características</b>	<b>Tecnologías clásicas de tratamiento</b>
<b>Partículas componentes de los depósitos (vinos en rama):</b> <b>-Cristales de tartrato de potasio.</b> <b>-Burbas.</b> <b>-Lías.</b>	Tamaño > 1 $\mu\text{m}$ Contenido: algunos g/l Iones: mono y divalentes	Sedimentación. Trasiegos. Filtración por aluvionado.
<b>Suspensiones microbianas:</b> <b>-Levaduras.</b> <b>-Bacterias.</b>	Tamaño 1 a 5 $\mu\text{m}$ Tamaño > 1 $\mu\text{m}$ Contenido: $10^{-1}$ a $10^{-3}$ g/l	Centrifugación. Filtración por aluvionado. Filtración frontal.
<b>Partículas coloidales:</b> <b>-Proteínas.</b> <b>-Poliósidos.</b> <b>-Materia colorante.</b> <b>-Quebras químicas.</b>	Pesos moleculares: 10000 a 100000 dalton $10^{-3}$ a $10^{-1}$ $\mu\text{m}$ $10^{-3}$ a $10^{-6}$ g/l	Encolados.

Tabla 2.9. Partículas y macromoléculas de los vinos, según sus características y tecnología de tratamiento.

<b>Partículas comprimibles</b>		<b>Partículas no deformables</b>
<b>Fuerte poder colmatante</b>	<b>Mediano poder colmatante</b>	<b>Poder colmatante despreciables</b>
-Proteínas -Polisacáridos -Mucílagos -Gomas -Materia colorante coloidal	-Levadura -Bacterias	-Precipitados finos -Restos amorfos -Cristales de tartrato -Tierras filtración

Tabla 2.10. Poder colmatante de las partículas del vino

### **2.5.2.5.3. LOS COMPUESTOS COLOIDALES PRESENTES EN EL VINO Y LA FILTRACIÓN**

Entre los componentes del vino que enturbian el mismo, los coloides son los que provocan los mayores problemas, debido a su alto poder colmatante y principalmente a la deformabilidad que sufren por acción de la presión.

Los coloides del vino son de diferentes tipos: liófilos o liófobos, fibrilares o globulares, orgánicos o minerales, cargados positivamente o negativamente, provenientes de la uva, de los hongos micelares y levaduras, o de tratamientos previos de floculación.

De todos ellos, los coloides glucídicos liófilos electronegativos son los de mayor poder colmatante.

Los coloides presentes en el vino están constituidos de pequeñas cantidades de proteínas y en mayor proporción de polímeros glucídicos (polisacáridos), que son macromoléculas resultantes de la unión de una

serie de mayor o menor tamaño de monómeros o sustancias simples definidas y moléculas de azúcares muy similares.

Los polisacáridos desde el punto de vista estructural se dividen en dos grupos: homopolímeros y heteropolímeros. También se pueden encontrar ramificados o no y/o unidos a otras estructuras como ácidos, aminoácidos, alcoholes, fenoles, terpenos, etc.

Aún cuando no hay una relación directa entre el contenido en coloides protéicos o glucídicos y la filtrabilidad de los vinos, es bien cierto que tratados por separado, algunos de ellos sí tienen una influencia en el volumen de vino filtrado. Los coloides de tipo glucídico son los que, como se ha dicho, están más relacionados con la dificultad de filtración de un vino.

En cuanto a la calidad y cantidad de los polisacáridos presentes en el mosto, ambas dependen principalmente de la variedad de vinífera, del estado de madurez de la uva, de la existencia o no de maceración pelicular, del tipo de extracción utilizado, de la presión aplicada, etc.

En el proceso de la fermentación debido a la acción de las levaduras y su batería enzimática, una parte de los polisacáridos se hidrolizan y desaparecen como tales.

Por otra parte, estas levaduras cuya pared celular está compuesta por polisacáridos en su autólisis ceden al vino una cantidad importante de polisacáridos de base manosa y glucosa.

En el envejecimiento de los vinos hay un proceso de condensación y aumento de tamaño de los coloides que provoca la insolubilización y la precipitación.

La importancia de los coloides polisacáridos en el proceso de elaboración del vino se manifiesta en la función de coloides protectores durante la estabilización tartárica. Este fenómeno se puede considerar positivo o

negativo según los casos, si induce a la precipitación de bitartrato de potasio o la inhibe.

Tanto en los vinos espumosos como en los vinos tranquilos los coloides aportan fluidez y en los cavas favorecen la presentación y estabilidad de la espuma.

Por el contra, presentan aspectos negativos frente a la filtración ya que disminuyen el rendimiento de los filtros frontales encareciendo los costos.

La temperatura del vino a filtrar es otro factor que relaciona los coloides y la filtrabilidad de un vino. Una baja temperatura del vino provoca una mayor capacidad colmatante de los coloides, de ahí que sea importante a una temperatura que impida un aumento de la viscosidad del líquido o la modificación estructural de los coloides.

Esquemáticamente se puede decir que:

1. Los diferentes tipos de coloides que se encuentran en el vino están bajo diferentes formas de polimerización, con pesos moleculares del orden de  $10^3$  a  $10^7$  Daltons.
2. Sólo las formas macromoleculares y floculadas presentan un enturbiamiento visible debiendo ser eliminadas. Son agregados macromoleculares de pesos mayores a  $10^6$  Daltons y de dimensiones de  $10^{-2}$   $\mu\text{m}$  o superiores.
3. No hay ninguna razón para eliminar del vino coloides con pesos moleculares menores a  $10^5$  Daltons, ya que no provocan ningún enturbiamiento.

La inexistencia de una clarificación espontánea y los problemas de filtrabilidad se deben principalmente a la presencia de polisacáridos disueltos y bajo forma coloidal. No se pueden eliminar del vino con productos agregados (clarificantes) que los hagan flocular, ni adsorber por

un sistema de filtración desbastadora y fina. Tampoco los preparados enzimáticos pectolíticos o celulósicos los degradan.

#### **2.5.2.5.4. EXPRESIÓN DEL CONTENIDO DE TURBIOS EN UN VINO (TURBIDEZ)**

Para expresar la limpidez de un vino se utiliza la medición de los turbios existentes en el vino.

Esta medida de contenido de turbios se indica por el parámetro de la turbidez, expresado en unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

En nefelometría la turbidez se da en relación a un patrón de turbidez que puede ser una suspensión de sílice con granulometría bien determinada, o también una suspensión de formazina, o de cloruro de plata.

Lo más usual es expresar la turbidez por comparación con la suspensión de sílice:

De 1,2 a 3,5 mg/l de sílice	<b>Vino brillante</b>
De 3,5 a 7 mg/l de sílice	<b>Vino claro</b>
De 7 a 15 mg/l de sílice	<b>Vino velado</b>
De 15 a 40 mg/l de sílice	<b>Vino lechoso</b>
Más de 40 mg/l de sílice	<b>Vino turbio</b>

Tabla 2.11. De turbidez expresada en mg de sílice por litro.

Teniendo como referencia estas mediciones se han desarrollado una serie de tablas que relacionan la lectura en NTU y el aspecto del vino, o el tipo de vino y la turbidez correspondiente.

<b>Lectura nefelométrica (NUT)</b>	<b>Aspecto del vino</b>
<b>Intervalo de turbidez</b>	
0,4 – 1,5	Brillante
1,5 – 2,5	Claro
2,5 – 5,0	Velado
5,0 – 15	Opalescente
>15	Turbio

Tabla 2.12. Intervalo de turbidez (NUT) y aspecto del vino.

	<b>Brillante (NTU)</b>	<b>Turbio (NTU)</b>
<b>Vino blanco</b>	<1	>4,4
<b>Vino rosado</b>	<1,4	>5,8
<b>Vino tinto</b>	<2,0	>8,0

Tabla 2.13. Lectura nefelométrica (NTU) para distintos tipos de vinos y el aspecto de estos vinos.

<b>Tipo de vino</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>
<b>Vino en rama (un trasiego después de la fermentación alcohólica) vino del año</b>	200 – 2000
<b>Vino en rama (un año encubado)</b>	50 – 200
<b>Vino preclarificado</b>	5 – 50
<b>Vino filtrado por tierra</b>	1 – 5
<b>Vino microfiltrado tangencial</b>	<2

Tabla 2.14. Vinos en distintos estados de elaboración y lectura nefelométrica de la turbidez (NTU).

### **3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FILTRACIÓN EN EL ACABADO DE LOS VINOS**

#### **3.1. ACONDICIONAMIENTO DEL VINO EN SU ACABADO. INTRODUCCIÓN**

Es el conjunto de operaciones físicas destinadas a acondicionar el vino para envasarlo. Consiste principalmente, en la filtración del vino.

Los vinos para el consumo son sometidos actualmente a un acabado rápido por motivos económicos. Con frecuencia el proceso no dura más de una semana. Este proceso consiste en la estabilización tartárica del vino mediante un tratamiento en frío en el cual se hace precipitar aquellas sustancias contenidas en el vino que son lábiles a bajas temperaturas, el tártaro que es una proteína lábil ante el frío por tanto forma cristales, los cuales deben ser filtrados posteriormente.

El medio de filtración empleado hoy en día es el Kieselgur o tierra de diatomeas, aunque están siendo sustituidos por tecnología más avanzada como es la filtración tangencial.

#### **3.1.1. FILTRACIÓN FRONTAL DE LOS VINOS. FUNDAMENTOS**

La filtración es una técnica general de separación de dos fases: una sólida que consiste en los cristales de tártaro y la otra líquida, el vino, haciendo pasar esta suspensión a través de un material poroso (tierras diatomeas) que constituye el filtro, donde se retienen los cristales, y dejando fluir a su través el vino, que sale con un mayor o menor grado de limpieza en función del material filtrante utilizado. Por lo tanto un filtro es un aparato formado por un soporte permeable sobre el que se dispone de una capa o torta filtrante, y de un sistema mecánico más o menos complejo, que asegura la circulación del vino turbio y también la evacuación del mismo vino filtrado y limpio.

El principio de la filtración frontal es utilizado por diversas técnicas que se han desarrollado ampliamente en enología. El vino llega perpendicularmente a la superficie de filtración y la atraviesa. La elección del medio filtrante dependerá de la naturaleza de los elementos que se deseen eliminar.

Existen tres tipos de filtración frontal:

- La filtración por aluvionado;
- La filtración sobre placas o cartuchos lenticulares;
- La filtración sobre membranas;

En el presente proyecto fin de carrera se estudiará la filtración frontal por aluvionado ya que es, la que más se utiliza a nivel industrial para la limpieza de los vinos. Además, al tratar un caudal de 120000 L por día, el filtro que mejor trata caudales altos es la filtración por aluvionado. Posteriormente se comparará con la filtración tangencial aportando grandes ventajas.

### **3.2. FILTRACIÓN DEL VINO POR ALUVIONADO**

La filtración por aluvionado o por tierras es una filtración sobre un tamiz, que utiliza un coadyuvante de filtración puesto en suspensión en el medio a filtrar. Con lo cual la filtración se encontrará con un problema: la colmatación del filtro a lo largo de la filtración. La superficie del filtro se va obstruyendo por las partículas retenidas, llegando a hacerse impermeable e interrumpiéndose la filtración. Para solucionar dicho problema se recurrirá a dicha filtración por aluvionado, que consiste en ir añadiendo de manera continua coadyuvante de filtración. De esta forma la colmatación del filtro se retrasa hasta el momento en que saturan los espacios del filtro dicho coadyuvante.

Se utilizan materiales filtrantes (coadyuvantes), con los cuales se forma una precapa o pretorta de éstas sobre un soporte del filtro, se hace pasar el líquido a filtrar de forma continua, a medida que recibe un aporte u aluvionado de los mismos materiales; consiguiéndose de este modo la limpieza de los mostos o vinos en profundidad, durante un ciclo de filtración de mayor o menor longitud, y con unos resultados de limpieza en función del tipo de coadyuvante utilizados, que oscilan desde el desbaste hasta el abrillantamiento.

Generalmente este tipo de filtración queda reservada para los vinos relativamente cargados de turbios y todavía con un alto poder de colmatación, como los vinos en ramas, o los resultantes de una clarificación por encolado, o también los obtenidos a la salida de una estabilización tartárica, como es este caso. Desde un punto de vista sanitario y ecológico, la filtración por tierras se encuentra en la actualidad en entre dicho, pues por una parte el polvo formado en su empleo puede llegar a afectar a la salud de los manipuladores, y por otra parte el vertido de las tortas de filtración al medio ambiente son de elevado poder contaminante.

### **3.2.1. COADYUVANTES**

El coadyuvante tiene una acción de filtración esencialmente mecánica: no tiene, o tiene poca, adsorción electrostática. Por su incompresibilidad, asegura un caudal de filtración elevado a lo largo de toda la operación de filtración, con unas características de filtración propias de su permeabilidad.

Los coadyuvantes utilizados son:

- Kieselgur o tierras diatomeas.
- Perlita.
- Celulosa.

#### **3.2.1.1. KIESELGUR**

Kieselgur (corpúsculo de sílice) o también llamada diatomeas, tierras fósiles etc., son unas rocas sedimentarias compuestas por la acumulación de caparzones o esqueletos de sílice de unas algas unicelulares y microscópicas. En la naturaleza existen más de 10000 especies, de las cuales unas 400 son de agua dulce, de donde proceden los yacimientos de estos materiales; que por destrucción de la materia orgánica, queda como resto un caparazón silíceo poroso, que se acumula en el fondo de las masas de agua dulce o salada, formando a lo largo de millones de años un yacimiento. Actualmente estos materiales se extraen a cielo abierto. Una vez extraído el mineral de los yacimientos, se deja en “maduración” a la intemperie durante al menos 1 año, transcurrido el cual se somete a un proceso de fabricación donde se pretenden los siguientes fines: purificar el mineral, eliminar el agua y obtener materia filtrante de diferente porosidad (ver Anexo-7; 3. *Características físicas*). Por el hecho de la porosidad interna y de los espacios huecos existentes, se convierte en un poderoso coadyuvante de filtración. El Kieselgur no posee poder de adsorción.

### **3.2.1.2. PERLITA**

Es originaria de una roca silíceas, de origen volcánico, tiene una composición química análoga al Kieselgur. Es muy abrasiva para el material, mucho menos utilizada en enología que las dos familias precedentes. Sólo es empleada en productos muy cargados de impurezas.

La roca se somete a un tratamiento térmico instantáneo de 900 - 1000°C, donde aumenta de volumen en más de 10 a 20 veces por la expansión del agua que contiene, formando un material en forma de espuma y muy ligero, no sobrepasando los 50 kg/m<sup>3</sup>; siendo a continuación triturado y clasificado con un ciclón de aire, donde se separan las partículas más pesadas no hinchadas, según las diferentes porosidades.

Al igual que el Kieselgur la Perlita no posee poder de adsorción. Observando microscópicamente la Perlita se presenta bajo la forma de trozos lisos.

Las perlitas es un material filtrante más barato que las tierras de diatomeas y además se ahorra en su empleo de un 20% a un 30 % en peso, por lo que resultan muy interesantes para la filtración por aluvionado. Sin embargo se trata de un material muy abrasivo frente a las partes metálicas de los filtros, ofreciendo además superficies filtrantes no muy finas.

### **3.2.1.3. CELULOSA**

La celulosa es un polisacárido y se obtiene de la madera de las píceas o hayas en forma de fibra celular orgánica. La madera se tritura, se hierve, se libera de la lignina y la pectina y se blanquea.

Por parte del material mismo no se deben temer las influencias perjudiciales sobre el vino, pero sí por parte de la forma en que sea almacenado en la empresa y sobre todo si es utilizado varias veces.

La celulosa ha sido desplazada por los anteriores, debido a su bajo rendimiento.

#### **3.2.1.4. SELECCIÓN DEL COADYUVANTE DE FILTRACIÓN**

La filtración de los vinos sobre kieselgur está muy extendida en las bodegas y es en general un tratamiento satisfactorio, por lo que es la más utilizada. La perlita ofrece una superficie de filtración no muy fina, comparable al de una capa de arena, por tanto, las partículas de turbio cuyo tamaño es inferior al orificio de paso entre los granos muy finos atraviesa la capa filtrante. Quedan únicamente retenidas las partículas más gruesas. Además aunque resulta más barata que el kieselgur, presenta un poder abrasivo muy fuerte frente a las partes metálicas de los filtros.

En cambio, el kieselgur debido a las formas extrañas e irregulares (ver Anexo-7; 1. *Origen de las tierras diatomeas.*) de los diferentes fragmentos o aglomerados, tiene una estructura mucho más complicada que la perlita, de forma que incluso partículas más finas que el diámetro de paso son bloqueadas, aprisionadas o retenidas mecánicamente en esta especie de laberinto, llegándose a retener incluso hasta bacterias.

#### **3.2.2. TIPOS DE FILTROS POR ALUVIONADO**

Todos los filtros que utilizan el kieselgur como coadyuvante de filtración tienen en común lo siguiente:

- Un soporte que hace de tamiz, sobre el que se deposita una pretorta de coadyuvante.
- La puesta en suspensión del coadyuvante con el producto de coadyuvante.
- La filtración de esta suspensión sobre la pretorta de coadyuvante.

La naturaleza y la disposición del tamiz conducen a cuatro tipos de filtros por aluvionado, con utilización diferente. Los tres primeros se utilizan en vinos y el filtro rotatorio a vacío es utilizado en mostos y lías.

- a) Filtro rotativo a vacío
- b) Filtro de bujía
- c) Filtro horizontal de plato vertical
- d) Filtro vertical de plato horizontal

### **3.2.2.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE FILTRO POR ALUVIONADO**

#### **a) Filtro rotativo a vacío**

El tamiz constituye la cara externa de un tambor que gira sobre un baño que contiene la suspensión del producto a filtrar con el coadyuvante de filtración.

El tambor gira lentamente, y una cuchilla dispuesta a una distancia precisa rasca su superficie permanentemente. La suspensión es aspirada hacia el interior del tambor que se mantiene a vacío. El coadyuvante de filtración permanece sobre la pretorta, en el exterior del tambor, mientras que el producto filtrado pasa al interior del tambor. En cada vuelta, la cuchilla separa el coadyuvante que acaba de depositarse.

La filtración sobre tambor rotativo no es adecuada para el vino, porque provoca una eliminación importante de gas y de aromas debido a la aspiración por vacío. Su principal utilización es en productos muy cargados, como los fangos y las lías.

#### **b) Filtro de bujía**

Las bujías son tubos porosos, de acero inoxidable o cerámica, dispuestos verticalmente en una campana. Las bujías ofrecen dos ventajas con respecto a los filtros de platos verticales:

- Posibilidad de secar el pastel al final de la filtración;
- Aumento de la superficie filtrante (por acumulación de coadyuvante alrededor de las bujías) en el transcurso de la filtración.

El mantenimiento de la torta es delicado, y la limpieza es difícil. Este tipo de filtro no se ha desarrollado mucho en el sector vinícola.

#### **c) Filtro horizontal de plato vertical**

Los platos verticales están provistos de una malla metálica en cada lado. De esta forma, permiten una filtración sobre los dos lados. La limpieza es fácil de realizar, y tiene un excelente precio. Por el contrario, presenta un ciclo de filtración corto y la realización de la pretorta es más delicada debido a que no presenta una buena estabilidad al estar los platos en posición vertical. En caso de parada momentánea, se tendrá una inestabilidad de la torta de filtración ya que puede caerse por el efecto de la gravedad, lo que obliga a vaciar el aparato y volver a formar la pretorta. Otra desventaja se da al final del ciclo, la torta no puede ser correctamente secada, implicando una cierta pérdida de vino, y una producción de efluentes más elevadas. Es por ello que en el presente proyecto queda descartado este tipo de filtro.

#### **d) Filtro vertical de plato horizontal**

Los diferentes platos son dispuestos horizontalmente, alrededor de un eje vertical que recoge el producto filtrado.

Cada plato, en forma de disco, está formado por una malla metálica en su parte superior, y de una placa metálica continua en la parte inferior. La torta de filtración se forma sobre la malla metálica: la filtración se hace únicamente de arriba abajo (solo se filtra por una cara del plato de filtración). Presenta elevados ciclos de filtración y permite la posibilidad de parar durante la filtración.

Este tipo de filtro permite realizar fácilmente la pretorta de filtración, con agua o vino limpios. La torta de filtración presenta una buena estabilidad incluso en caso de parada de la alimentación. Además la torta e puede extraer en seco al final de la filtración, lo que disminuye las pérdidas de vino y los efluentes contaminantes. Aunque tiene un coste importante, se trata de un equipo muy fácil de utilizar.

- ✓ **En el presente proyecto se utiliza el Filtro por aluvionado o tierra diatomeas con plato horizontal.**



Figura 3.1. Filtro con platos en posición horizontal.

### **3.3. FORMACIÓN DE LA TORTA EN EL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS CON PLATO HORIZONTAL**

En la filtración con kieselgur, antes de hacer pasar el vino por el filtro se prepara una pretorta inicial de tierras por la que comienza a filtrar el vino. Permitiendo que la filtración del vino sea óptima. La granulometría y cantidad de kieselgur se selecciona en función de la cantidad de turbio a eliminar, de su tamaño, y del grado de brillantez que se quiere conseguir en el vino filtrado. Este proceso se realiza a presión variable que aumenta a medida que transcurre la filtración, debido a la pérdida de carga originada por la colmatación del filtro. El caudal se mantendrá constante durante el proceso a razón de 10000 l/h.

Al principio la diferencia de presión es mínima 0,1- 0,2 bar, y al final del ciclo de filtración la presión es máxima, variable según el tipo de filtro en este caso puede alcanzar una presión de 6 bar, con un óptimo de filtrado para la presión de 5 bar. Aproximadamente la presión va incrementando a razón de 0,5 a 1 bar por hora, durando este ciclo de filtrado 6 horas. Esta diferencia de presión es necesaria para mantener el caudal de filtración constante. Si la presión para que filtre el líquido aumenta a consecuencia de la colmatación progresiva de las tierras, para que se siga filtrando la misma cantidad de vino es necesario ir aumentando la presión de entrada del vino en el filtro, mediante la graduación de la apertura de la válvula de impulsión a la bomba o aumentando de revoluciones del motor.

#### **3.3.1. FORMACIÓN DE LA PRETORTA DE FILTRACIÓN**

Como se ha comentado en el punto anterior hay que llevar a cabo las operaciones necesarias para la formación de la pretorta, en la superficie superior de los platos de filtración. El objeto de la formación de pretorta es el cerrar los poros de la superficie filtrante, utilizando para ello unas tierras

con una permeabilidad superior a un darcie, y vino limpio como líquido de suspensión.

Cada pretorta de 1,14 mm de espesor se construye con una dosis de coadyuvante de  $0,4 \text{ kg/m}^2$  en un circuito cerrado a una presión no superior a los 0,1 – 0,2 bar y a un caudal de  $18 \text{ hl/h}\cdot\text{m}^2$  (Ver Anexo-1; 1.4. *Espesor de Kieselgur en pretorta*).

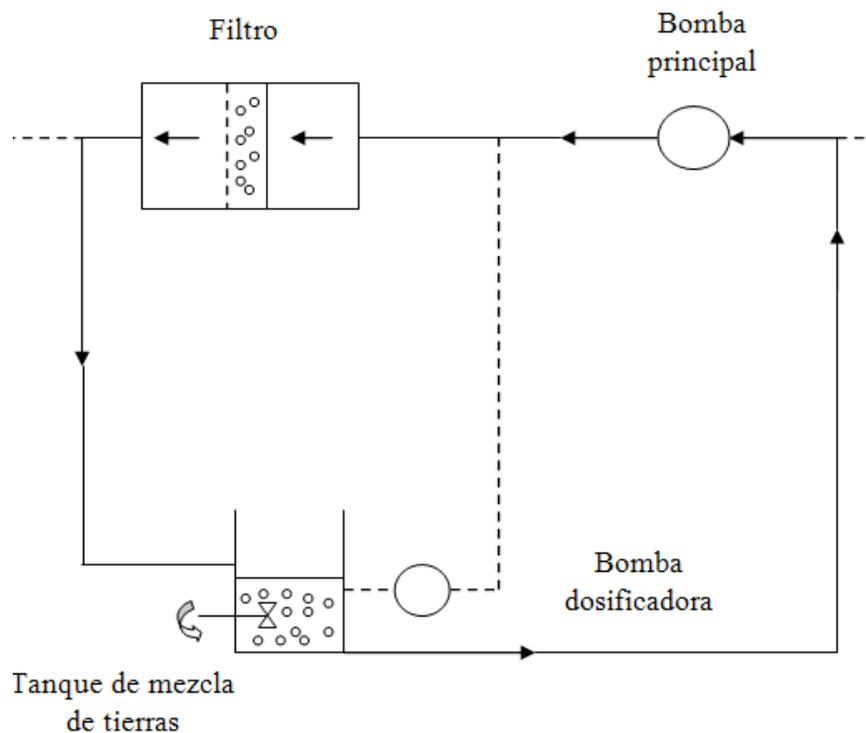


Figura 3.2. Formación de la Pretorta.

Con esta finalidad se debe llenar primero el depósito mezclador con el líquido a filtrar. La mezcla de tierras con vino limpio en el tanque de mezcla se hace a razón de 1 kg de tierras por 5 litros de líquido. Luego se procede al agregado, la cantidad de coadyuvante necesaria para formar la pretorta, que es cargada manualmente y progresivamente en el depósito mezclador dispuesto junto al filtro, mientras el agitador está funcionando para evitar la sedimentación de las mismas. En el presente proyecto fin de carrera la superficie filtrante es de  $6 \text{ m}^2$  por lo que harán falta 2,4 kilogramos de coadyuvante (kieselgur) para la formación de la pretorta (ver

Anexo-3; 2.1.1.1. *Consumo de coadyuvante para la formación de la pretorta*). Como indica la figura 3.2. Formación de la pretorta, la suspensión de coadyuvante (kieselgur) se saca del depósito o tanque por medio de la bomba de alimentación y se hace pasar a través de la superficie filtrante de los platos donde el coadyuvante se deposita formando la pretorta.

### **3.3.1.1. LA PRETORTA**

La mezcla de tierras con agua o vino limpio en el tanque de mezcla se hace a razón de 1 kg de tierras por 5 litros de líquido. Las tierras que forman la precapa aseguran las siguientes funciones:

- Protección de los soportes de filtración, que deben estar perfectamente limpios.
- Constituyen puentes de gran estabilidad sobre los poros del soporte más que si se empleasen tierras de granulometría inferior, especialmente importante en el caso de que existan variaciones de flujo o presión que podrían provocar desmoronamientos de la torta.

### **3.3.2. FILTRACIÓN EN EL EQUIPO POR ALUVIONADO**

Una vez formada la pretorta se procede al aluvionaje (inundación). El tanque de mezcla es excluido del circuito (Figura 3.4. Filtración por aluvionado.) de recirculación pasando ya al filtrado por aluvionado, que consiste en hacer pasar el vino turbio a través de la pretorta anteriormente formada, con un caudal de  $18 \text{ hl/h}\cdot\text{m}^2$ , recibiendo de manera continua un aporte de tierras o aluvionado procedente del tanque de mezclas a partir de la bomba dosificadora de caudal variable (dosificadoras volumétricas), con la tarea de impedir la colmatación del filtro al depositarse sobre la superficie filtrante una mezcla de turbios con tierras de filtración, permitiendo el paso del vino de manera continua.

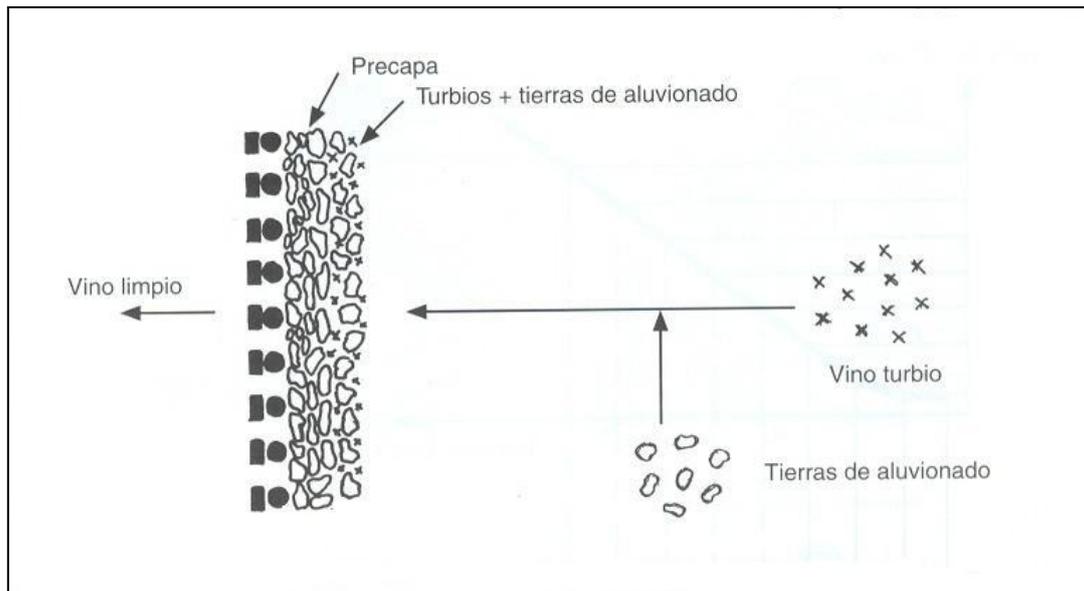


Figura 3.3. Ciclo con aluvionado.

Las dosis de tierras varían en función del tipo de filtración a realizar y por lo tanto también del tipo de tierras seleccionado, utilizando desde tierras gruesas para el desbaste de los vinos, hasta tierras finas para su abrillantado como es en este caso.

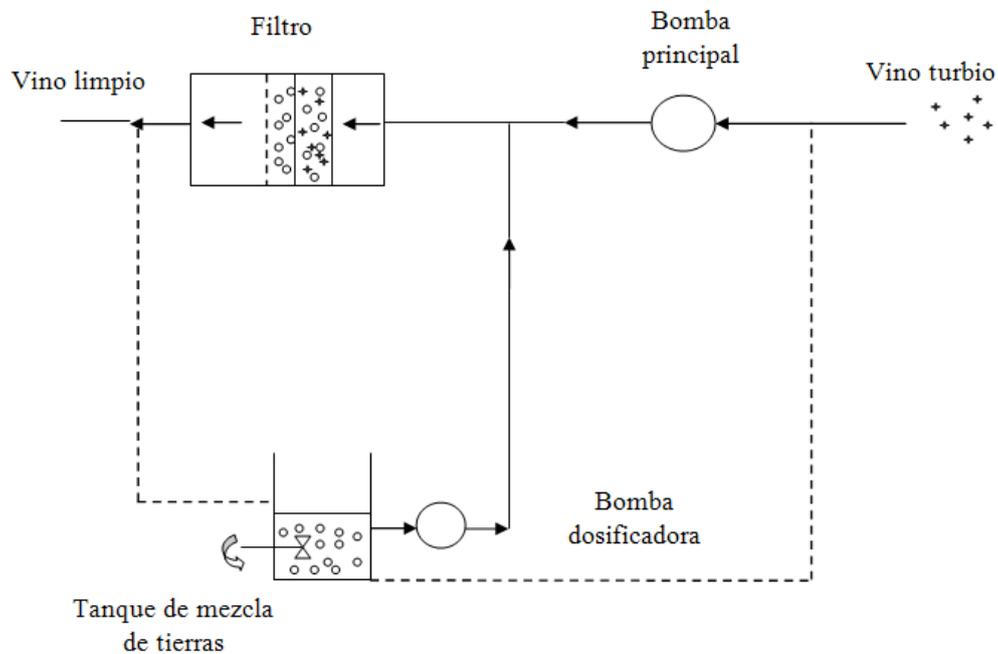


Figura 3.4. Filtración por aluvionado.

La velocidad para la aplicación de la pretorta debe ser elevada para conseguir un reparto lo más uniforme posible por toda la superficie de filtración (1,5 a 2,0 veces mayor que el caudal o velocidad normal de filtración). La dosis de kieselgur necesaria para formar la pretorta es función de la superficie del filtro y del tipo de filtro, parámetros que son constantes. Cuanto mayor es el ciclo de filtración menor es el índice de consumo (menos tierras se consumen para una cantidad de vino determinada).

La presión de filtración puede ser leída en el manómetro de entrada, teniendo en cuenta que su valor puede verse influenciado por las pérdidas de carga en salida.

La elección de los parámetros del proceso como capacidad de trabajo, cantidad de coadyuvante de dosificación y tipo de coadyuvante tiene que hacerse sobre la base del tipo de producto a tratar y del grado de filtración que se quiere obtener. En la filtración con aluvionaje se trabaja con una torta que retiene en su interior las impurezas del producto filtrado, por lo tanto es indispensable evitar que se formen capas pobres de aluvionaje que comprometería en consecuencia la permeabilidad uniforme de la misma torta.

La filtración óptima es aquella que permite alcanzar una presión de atascamiento de aproximadamente 5 bar con una cantidad de coadyuvante empleado cercana a la cantidad máxima, que según el catálogo del equipo de filtración por tierras (ver Anexo-9; *Catálogo del equipo de filtración por tierras diatomeas de plato horizontal*) es de 25,5 kg/ciclo de coadyuvante, siendo la cantidad real utilizada de 23,4 kg/ciclo de coadyuvante de filtración. (Ver Anexo-3; 2.1.1.2. *Dosis de tierra durante la filtración por aluvionado.*)

El valor de caudal es de 1800 l/h·m<sup>2</sup> y el valor máximo de la presión es de 6 bar.

El resultado de la operación de filtración se controla con la mirilla o tomando una muestra del producto filtrado a través del correspondiente grifo tomamuestra.

### **3.3.3. COMPORTAMIENTO DE LA FILTRACIÓN A TRAVÉS DE KIESELGUR**

Al comienzo de la filtración es conveniente aluvionar por exceso durante los primeros quince minutos, con objeto de evitar una posible colmatación de la pretorta, bajando progresivamente la dosis de tierras, hasta lograr un incremento lineal del diferencial de presión y como máximo a razón de 1 bar por hora. Un pequeño incremento de la presión supone un excesivo consumo de tierras, acompañado de un menor volumen de vino a filtrar, por llegar rápidamente a la máxima presión de trabajo. ). (Figura 3.5. Variación de presión durante una filtración por aluvionado.)

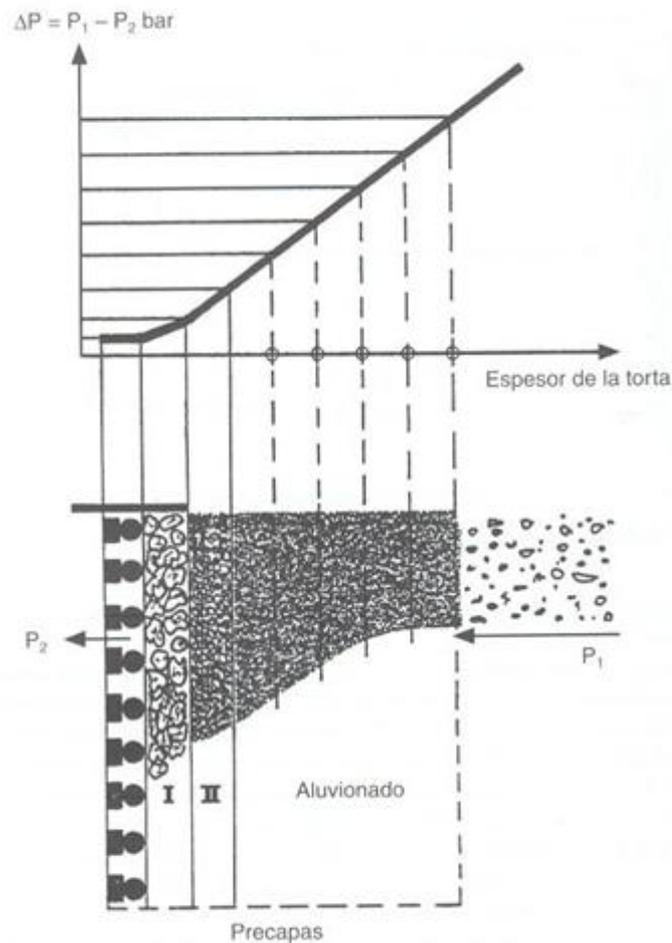


Figura 3.5. Variación de presión durante una filtración por aluvionado.

La dosificación se debe efectuar de forma que la permeabilidad del filtro se mantenga y que la diferencia de presión a caudal constante, aumente hasta el final de la filtración linealmente con el espesor de la torta filtrante. Si se dosifica el kieselgur en cantidad insuficiente, la permeabilidad disminuye, la presión aumenta con gran rapidez y la filtración debe interrumpirse. Es muy importante trabajar evitando la entrada de aire y las variaciones bruscas de presión, ya que se producen turbulencias en el interior y cambios de flujo que pueden provocar el desmoronamiento de la torta de filtración. Algunos problemas son derivados de:

- **Incidentes en la formación de pretorta.** Insuficiente adición de tierras, granulometría incorrecta, mezcla de tierra y agua o vino en el tanque de dosificación muy diluida, placas de soporte en mal estado, etc.
- **Incidentes en la filtración.** Manejo inadecuado de válvulas en el paso de pretorta a filtración, cambios de presión en un cambio del tanque o interrupciones de flujo, entrada de aire en el filtro.

Al finalizar el ciclo, se realiza la limpieza, que varía en función del tipo de filtro. La limpieza se debe efectuar siempre al final de cada ciclo de filtración. En el presente proyecto, la limpieza del equipo se realiza con agua con un consumo diario de 250 litro por ciclo de filtrado realizado.

## **4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRA DE PLATO HORIZONTAL**

### **4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL EQUIPO**

En el presente proyecto fin de carrera el equipo de filtrado será el modelo Cadalpe C31 (Ver Anexo-9; *Catálogo del equipo de filtración por tierras diatomeas de plato horizontal*) y está formado por los siguientes elementos principales, generalmente instalados en un bloque compacto y a menudo sobre ruedas para facilitar su transporte:

- **D1 Depósito del mezclador del coadyuvante o tierra de filtración.**
  - Depósito en cual se introduce los coadyuvantes o las tierras de filtración. Está equipado con un agitador lento para mantener en suspensión los coadyuvantes y con una bomba dosificadora de caudal variable, para su dosificación.  
Capacidad del depósito de mezcla o dosificador: 75 l.
- **F1 Filtro a presión de platos horizontales revestidos con tejido filtrante de tipo “REPS”.**
  - Campana de filtración o Filtro propiamente dicho, contiene los elementos de filtración de platos horizontales y puede soportar una presión de ejercicio de 6 bares. Los platos de filtración son sostenidos por un árbol que puede ponerse en rotación, ayudando así al despegue de la torta de filtración por acción de la fuerza centrífuga. La cámara está equipada con una apertura para facilitar la descarga de la torta (H1 Colector de descarga torta) y con un tubo colector, provisto de boquillas pulverizadoras orientadas de manera tal de permitir el lavado de los platos de filtración al final del ciclo de utilización.  
Volumen del líquido en campá de 192 l.

- Platos de filtración, fabricados con chapa estampada, tienen la superficie superior recubierta con tejido reps de acero inoxidable construido en forma de reps unido o de reps armado, utilizándose el armado, fijado al borde de los discos con un sistema de engrapado de concepción original Cadalpe que asegura la estanqueidad, permitiendo al mismo tiempo desmontar el plato. Los platos pueden estar separados entre 1 a 3 cm, donde en su parte exterior se deposita la tierra. Y el líquido a filtrar penetra desde fuera y hacia el interior.

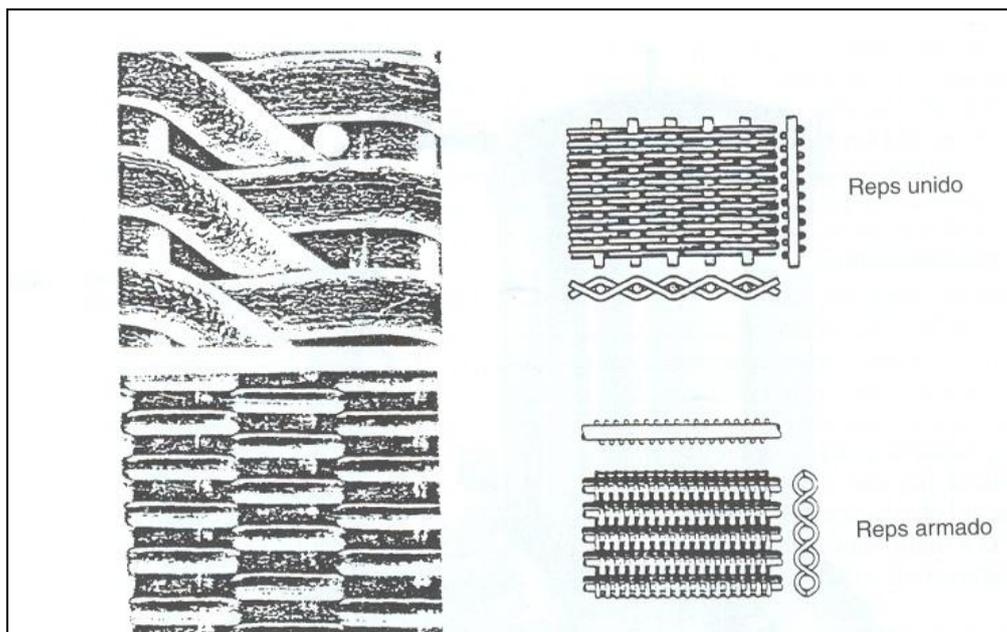


Figura 4.1. Tipos de platos de filtración.

- **F2 Filtro para producto residual con cartucho de tipo “alambre enrollado”. Grado de retención 1µm.**
- **FI1 Medidor de flujo en la tubería de salida del filtro de platos.**
- **G1 Bomba de alimentación de tipo centrífugo.**
  - Bomba de alimentación, de tipo centrífugo, está equipada con junta estanca y con motor de acoplamiento directo. En la aspiración de la bomba hay instalado un prefiltro que impide la aspiración de cuerpos groseros que podrían dañarla. Es capaz de suministrar una presión suficiente, comenzando con una presión diferencial entre la

entrada de líquido sucio y la salida de líquido limpio de 0,1 bar y aumentando de 0,5 a 1,0 bar por cada hora de filtración, pudiendo alcanzar al final de la filtración hasta 6 bares.

Caudal máximo de trabajo 12,6 m<sup>3</sup>/h, siendo de 10 m<sup>3</sup>/h.

➤ **G2 Bomba dosificadora del coadyuvante de filtración. Del tipo de membrana accionada electromecánicamente y con caudal variable manualmente.**

○ Su función es la de impulsar la suspensión de tierras desde el tanque de mezclas hasta la tubería de filtración en el tramo situado entre la bomba principal y la carcasa de filtración. Se utilizan bombas de caudal variable (dosificadoras volumétricas), de caudal regulable según la carrera de desplazamiento de la membrana, con caudales regulables entre 0 a 20 l/h·m<sup>2</sup> de superficie filtrante siendo para este modelo de 0 a 15 l/h·m<sup>2</sup>, y a una presión de inyección superior a 8 bares, que permita superar la presión del líquido en filtración. En el lugar de la inyección se coloca una mirilla transparente, estando debidamente iluminada, para observar desde el exterior la dosificación de las tierras durante el aluvionado. Dos manómetros colocados a la entrada y salida del filtro, permiten conocer la evolución del diferencial de la presión durante el ciclo de la filtración.

Caudal de la bomba dosificadora de 0 a 90 l/h.

➤ **N1 Tablero de mando y control.**

○ Ubicado en una caja de chapa de acero inoxidable AISI 304 que asegura el grado de protección IP 55, contiene los interruptores magnetotérmicos, los contactores para la protección y el mando de las diversas cargas y los relés que aseguran las funciones de control de todo el equipo.

➤ **Conexiones hidráulicas.**

Incluyen:

○ H1 Colector de descarga torta.

- K1 Mirilla en la tubería de alimentación del filtro de platos.
- K2 Mirilla en la tubería de salida del filtro de platos.
- M1 Motor de rotación platos.
- P1 Agitador del mezclador.
- PI1 Manómetro de la presión en entrada.
- V1 – V23 Válvula obturadoras de regulación.
- PSV1 Válvula de seguridad.
- PS1 Presóstato de seguridad.

**Ver Documento nº 2: Plano nº3; Disposición de los elementos del equipo.**

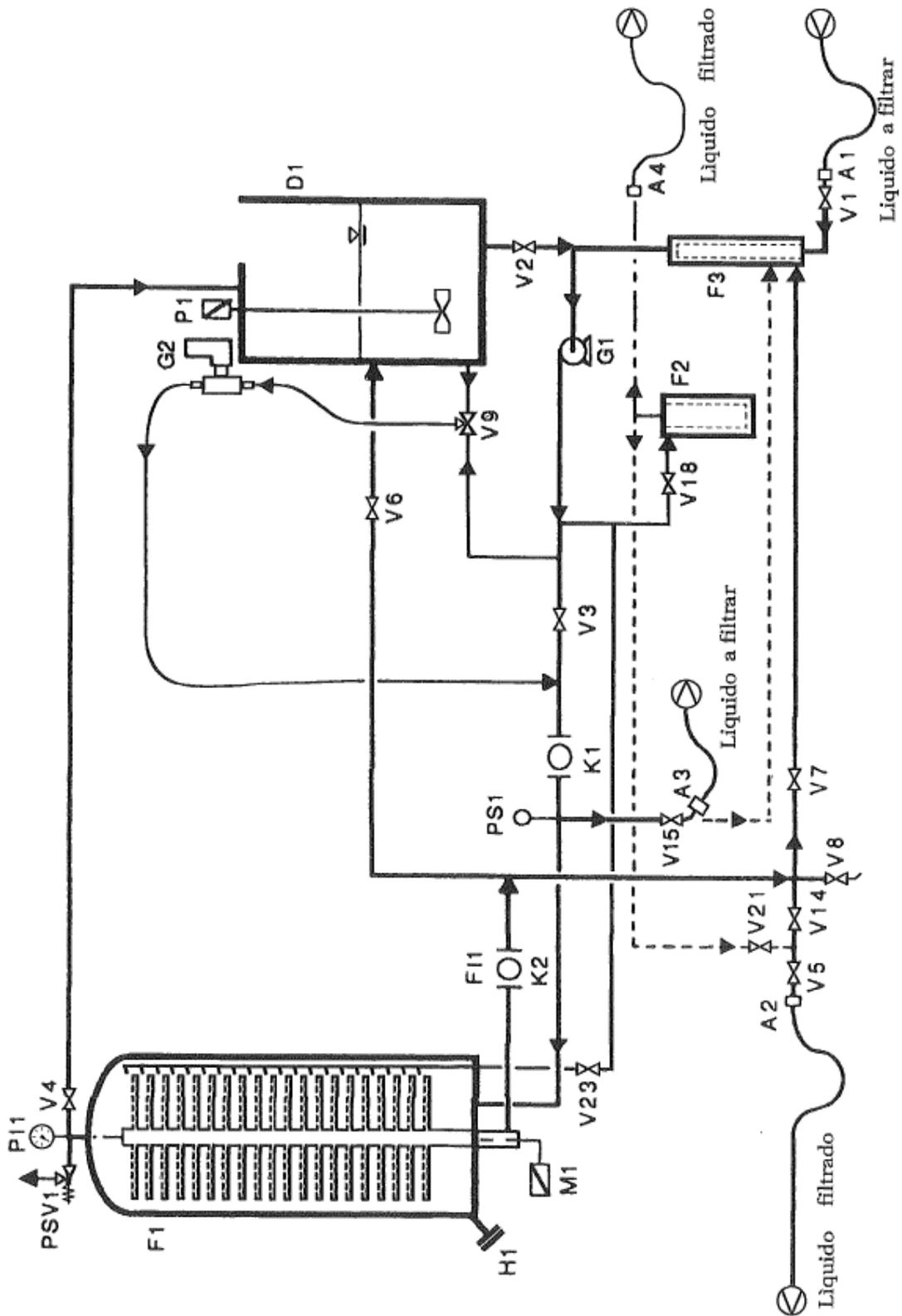


Figura 4.2. Diagrama de flujo

## **4.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DEL EQUIPO**

A continuación se presenta las características físicas del equipo (tabla 4.1.) y las dimensiones (tabla 4.2.).

### **4.2.1. CARACERÍSICAS FÍSICAS**

<b>Superficie filtrante [m<sup>2</sup>]</b> (Ver Anexo-1; 1.2 <i>Cálculo de superficie de filtración.</i> )	6
<b>Elementos (platos) filtrantes [nº]</b>	28
<b>Diámetro de cada plato (m)</b>	0,52
<b>Tamaño de poros de la torta formada (µm)</b>	2,0
<b>Caudal de trabajo [m<sup>3</sup>/h]</b>	10
<b>Caudal de la bomba dosificadora [l/h]</b>	0 – 90
<b>Volumen del líquido en campana [l]</b>	192
<b>Capacidad mezclador [l]</b>	75
<b>Producto residual al final de la filtración con torta de espesor máximo (mermas) [l]</b> (Ver Anexo-3; 2.1.4. <i>Mermas de productos</i> )	248,4
<b>Vida útil del equipo (años)</b>	>10

Tabla 4.1. Características físicas.

#### **4.2.2. DIMENSIONES DEL EQUIPO**

<b>Dimensiones [m]</b>	
<b>A</b>	1,670
<b>B</b>	0,645
<b>C</b>	1,340
<b>D</b>	0,930
<b>E</b>	0,346
<b>Peso [kg]</b>	290

Tabla 4.2. Dimensiones del equipo de filtración por tierras diatomeas.

(Ver Documento nº3: Planos; Plano nº2: Dimensionado del equipo de Filtración por tierras diatomeas de plato horizontal)

#### **4.2.3. MATERIALES CONSTRUCTIVOS**

##### **Materiales en contacto con el líquido**

- Acero inoxidable AISI 304.
- Polivinilcloruro (PVC).
- Noryl (PPO).
- Goma nirilbutílica (NBR).
- Vidrio.
- Siliconas.

##### **Otros materiales constructivos**

- Aluminio
- Bronce

#### **4.2.4. CONSUMOS**

##### ❖ Coadyuvante de filtración

El consumo de coadyuvante de filtración, por volumen de líquido filtrado, depende estrictamente de los siguientes factores:

- 1- Tipo de líquido a tratar.
- 2- Granulometría del coadyuvante.

En el presente proyecto se tratan vinos de Jerez y la granulometría del coadyuvante es de tipo fina, es decir para el abrillantamiento de los vinos y se consume un total de 51,60 kg de coadyuvante de filtración (Ver Anexo-3; 2.1.1. *Coadyuvante de filtración*).

##### ❖ Agua

El consumo de agua es destinado al lavado del equipo antes y después de una parada es decir, una vez terminado el ciclo de filtración. Por cada lavado del equipo se consumen 250 litros, con lo cual al día se consumen 500 litros de agua (al haber 2 ciclos de filtración).

##### ❖ Potencia eléctrica

La potencia eléctrica consumida por el equipo es de 3,65 kW.

## **5. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ALTERNATIVA: FILTRACIÓN TANGENCIAL**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

La filtración de los vinos sobre kieselgur está muy extendida en las bodegas y es en general un tratamiento satisfactorio. Sus principales defectos son el uso de una importante cantidad de coadyuvantes, ser difícilmente automatizables, y producir una fuerte carga contaminante, la cual es cada vez menos tolerada por la ley.

Por lo que la filtración tangencial representa una innovación tecnológica importante en el campo de la separación sólido – líquido siendo el medio filtrante siempre una membrana. Desde su aparición en los años 60, los procesos de separación con membranas han experimentado un importante desarrollo, encontrando cada vez mayor aplicabilidad como alternativa. La ventaja principal de la tecnología de membranas reside en la no existencia de cambio de fase, así como el bajo consumo energético, además tanto el filtrado como el retenido salen de forma continua del módulo de filtración, emergiendo por salidas distintas.

El transporte a través de la membrana puede efectuarse por convección o por difusión de moléculas individuales, siendo inducido por un campo eléctrico o un gradiente de concentración, presión o temperatura:

<b>Fuerza impulsora</b>	<b>Gradiente de presión</b>	<b>Gradiente de concentración</b>	<b>Gradiente de temperatura</b>	<b>Gradiente de potencial eléctrico</b>
<b>Proceso de membrana</b>	Microfiltración Ultrafiltración Nanofiltración Ósmosis inversa	Pervaporación Separación gaseosa Diálisis Membranas líquidas	Termo- ósmosis Destilación por membranas	Electrodiálisis Electroósmosis

Tabla 5.1. Clasificación de los procesos de membrana.

De entre ellos destacan los procesos basados en la presión como fuerza impulsora, los cuales se detallan en la Figura 5.1. Proceso de membrana por gradiente de presión. Y en la Tabla 5.2. Proceso de membrana por gradiente de presión.

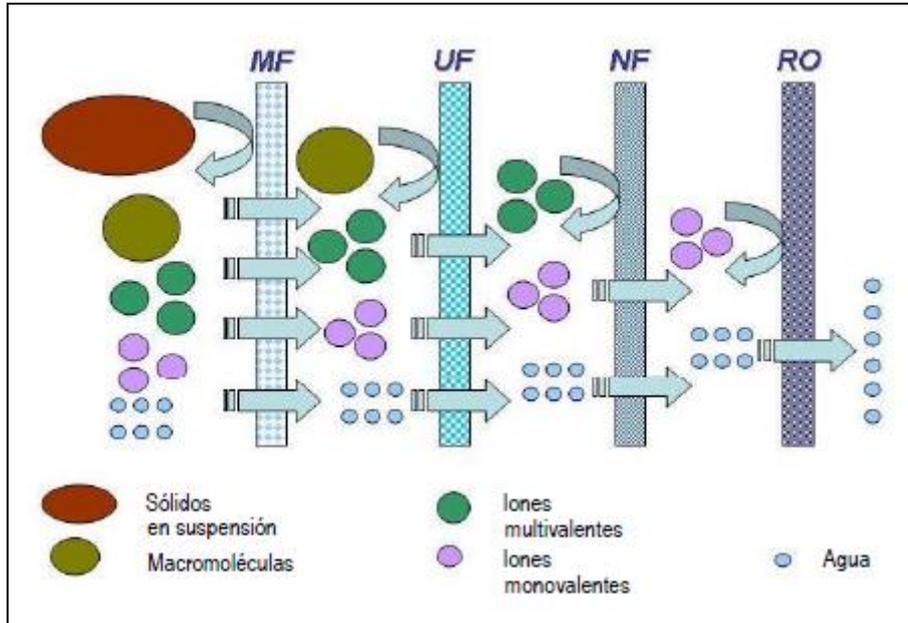


Figura 5.1. Proceso de membrana por gradiente de presión.

Proceso	Ósmosis inversa	Nanofiltración	Ultrafiltración	Microfiltración
Presión aplicada (bar)	10 a 60	5 a 30	1 a 10	1 a 5
Retención de	Iones, azúcares, ácidos orgánicos	Iones multivalentes.	Macromoléculas: polímeros y proteínas	Material en suspensión
Masa molecular retenida (Daltons)	< 500	200 a 1000	500 a 500000	>500000
Tamaño diámetro poro ( $\mu\text{m}$ )	0,001 a 0,0001	<0,001	0,1 a 0,001	10 a 0,2

Tabla 5.2. Proceso de membrana por gradiente de presión.

En 1982 se comenzaron los primeros ensayos en enología con el fin de obtener en una sola operación la clarificación y estabilización de los productos, se conjugaron la microfiltración y la ultrafiltración. Excluyendo los mecanismos de nanofiltración y ósmosis inversa ya que retienen casi toda la materia en suspensión y afectaría gravemente a la calidad del vino.

Sin embargo, los primeros ensayos efectuados sobre vinos con membranas de ultrafiltración se mostraron decepcionantes, porque también afectaban a la calidad de los vinos debido a las elevadas retenciones y al gran poder de separación que provoca a menudo una variación físico-química y organoléptica respecto al vino elaborado por el sistema tradicional. Esta disminución de la calidad del vino provocó el abandono de la técnica de ultrafiltración en los tratamientos de estabilización de vinos. La Oficina Internacional de la Viña y el Vino (OIV) recomienda la utilización de membranas de microfiltración (a condición de que las membranas sean conformes con la reglamentación de los materiales en contacto con el vino) y excluye la utilización de la ultrafiltración para tratar los vinos.

✓ **De las técnicas anteriormente consideradas, es la microfiltración tangencial la utilizada para filtrar y estabilizar los vinos frente a la presencia de turbios y a la acción de los microorganismos. Por ello, será la utilizada en este proyecto.**

La aplicación de la microfiltración tangencial en la enología se ha visto favorecida por los años que se lleva investigando y experimentando la técnica en diferentes vinos. La mejora en la fabricación de las membranas y su mayor especificidad en función del objetivo buscado, permiten según la estructura de la empresa y también según el tipo de producto a comercializar, elegir el material más adecuado a las necesidades de la bodega.

## **5.2. FUNDAMENTOS DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL**

El fundamento de la filtración tangencial se basa en una técnica separativa, que actúa haciendo circular el líquido a filtrar en sentido tangencial o paralelo a la membrana de filtración, penetrando éste en sentido perpendicular al anterior (Figura 5.3. Sentido de la corriente de alimentación.), y a diferencia del sistema tradicional de filtración, donde el sentido del flujo del líquido a filtrar y el de la filtración coinciden ambos en el sentido perpendicular al medio filtración. Con este mecanismo se consigue que el retenido o las partículas retenidas, sean barridas de la superficie de la membrana, y por lo tanto impidiendo la colmatación de la misma, debido a la velocidad de circulación de unos 3 – 5 metros / segundo y la presión del líquido entre 1 a 5 bar. En la mayor parte de los casos se trabaja en circuito cerrado, donde el líquido a filtrar se concentra progresivamente, debiendo extraerse éste con cierta periodicidad, y además refrigerar el líquido en circulación, porque sube de temperatura por el rozamiento provocado por la velocidad.

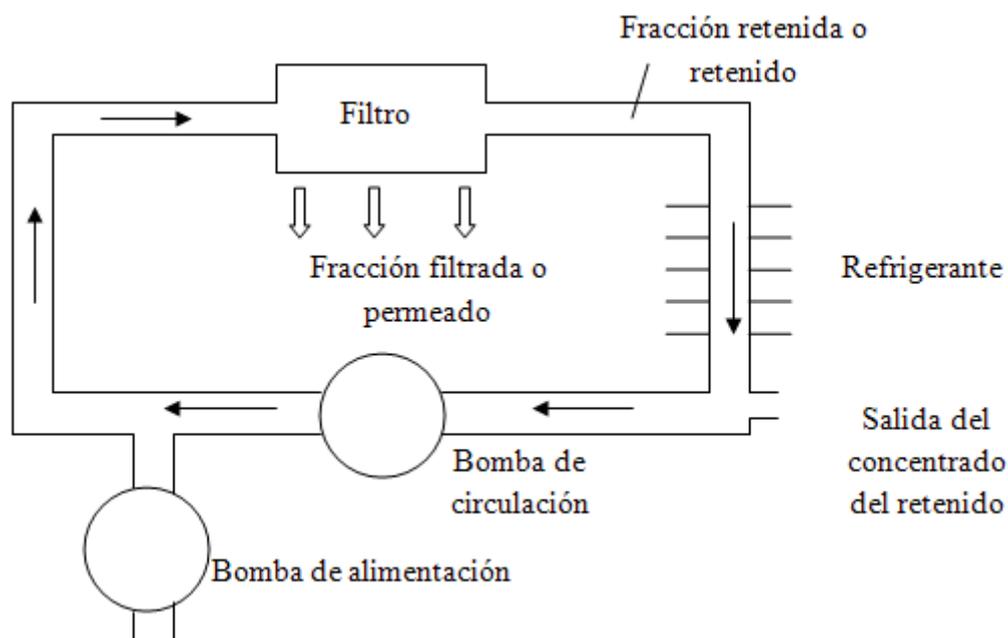


Figura 5.2. Esquema de funcionamiento de un filtro tangencial.

En esta filtración la corriente del líquido fluye paralelamente a la membrana y está sometida a una diferencia de presión que corresponde a la presión de alimentación  $P_1$  del líquido a filtrar y la presión de reciclado  $P_2$ .

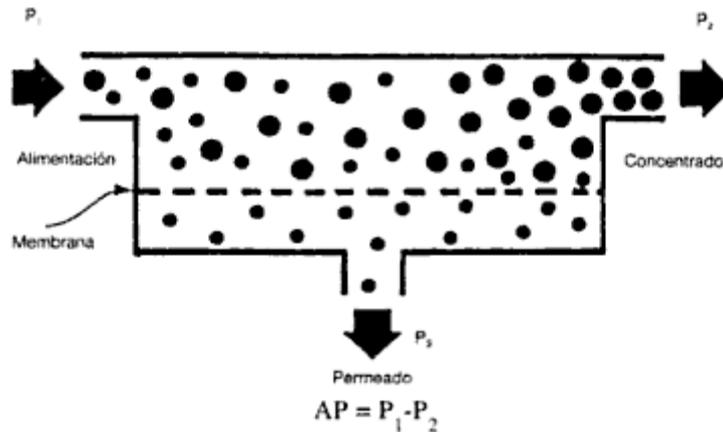


Figura 5.3. Sentido de la corriente de alimentación.

La presión que impulsa al líquido a través de la membrana se denomina *presión transmembrana media (PTM)* definida por la expresión:

$$PTM = \frac{(P_1 + P_2)}{2} - P_3$$

El valor de  $P_3$  corresponde a la presión del permeado, que generalmente toma un valor de cero, por lo que la anterior expresión toma la siguiente forma:

$$PTM = \frac{(P_1 + P_2)}{2} = P_1 - \Delta P/2$$

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Indicando que si la presión de entrada al filtro ( $P_1$ ) se mantiene constante, cualquier variación de  $\Delta P$  influye en la presión transmembrana media y como consecuencia en el caudal del permeado.

Para la implantación de la tecnología de membranas a escala industrial, es importante disponer de modelos matemáticos que describan el transporte de

los solutos a través de los poros de la membrana y reproduzcan la realidad fenomenológica.

Aunque se dispone de numerosas teorías, realmente son pocos los modelos que permiten predecir a priori la evolución del proceso de filtración, y por tanto garantizar el escalado de la operación.

En este caso se presentará de manera generalizada los modelos más estudiados que se emplean para definir el flujo de permeación a través de la membrana ( $J_p$ ):

- El modelo de resistencias en serie (estudiado a continuación).
- El modelo de capa de polarización (estudiado en el apartado 5.2.2. *Polarización y Colmatación*).

Modelo de resistencia en serie:

Este modelo describe el comportamiento observado en el caudal de filtrado en función de la presión de trabajo. Una aproximación a este fenómeno consiste en el uso de resistencias en serie, por analogía con la transferencia de calor.

En cuanto a las resistencias que presenta se describen a continuación:

El valor de  $R_M$  se corresponde con la resistencia intrínseca de la membrana, y se determina midiendo el caudal de filtrado que proporciona una alimentación con agua pura.

Para la filtración de una disolución real, la resistencia se incrementa por la colmatación de la membrana, debido a las interacciones membrana-soluto. Esto se tiene en cuenta mediante la adición de otro término ( $R_F$ ) al modelo. No obstante, la colmatación se debe a interacciones fisicoquímicas y no dependerá solamente de los parámetros de operación, por lo que a veces  $R_M$  y  $R_F$  se engloban en una única resistencia denominada  $R_M'$ .

Finalmente aparece una última resistencia ( $R_G$ ) debida a la capa de polarización creada en la superficie de la membrana. Esta capa resulta del equilibrio entre los flujos de convección y de difusión. La concentración en ella alcanza un máximo, en la cual no se pueden acomodar más moléculas de soluto debido al empaquetamiento existente. Si el valor es suficientemente alto se produce un depósito, colmatando la membrana, cuya permeabilidad disminuye al aumentar la presión, por lo que a partir de este punto el flujo de filtrado empieza a hacerse independiente de la presión aplicada. Esta capa es dinámica y reversible, a diferencia del “fouling” en el interior de los poros, con lo que desaparece cambiando las condiciones de operación.

Todas estas resistencias en serie vienen reflejadas en la Figura 5.4. Resistencias hidráulicas en la filtración tangencial, en la cual  $R_I$  es la resistencia de colmatación (“fouling”) interna y  $R_E$  la resistencia de colmatación externa, siendo su suma equivalente a  $R_F$ .

Como resultado, la expresión resultante para definir el flujo de filtrado es:

$$J_P = \frac{PTM}{R_M + R_F + R_G}$$

$J_P$ = Flujo de permeación a través de la membrana.

$R_M$ : Resistencia característica del material de membrana. Este valor es constante para valores normales de  $P_1$ . En caso de presiones extremadamente elevadas se originará la compactación de la membrana.

$R_F$ : Resistencia por colmatación (fouling).

$R_G$ : Resistencia debida a la polarización (gel) de la superficie de la membrana.

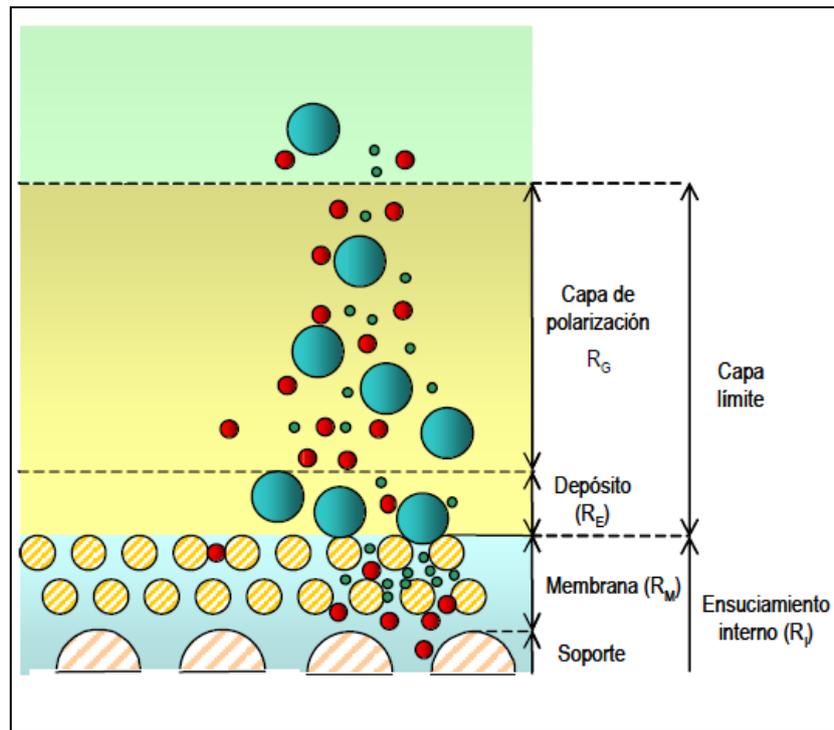


Figura 5.4. Resistencias hidráulicas en filtración tangencial.

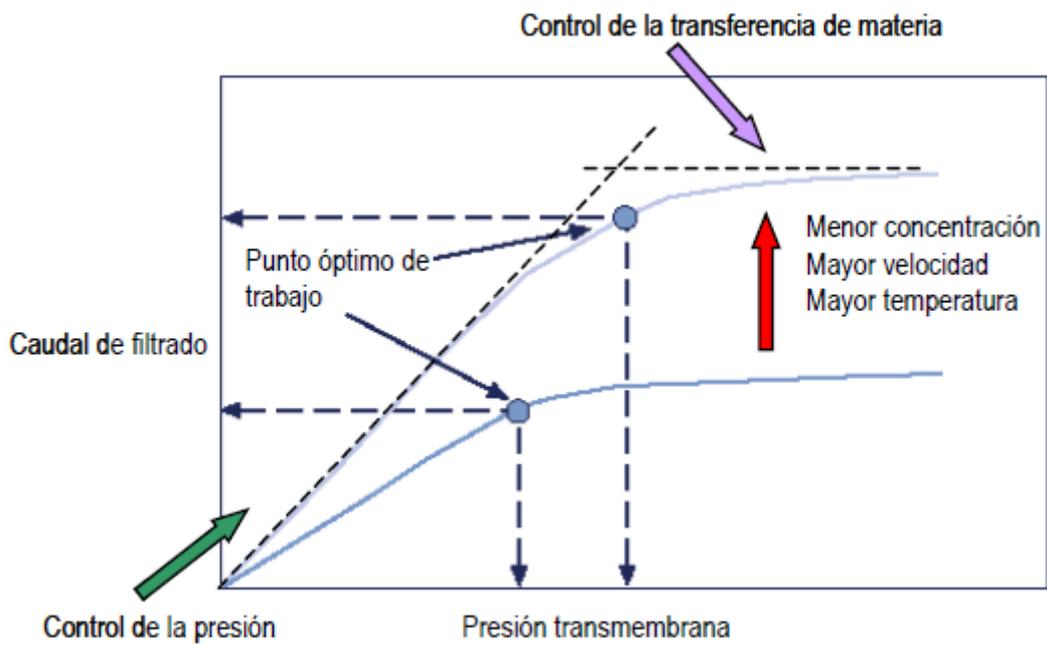


Figura 5.5. Variación del caudal de filtrado con la presión.

El flujo se incrementa linealmente en función de la presión transmembrana media, debido a que estos valores de resistencias son constantes, pero a partir de un cierto valor de la presión se forma por la polarización una capa de gel, que disminuye notablemente el flujo de permeación.

### **5.2.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACIÓN TANGENCIAL**

#### ○ Flujo tangencial

Para lograr la eliminación de las partículas depositadas en la superficie de la membrana con el flujo tangencial, los fabricantes de este tipo de filtros proponen por un lado membranas con diferentes geometrías y por otro, módulos de diseños diferentes.

El flujo tangencial puede controlar la formación de la capa superficial en la membrana creando condiciones hidrodinámicas uniformes y desfavorables a la formación del depósito, por dos tipos de acciones físicas:

- Ejercer una presión hidrodinámica sobre las partículas o macromoléculas acumuladas sobre la superficie, utilizando el flujo que pasa a través de la membrana y que arrastra las partículas desplazándolas y que a la vez provoca un movimiento rotatorio sobre la superficie de la membrana.
- Provocar una resuspensión de las partículas acumuladas gracias al flujo turbulento formado en la capa superficial y que influye en parte en la capa subsuperficial.

La eficacia del sistema depende:

- ✓ Del régimen del flujo (laminar o turbulento).
- ✓ Del tamaño de las partículas y de las macromoléculas.
- ✓ Del tamaño de poro de la membrana.
- ✓ Del estado de la superficie de la membrana.

- ✓ De las fuerzas no mecánicas presentes en el sistema: interacción flujo-material en suspensión-membrana.

Por otra parte, es conveniente considerar otros aspectos importantes en cuanto a la acción del flujo tangencial sobre el depósito de los turbios, tales como:

- El espesor de la capa superficial y de la capa subsuperficial que es proporcionalmente mayor que el tamaño de las partículas o de las macromoléculas que debe filtrar.
- La velocidad del flujo en la capa subsuperficial son muy lentas en relación a la del flujo del líquido a filtrar.
- El flujo turbulento puede ser disminuido bastante dependiendo de la concentración de sólidos en suspensión en el líquido, de la rugosidad de la superficie y del diseño del módulo.
- Interacción de las macromoléculas y la membrana. Fuerzas físico-químicas (cargas de la membrana, de las macromoléculas).

- Partículas en suspensión

La eficacia de separación o selectividad de una membrana respecto a las partículas a filtrar depende de las características de la suspensión a filtrar, del tipo de membranas y del flujo tangencial.

Tamaño de las partículas en suspensión influirá tanto en la posibilidad de colmatación de la superficie de la membrana como en su interior.

Se puede provocar dos tipos de situaciones:

1. Que todas las partículas en suspensión sean más grandes que los poros de la membrana, con lo cual se formaría una capa superficial de mayor o menor espesor dependiendo de su concentración en el líquido a filtrar. Este efecto se puede eliminar aumentando la velocidad del flujo, por aportación de más energía con lo que se

provoca un régimen turbulento o por la creación de corrientes secundarias.

2. Que algunas de las partículas en suspensión sean más pequeñas que el diámetro de poros y se queden retenidas en el interior del mismo. En este caso la eficacia del flujo tangencial disminuye considerablemente. La velocidad del flujo tangencial más utilizada es de 3 m/s.

- Comportamiento de las macromoléculas

Las macromoléculas no tienen influencia solamente por su tamaño, o por la interacción con la selectividad de la membrana, o por el tamaño de poro de la membrana, sino también por las características físico-químicas de la membrana, de la carga en coloides, del pH de la solución, de la fuerza iónica, de la presencia de iones mono o divalentes.

- Influencia de la concentración

La concentración de partículas influye en la capacidad de transporte del flujo tangencial y en la formación de la capa de polarización por concentración, lo que provoca la colmatación de la superficie de la membrana.

- Influencia de la presión

Para evitar los fenómenos de polarización por concentración de compresión de las partículas depositadas en la superficie de la membrana, las instalaciones de filtración tangencial trabajan a presiones bajas de 0,5 bar a 3 bar.

La presión intramembranar formada por la velocidad de filtración y la aportación de partículas en la superficie es el parámetro más importante para controlar la colmatación de la membrana.

- Influencia de la viscosidad

La viscosidad influye en la velocidad de filtración y en el consumo de energía. A mayor viscosidad menor velocidad de filtración y mayor consumo de energía. Al aumentar la temperatura se disminuye la viscosidad y aumenta el caudal de filtración, pero hay productos como el vino en los que una temperatura alta provoca cambios organolépticos importantes y por tanto no es conveniente realizar este proceso a alta temperatura.

En este caso debido a que se trabaja a baja temperatura la viscosidad aumenta y se presentan dos problemas los cuales se muestran a continuación.

### **5.2.2. POLARIZACIÓN Y COLMATACIÓN**

La filtración tangencial presenta el fenómeno de polarización y colmatación progresiva de la membrana de filtración, que hace que el caudal estabilizado se reduzca gradualmente, hasta que en un momento sea necesario realizar una limpieza de la membrana.

#### **5.2.2.1. POLARIZACIÓN**

Durante el proceso de la filtración tangencial, se produce en la proximidad de la membrana, un incremento gradual de la concentración del líquido a filtrar o retenido, formando una “capa límite difusional”, que supone una resistencia añadida a la ofrecida por la membrana para la filtración, conociéndose este fenómeno como de polarización de la concentración. Por otra parte, cuando un líquido se mueve por el interior de una conducción, bien en régimen laminar o en turbulento, se forma siempre una capa de líquido situada junto a las paredes, donde el régimen es laminar, conociéndose este lugar con el nombre de “capa límite” que divide la zona del régimen laminar del turbulento y que discurre paralela a las paredes de la conducción. Si la superficie de la conducción es permeable al solvente, entonces los solutos pueden concentrarse entre la superficie filtrante y la “capa límite” antes citada, formándose una zona o “capa de polarización”

donde se forma una “membrana dinámica” que dificulta la filtración, e incluso puede llegar a formar un gel, sobre todo en las membranas de elevada permeabilidad, y en consecuencia la gradual impermeabilización de la membrana de filtración. Se denomina polarización primaria la zona que existe entre la pared de la membrana y la capa de polarización, y polarización secundaria, la subzona comprendida dentro de la anterior, donde se forma el gel adherido a la membrana.

Modelo de la capa de polarización:

El modelo de gel de polarización, el flujo de permeación a través de la membrana ( $J$ ) es una función de la concentración de sólidos en la corriente de alimentación ( $C_b$ ). Ambas variables son relacionadas a través del coeficiente de transferencia de materia del sistema ( $k$ ), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$J = kLn\left(\frac{C_g}{C_b}\right)$$

$$k = \frac{D}{\delta}$$

Donde:

D: coeficiente de difusión del soluto ( $m^2/s$ ).

$\delta$ : grosor de la capa límite (m).

El flujo de permeación a través de la membrana es el flujo volumétrico dividido por el área de trabajo, así que la constante  $k$  tiene dimensiones de velocidad ( $ms^{-1}$ ). Otra constante del sistema es la llamada concentración de sólidos en la capa de gel ( $C_g$ ), que depende de las condiciones de operación.

De acuerdo con el modelo de la capa de polarización se utilizan ecuaciones adimensionales para determinar el coeficiente de difusión (D).

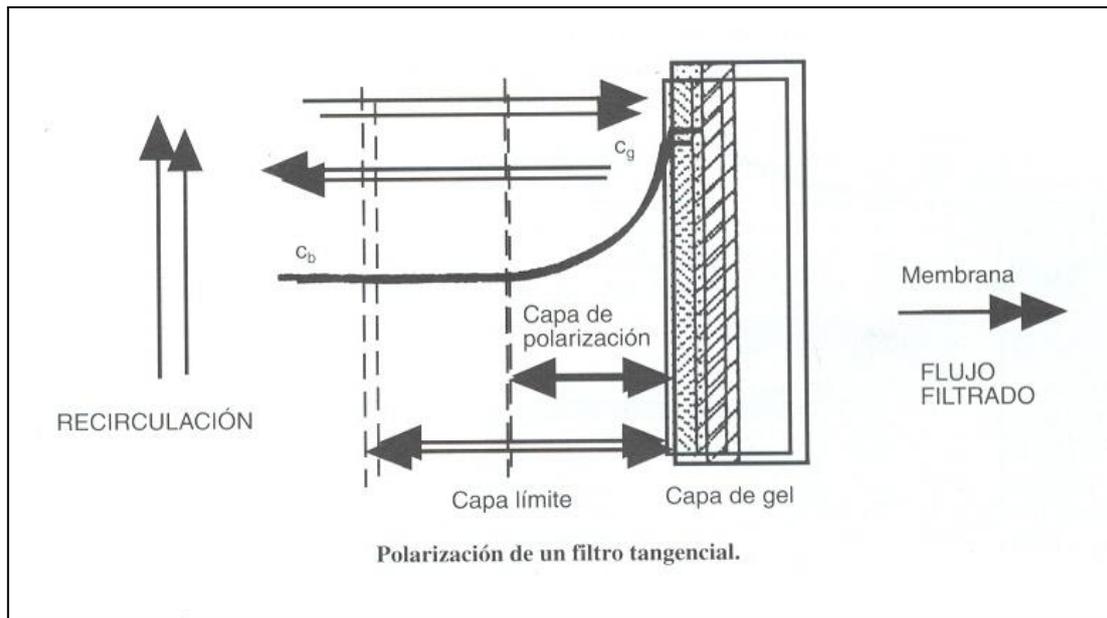


Figura 5.6. Polarización.

#### 5.2.2.2. COLMATACIÓN

La colmatación de las membranas de filtración tangencial, producida por la formación del gel durante su funcionamiento, e incluso por la formación de un sedimento por encima de la membrana, o también por fenómenos de obstrucción mecánica o por adsorción de los poros en profundidad, constituye uno de los principales problemas de funcionamiento de estos equipos, y cuya solución se expone más adelante. Pero además existen otros factores que influyen en la filtración, destacando entre ellos los siguientes:

- Efecto de la temperatura:

El aumento de la temperatura tiene un efecto favorable a la filtración, pues disminuye la viscosidad del líquido a filtrar y también el efecto de la polarización de la concentración; aunque en el vino esta subida de temperatura no es conveniente que exceda de los 20° a 25° C, porque puede producir una importante reducción de su calidad, razón por la cual es conveniente instalar un dispositivo de refrigeración del líquido en circulación.

- Efecto de la concentración del retenido:  
El rendimiento de la filtración tangencial disminuye a medida que la concentración del líquido a filtrar aumenta.
- Efecto de la diferencia de presión transmembrana:  
Según la ecuación de la filtración (véase Anexo-1; 1.3. *Ecuación de la filtración.*), el caudal de filtración es directamente proporcional a la diferencia de presión entre la entrada y la salida de la membrana; aunque no existe una relación lineal, sino más bien una curva, donde el valor óptimo de la diferencia de presión corresponde a un flujo límite del permeado, reduciéndose este último cuando se supera la presión óptima, por un efecto de compactación de los sedimentos. Los diferenciales de presión más utilizados se encuentran entre 1 a 4 bar.
- Efecto de la velocidad de circulación tangencial:  
La velocidad de circulación elevada aumenta el grado de turbulencia del líquido en circulación, lo que reduce el espesor de la capa límite y por lo tanto las distintas formas de colmatado de las membranas; aunque existe un límite impuesto por el coste energético, la resistencia mecánica de las membranas, y también por producir una importante subida de la temperatura del líquido en circulación. La velocidad de circulación tangencial empleadas en microbiología oscilan entre 3 a 5 metros / segundos.

La colmatación de las membranas de filtración tangencial puede ser de dos tipos, la llamada “colmatación reversible”, que puede ser fácilmente eliminable mediante un lavado con agua, o la “colmatación irreversible” donde es necesario aplicar un procedimiento específico de limpieza de tipo físico o químico. La naturaleza de los sedimentos obedecen en la filtración de los vinos, a una mezcla de polisacáridos, así como a compuestos fenólicos con un grado de polimerización elevado, siendo los taninos la fracción más abundante (0,1 a 2,5 mg / gramo de membrana), representando en conjunto una fracción despreciable en los vinos tratados, que por este concepto no supone una gran pérdida alguna de calidad.

Los procesos de descolmatación más utilizados en la limpieza de las membranas de los filtros tangenciales son los siguientes:

- Parada periódica de la instalación, reduciendo hasta anular la presión transmembranar, para restablecerla de nuevo en períodos de 3 segundos cada 20 minutos de funcionamiento.
- Retrofiltración o inversión de flujo (“backwashing o backflushing”), donde se invierte periódicamente el sentido de circulación del líquido a través de las membranas, durante 10 a 60 segundos cada 5 a 15 minutos de funcionamiento, que ocasiona una anulación del gradiente de concentración sobre la membrana y el desprendimiento del sedimento superficial. En el presente proyecto se utiliza este proceso de descolmatación.
- Procedimiento “backshock”, muy similar al sistema anterior, siendo la frecuencia de inversión más pequeña, del orden de 60 milisegundos cada 1 a 5 segundos de funcionamiento, y manteniendo una velocidad tangencial inferior a 0,5 metros / segundo.
- Procedimiento por desestabilización del flujo tangencial o de flujo pulsante, provocando una inestabilidad del flujo en el lugar del retenido de forma pulsada, con valores de 0,03 a 0,005 Hz, afectando a la velocidad tangencial y a la presión transmembranar.
- Procedimiento de contrapresión dinámica o “bactocatch”, donde se utiliza una contrapresión dinámica por circulación del permeado en contracorriente del flujo del retenido, originando infrasonidos de 10 hz, que generan una vibración instantánea en la membrana capaz de eliminar los sedimentos formados.
- Procedimiento de membrana vibratoria, donde la limpieza de la membrana se produce por una vibración en continuo de la misma y a una frecuencia determinada, impidiendo de este modo los fenómenos de sedimentación y colmatación.

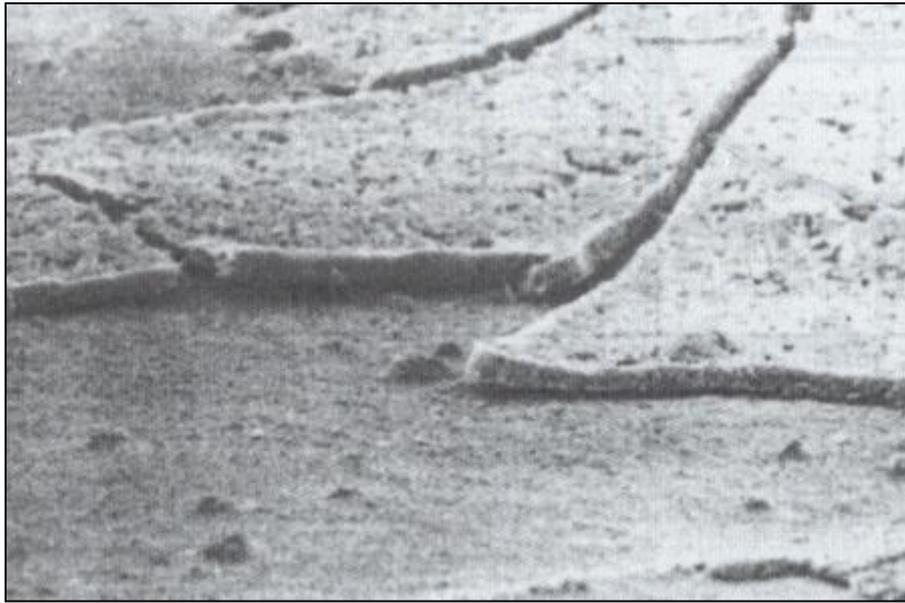


Figura 5.7. Sedimento en una membrana de filtración tangencial.

### **5.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS**

La caracterización de las membranas se hace mediante la determinación de tres parámetros: coeficiente de permeabilidad hidráulica ( $L_p$ ), tasa de rechazo (TR), y el umbral de corte.

- Coeficiente de permeabilidad hidráulica ( $L_p$ ). Basado en la ecuación de la filtración:

$$Q = \frac{dV}{dt} = \frac{A \cdot \Delta P \cdot \beta}{\eta \cdot E} = K \frac{A \cdot \Delta P}{E}$$

Q: flujo volumétrico de filtrado.

A: superficie de filtración.

$\Delta P$ : presión diferencial.

$\beta$ : permeabilidad del filtro.

$\eta$ : viscosidad del líquido.

E: espesor de la materia filtrante.

Cuando se considera constante la superficie de la filtración (A), la permeabilidad del filtro ( $\beta$ ), la viscosidad del líquido ( $\eta$ ), y el espesor de la materia filtrante (E); entonces resulta lo siguiente:

$$L_p = \frac{A \cdot \beta}{\eta \cdot E}$$

$$Q = \frac{dV}{dt} = L_p \cdot \Delta P$$

Denominándose a  $L_p$  como el coeficiente de permeabilidad hidráulico de la membrana.

- Tasa de rechazo (TR). Es la capacidad de una membrana para impedir el paso a una partícula de determinado tamaño, siendo medido por la siguiente expresión:

$$TR = 1 - \frac{C_p}{C_0}$$

$C_p$ : concentración de las partículas en el permeado.

$C_0$ : concentración de las partículas en la solución inicial.

El valor de la tasa de rechazo es nulo cuando los valores de  $C_p$  y  $C_0$  son iguales, lo que significa que ninguna partícula ha sido retenida por la membrana; mientras que si este valor es de uno, es cuando  $C_p$  es nulo y por lo tanto todas las partículas han sido retenidas por la membrana.

- Umbral de corte. Este parámetro define la masa molecular más pequeña retenida en su totalidad, es decir con una tasa de rechazo (TR) de valor uno y en consecuencia un valor de  $C_p$  nulo.

### **5.3. REPERCUSIONES DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS VINOS**

Así, en cuanto al diseño de los equipos, en los primeros modelos de equipos de microfiltración tangencial la disposición de los módulos era horizontal, lo que se ha ido modificando hacia disposiciones verticales en la actualidad.

Las membranas se han perfeccionado, las tasas de retención de coloides y materia colorante han bajado notablemente, y en cuanto al tamaño de corte de la membrana todos los equipos diseñados para filtración de vinos son de microfiltración tangencial y de diámetro de poro de 0,2  $\mu\text{m}$  como es en el presente proyecto.

Se ha pasado de equipos que trabajan con una sola bomba, que actuaba como bomba de alimentación y circulación, a equipos que trabajan con dos bombas una de alimentación y otra de circulación del producto a filtrar por los módulos.

Se han hecho estudios a nivel industrial (véase Anexo-5) y la técnica de la filtración tangencial no produce ningún empobrecimiento y desestructuración de los vinos tratados; no hay una depreciación cualitativa del producto, lo que es muy positivo.

#### **5.4. APLICACIONES DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL EN ENOLOGÍA**

Actualmente, se dispone de membranas adaptadas, ya sea para la clarificación de los mostos o de los vinos brutos. En la bodega la microfiltración tangencial se puede aplicar en:

- Antes del envejecimiento para salvaguardar las barricas.
- Antes del tratamiento por frío para mejorar la efectividad de este tratamiento.
- Después del tratamiento por frío.

## **5.5. ELEMENTOS DE LA FILTRACIÓN TANGENCIAL**

Los elementos principales del equipo de filtración tangencial son los módulos y las membranas. A continuación se desglosará un estudio sobre ello y se seleccionará lo adecuado para el presente proyecto.

### **5.5.1. HISTORIA DE LAS MEMBRANAS**

Se puede decir que su origen científico se debe a los trabajos del abad Nollet (1700-1770), pero las primeras aplicaciones se encuentran en las experiencias de Loeb y Sourirajan (1963) que fabrican una membrana asimétrica para ósmosis inversa a base de acetato de celulosa para la desalinización del agua de mar. Esas membranas, debido a su carácter asimétrico pudieron ser de poco espesor y por tanto mejorar los rendimientos de permeabilidad.

Por el contrario, estas membranas no responden a unos criterios de eficacia desde el punto de vista de:

- La resistencia a los microorganismos y a los golpes.
- La resistencia a la temperatura (no pueden sobrepasarse temperaturas de 30° a 40°C)
- La resistencia al pH (entre pH 3 y pH 8).

Las membranas de segunda generación son también asimétricas pero fabricadas con polímeros (polisulfonas, poliacrinolitas, poliamidas) Renner & Abd El Salam, (1991). Estos nuevos materiales permitieron una mejora frente a la resistencia química, mecánica, térmica y a los microorganismos. Permiten trabajar entre pH 1 y pH 10 y hasta 80°C.

La ventaja principal de la tecnología de membranas reside en la no existencia de cambio de fase, así como bajo consumo energético.

### **5.5.2. LAS MEMBRANAS**

Una membrana puede definirse, en esencia, como una barrera que separa dos fases, restringiendo el transporte de varias sustancias de manera selectiva.

Un sistema de filtración por membranas separa una corriente de entrada en dos efluentes, conocidos como retenido y filtrado (o permeado). El filtrado es la porción del fluido que pasa a través de la membrana semi-permeable. Por su parte el retenido contiene los constituyentes que son rechazados por la membrana (Figura 5.8. Flujo de materia en una membrana.). El transporte a través de la membrana será inducido por un gradiente de presión y el proceso será microfiltración, como se explica en el apartado 5.1. *Introducción*.

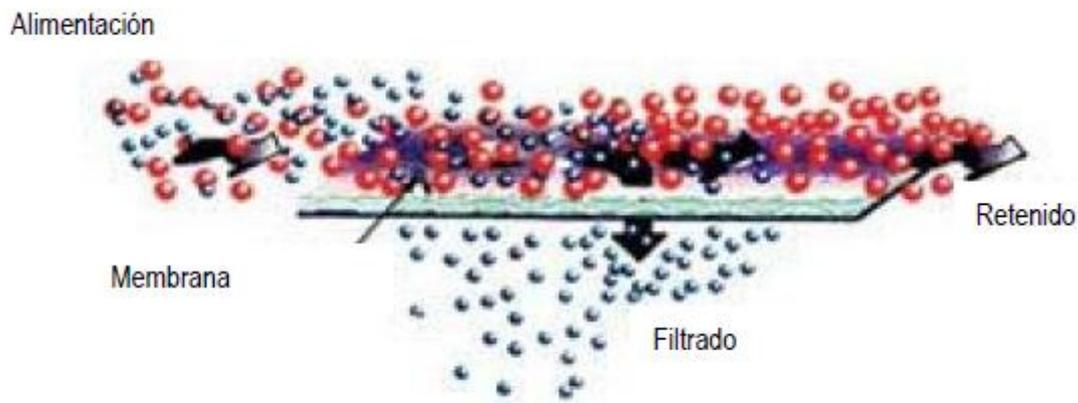


Figura 5.8. Flujo de materia en una membrana.

#### **5.5.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS MEMBRANAS**

Las membranas pueden clasificarse basándose en su estructura o al material del que están hechas.

#### **5.5.2.1.1. ESTRUCTURA DE LAS MEMBRANAS**

- Simétricas, aquellas cuya sección transversal ofrece una estructura porosa uniforme a lo largo de todo su espesor, no existiendo zonas de mayor densidad en una o ambas partes de la membrana.
- Asimétricas, presentan en su parte exterior, en la cara en contacto con la solución a filtrar, una capa extremadamente densa y delgada, bajo la que aparece un lecho poroso. La capa densa y delgada se denomina “capa activa” y es la barrera que permite el paso de solvente e impide el paso de soluto. Según su naturaleza, las membranas asimétricas pueden ser:
  - Integrales. Existe una continuidad entre la capa activa y el lecho poroso soporte, siendo ambos del mismo polímero. Los dos tienen la misma composición química y entre ellos no hay separación clara, pero sí un aumento progresivo de la porosidad. Presentan el inconveniente de que toda mejora en la capa activa viene acompañada de un peor comportamiento del lecho poroso y viceversa, al ser del mismo material y tener misiones contrapuestas.
  - Compuestas de capa fina. La capa activa y el sustrato microporoso son de distinto material. Estas membranas constan de capas de distintos materiales diferentes que, en orden descendente, son: primero, la capa activa; a continuación, el lecho poroso soporte de la capa activa; y finalmente, una capa inferior consistente en un tejido reforzado responsable de la resistencia mecánica de la membrana. Estas membranas son más evolucionadas que las anteriores.

#### **5.5.2.1.2. MATERIAL BASE DE LAS MEMBRANAS**

Las membranas pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica:

a) Membranas orgánicas

Reciben este nombre todas aquellas membranas cuya capa activa está fabricada a partir de un polímero o copolímero orgánico. Se estima que se

utilizan más de 130 materiales poliméricos en la manufactura de membranas, aunque sólo unos pocos son de aplicación comercial (la cantidad es menor en la industria alimentaria y farmacéutica). Estas membranas están muy desarrolladas y son competitivas por sus propiedades de separación y aceptables costes. Pueden ser hidrófilas, si están hechas de materiales altamente polares con alta afinidad por el agua (ésteres celulósicos, poliamidas alifáticas...), o hidrófobas, si se componen de materiales apolares con baja afinidad por el agua (polietileno, polipropileno...). Los materiales más empleados son:

Naturaleza Química de las Membranas	Hidrofobicidad	Materiales para Fabricación de Membranas	Características	Aplicación
Orgánicas	Hidrófilos	Membranas de ésteres de la celulosa (diacetato y triacetato)	-Sensibilidad a los ácidos, a la hidrólisis alcalina, a la temperatura y a la degradación biológica. – Relativamente resistente al cloro.	-Para el tratamiento de agua. -Desalación (es el grupo más usado). –Ablandamiento. -Desinfección. -Clarificación.
		Poliamidas	-Alta selectividad al permeado. -Mejor estabilidad térmica, química y hidrófila. -El grupo amida presenta alta sensibilidad a la degradación oxidativa y no puede tolerar exposición al cloro.	-Es el segundo tipo de membrana más usado en desalación.
	Menos hidrófilos que la celulosa y la poliamida	Polisacrilnitrilo (PAN)	-No tiene la propiedad de permeabilidad selectiva.	-Se usa en ultrafiltración (UF) y hemodiálisis. -No se usa en ósmosis inversa (OI).
			-Tendencia	-En ultrafiltración (UF).

	No son hidrófilos	Polisulfonas (PSF) y Poliestersulfonas (PES)	relativamente alta a la adsorción. -Buena estabilidad química, mecánica y térmica.	-Como soporte de membranas macroporosas. -En membranas de hemodiálisis.
	Hidrófobos	Politetrafluoretileno (PTFE) Polifluoruro de vinilideno (PVDF) Polietileno (PE) Policarbonato (PC) Isopolipropileno (PP)	-Buena estabilidad química y térmica. La membrana de isopropileno (PP) presenta sensibilidad al cloro.	-Como membranas macroporosas. -La membrana de PP, a pesar de su sensibilidad al cloro, se utiliza como microfiltración en el tratamiento de agua. -La mayor parte de estas membranas se mezclan con polímeros hidrófilos para modificar y mejorar sus propiedades.

Tabla 5.3. Material base de membranas orgánicas.

b) Membranas inorgánicas:

Su aparición en los años 80 constituyó el mayor avance en la tecnología de membranas, abriendo nuevos campos de aplicación impensables anteriormente para las poliméricas. Son membranas de sinterización y se clasifican en cuatro grandes grupos: cerámicas, vidrios, fosfacenos y carbonos, siendo las más utilizadas las membranas cerámicas.

Naturaleza Química de las Membranas	Hidrofobicidad	Materiales para Fabricación de Membranas	Características	Aplicación
Inorgánicas		Membranas cerámicas hechas de óxidos, nitruros o carburos de metales (aluminio, zirconio o titanio), vidrio, fosfacenos y carbonos.	-Más frágiles y más caras que las membranas orgánicas.  -Mayor estabilidad química, mecánica y térmica comparada con los polímeros	-Industria química (para tratamiento de fluidos agresivos o de alta temperatura).  -Industria farmacéutica y láctea (para esterilización)

			orgánicos.	térmica).
--	--	--	------------	-----------

Tabla 5.4. Material base de membranas inorgánicas.

En general las membranas inorgánicas poseen múltiples ventajas: En primer lugar, son muy inertes a los agentes químicos y a los disolventes más comunes (excepto al ácido fluorhídrico y al ácido fosfórico). Presentan también una alta tolerancia al cloro, agente de limpieza muy efectivo junto al pH básico. Trabajan en un amplio margen de temperaturas (hasta los 350 °C), con lo que pueden utilizarse para esterilización. A su vez pueden operar a valores de pH entre 0.5 y 13, pudiendo llegar incluso a 0-14. Toleran frecuentes limpiezas (incluidas las de tipo invertido o “backflushing”) aunque sean agresivas, llegando algunas membranas a tener una vida útil de más de 10 años desde su puesta en marcha.

### **5.5.3. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO**

Los filtros tangenciales están compuestos por uno o varios elementos de filtración, que se denominan “módulos”, donde se utilizan distintas configuraciones y distintos tipos de membrana de filtración, todos ellos acordes con el producto a filtrar y según los resultados a obtener. Además la instalación contiene los siguientes elementos: un depósito de alimentación de producto a filtrar, una bomba de alimentación de baja presión, una bomba de circulación de velocidad variable entre 2 a 5 m/s, un equipo de refrigeración para reducir la temperatura del líquido a filtrar por debajo de los 2° C, conducciones y valvulería, así como diferentes equipos de control para el manejo automático de la instalación, como: presostatos, caudalímetros, sondas de temperatura, viscosímetros, etc.

Los criterios de selección de una instalación se refieren a la evaluación de los siguientes parámetros:

- Facilidad de limpieza.
- Minimización de los fenómenos de polarización.

- Facilidad de desmontaje fácil y sustitución de los módulos defectuosos.
- Control de la temperatura.
- Superficie de la membrana en relación con el caudal de la instalación.
- Especificidad del producto a tratar.

Los tipos de módulos de filtración tangencial más utilizados son los siguientes.

### **5.5.3.1. MÓDULOS PLANO O DE PLACA**

Son generalmente membranas planas y rectangulares, instaladas de manera similar a un filtro de placas en forma de cassette, donde el fluido a tratar es distribuido por unas placas separadoras hacia las membranas, y de ellas se recoge el permeado. Su estructura acanalada o enrejillada interior, favorece la filtración por las turbulencias que se producen. Estos módulos presentan una buena relación superficie/volumen ( $300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ), siendo además muy manejables y fáciles de sustituir, pero no se adaptan bien a los líquidos muy cargados y además son relativamente difíciles de limpiar.

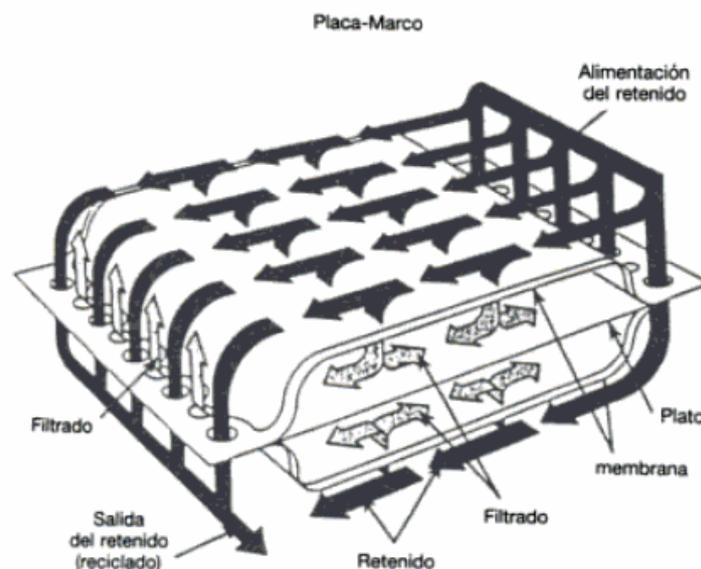


Figura 5.9. Módulo plano.

### 5.5.3.2. MÓDULOS FIBRA HUECA

Los haces de fibras (que pueden ir desde 50 hasta 10000) se colocan en una configuración análoga a la de los intercambiadores de calor, asegurando una separación adecuada entre la alimentación y el filtrado. Son los que presentan la mejor relación superficie/volumen ( $1200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ).

Estos tubos capilares están en forma de “U” y colocados paralelamente a un tubo central. La corriente de alimentación fluye radialmente desde el centro del tubo de alimentación hasta el exterior mientras que el permeado se recoge en el extremo de la fibra. Otra posible configuración es aquella en la que la alimentación circula por el exterior de las fibras y el filtrado es recogido en el interior de las fibras. Tienen poco volumen muerto, bajo consumo de energía, se colmatan con facilidad, y son de difícil limpieza.

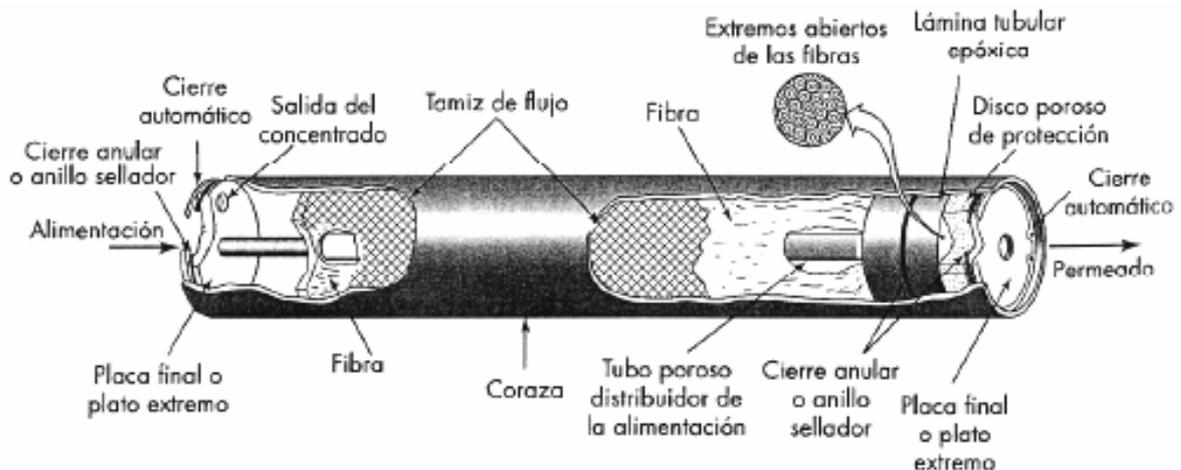


Figura 5.10. Módulo de fibra hueca.

### 5.5.3.3. MÓDULOS ESPIRALES

Consisten en láminas lisas de membranas separadas por un material recolector permeable formando una hoja. Cada dos hojas se añade una lámina espaciadora. El paquete formado por hojas separadas por los

espaciadores se enrolla alrededor de un tubo central de plástico permeable, perforado para recolectar el permeado proveniente de las hojas ensambladas. Este ensamblaje se sella por tres lados, dejando el cuarto lado abierto para permitir la salida del permeado. El flujo de alimentación es axial, con un recorrido paralelo a la superficie de la membrana. Poco volumen muerto, bajo costo de fabricación. Muy sensible a la colmatación y difícil de limpiar. Presenta una densidad de empaquetamiento de  $600 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .

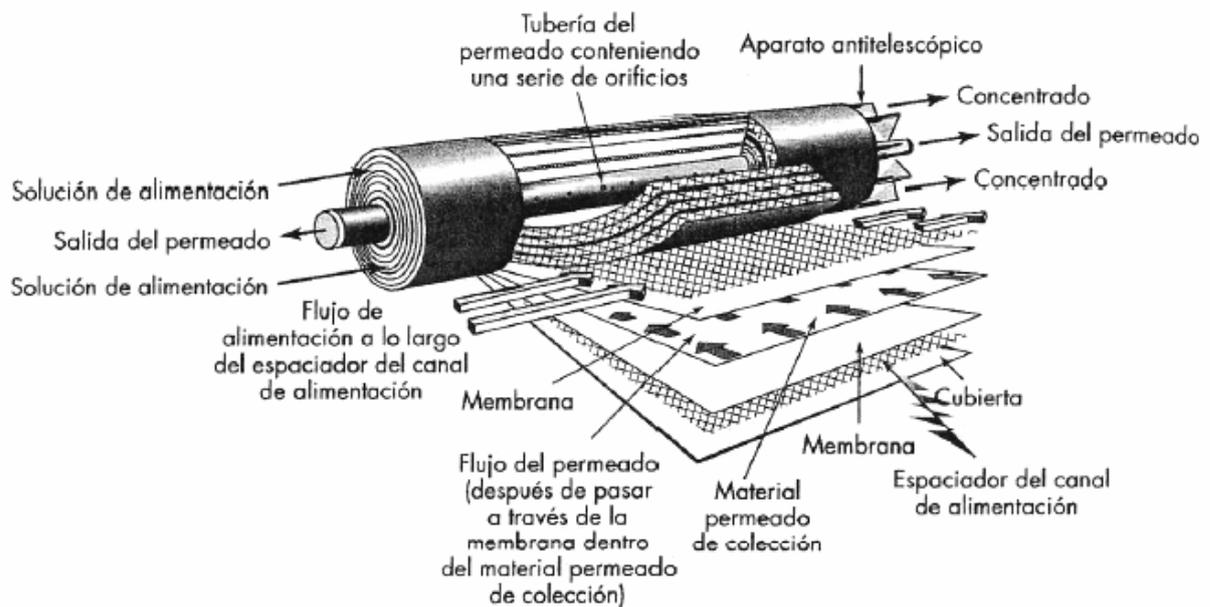


Figura 5.11. Módulo espiral

#### 5.5.3.4. MÓDULOS TUBULARES

Se construyen en forma de tubo hueco, de distintas longitudes y de 10 a 25 mm de diámetro y presenta una densidad de empaquetamiento baja,  $60 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . La capa activa en este tipo de membranas suele encontrarse en la superficie interior del tubo. La solución a tratar circula por el interior, el permeado fluye radialmente desde el interior hasta el exterior y el rechazo se obtiene en el otro extremo del tubo. Los tubos se pueden montar en

serie o en paralelo. El flujo es turbulento. Hay dos tipos módulo tubular no capilar y tubular capilar.

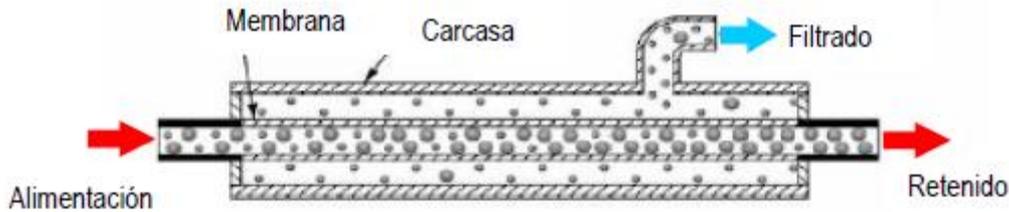


Figura 5.12. Módulo tubular.

### 5.5.3.5. MÓDULOS CERÁMICOS

Están formados por una estructura cerámica de alta resistencia, donde en su interior se encuentra un haz de canales de unos 4 mm de diámetro, por donde circula el líquido a filtrar, saliendo el permeado a través del material cerámico. Estos equipos se utilizan para filtraciones de altas presiones de 100 bar como máximo, y donde se requiere una sólida estructura de filtración.

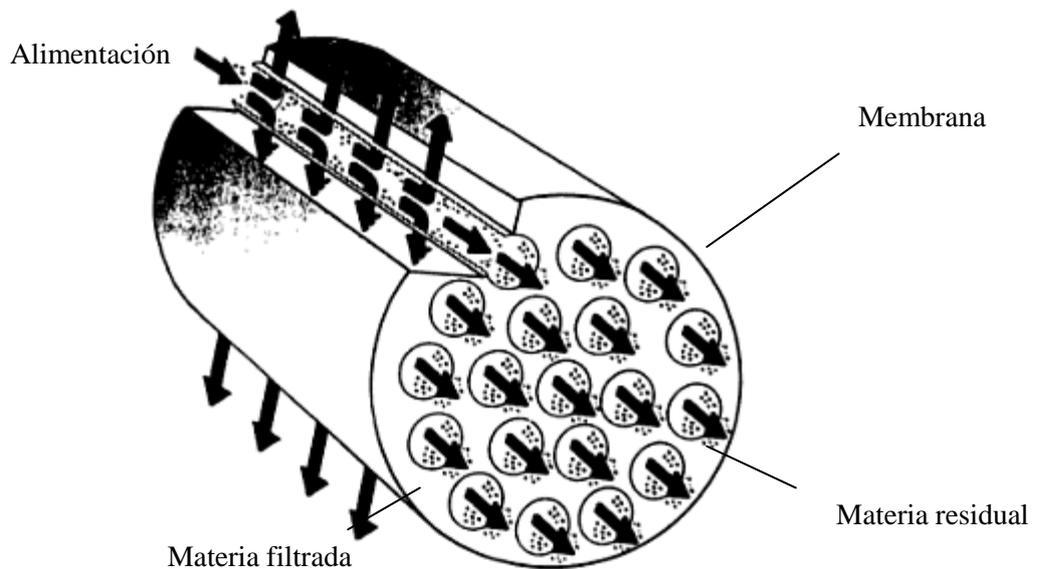


Figura 5.13. Módulo cerámico.

#### **5.5.4. SELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO**

Los módulos a escala industrial más utilizados son los que poseen módulos con membranas poliméricas, aunque también son usadas las de tipo inorgánica como las cerámicas debido a las grandes ventajas que presentan pero que como se verá más adelante no se utilizan en la filtración tangencial de vinos.

La selección y descarte consistirá en el estudio de cada configuración del módulo con membrana polimérica y cerámica (en el caso del módulo cerámico) hasta obtener la que mejor se adapte a la filtración del vino.

##### ❖ Módulo plano con membrana polimérica

Los módulos planos poseen una alta densidad de empaquetamiento ( $300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ), con poco volumen muerto pero por el contrario son difíciles de limpiar, debido a la tortuosidad en el recorrido de los flujos. Además el “backflushing” es a menudo poco factible. No se adaptan bien a los líquidos muy cargados, necesitan de prefiltración, presentan elevada pérdida de carga y el coste de energía (bombeo) es alto, por lo que no se utilizan en la filtración de vinos.

##### ❖ Módulo tubular con membrana polimérica

El módulo tubular con membrana polimérica tiene un diámetro interior de membrana de 10-25 mm, tienen un costo relativamente alto por metro cuadrado debido a la necesidad de reforzar la membrana con un material de apoyo para proporcionar fuerza debido a la baja superficie que presenta por módulo ( $0,7-2 \text{ m}^2$ ). Es necesario grandes bombas para suministro de la velocidad de flujo cruzado, por lo tanto, el consumo de energía es alto. Los módulos no presentan “backflushing” o flujo inverso para el lavado. En consecuencia, rara vez se utilizan para la filtración del vino.

❖ Módulo espiral con membrana polimérica

Comúnmente se utiliza para la ósmosis inversa y para la ultrafiltración tangencial, tienen un bajo costo por metro cuadrado, sin embargo, sufren de un flujo no uniforme en cuanto a la distribución del flujo a través de la superficie de la membrana, son propensos a la suciedad, difíciles de limpiar y no presentan “backflushing” (retro lavado). De ahí que rara vez se utiliza para la filtración del vino.

❖ Módulo cerámico con membrana de cerámica

Este tipo de módulos con membranas cerámicas presentan las ventajas, además de las vista en el apartado 5.5.2.1.2. *Material base de las membranas-b*, de ser resistentes y duraderas, puede lavarse mediante flujo inverso (retro-lavado) y puede ser limpiada y desinfectada con agua caliente y varios agentes químicos, sin embargo no se utilizan en la filtración de los vinos debido a:

- El coste de la membrana es de hasta cuatro veces mayor que otras opciones.
- Se produce un incremento de temperatura en el vino debido a la importante rugosidad de la membrana cerámica. El efecto de la rugosidad siempre será más perjudicial para el vino que filtrar a través de una membrana lisa.
- Las mermas producidas por los equipos tangenciales con módulos cerámicos suelen tener entre un 0,6% y un 0,8% de mermas de vino.
- Presenta problemas en la filtración con cristales de tártaros (salida de la estabilización tartárica) debido al incremento de temperatura que produce, anteriormente comentado, que provoca redisolución de cristales.
- Los equipos con módulos cerámicos presentan altos consumos de energía (un tercio de los costes operativos corresponde al consumo energético). Son los equipos con mayor consumo energético.

❖ Módulo de fibra hueca con flujo “del exterior al interior” con membrana polimérica

El módulo de fibra hueca con membrana polimérica presenta un diámetro interior de membrana generalmente inferior a 0,5 mm y su trayectoria de flujo del exterior al interior (como comúnmente se utiliza en las plantas de microfiltración de tratamiento de agua) hace que la velocidad de flujo cruzado sea baja y por tanto propensos a incrustaciones de materiales turbio presentes en el vino debido al pequeño diámetro interno que presentan. Por lo tanto su uso está restringido a la filtración final de los vinos.

❖ Módulo de fibra hueca con flujo “del interior al exterior” con membrana polimérica

Los módulos de fibra hueca con membrana polimérica presentan un diámetro interior de membrana de 1 – 3 mm, se utilizan mucho en aplicaciones de microfiltración tangencial de vinos siendo el diámetro interior óptimo entre 1,3 – 1,8 mm. Este diámetro interior, hace que la velocidad de flujo transversal sea lineal, lo cual es importante ya que a través de la superficie de la membrana se puede generar un flujo de permeación relativamente bajo. Sólo es necesario pequeñas bombas de baja energía de consumo y pueden darse superficies normalmente entre 8-10 m<sup>2</sup> por módulo o incluso puede llegar a ser mayor.

✓ **En definitiva en el presente proyecto se utilizará la configuración de módulo de fibra hueca con flujo en dirección del interior al exterior.**

### **5.5.5. SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA DE FIBRA HUECA**

Como se vio en el apartado 5.5.2.1.1. *Estructura de las membranas*, las membranas podían presentar estructura asimétrica y simétrica.

#### ❖ Membranas de fibra hueca con estructura asimétricas

Estos presentan un espesor de membrana alrededor de 10 – 30  $\mu\text{m}$ , y el resto de la pared capilar está comprendida por una estructura de soporte altamente porosa. Este tipo de membrana no se utiliza en la filtración de vino ya que son mecánicamente débiles, no son adecuada para un continuo lavado y son propensas al fracaso cuando se expone a los contaminantes difíciles tales como: cristales de ácido tartárico (ver la Figura 5.14. Membrana de fibra hueca con estructura asimétrica), además debido a la rugosidad que presenta se da un incremento de la temperatura del vino, lo que puede favorecer a la redisolución de los cristales de tártaros, las mermas son del mismo orden que en los equipos con membranas cerámicas y el consumo de energía es mayor que los equipos que poseen membranas de fibra hueca simétrica.

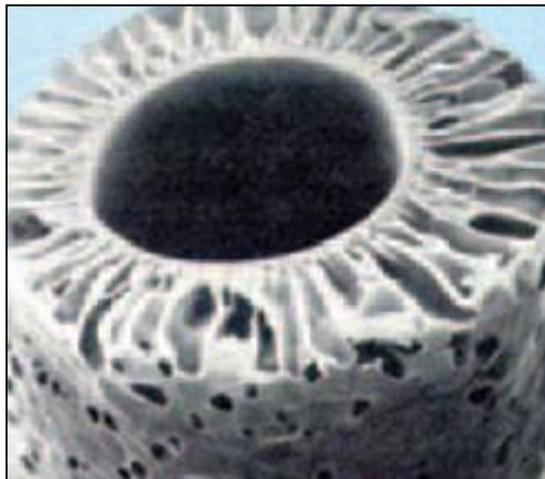


Figura 5.14. Membrana de fibra hueca con estructura asimétrica.

❖ Membranas de fibra hueca con estructura simétricas

Estos tienen una estructura de poro uniforme en todo el espesor de la pared capilar completa, que puede ir 300 – 600  $\mu\text{m}$ . En consecuencia, son mecánicamente más fuertes y pueden lavarse a contracorriente para mantener una filtración más estable y con mejor rendimiento. En general, la membrana tiene un tamaño de poros de 0,2  $\mu\text{m}$  con un distanciamiento entre cada poro de 0,1  $\mu\text{m}$ , lo que permite que pueda ser utilizado con contaminantes abrasivos, incluyendo los cristales de tartrato, (ver Figura 5.15. Membrana de fibra hueca con estructura simétrica), además a diferencia de las membranas asimétricas el incremento de temperatura es despreciable debido a que la superficie de la membrana es prácticamente lisa y por último las mermas que se producen con equipos que poseen este tipo de membranas son despreciables (del orden del 0,1% de mermas de vino).

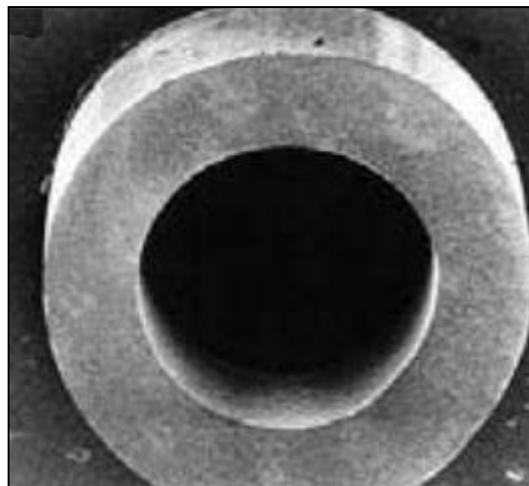


Figura 5.15. Membrana de fibra hueca con estructura simétrica.

- ✓ **En el presente proyecto se utilizará una configuración de módulo de fibra hueca con dirección de flujo del interior al exterior y con una estructura simétrica.**

**La dirección de las corrientes de entrada y salida serán:**



Figura 5.16. Dirección de las corrientes de entrada y salida en el módulo de filtración.

### **5.5.6. SELECCIÓN DEL MATERIAL BASE DE LA MEMBRANA DE FIBRA HUECA**

En el presente proyecto se utilizará una membrana con material orgánico de fluoruro de polivinilideno (PVDF).

Las membranas pueden ser fabricadas a partir de una variedad de polímeros, por lo tanto, la composición química y la compatibilidad con la temperatura hacen que la vida de la membrana pueda variar.

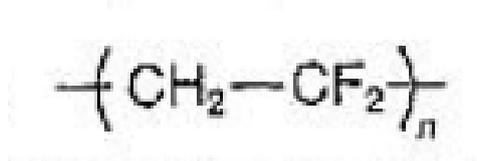


Figura 5.17. Estructura molecular.

Las membranas de fibra hueca PVDF son ampliamente utilizados en la filtración de soluciones biológicas. En el formato de fibra hueca, estas membranas muestran excelentes características de retención, destaca por su

carácter inerte y su excelente compatibilidad química, lo que permite realizar procesos de limpieza particularmente eficaces para mantener la productividad del sistema a lo largo de su vida en servicio (permite el uso de productos químicos de limpieza con un pH de 1-14) y tienen una vida útil de seis a ocho años.

Debido a la geometría o estructura de la membrana (estructura simétrica), puede darse el lavado a contracorriente, tiene gran resistencia química en comparación con muchos otros polímeros utilizados en los procesos de microfiltración. Posee una relación equilibrada de sólido-vacío que permite su uso incluso con altas cargas de sólidos. Su estructura homogénea garantiza su resistencia a la abrasión y permite un elevado caudal sin comprometer su fiabilidad, incluso con regímenes de limpieza agresivos.

Este tipo de la membrana se utiliza en más del 90% de cerca de 1.500 plantas de vinos en el proceso de filtración en todo el mundo.

## **5.6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

A continuación se presenta la descripción y características técnicas del equipo tangencial seleccionado.

### **5.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MEMBRANA DE FIBRA HUECA SELECCIONADA**

La fibra hueca seleccionada es de la serie U de módulos de fibra hueca Microza microfiltración (empresa Pall.Corporation) tiene como característica principal (propiedad de las membranas de PVDF) ser especialmente resistentes para aplicaciones de microfiltración. Presenta un diámetro de poro de 0,2  $\mu\text{m}$  (serie UM). Estos módulos se utilizan en aplicaciones farmacéuticas y alimentaria como es en este caso en el tratamiento de vinos.

#### **5.6.1.1. DIMENSIONADO DE LA MEMBRANA**

A continuación se presenta el dimensionado de la membrana de filtración, (ver Anexo-2; apartado 1.1. *Cálculo del diámetro externo de la membrana* y apartado 1.2. *Cálculo del número de membranas.*):

<b>Membrana de fibra hueca de polivinilideno difluoruro (PVDF)</b>	<b>Diámetro exterior (mm)</b>	<b>Diámetro interior (mm)</b>	<b>Espesor de la membrana (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Área superficial de la membrana (<math>\text{m}^2</math>)</b>
	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>	<b>400</b>	<b><math>7,80 \cdot 10^{-3}</math></b>
	<b>Diámetro de poros (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Separación nominal entre poros (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Longitud de la membrana <math>L_m</math> (mm)</b>	<b>Número total de membranas</b>
	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1129</b>	<b>27570</b>

Tabla 5.5. Especificaciones técnicas de la membrana.

### **5.6.1.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

- ✓ Disponible en diferentes diámetros de fibra permite la optimización de las diferentes partículas o cargas coloidales.
- ✓ Microza PVDF presenta resistencia tanto al lavado químico como a la limpieza estándar.
- ✓ Presenta alto rendimiento.
- ✓ Permite la filtración inversa para optimizar el rendimiento.
- ✓ La serie U puede funcionar de forma continua en los procesos de hasta 80 ° C (176 ° F) y puede ser cocida al vapor in situ a 125 ° C (257 ° F) durante 20 ciclos.
- ✓ Cumple con la especificación de las pruebas biológicas que figuran en la actual norma de la USP\* para plásticos de la clase VI a 121 ° C (249 ° F).
- ✓ El rango de pH es de 1-14.

\*USP La Farmacopea de Estados Unidos (USP) es una organización científica independiente de sanidad pública. Es la entidad reguladora oficial en el ámbito de la comercialización de medicamentos de venta libre y con receta, suplementos dietéticos y otros productos sanitarios fabricados y vendidos en Estados Unidos. La USP está considerada como una de las farmacopeas más respetadas y avanzadas tecnológicamente del mundo.

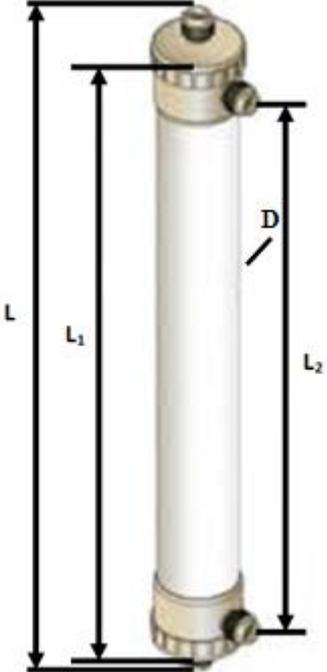
## 5.6.2. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE FILTRACIÓN

El módulo seleccionado es el propuesto por Oenoflow XL-10A de la empresa Pall Corporation, a continuación se muestran el dimensionado y los materiales de construcción.

### 5.6.2.1. DIMENSIONADO DEL MÓDULO

A continuación se presenta el dimensionado del módulo de filtración, (Ver Anexo-2; Dimensionado del módulo de filtración. Ver Documento n°2: Planos; Plano n°5: Dimensionado del Módulo.):

Especificaciones del Módulo de fibra hueca	
Longitud – L (mm)	1260
Longitud – L <sub>1</sub> (mm)	1220
Longitud – L <sub>2</sub> (mm)	1030
Diámetro del módulo – D (mm)	200
Área de la sección del módulo (m <sup>2</sup> )	0,03
Número de membranas en un módulo	2757
Superficie de membrana por módulo (m <sup>2</sup> )	21,5
Longitud de la membrana-L <sub>m</sub> (mm)	1129
Material de la membrana	PVDF



El diagrama muestra un módulo de fibra hueca cilíndrico. Se indican las siguientes dimensiones: L es la longitud total del módulo; L<sub>1</sub> es la longitud del cuerpo principal; L<sub>2</sub> es la longitud de la parte inferior; y D es el diámetro del módulo.

<b>Conectores y adaptadores</b>	Alimentación y Retenido DIN 50 (mm) Permeado DIN 34 (mm)	
	Entrada de aire 3/8"	

Tabla 5.6. Especificaciones del módulo Oenoflow XL-10A.

### **5.6.2.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE FILTRACIÓN**

El módulo cuya configuración es de fibra hueca (véase el punto 6.5.4. Selección de la configuración del módulo.) está construido de los siguientes materiales:

- ✓ Membrana: PVDF
- ✓ Encapsulamiento: resina epoxi.
- ✓ Manga: Polipropileno.
- ✓ Cubierta: polisulfona transparente (P) o polisulfona llena (W).
- ✓ Juntas: copolímero de etileno propileno.

### **5.6.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

El equipo de nombre Sistema Oenoflow XL-A será suministrado por la empresa Pall Corporation.

El Oenoflow XL-A es un sistema que está específicamente diseñado para satisfacer las necesidades y requerimientos de las grandes bodegas. La filtración se consigue en un solo paso del proceso sin la necesidad de coadyuvantes de filtración, centrifugación o impacto significativo en las características organolépticas del vino. Aumenta los rendimientos, la reducción de los volúmenes de desechos y mantiene constante la calidad del filtrado.

Los sistemas están totalmente automatizados proporcionan un ahorro de costes

en contraposición a los métodos tradicionales de filtración del vino. El sistema utilizado por Pall son membranas de fibra hueca con una única fuerza mecánica y una excelente resistencia química que permiten una alta productividad y la exposición repetida a regímenes agresivos de limpieza. La gran superficie de módulos permitir la fabricación de sistemas compactos y con ahorro de agua y de consumo de productos químicos.

El sistema Oenoflow XL-A, cumple con la Directiva Europea (CE).

Los módulos Oenoflow han sido calificados por el cumplimiento de normas reguladoras, una vez que los módulos entran en contacto con productos alimenticios.

Condiciones de funcionamiento:

- ✓ Vino de Jerez
- ✓ Presión de entrada: 0,5 bar a 3,5 bar (7 psi a 50 psi)
- ✓ Temperatura: - 7 ° C a 25 ° C (24 ° F a 77 ° F)
- ✓ Temperatura máxima para la limpieza: 65 ° C (150 ° F)
- ✓ De 6 a 8 horas de trabajo

#### **5.6.3.1. DIMENSIONES DEL EQUIPO**

<b>Modelo</b>	<b>Nº de módulos</b>	<b>Área de filtración (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Caudal (hl/h)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Alto (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>
<b>Oenoflow XL-10A</b>	10	215	100-150	3,90	1,85	2,45	2570

Tabla 5.7. Dimensiones del equipo de filtración tangencial.

Resumen de las características principales:

<b>Caudal de diseño (L/h)</b>	10000
<b>Horas de trabajo (h)</b>	8
<b>Tipo de configuración</b>	Fibra hueca
<b>Tipo de membrana</b>	Orgánica: Polifluoruro de vinilideno (PVDF)*
<b>Número de módulos</b>	10
<b>Superficie por módulos (m<sup>2</sup>)</b>	21,5
<b>Superficie por membrana (m<sup>2</sup>)</b>	$7,80 \cdot 10^{-3}$
<b>Número total de membranas</b>	27570
<b>Superficie de filtración (m<sup>2</sup>)</b>	215
<b>Máxima PTM (presión transmembranar media) (bar)</b>	3
<b>Máxima presión de alimentación (bar)</b>	3
<b>Máxima presión del permeado (bar)</b>	1,5
<b>Velocidad de flujo (flujo cruzado) (l/m<sup>2</sup>s) (LMH)</b>	50
<b>Potencia eléctrica (kW)</b>	20
<b>Vida útil del equipo (años)</b>	>10
<b>Consumo de agua de lavado (l)</b>	1900
<b>Consumo de productos químicos (l)</b>	9 litros Limp Dexol o similar
	6 litros Asep150 o similar

\*También llamado: Fluoruro de polivinilideno (PVDF)

Tabla 5.8. Tabla Resumen.

### **5.6.3.2. MATERIALES CONSTRUCTIVOS**

Todas piezas montadas incluso las que están en contacto con el vino son de acero inoxidable 304.

### **5.6.3.3. COMPONENTES DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

Los componentes principales del equipo de filtración tangencial son:

10 módulos con una superficie de filtración de 21,5 m<sup>2</sup> cada uno, lo que supone una superficie total de filtración de 215 m<sup>2</sup>.

Las tuberías múltiples, las membranas, las bombas y los instrumentos se montan sobre un bastidor móvil que incluye lo siguiente:

- ✓ Bomba de transferencia con cubierta de acero inoxidable para el suministro de vino de entrada.
- ✓ Pantalla de acero inoxidable pre-filtro para las partículas grandes.
- ✓ Bomba de alimentación con cubierta de acero inoxidable.
- ✓ Bomba de circulación.
- ✓ Depósito de filtrado.
- ✓ Filtrado / bomba de reflujo de cubierta de acero inoxidable.
- ✓ Caudalímetro magnético con el control de los lotes.
- ✓ El sistema CIP, filtro de agua y control de la temperatura.
- ✓ Dosificación automática de productos químicos con 3 entradas de suministro.
- ✓ Pantalla táctil en color con el diagrama de flujo del proceso y su tendencia.
- ✓ Módem para un rápido y fácil tele-servicio.

Las siguientes opciones están disponibles para el suministro suplementario:

Equipo seleccionado según catálogo (ver Anexo 10) Oenoflow XL-A (Avanzado)

- ✓ Funcionamiento completamente automático con ciclos de trabajo predefinidos y personalizados.
- ✓ Depósito de procesado y limpieza incorporados con bomba de transferencia de vino de entrada.
- ✓ Control PLC sencillo y lógico con pantalla táctil a color.
- ✓ Dosificación automática de productos químicos.
- ✓ Supervisión de datos y registro de tendencias de procesado.
- ✓ Mecanismos de seguridad de producto y sistema.
- ✓ Amplia selección de opciones: medidor de turbidez, doble prefiltro metálico automático, LCV \*, TDS\*\*.

\* Volumen de concentración reducido (LCV).

\*\* Sistema de distribución de depósitos (TDS).

## **6. ESTUDIOS COMPARATIVOS DE LA FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS Y FILTRACIÓN TANGENCIAL**

### **6.1. ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTES**

Se ha comentado a lo largo de esta memoria que uno de los inconvenientes principales que presenta la tecnología del equipo de filtración tangencial es que requieren una inversión inicial importante, los módulos de membrana son bastante caros.

Aún así para demostrar que la filtración tangencial no sólo debe suponer una innovación y una mejora sustancial de la calidad del producto filtrado, sino una ventaja económica, se ha realizado un estudio de los costes operativos entre el equipo de filtración por tierras y el equipo tangencial, en el cual se demostrará un ahorro considerable.

#### **6.1.1. COSTES DIRECTOS**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>€/UNIDAD</b>	<b>€/DÍA</b>
<b>Consumo Coadyuvante de filtración</b>			
<i>Filtro de Tierra</i>	51,60 kg	1,45 €/kg	74,82
<i>Filtro Tangencial</i>	NP	NP	NP
<b>Consumo de Energía eléctrica</b>			
<i>Filtro de Tierra (3,65 kW)</i>	58,4 kWh	0,14 €/kWh	8,26
<i>Filtro Tangencial(20 kW)</i>	320 kWh	0,15 €/kWh	47,68

<b>Potencia eléctrica contratada</b>			
<i>Filtro de Tierra</i>	3,65 kW	1,72 €/kW	0,30
<i>Filtro Tangencial</i>	20 kW	2,47 €/kw	2,36
<b>Consumo de agua para lavado estándar</b>			
<i>Filtro de Tierra</i>	0,50 m <sup>3</sup> /día	0,68 €/m <sup>3</sup>	0,34
<i>Filtro Tangencial</i>	1,90 m <sup>3</sup> /día	0,87 €/m <sup>3</sup>	1,67
<b>Consumo de productos de limpieza, para lavado químico</b>			
<i>Filtro de Tierra</i>	NP	NP	NP
<i>Filtro Tangencial</i>	9 litros limpieza estándar (Limp Dexol o similar)	1,88 €/l	8,96
	6 litros ác. peracético (Asep150 o similar)	4,65 €/l	
<b>Mermas de Productos</b>			
<i>Filtro de Tierra</i>	496,8 litros	1,2 €/l	596,16
<i>Filtro Tangencial</i>	NP	NP	NP
<b>Mano de obra</b>			
<i>Filtro de Tierra</i>	4 h/día	7,20 €/h	27,44
<i>Filtro</i>	1 h/semana	7,20 €/h	1,37

<i>Tangencial</i>			
-------------------	--	--	--

\*NP: No Presenta

Tabla 6.1. Costes Directos.

### 6.1.2. COSTES INDIRECTOS

CONCEPTO	CANTIDAD	€/UNIDAD	€/DÍA
<b>Gestor de residuos</b>			
<i>Filtro de Tierras(contenedor de 10 Toneladas)</i>	1 unidad /mes	105 €/mes	3,39
<i>Filtro Tangencial</i>	NP	NP	NP
<b>Cartucho final y Módulo de Filtración</b>			
<i>Filtro de Tierras (cartucho final)</i>	1	1085	5,43
<i>Filtro Tangencial (módulo de filtración)</i>	10	7421,20	123,60

\*NP: No Presenta

Tabla 6.2. Costes Indirectos.

### 6.1.3. COSTES DE LA AMORTIZACIÓN

CONCEPTO	CANTIDAD	€/UNIDAD	€/DÍA
<b>Gestor de residuos</b>			
<i>Filtro de Tierras</i>	1	24585,3 €	12,29
<i>Filtro Tangencial</i>	1	262321,26 €	131,16

Tabla 6.3. Costes de la Amortización.

### 6.1.4. RESUME DE COSTES

	CONCEPTO	€/DÍA
<b>FILTRO DE TIERRA</b>	COSTES DIRECTOS	707,32
	COSTES INDIRECTOS	8,82
	COSTE AMORTIZACIÓN	12,29
	<b>TOTAL</b>	<b>728,43</b>
<b>FILTRO TANGENCIAL</b>	COSTES DIRECTOS	62,04
	COSTES INDIRECTOS	123,60
	COSTE AMORTIZACIÓN	131,16
	<b>TOTAL</b>	<b>316,80</b>

Tabla 6.4. Resumen de Costes.

❖ Costes al año (200 días):

Tierras: 145686,00 €

Tangencial: 63360,00 €

**Ahorro al año: 82326,00 €**

Ahorro al año de **82326,00 €** con la nueva alternativa (equipo de filtración tangencial) y un período de retorno de inversión de 3 años y 70 días (*ver Anexo-3 apartado 6. Análisis de la rentabilidad de la inversión*). Se tiene en cuenta que se trabaja en la planta de estabilización por frío 200 días al año, por lo que el resto de los días el equipo de filtración tangencial se utiliza para otras aplicaciones y por tanto se puede rentabilizar aún más.

## **6.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y APLICACIÓN DE LA MEJOR TÉCNICA DISPONIBLE**

Tras haber realizado el estudio ambiental desarrollado en el Anexo-4, se concluye finalmente con la aplicación de la mejor técnica disponible (MTD).

En primer lugar se presentan las dos posibles candidatas como MTD y el detalle de las razones de descarte:

Etapa	Tamaño empresa	Candidata MTD	Criterio
Filtración del vino a la salida de la estabilización tartárica	Medianas y Grandes	Uso de filtros tangenciales.	Seleccionada como MTD.
	Todas	Uso de filtros con ayuda filtrante de tierra.	Técnica de referencia (TR).

Tabla 6.5. Mejor Técnica Disponible y Técnica de Referencia.

Según el estudio que se ha llevado en el presente proyecto se toma como MTD el filtro tangencial. (Anexo-4; *apartado 6.2. Aspectos a analizar sobre la MTD: filtración tangencial*) y como técnica de referencia (TR) los filtros de tierras, siendo los criterios de descarte los mostrados en la siguiente tabla:

Técnica	Criterio de Descarte
Uso de filtros con ayuda filtrante de tierra.	Técnica de referencia, no reduce el consumo de insumos, generando tierra filtrante como residuo y aumentando los costos de disposición.

Tabla 6.6. Criterio de Descarte.

Los criterios de descartes se han obtenido tras el estudio ambiental (Anexo-4) y el estudio de los costes (Anexo-3) de ambos equipos.

A continuación se muestra el impacto que genera la MTD seleccionada inicialmente según la metodología IPPC, sobre cada una de los principales problemas en estudio, junto a una justificación de la calificación obtenida.

MTD	Técnica de referencia	Problema Principal	Calificación y Justificación por Fallos						Nota
			Uso de Agua	Uso de Energía	Huella de Carbono	Trazabilidad	Seguridad Laboral y Gestión de Riesgos	Gestión de Residuos	
Uso de filtros tangenciales	Uso de filtros con tierras filtrantes	Huella carbono	<b>9</b> Reduce requerimiento de lavado de filtros por unidad de superficie	<b>7</b> Reduce requerimiento bombeo de agua	<b>7</b> Poca emisión de CO <sub>2</sub>	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>10</b> Elimina residuos de tierras filtrantes	<b>7,11</b>
Uso de filtros tangenciales	Uso de filtros con tierras filtrantes	Uso de Energía	<b>9</b> Reduce requerimiento de lavado de filtros por unidad de superficie	<b>7</b> Reduce requerimiento bombeo de agua	<b>7</b> Poca emisión de CO <sub>2</sub>	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>10</b> Elimina residuos de tierras filtrantes	<b>7,35</b>
Uso de filtros tangenciales	Uso de filtros con tierras filtrantes	Uso de agua	<b>9</b> Reduce requerimiento de lavado de filtros por unidad de superficie	<b>7</b> Reduce requerimiento bombeo de agua	<b>7</b> Poca emisión de CO <sub>2</sub>	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>10</b> Elimina residuos de tierras filtrantes	<b>7,36</b>
<b>NOTA MEDIA FINAL</b>									<b>7,27</b>

Tabla 6.7. Tabla de calificaciones

Ya que la MTD presenta una nota mayor a 6 tanto de forma individual como en la nota media final quiere decir que genera un impacto positivo ascendente en relación con los problemas considerados. Por lo que la MTD es una buena alternativa para llevarse a cabo la sustitución del filtro por tierra por un filtro tangencial.

## 7. CONCLUSIÓN

En conclusión, la microfiltración tangencial es la mejor opción de cara a solucionar los problemas ligados a la estabilización de los vinos ya que, el flujo de vino a limpiar circula paralelo a la superficie de la membrana, de tal forma que el fluido que no permea, “barre” dicha superficie, impidiendo que las partículas se adhieran y colmaten el medio filtrante, con lo que se alarga la durabilidad de las membranas, por otro lado, no existe ninguna diferencia significativa en comparación con el esquema tradicional de filtración, además, supone menos perjuicio para el vino ya que permite retener partículas (coloides, levaduras, bacterias y cristales de tártaro, entre otros) cuyo tamaño varía entre 0,1 y 10 micras siendo mayores que el tamaño de los poros de la membrana y en conclusión quedando retenidas, a diferencia de lo que ocurre con el equipo de filtración por tierras que el tamaño del poro no está definido (sobre unos 2,0 micras) por lo puede permitir el paso de microorganismos y no reduce los requerimientos de las etapas de clarificación posteriores como ocurre con el equipo tangencial.

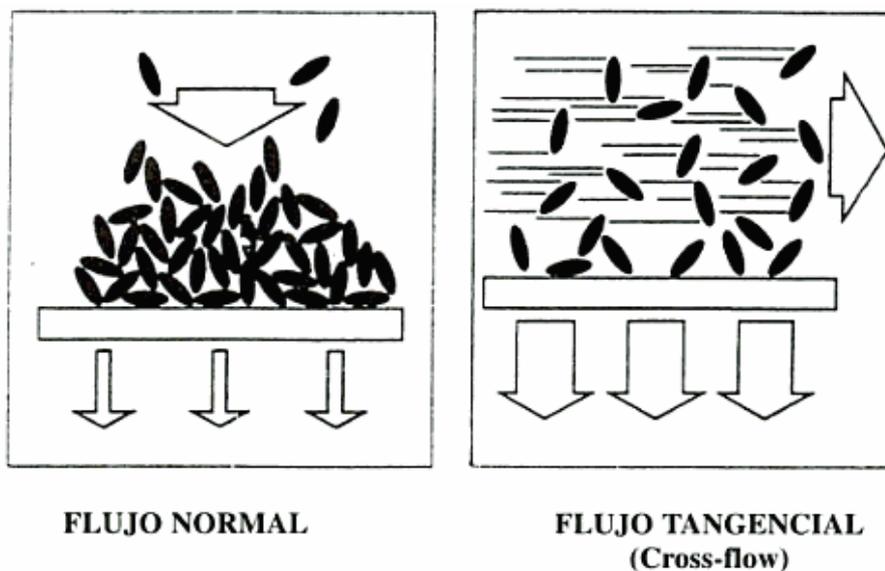


Figura 7.1. Flujo normal y tangencial.

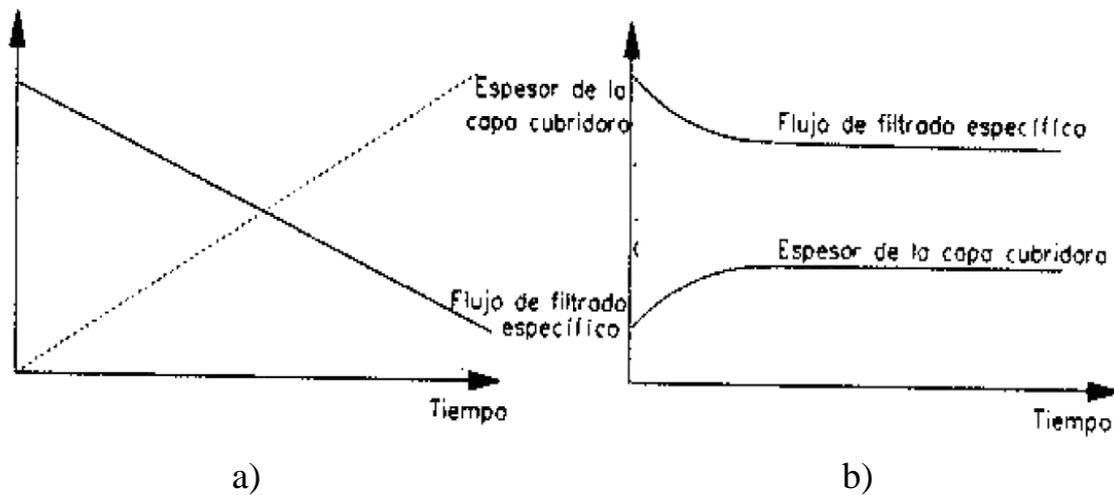


Figura 7.2. Espesor de la torta de filtración frente al tiempo de filtrado, a) Equipo de filtración por tierras y b) Equipo de filtración tangencial.

Con el equipo de filtración tangencial no se producen mermas de producto, la fracción retenida se concentra y se le da salida en un depósito separado para poder aprovecharlo como subproducto. Es una ventaja con respecto al equipo de filtración por tierras ya que éste presenta gran pérdida de vino por mermas. Además la filtración tangencial se puede realizar con una vigilancia mínima, ya que son equipos automatizados y provistos de sistemas de control programables que aseguran su funcionamiento, poseen sensores indicadores de tina vacía de vino a filtrar o tina llena de vino filtrado y la operación se desarrolla en continuo.

No hay pérdida de tiempo en la formación de una precapa con coadyuvantes de filtración como ocurre con el equipo de filtración por tierras diatomeas que además se produce una gran pérdida de carga a medida que aumenta el espesor de la torta filtrante, con lo que a veces es necesario interrumpir el proceso por escaso rendimiento.

El equipo de filtración tangencial es de fácil manejo en cuanto desmontaje del filtro, y la limpieza del material filtrante y de soporte siendo en el caso del equipo de filtración por tierras difícil debido a la manipulación de las tierras (obligatorio el uso de mascarillas para evitar su inhalación).

Lo que caracteriza al equipo de microfiltración tangencial siendo su principal ventaja, es la inexistencia de residuos contaminantes del medio ambiente ya que elimina la necesidad de utilizar tierras filtrantes por lo que se descarta la generación de este residuo y los problemas asociados, ya que las tierras presentan un elevado poder contaminante cuando son arrastradas por las aguas (aportan una DBO de 20 a 60 g/l, y reduce el pH).

La principal desventaja que presenta este equipo es el alto coste de inversión que corresponde a la adquisición de un equipo tangencial (precio de 262321,26 €) sin embargo se obtienen unos ahorros con este equipo de **82326,00 €** al año lo que supone que la microfiltración tangencial es la mejor alternativa para sustituir a los filtros por tierras. Por tanto es recomendable que se estudie la posibilidad de reducir el coste de inversión del equipo para favorecer el acceso de esta técnica de filtración al mayor número posible de bodegas elaboradoras de vino que suelen ser de preferencia a empresas con nivel tecnológico medio a alto.

## **8. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN**

- Reglamento (CE) nº 479/2008 del Consejo de 29 de abril de 2008 por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola, se modifican los Reglamentos (CE) no 1493/1999, (CE) no 1782/2003, (CE) no 1290/2005 y (CE) no 3/2008 y se derogan los Reglamentos (CEE) no 2392/86 y (CE) no 1493/1999.
- Reglamento (CE) nº 606/2009 de la comisión de 10 de julio de 2009 que fijan determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 479/2008 del Consejo en lo relativo a las categorías de productos vitícolas, las prácticas enológicas y las restricciones aplicables.
- Orden de la consejería de agricultura y pesca del 13 de mayo de 2010 (BOJA nº 103 de fecha 28 de mayo de 2010).
- Ley 10/2007, de 26 de noviembre, de Protección del Origen y la Calidad de los Vinos de Andalucía. BOJA 246/2007 de 17 de diciembre.
- Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, Junta de Andalucía 19 de Diciembre de 1995.
- Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente en el término municipal de Jerez de la Frontera, Boletín Oficial de la Provincia, Noviembre de 1998.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. (BOE nº 269, de 10 de noviembre).
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido (BOE núm. 60 de 11 de marzo).
- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE núm. 104 de 1 de mayo de 2001).

- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE núm. 140 de 12 de junio).
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE núm. 188 de 7 de agosto).

## **9. ACLARACIONES**

En relación a especificaciones o aclaraciones de carácter general referentes al contenido del proyecto, citar:

- La nomenclatura de las tablas y figuras expuesta en la Memoria se expresa tal como sigue:

Figura/Tabla a.b.

Donde el número “a” hace referencia al apartado donde se encuentra y el número “b” a la posición que ocupa ésta dentro del apartado.

Ejemplo: Figura 3.5.

Figura número 5, apartado 3.

\*Cada apartado de la memoria tiene su enumeración independiente y dentro de cada apartado a su vez, las tablas y las figuras también tienen su enumeración independiente.

- La nomenclatura de las tablas, figuras y expresiones expuesta en los Anexos se expresa tal como sigue:

Figura/Tabla/Ecuación Anexo-a.b.

Donde el número “a” hace referencia al anexo y el número “b” a la posición que ocupa ésta dentro del apartado.

Ejemplo: Figura Anexo-1.1.

Figura número 1, anexo 1.

\*Cada anexo tiene su enumeración independiente y dentro de cada anexo a su vez, las tablas, figuras y ecuaciones tienen su enumeración independiente.

En relación a algunas palabras se presenta un pequeño glosario:

- Antocianos: Sustancias colorantes (polifenoles) que se encuentran en la piel de las uvas tintas, responsables del color de los vinos tintos.
- Botas de vinos: Tonel de madera de roble de 550 a 600 litros de capacidad usado para la crianza de los vinos de Jerez.
- Coloide: Sustancia de aspecto gelatinoso que da cuerpo y untuosidad al vino. Está constituida por macromoléculas orgánicas originadas por la polimerización de las pectinas, polifenoles, antocianos y

- taninos. Cuando el vino envejece, los coloides se vuelven menos astringentes.
- Crianza: Proceso controlado de envejecimiento y maduración de un vino mediante el cual desarrolla caracteres especiales. Se suele aplicar de forma genérica a todos los vinos sometidos a envejecimiento.
  - Grado Baumè: Escala que sirve para medir el azúcar de un mosto o vino. Se calcula con un mustímetro, y corresponde a un valor constante de alcohol potencial, que permite determinar, con una precisión de dos décimas, la cantidad de azúcar de un mosto o de un vino.
  - Huella del carbono: Totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto.
  - Lías: Sustancias sólidas (sobre todo restos de levaduras) acumuladas en el fondo de los depósitos tras la fermentación del vino.
  - Pulgar: Trozo de sarmiento con un número variable de yemas que se deja al podar la cepa.
  - Taninos: compuestos sólidos de sabor áspero y astringente, responsables de la fijación del color rojo en vinos tintos.
  - Trazabilidad: La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde este pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbre especificadas.
  - Vinificación: Elaboración del vino. Conjunto de operaciones destinadas a obtener vino a partir del mosto de las uvas
  - Yema: Brote sin desarrollar del sarmiento de la vid. Brote del sarmiento. El número de yemas productivas suele estar limitado en la Denominaciones de Origen.

## **10. BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros consultados:**

- José Hidalgo Togores, “Tratado de Enología”, Tomo II, Ed. Mundi – Prensa, Madrid, 2003.
- José O. Valderrama “Información tecnológica”, Ed. Cit, 1998.
- J. M. Coulson y J. F. Richardson, “Ingeniería química, operaciones básicas”, Tomo II, Ed. Reverté, S. A. 3ª Edición, Barcelona, 2003.
- A. Hernández, F. Tejerina, J. I. Arribas, L. Martínez y F. Martínez, “Microfiltración, Ultrafiltración y Ósmosis Inversa”, Serie: Procesos de transporte y separación en membranas, Volumen 4, Universidad de Murcia, 1990.
- Rafael Molina, “Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas”, Ed. Mundi prensa, 1ª Edición, Madrid, 2000.
- Jaime Humberto Mendoza Chacón, “Uso de la tecnología de membrana en la clarificación de vinos”, Ed. Reciteia, Universidad del Valle Cali – Colombia, 2010.
- Tetra Pak Processing Systems AB, “Manual de industrias lácteas”, Ed. Mundi Prensa, 3ª Edición, Madrid, 2003.
- Albert Ibarz y Gustavo V. Barbosa-Cánovas, “Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos”, Ed. Mundi Prensa, 2005.
- Claude Flanzy, “Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos”, Ed. Mundi Prensa, 2ª Edición, 2003.
- Boulton, Roger, “Teoría y práctica de la elaboración del vino”, Ed. Acribia, S.A., 1ª Edición.
- Zeman L J y Zydney A L. “Microfiltration and ultrafiltration” Ed. Marcel Dekker, Inc. New York, EE. UU, 1996.
- Bryce Rankine, “Manual práctico de Enología”, Ed. Acribia, S. A., Zaragoza, 1999.
- Bernard Gautier, “Aspectos prácticos del filtrado de los vinos”, 1995.
- R. Gerhard Troost. “Tecnología del Vino”, Editorial Omega, Barcelona, 1985.

### **Artículos consultados:**

- V.M. Palacios, I. Caro, L. Perez, “Comparative study of crossflow microfiltration with conventional filtration of sherry wines”.
- Caro Pina, Ildefonso; Gómez Benítez, Juan, “Filtración de vinos tintos mediante filtros tangenciales y filtros de tierras de diatomeas”.
- Seong-Hoon Yoon, Hyung-Soo Kimb, Ik-Tae Yeomb, “Optimization model of submerged hollow fiber membrane modules”.
- Kerner S., Rochard J. ; IFV Epernay, Ninoreille S., Herard F. ; Compostière de l’Aube, “Processing of used filtration earth by co-composting”.
- Pall Food and Beverage Australia y Pall Food and Beverage New Zealand “How to choose a wine crossflow microfiltration system”.

### **Direcciones consultadas:**

- Empresa: Pall Corporation y Pall España S.A.U.: [www.pall.com](http://www.pall.com)
- Empresa: Servicios y Construcciones Vinícolas S.A.: [www.secovisa.com](http://www.secovisa.com)
- “Clasificación de las membranas y de los procesos que las utilizan”, Christian Guizard, Universidad de los Andes, disponible en: [www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S452B.pdf](http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S452B.pdf)
- [www.prevencionnavarra.es/documentacion/doc-agri-8Vinificacion.pdf](http://www.prevencionnavarra.es/documentacion/doc-agri-8Vinificacion.pdf)
- “Manual de mejores técnicas disponibles, sector vitivinícola”, disponible en: [www.tecnolimpia.cl](http://www.tecnolimpia.cl)
- [www.sherry.org](http://www.sherry.org)
- [www.lifesinergia.org/](http://www.lifesinergia.org/)
- [www.diccionariodelvino.com](http://www.diccionariodelvino.com)
- [www.maps.google.es](http://www.maps.google.es)

## **ANEXOS A LA MEMORIA DESCRIPTIVA**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

❖ ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN DE PLATO HORIZONTAL DE TIERRAS DIATOMEAS.....	150
❖ ANEXO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	165
❖ ANEXO 3: ESTUDIOS DE LOS COSTES GENERADOS POR LOS EQUIPOS.....	175
❖ ANEXO 4: ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y MEJORA TÉCNICA DISPONIBLE.....	199
❖ ANEXO 5: ESTUDIOS Y ENSAYOS ANALÍTICOS DEL VINO EN AMBOS EQUIPOS.....	230
❖ ANEXO 6: NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	238
❖ ANEXO 7: ORIGEN DE LAS DIATOMEAS.....	250
❖ ANEXO 8: FICHA DE SEGURIDAD DE LAS TIERRAS DIATOMEAS.....	256
❖ ANEXO 9: CATÁLOGO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL-.....	261
❖ ANEXO 10: CATÁLOGO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	293

## **ANEXO 1**

### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN DE PLATO HORIZONTAL DE TIERRAS DIATOMEAS**

1. DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO POR TIERRAS CON PLATO HORIZONTAL.....	151
1.1. RENDIMIENTO DE LA FILTRACIÓN.....	151
1.2. CÁLCULO DE SUPERFICIE DE FILTRACIÓN.....	152
1.3. ECUACIÓN DE LA FILTRACIÓN.....	153
1.3.1. RELACIÓN ENTRE EL ESPESOR DE LA TORTA Y EL VOLUMEN DE FILTRADO.....	155
1.4. ESPESOR DE KIESELGUR EN PRETORTA.....	158
1.5. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA TORTA AL FINAL DE LA FILTRACIÓN.....	159
1.6. CÁLCULO DEL DIÁMETRO Y SUPERFICIE FILTRANTE DE CADA PLATO DE FILTRACIÓN.....	163
1.6.1. SUPERFICIE DE CADA PLATO.....	163
1.6.2. DIÁMETRO DEL PLATO DE FILTRACIÓN.....	163

## **1. DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO POR TIERRAS CON PLATO HORIZONTAL**

La filtración se realiza en un filtro de tierra con filtro de plato horizontal usando como coadyuvante de filtración Kieselgur (tierras diatomeas).

### **1.1. RENDIMIENTO DE LA FILTRACIÓN**

Se entiende por rendimiento de filtración, el caudal de vino filtrado por unidad de tiempo y de superficie (l/h·m<sup>2</sup>). El rendimiento es hasta cierto punto una magnitud medible. En la actualidad no existe ningún ensayo fundamental y adaptado a la práctica industrial que indique cual debe ser el rendimiento ideal de filtración con Kieselgur. Así se ha visto que para el modelo Cadalpe C31 se aplica un rendimiento medio de 1800 l/h·m<sup>2</sup>.

$$\text{Rendimiento} = \text{Caudal} / (\text{Tiempo} \times \text{Superficie})$$

$$\text{Rendimiento medio} = 1800 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2.$$

## **1.2. CÁLCULO DE SUPERFICIE DE FILTRACIÓN**

Los ciclos de filtración en el filtro horizontal son largos. En la planta se realizarán dos ciclos de filtración por día de 8 horas cada uno. Utilizándose 1 hora para preparar el filtro y 1 hora para el lavado del filtro, por lo que los ciclos de trabajo son de 6 horas cada uno. Al ser cada ciclo de 6 horas, y tener un rendimiento medio de filtración  $1800 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$ , en cada ciclo se filtrarán:

$$1800 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2 \times 6 \text{ h} = 10800 \text{ l/m}^2$$

Como el caudal diario de la sala es de 120000 l, ( $Q = 120000 \text{ l/día}$ ), y a lo largo del día se realizan dos filtraciones. Se obtiene pues un caudal de 60000 l en cada proceso de filtración:

$$\frac{120000 \text{ l}}{2 \text{ ciclos/día}} = 60000 \text{ l/ciclo}$$

Para obtener la superficie de filtro (S) necesaria:

$$S = \frac{1\text{m}^2}{10800 \text{ l}} \cdot 60000 \text{ l} = 5,56 \text{ m}^2$$

Por tanto, el filtro adecuado al proceso debe tener una superficie:

$$\mathbf{S = 5,56 \text{ m}^2}$$

**Industrialmente no se puede comprar un filtro de  $5,56 \text{ m}^2$  por lo que la superficie será de  $6 \text{ m}^2$ .**

### **1.3. ECUACIÓN DE LA FILTRACIÓN**

El estudio que se realiza a continuación se aplica a filtros en los que se forman tortas sobre el medio filtrante.

Inicialmente, la mezcla de vino con las tierras pasan a través del medio filtrante para formar la pretorta, pero a medida que se va filtrando se forma la torta, que va aumentando su espesor, por lo que el fluido (el aluvionado) debe atravesar, no sólo el medio filtrante, sino también la torta formada. Esto supone que la caída de presión a través del filtro es cada vez mayor, o bien el caudal de filtrado es menor. Esto indica que la forma de trabajar puede ser a caída de presión constante o a caudal constante de filtrado. En el primer caso, al mantener la caída de presión constante, el caudal de filtrado irá disminuyendo a lo largo del tiempo de filtración. Por el contrario, si se desea que el caudal de filtrado sea constante, la caída de presión se hará cada vez mayor. A medida que se va filtrando va aumentando el espesor del sólido depositado, con lo que constituye un caso no estacionario de circulación de fluidos a través de alturas de relleno variables. En el filtro podrán distinguirse dos zonas, la de la torta filtrante y la del medio filtrante. La primera de ellas constituye un relleno que puede cambiar de características (superficie específica, porosidad...), mientras que el medio filtrante posee características fijas. En general, para un filtro en el que se forma una torta, la caída de presión total que experimenta el fluido ( $-\Delta P$ ) es la suma de la que experimenta a través del medio filtrante ( $-\Delta P_m$ ), a través de la torta ( $-\Delta P_t$ ) y resistencia del filtro como tal ( $-\Delta P_f$ ) que por su escasa cuantía resulta despreciable.

$$(-\Delta P) = (-\Delta P_m) + (-\Delta P_t)$$

Como las partículas que forman la torta son pequeñas y el flujo a través del lecho es lento, casi siempre se obtienen condiciones laminares y, por tanto, en un instante cualquiera puede expresarse según la ecuación de Kozeny, de la forma:

$$u = \frac{1}{A} \frac{dV}{dt} = \frac{e^3}{5(1-e)^2 S^2} \frac{-\Delta P}{\mu L}$$

Ecuación Anexo-1.1.

En esta ecuación, V es el volumen de filtrado que ha pasado en un tiempo t, A es el área de la sección transversal de la torta filtrante, u es la velocidad superficial del filtrado, L es el espesor de la torta, S es la superficie específica de las partículas, e es la porosidad,  $\mu$  es la viscosidad del filtrado y  $\Delta P$  es la diferencia de presiones aplicada.

Las tortas filtrantes pueden dividirse en dos clases, tortas incompresibles y tortas compresibles. En el primer caso, la resistencia al flujo de un volumen dado de torta no es afectada de forma apreciable por la diferencia de presión a través de la torta o por la velocidad de deposición de material. Por otra parte, con una torta compresible, un aumento de la diferencia de presión o de la velocidad de flujo provoca la formación de una torta más densa con una resistencia más elevada.

En la obtención de la ecuación de filtración se ha supuesto por motivos de cálculo que la torta será incompresible, por tanto para tortas incompresibles, el valor de e en la ecuación anexo-1.1. puede tomarse como constante; entonces el grupo  $e^3/[5(1-e)^2 S^2]$  es una propiedad de las partículas que forman la torta y debe ser constante para un determinado material.

Por tanto:

$$\frac{1}{A} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{-\Delta P}{r \cdot \mu \cdot L}$$

Ecuación Anexo-1.2.

$$r = \frac{5(1-e)^2 S^2}{e^3}$$

### Ecuación Anexo-1.3.

La ecuación anexo-1.2. es **la ecuación básica de la filtración**, siendo  $r$  la resistencia específica de la torta. Depende de  $e$  y de  $S$ . Para tortas incompresibles se considera constante, pero dependerá de la velocidad de deposición, de la naturaleza de las partículas y de las fuerzas existentes entre las mismas.

#### **1.3.1. RELACIÓN ENTRE EL ESPESOR DE LA TORTA Y EL VOLUMEN DE FILTRADO**

Las variables  $L$  y  $V$  están relacionadas por la ecuación anexo-2.2., pudiendo obtenerse la relación entre ellas efectuando un balance de materia entre los sólidos presentes en la suspensión y en la torta.

$$\text{Masa de sólidos en la torta filtrante} = (1 - e) \cdot A \cdot L \cdot \rho_s$$

### Ecuación Anexo-1.4.

Donde:

$e$ : Porosidad del medio filtrante (%).

$A$ : Área filtrante ( $m^2$ ).

$L$ : Espesor de la torta (m).

$\rho_s$ : Densidad de los sólidos ( $kg/m^3$ ).

$$\text{Masa de líquido retenido en la torta filtrante} = e \cdot A \cdot L \cdot \rho$$

### Ecuación Anexo-1.5.

$e$ : Porosidad del medio filtrante (%).

$A$ : Área filtrante ( $m^2$ ).

$L$ : Espesor de la torta (m).

$\rho$ : Densidad del filtrado ( $kg/m^3$ ).

Entonces, si  $J$  es la fracción de masa de los sólidos en la suspensión original:

$$(1 - e) \cdot L \cdot A \cdot \rho_s = \frac{(V + e \cdot A \cdot L) \cdot \rho \cdot J}{1 - J}$$

Es decir,

$$(1 - J) \cdot (1 - e) \cdot A \cdot L \cdot \rho_s = J \cdot V \cdot \rho + A \cdot e \cdot J \cdot L \cdot \rho$$

De forma que

$$L = \frac{J \cdot V \cdot \rho}{A\{(1 - J) \cdot (1 - e) \cdot \rho_s - J \cdot e \cdot \rho\}}$$

Ecuación Anexo-1.6.

y

$$V = \frac{\{\rho_s(1 - e) \cdot (1 - J) - J \cdot e \cdot \rho\} \cdot A \cdot L}{J \cdot \rho}$$

Ecuación Anexo-1.7.

Sí  $v$  es el volumen de torta depositada por unidad de volumen de filtrado, entonces:

$$v = \frac{L \cdot A}{V} \quad o \quad L = \frac{v \cdot V}{A}$$

Ecuación Anexo-1.8.

Y de la ecuación anexo-1.7.:

$$v = \frac{J \cdot \rho}{(1 - J) \cdot (1 - e) \cdot \rho_s - J \cdot e \cdot \rho}$$

Sustituyendo el valor de  $L$  en la ecuación anexo-1.2.:

$$\frac{1}{A} \frac{dV}{dt} = \frac{-\Delta P}{r\mu} \frac{A}{vV}$$

o

$$\frac{dV}{dt} = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu vV}$$

Ecuación Anexo-1.9.

La ecuación anexo-1.9. es otra forma de expresar la ecuación de filtración donde puede verse la relación básica entre  $(-\Delta P)$ ,  $V$  y  $t$ .

#### **1.4. ESPESOR DE KIESELGUR EN PRETORTA**

Cada precapa se construye con una dosis de unos 0,3 a 0,5 kg/m<sup>2</sup> de superficie filtrante, en un circuito cerrado a una presión no superior a los 0,1 a 0,2 bar y a un caudal de 18 hl/h·m<sup>2</sup>. (José Hidalgo Togores, 2003.)

La densidad del kieselgur será la media de 0,27 a 0,42 g/ml, siendo de 0,35 g/ml lo que es lo mismo 0,35 kg/l. (Ver Anexo-7. Origen de las Diatomeas)

La dosis de la precapa será la media entre 0,3 a 0,5 kg/m<sup>2</sup>, siendo de 0,4 kg/m<sup>2</sup>.

$$0,4 \frac{kg}{m^2} \cdot \frac{1}{0,35} \frac{l}{kg} = 1,14 \frac{l}{m^2} \cdot \frac{1m^3}{1000 l} = 1,14 \cdot 10^{-3}m = 1,14 mm$$

El espesor ( $L_0$ ) de la precapa es:

$$\mathbf{L_0 = 1,14 mm}$$

## **1.5. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA TORTA AL FINAL DE LA FILTRACIÓN**

Conocido el espesor de la pretorta ( $L_0$ ) se pasa al cálculo del espesor la torta ( $L$ ).

Partiendo de la ecuación anexo-1.2. básica de filtración:

$$\frac{1}{A} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{-\Delta P}{r \cdot \mu \cdot L}$$

Ecuación Anexo-1.2.

Se supone que la tela filtrante y las capas iniciales de torta (pretorta) son equivalentes a un espesor  $L_0$  de la torta ( $L$ ) depositada al cabo de un cierto tiempo del proceso. Entonces, si  $(-\Delta P)$  es la caída de presión a través de la pretorta y la torta, combinadas, la ecuación 2 queda de la siguiente forma:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{A(-\Delta P)}{r \cdot \mu \cdot (L + L_0)}$$

Ecuación Anexo-1.10.

Por lo que con la ecuación anterior (ecuación anexo-1.10.) se puede conocer el espesor de la torta  $L$ .

Para el caso en estudio, la presión inicial debe estar comprendida entre 0,1 y 0,2 siendo la media  $\Delta P_0 = 0,15$  bar y el incremento de presión a lo largo de la filtración para que esta sea óptima debe ser 5 bar, pudiendo soportar una presión máxima de 6 bar. Para el presente estudio se aplica la ecuación obtenida anteriormente para tortas incompresibles (el espesor de Kieselgur se toma a motivos de cálculo como incompresible):

$$\frac{1}{A} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P}{r \cdot \mu \cdot (L_0 + L)}$$

Ecuación Anexo-1.10.

A: Área de la sección transversal del filtro ( $m^2$ )

V: Volumen de filtrado ( $m^3$ )

t: Tiempo (s)

$\Delta P$ : Diferencia de presión a ambos lados de la torta ( $N/m^2$ )

r: Resistencia específica de la torta, referida al volumen de torta ( $1/m^2$ )

$\mu$ : Viscosidad ( $kg/m \cdot s$ )

L: Espesor de la torta (m)

$L_0$ : Espesor del medio filtrante (m)

Como la velocidad de flujo es constante:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{V}{t} = cte$$

Integramos la Ecuación Anexo-1.10 que es inmediata:

$$\frac{V}{t} = \frac{\Delta P}{r \cdot \mu \cdot L_0 + r \cdot \mu \cdot L} \cdot A$$

Teniendo en cuenta la caída de presión respecto al volumen filtrado se tiene:

$$\Delta P = \frac{r \cdot \mu \cdot L_0 \cdot V}{t \cdot A} + \frac{r \cdot \mu \cdot L \cdot V}{t \cdot A}$$

(a)

(b)

$$(\Delta P) = (\Delta P_m) + (\Delta P_t)$$

(a)

(b)

**Cálculo de V/t:**

$$V = 60000 \text{ l} = 60 \text{ m}^3$$

$$t = 6 \text{ horas} = 21600 \text{ s}$$

$$V/t = \frac{60}{21600} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

(a) Resistencia debida al Medio Filtrante (Kieselgur) ( $\Delta P_m$ ):

$$\Delta P = \frac{r \cdot \mu \cdot L_0 \cdot V}{t \cdot A}$$

Siendo:

$$\Delta P = 0,15 \cdot 10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$L_0 = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$V/t = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$A = 5,56 \text{ (m}^2\text{)}$$

Sustituyendo los valores en la parte (a) de la ecuación y despejando:

$$\begin{aligned} 0,15 \cdot 10^5 &= \frac{r \cdot \mu \cdot 1,14 \cdot 10^{-3} \cdot 2,78 \cdot 10^{-3}}{5,56} \rightarrow r \cdot \mu = 2,63 \cdot 10^{10} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^4} \\ &= 2,63 \cdot 10^{10} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}} \end{aligned}$$

Este último valor es constante a lo largo del proceso y por tanto sustituyendo en la parte (b) de la ecuación y despejando se obtiene el valor de L:

(b) Resistencia debido a la Torta:

$$\Delta P = \frac{r \cdot \mu \cdot L \cdot V}{t \cdot A}$$

Siendo:

$$\Delta P = 6 \cdot 10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$r \cdot \mu = 2,63 \cdot 10^{10} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}$$

$$V/t = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$A = 5,56 \text{ (m}^2\text{)}$$

Sustituyendo los valores en la otra parte de la ecuación (b):

$$6 \cdot 10^5 = \frac{2,63 \cdot 10^{10} \cdot L \cdot 2,78 \cdot 10^{-3}}{5,56}$$

Y despejando el espesor (L):

$$L = \frac{\Delta P \cdot A}{r \cdot \mu \cdot (V/t)} \rightarrow L = \frac{6 \cdot 10^5 \cdot 5,56}{2,63 \cdot 10^{10} \cdot 2,78 \cdot 10^{-3}} = 0,046 \text{ m}$$

$$L = 0,046 \text{ m} \cdot 1000\text{mm/m} = 46 \text{ mm}$$

Por tanto el espesor de la torta será:

$$L + L_0 = 46 + 1,14 = 47,14 \text{ mm}$$

Al elegir el espesor se sobredimensiona en un 10% por motivos de seguridad:

$$L + L_0 = 47,14 \cdot 1,1 = 51,85 \text{ mm}$$

## **1.6. CÁLCULO DEL DIÁMETRO Y SUPERFICIE FILTRANTE DE CADA PLATO DE FILTRACIÓN**

### **1.6.1. SUPERFICIE DE CADA PLATO**

Con los datos obtenidos, se ha optado por un filtro vertical con disposición de platos en horizontal especialmente adecuado para trabajar con tierras diatomeas.

- Elementos filtrantes [nº] para el modelo C31 (ver Anexo-9. Catálogo del equipo de filtración por tierras diatomeas de plato horizontal): 28
- Superficie filtrante [m<sup>2</sup>]: 6

Por tanto la superficie de cada elemento filtrante es de:

$$6 \text{ [m}^2\text{]}/28 \text{ [n}^\circ\text{]} = \mathbf{0,21 \text{ m}^2}$$

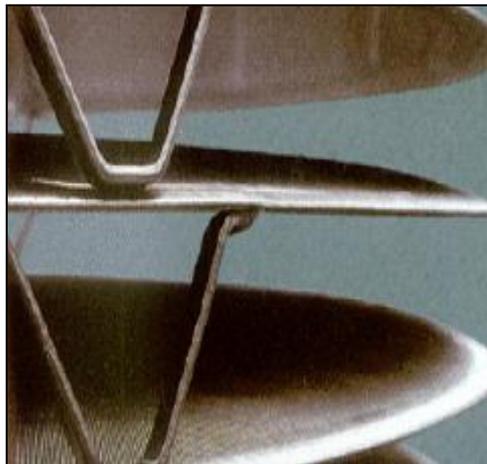


Figura Anexo-1.1. Platos horizontales del equipo de filtración por tierras.

### **1.6.2. DIÁMETRO DEL PLATO DE FILTRACIÓN**

Ya que el plato es un círculo:

$$A_{\text{círculo}} = \pi \cdot r^2 = 0,21 \text{ m}^2$$

Ecuación Anexo-1.11.

Por tanto el diámetro es:

$$r = \sqrt{\frac{0,21}{\pi}} = 0,26 \text{ m}$$

$$\mathbf{d = 0,52 \text{ m}}$$

## **ANEXO 2**

### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

1. DIMENSIONADO DE LA MEMBRANA.....	166
1.1. CÁLCULO DEL DIÁMETRO EXTERNO DE LA MEMBRANA.....	166
1.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MEMBRANAS.....	170
2. DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	172

## **1. DIMENSIONADO DE LA MEMBRANA**

### **1.1. CÁLCULO DEL DIÁMETRO EXTERNO DE LA MEMBRANA**

Datos conocidos:

- a) Diámetro interno
- b) Espesor de la membrana

#### **a) Diámetro interno**

Según el artículo *Pall Food and Beverage Australia* y *Pall Food and Beverage New Zealand* “*How to choose a wine crossflow microfiltration system*” el diámetro interno óptimo debe estar comprendido entre los 1,3 – 1,8 mm, por ello se toma el que ofrece la *Tabla Anexo-2.1. Microza Membranes Polyvinylidenedifluoride (PVDF) (Pall Corporation). Especificaciones técnicas de membrana PVDF.*

Para el caso en estudio el diámetro interno (DI) será de 1,4 mm.

#### **b) Espesor de la membrana**

El espesor de la fibra hueca simétrica está comprendido entre 300 a 600  $\mu\text{m}$  según el artículo *Pall Food and Beverage Australia* y *Pall Food and Beverage New Zealand* “*How to choose a wine crossflow microfiltration system*”, por ello se cogerá la media aritmética:

$$e = \frac{300 + 600}{2} = 450 \mu\text{m} = 0,450 \text{ mm}$$

Donde:

e: espesor de la fibra hueca.

### **Cálculo del diámetro exterior:**

Una vez conocido el diámetro interno y el espesor de la membrana de fibra hueca se procederá al cálculo del diámetro exterior:

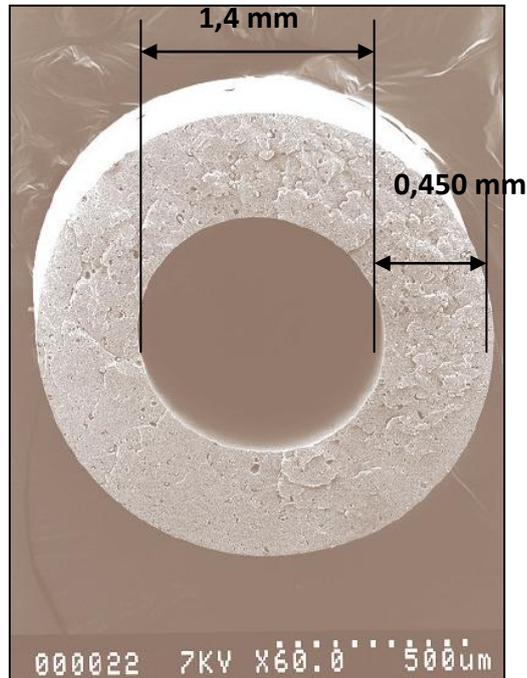


Figura Anexo-2.1. Membrana de fibra hueca con estructura asimétrica de PVDF.

Simplemente multiplicando por dos el espesor y sumándole a este valor el diámetro interno obtenemos el diámetro exterior como sigue:

$$DE = 2 * e + DI$$

Ecuación Anexo-2.1.

Donde:

DI: diámetro interno.

DE: diámetro externo.

Para el caso en estudio:

$$DE = 2 * 0,450 + 1,4 = 2,3 \text{ mm}$$

Por lo que el diámetro exterior (DE) será 2,2 mm que es el que más se aproxima según el que ofrece la *Tabla Anexo-2.1. Microza Membranes Polyvinylidenedifluoride (PVDF) (Pall Corporation). Especificaciones técnicas de membrana PVDF.*

Se calcula el nuevo espesor para el diámetro exterior de 2,2 mm:

$$e = \frac{DE - DI}{2} = \frac{2,2 - 1,4}{2} = 0,400 \text{ mm}$$

Por lo que el espesor de la membrana sería de 400  $\mu\text{m}$ .

- ✓ De todas las membranas ofrecidas por la Tabla Anexo-2.1. que poseen el diámetro interno de 1,4 mm y el diámetro externo de 2,2 mm, la membrana elegida es UMP-3247R ya que tiene la longitud nominal que mejor se adapta a escala industrial y al equipo tangencial Oenoflow XL-10A.

Part Number	Rating (MWCO, Daltons)	Fiber ID / OD	Nominal Length (mm)
UMP-053	0.2	2.6 / 4.1 mm	130
UMP-153	0.2	2.6 / 4.1 mm	347
UMP-353	0.2	2.6 / 4.1 mm	1129
UMW-553	0.2	2.6 / 4.1 mm	1172
UMP-0047R	0.2	1.4 / 2.2 mm	310
UMP-1047R	0.2	1.4 / 2.2 mm	320
UMP-1147M	0.2	1.4 / 2.2 mm	550
UMP-1147R	0.2	1.4 / 2.2 mm	550
UMP-2147R	0.2	1.4 / 2.2 mm	546
UMP-3147R	0.2	1.4 / 2.2 mm	630
UMP-3247R	0.2	1.4 / 2.2 mm	1129

Part Number	Maximum Pressure (barg) Feed/TMP/Permeate at 50 °C
UMP-053	1/1/1
UMP-153	3/3/3
UMP-353	3/3/3
UMW-553	3/3/3
UMP-0047R	3/3/1.5
UMP-1047R	3/3/1.5
UMP-1147M	3/3/1.5
UMP-1147R	3/3/1.5
UMP-2147R	3/3/1.5
UMP-3147R	3/3/1.5
UMP-3247R	3/3/1.5

Tabla Anexo-2.1. Especificaciones técnicas de membrana PVDF. Microza Membranes Polyvinylidenedifluoride (PVDF) (Pall Corporation).

**Características de la membrana de PVDF:**

<b>Membrana de fibra hueca de polivinilidenedifluoruro (PVDF)</b>	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor de la membrana (µm)
	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>	<b>400</b>
	Diámetro de poros <sup>1</sup> (µm)	Separación nominal entre poros <sup>2</sup> (µm)	Longitud de la membrana L <sub>m</sub> (mm)
<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1129</b>	

Diámetro de poros<sup>1</sup>: Dato proporcionado por Pall Corporation.

Distancia entre los poros<sup>2</sup>: Artículo: *Pall Food and Beverage Australia y Pall Food and Beverage New Zealand "How to choose a wine crossflow microfiltration system"*

Tabla Anexo-2.2. Características de la membrana de PVDF.

## **1.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MEMBRANAS**

Datos conocidos:

- a) Superficie por módulo de membrana o área total de membrana por módulo: 21,5 m<sup>2</sup>.
- b) Longitud de membrana: 1129 mm.

Para conocer el número de membranas se calcula como sigue:

1º) El área superficial de la membrana, un capilar, sería el área de un cilindro sin base:

$$a = 2 \cdot \pi \cdot r_o \cdot L_m$$

Ecuación Anexo-2.2.

Donde:

a: área superficial de membrana.

r<sub>o</sub>: radio externo de la membrana = 1,1 · 10<sup>-3</sup> m.

L<sub>m</sub>: longitud de una membrana = 1,129 m.

Para el caso en estudio:

$$a = 2 \cdot \pi \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 1,129 = 7,80 \cdot 10^{-3} m^2$$

2º) Por tanto el número de membranas por módulo será simplemente dividir el área total de membrana por módulo entre el área superficial de membrana:

$$N = \frac{\text{área total de membrana en un módulo}}{\text{área superficial de membrana}}$$

Ecuación Anexo-2.3.

$$N = \frac{21,5}{7,80 \cdot 10^{-3}} = 2757 \text{ membranas por módulo}$$

Como el equipo presenta 10 módulos, el número total de membranas es de 27570.

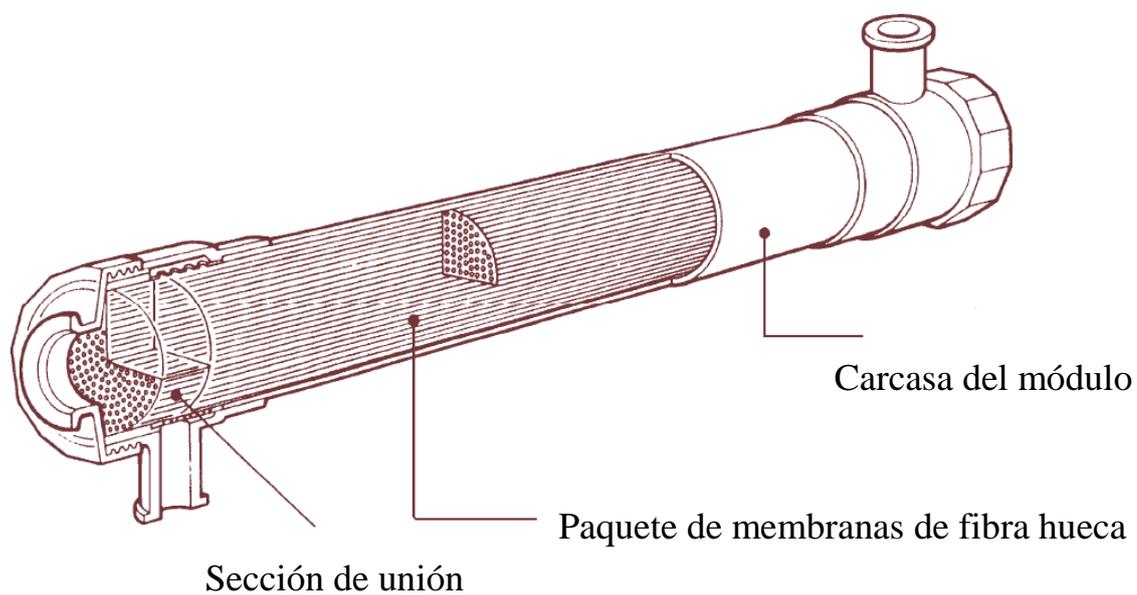


Figura Anexo-2.3. Detalle de un módulo de filtración tangencial.

## **2. DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

Con las características geométricas de la fibra hueca anteriormente calculadas se pasa a conocer el diámetro de la sección del módulo. Para ello se realiza un corte transversal de un módulo de membrana, lo primero que se hace es asumir que estas se encuentran regularmente espaciadas las unas de las otras, tal y como puede verse en la figura:

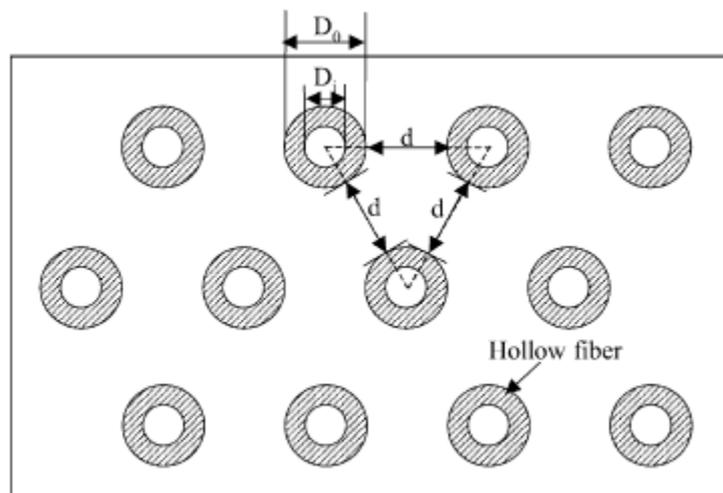


Figura Anexo-2.4. Corte transversal de un módulo.

Donde:

$D_o$ : diámetro exterior de la membrana.

$D_i$ : diámetro interior de la membrana.

$d$ : separación entre membranas  $d= 0,2$  a  $2,5$  mm (Zeman y Zydney, 1996). Se tomará la distancia como la media geométrica de ambos valores, siendo la distancia de  $1,35$  mm.

Se calcula en primer lugar el número de densidad de membrana de un módulo en una sección transversal,  $N/A_m$ , la cual es obtenida por simples relaciones trigonométricas (Seong-Hoon Yoon, Hyung-Soo Kim, Ik-Tae Yeom, 2004):

$$\frac{N}{A_m} = \frac{2}{\sqrt{3}(D_o + d)^2}$$

Ecuación Anexo-2.4.

Donde:

N: número de membranas en un módulo.

$A_m$ : área transversal del módulo.

Para el caso en estudio:

$$\frac{N}{A_m} = \frac{2}{\sqrt{3}(2,2 \cdot 10^{-3} + 1,35 \cdot 10^{-3})^2} = 91624,72 \text{ m}^{-2}$$

En el apartado anterior (1.2. *Cálculo del número de membranas*) se calculó el número de membrana por lo que conociendo este dato y el número de densidad de membrana calculado anteriormente podemos despejar el área transversal de un módulo como sigue:

$$A_m = \frac{N}{91624,72} = \frac{2757}{91624,72} = 0,030 \text{ m}^2$$

Finalmente se puede calcular el radio de la sección del módulo ya que éste equivale a la sección de un círculo:

$$A_m = \pi \cdot r^2$$

Donde:

$A_m$ : área transversal del módulo ( $\text{m}^2$ ).

r: radio de la sección de un módulo (m).

Para el caso en estudio:

$$A_m = 0,030 \text{ m}^2 = \pi \cdot r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{0,014}{\pi}} = 0,098 \text{ m}$$

El diámetro de la sección del módulo es de 0,196 m o 19,6 cm.

Las longitudes y diámetro del módulo a nivel industrial son las ofrecidas en la siguiente tabla:

<b>Modelo Oenoflow XL-A</b>	
Longitud – L (mm)	1260
Longitud – L <sub>1</sub> (mm)	1220
Longitud – L <sub>2</sub> (mm)	1030
Diámetro – D (mm)	200
Superficie de membrana (m <sup>2</sup> )	21,5
Conectores y adaptadores	Alimentación y Retenido DIN 50 (mm)
	Permeado DIN 34 (mm)
	Entrada de aire 3/8"

Tabla Anexo-2.3. Especificaciones técnicas del módulo Oenoflow XL-10A. Pall Corporation.

El equipo dispone de 10 módulos de filtración con las dimensiones anteriores por lo que el área total de superficie filtrante es de 215 m<sup>2</sup>.

Para más detalle ver Documento n°2: Planos; Plano n°4: Dimensionado del equipo de filtración tangencial y Plano n°5: Dimensionado del módulo de filtración.

### **ANEXO 3**

#### **ESTUDIOS DE LOS COSTES GENERADOS POR LOS EQUIPOS**

1. CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	177
2. COSTES DIRECTOS.....	178
2.1. EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS.....	178
2.1.1. COADYUVANTE DE FILTRACIÓN.....	178
2.1.1.1. CONSUMO DE COADYUVANTE PARA LA FORMACIÓN DE LA PRECAPA.....	178
2.1.1.2. DOSIS DE TIERRA DURANTE LA FILTRACIÓN POR ALUVIONADO.....	178
2.1.1.3. CONSUMO TOTAL DE COADYUVANTE.....	180
2.1.1.4. EL PRECIO DE LAS TIERRAS.....	180
2.1.2. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	180
2.1.3. AGUA DE LA RED PARA LOS LAVADOS.....	182
2.1.4. MERMAS DE PRODUCTOS.....	182
2.1.5. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LIMPIEZA.....	183
2.1.6. MANO DE OBRA.....	184
2.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	184
2.2.1. COADYUVANTE DE FILTRACIÓN.....	184
2.2.2. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	184
2.2.3. AGUA DE LA RED PARA LOS LAVADOS.....	186
2.2.4. MERMAS DE PRODUCTOS.....	186
2.2.5. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LIMPIEZA.....	186
2.2.6. MANO DE OBRA.....	187
3. COSTES INDIRECTOS.....	189
3.1. EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS.....	189
3.1.1. GESTOR DE RESIDUOS.....	189
3.1.2. CARTUCHO FINAL.....	189
3.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	189

3.2.1. GESTOR DE RESIDUOS.....	189
3.2.2. CARTUCHO FINAL.....	189
3.2.3. MÓDULOS DE FILTRACIÓN.....	190
4. COSTE DE LA AMORTIZACIÓN.....	191
4.1. CONCEPTO.....	191
4.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS.....	192
4.3. EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	193
5. AHORROS GENERADOS AL IMPLANTAR EL EQUIPO TANGENCIAL.....	194
6. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.....	195
7. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	197

## **1. CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Para demostrar que la filtración tangencial no sólo debe suponer una innovación y una mejora sustancial de la calidad del producto filtrado, sino una ventaja económica, se realiza un estudio de los costes operativos entre un equipo de filtración por tierras y otro tangencial.

Las condiciones de operación se presentan a continuación:

<b>FILTRO TIERRAS</b>		<b>FILTRO TANGENCIAL</b>
<b>Superficie filtrante = 6 m<sup>2</sup></b>		<b>Superficie filtrante = 215 m<sup>2</sup></b>
<b>Caudal a filtrar = 10.000 l/ h</b>		<b>Caudal a filtrar = 10.000 l/ h</b>
<b>Jornada trabajo = 16 h</b>		<b>Jornada trabajo = 16 h</b>
<b>Protocolo filtración</b>		<b>Protocolo filtración</b>
2 horas por día para formación de precapa		1 hora a la semana de limpieza química, requiera la presencia de un operario.
2 horas por día para limpieza estándar (con agua); requiere la presencia de un operario.		Limpieza estándar (con agua); no requiere operario, equipo automatizado.

Tabla Anexo-3.1. Condiciones de operación.

Los días laborales al año en la planta de estabilización por frío son 200 días.

*(Nota: en realidad la jornada de trabajo en un filtro tangencial es de 22 h/día (220.000 l/día), pero se ha considerado 16 h/día para que ambos estén en iguales condiciones).*

## **2. COSTES DIRECTOS**

### **2.1. EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS**

El funcionamiento de los filtros C31 requiere la utilización de:

#### **2.1.1. COADYUVANTE DE FILTRACIÓN**

##### **2.1.1.1. CONSUMO DE COADYUVANTE PARA LA FORMACIÓN DE LA PRECAPA**

Cada precapa se construye con una dosis de unos 0,3 a 0,5 kg/m<sup>2</sup> de superficie filtrante, en un circuito cerrado a una presión no superior a los 0,1 a 0,2 bar y a un caudal de 18 hl/h·m<sup>2</sup>, (José Hidalgo Togores, 2003.)

La densidad del kieselgur será la media de 0,27 a 0,42 g/ml, siendo de 0,35 g/ml lo que es lo mismo 0,35 kg/l, (Ver Anexo-7. Origen de las Diatomeas).

La dosis de la precapa será la media entre 0,3 a 0,5 kg/m<sup>2</sup>, siendo:

$$\begin{aligned} \text{Coadyuvante para la formación de precapa} &= \frac{0,3 + 0,5}{2} \\ &= 0,4 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Se tienen 6 m<sup>2</sup> de filtro:

$$0,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 6\text{m}^2 = 2,4 \text{ kg de coadyuvante para la formación de precapa}$$

##### **2.1.1.2. DOSIS DE TIERRA DURANTE LA FILTRACIÓN POR ALUVIONADO**

Las dosis de tierras varían en función del tipo de filtración a realizar y por lo tanto también del tipo de tierras seleccionado, utilizando desde tierras gruesas para el desbaste de los vinos, hasta tierras finas para su abrillantado:

<b>Filtración</b>	<b>Dosis de coadyuvante</b>
	<b>Gramos/m<sup>2</sup>·hora</b>
Desbaste	1500 a 2000
Media	1000 a 1500
Abrillantamiento	500 a 800

Tabla Anexo-3.2. Dosis de coadyuvante.

Para calcular una dosis más exacta de tierras es conveniente que se realice previamente un ensayo de laboratorio, con objeto de seleccionar el tipo de tierra más adecuada para cada vino.

Se calcula la dosis de coadyuvante necesaria para la filtración que será para este caso tierras de abrillantamiento ya que se está prácticamente al final del proceso de elaboración del vino:

$$\frac{500 + 800}{2} = 650 \frac{g}{m^2 \cdot h}$$
$$650 \frac{g}{m^2 \cdot h} \cdot 6m^2 = 3900 \frac{g}{h} = 3,9 \text{ kg/h}$$

Se calcula los kilos/ciclo:

$$3,9 \frac{kg}{h} \cdot 6 \frac{h}{ciclo} = 23,4 \frac{kg}{ciclo}$$

Cantidad de coadyuvante en un día:

$$23,4 \frac{kg}{ciclo} \cdot 2 \frac{ciclo}{día} = 46,8 \text{ kg/día}$$

### **2.1.1.3. CONSUMO TOTAL DE COADYUVANTE**

Se tiene en cuenta que durante un día hay dos ciclos de filtración, por tanto se van a formar 2 precapas de filtración:

*Cantidad tierra formación de 2 precapas  
+ dosis durante la filtración*

$$\frac{(2 \cdot 2,4)kg}{día} + 46,8 \frac{kg}{día} = 51,6 \text{ kg de coadyuvante/día}$$

### **2.1.1.4. EL PRECIO DE LAS TIERRAS**

1,230 €/kg más 18% de IVA

$$\frac{1,23€}{kg} \cdot 0,18 = 0,22€/kg$$

$$1,23 \frac{€}{kg} + 0,22 \frac{€}{kg} = 1,45€/kg$$

Por tanto si se consumen 51,6 kg de coadyuvante el precio de nuestras tierras sería:

$$1,45 \frac{€}{kg} \cdot 51,6 \text{ kg} = 74,82 \text{ €/día}$$

### **2.1.2. ENERGÍA ELÉCTRICA**

La potencia eléctrica consumida por el equipo de filtración de tierras es de de 3,65 kW.

<b>De 1 a 10 kW</b>			
<b>Potencia (€/kW contratado)</b>	<b>Energía (€/kW consumido)</b>		
1,719427	<b>Sin Diferencia Horaria (DH)</b>	<b>Con Diferencia Horaria (DH)</b>	
	0,141447	Punta	Valle
		0,168743	0,060896

Tabla Anexo-3.3. Tarifas eléctrica de Endesa.

➤ Energía consumida (€/día):

Se considerar que se trabaja sin diferencia horaria:

Se trabaja 8 horas por ciclos, por tanto la jornada completa de trabajo son de 16 horas:

$$3,65kW \cdot 16 h = 58,4 kWh$$

$$58,4 kWh \cdot 0,141447 \frac{\text{€}}{kWh} = \mathbf{8,26 \text{ €/día}}$$

➤ Tarifa contratada (€/día):

La potencia (kW) contratada es de 3,65 kW por lo que:

$$3,65 kW \cdot 1,719427 \text{ €/kW} = 6,28 \text{ €}$$

Se considera que se trabaja 21 días al mes por lo que el precio de la potencia contratada sería:

$$\frac{6,28 \text{ €}}{21 \text{ días}} = \mathbf{0,30 \text{ €/día}}$$

### **2.1.3. AGUA DE LA RED PARA LOS LAVADOS**

El equipo consume por cada ciclo de trabajo 250 litros de agua para el lavado es decir 500 litros de agua al día y al mes (se trabaja 21 días al mes) 10500 litro, lo que es lo mismo que 10,5 m<sup>3</sup>:

Para las aguas de Jerez de la Frontera y para uso industrial:

<b>USO INDUSTRIAL</b>	<b>€/m<sup>3</sup></b>
De 1 a 14 m <sup>3</sup> mes	0,6753 €
De 15 a 30 m <sup>3</sup> mes	0,8104 €
Más de 30 m <sup>3</sup> mes	0,8779 €

Tabla Anexo-3.4. Consumo de agua Industrial.

(Caudal mínimo de agua de red 3 m<sup>3</sup>/h.)

$$10,5m^3 \cdot 0,6753 \frac{\text{€}}{m^3} = 7,09 \text{ € al mes}$$

Al día el precio de agua sería:

$$7,09 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{21 \text{ días}} = \mathbf{0,34 \text{ €/día}}$$

### **2.1.4. MERMAS DE VINO**

Unos de los principales problemas que presenta el equipo de filtración por tierras es la gran cantidad de mermas de vino, estas mermas son generadas a causa de que las tierras quedan empapadas en vino y por tanto hay una gran pérdida de éste:

Se calcula la masa de líquido retenido en torta a partir de la ecuación anexo-1.5.:

$$\text{Masa de líquido retenido en la torta filtrante} = e \cdot A \cdot L \cdot \rho$$

Ecuación Anexo-1.5.

*e*: Porosidad del medio filtrante (%).

*A*: Área filtrante (m<sup>2</sup>).

*L*: Espesor de la torta (m).

*ρ*: Densidad del filtrado (kg/m<sup>3</sup>). Densidad del vino aproximadamente 1000 kg/m<sup>3</sup>

*Masa de líquido retenido en la torta filtrante*

$$= 0,9 \cdot 6\text{m}^2 \cdot 0,046\text{m} \cdot \frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3}$$

*Masa de líquido retenido en la torta filtrante* = 248,4 kg de vino

$$\frac{248,4 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,2484 \text{ m}^3 = 248,4 \text{ litros de vinos retenidos en torta}$$

Por lo que tras los dos ciclos de filtración, al día se pierden 496,8 litros de vino.

$$496,8 \text{ l} \cdot \frac{1,20\text{€}}{\text{litro de vino}} = 596,16 \text{ €/día}$$

### **2.1.5. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LIMPIEZA**

El filtro de tierras sólo se limpia con agua después de cada uso. La limpieza química se realiza una vez al año por lo que el consumo de productos químicos para el equipo de filtración por tierras es despreciable.

### **2.1.6. MANO DE OBRA**

Para el equipo de filtración será necesario de un operario para el lavado y la formación de la precapa, por tanto el éste solo estará presente para estas dos actividades. Durante el día se utilizará 2 horas para la formación de la precapa y 2 horas para el lavado:

El salario del operario se tomará de 1152,27 € al mes (según el salario presente en *Tabla Anexo-3.7. Salarios de operarios. Bodega Williams & Humbert*), por tanto el coste del operario para las 4 horas de trabajo en el equipo de filtración será:

$$1152,27 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{21 \text{ días laborales}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas laborales}} = 6,86 \text{ €/hora}$$

En conclusión el coste del operario para las 4 horas de trabajo al día será:

$$6,86 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \cdot 4 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 27,44 \text{ €/día}$$

## **2.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

### **2.2.1. COADYUVANTE DE FILTRACIÓN**

La gran ventaja que presentan los filtros tangenciales es que no consumen ningún tipo de coadyuvante de filtración, por tanto no presentan ningún coste.

### **2.2.2. ENERGÍA ELÉCTRICA**

La potencia eléctrica consumida por el equipo de filtración tangencial es 20kW.

<b>De 10 a 20 kW</b>			
<b>Potencia (€/kW contratado)</b>	<b>Energía (€/kW consumido)</b>		
2,474536	<b>Sin Diferencia Horaria (DH)</b>	<b>Con Diferencia Horaria (DH)</b>	
	0,149018	Punta	Valle
		0,157727	0,069575

Tabla Anexo-3.5. Tarifas eléctrica de Endesa.

➤ Energía consumida (€/día):

Se considerar que se trabaja sin diferencia horaria:

Se trabaja 8 horas por ciclos, por tanto la jornada completa de trabajo son de 16 horas:

$$20kW \cdot 16 h = 320 kWh$$

$$320 kWh \cdot 0149018 \frac{\text{€}}{kWh} = \mathbf{47,68 \text{ €/día}}$$

➤ Tarifa contratada (€/día):

La potencia (kW) contratada es de 20 kW por lo que:

$$20 kW \cdot 2,474536 \frac{\text{€}}{kW} = 49,49 \text{ €}$$

Se considera que se trabaja 21 días al mes por lo que el precio de la potencia contratada sería:

$$\frac{49,49 \text{ €}}{21 \text{ días}} = 2,36 \text{ €/día}$$

### **2.2.3. AGUA DE LA RED PARA LOS LAVADOS**

El equipo consume 1100 litros de agua fría y 800 litros de agua caliente por lo que consume un total de 1900 litros de agua para el lavado estándar, solo requiere un lavado por día, consumiendo al mes (se trabaja 21 días al mes) 39900 litro, lo que es lo mismo que 39,90 m<sup>3</sup>:

Para las aguas de Jerez de la Frontera y para uso industrial:

<b>USO INDUSTRIAL</b>	<b>€/m<sup>3</sup></b>
De 1 a 14 m <sup>3</sup> mes	0,6753 €
De 15 a 30 m <sup>3</sup> mes	0,8104 €
Más de 30 m <sup>3</sup> mes	0,8779 €

Tabla Anexo-3.6. Consumo de agua Industrial.

$$39,90 \cdot 0,8779 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 35,03 \text{ € al mes}$$

Al día el precio de agua sería:

$$35,03 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{21 \text{ días}} = 1,67 \text{ €/día}$$

### **2.2.4. MERMAS DE PRODUCTOS**

El filtro se queda limpio de vino después de la filtración. Al no hacer uso de coadyuvante de filtración, no genera mermas.

### **2.2.5. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LIMPIEZA**

La limpieza con productos químicos se realiza una vez por semana.

El consumo de productos de limpieza del equipo de filtración tangencial Oenoflow XL-10A es el siguiente:

9 litros de producto cáustico (Limp Dexsol o similar): 1,88 €/l.

$$9 \text{ l} \cdot 1,88 \text{ €/l} = 16,92 \text{ €/semana}$$

6 litros de producto de ácido peracético (Asep150 o similar): 4,65 €/l.

$$6 \text{ l} \cdot 4,65 \text{ €/l} = 27,9 \text{ €/semana}$$

$$\text{Total} = 16,92 + 27,90 = 44,82 \text{ €/semana}$$

Para ponerlos en las mismas unidades (€/día) se tendrá:

$$44,82 \frac{\text{€}}{1\text{semana}} \cdot \frac{1\text{semana}}{5\text{días laborales}} = \mathbf{8,96 \text{ €/día}}$$

### **2.2.6. MANO DE OBRA**

Para el equipo de filtración sería necesario de un operario solo para realizar el lavado químico ya que para este equipo no se necesita la formación de precapa de filtración ni tampoco es necesario que esté presente durante el lavado estándar (con agua) ya que el equipo está

totalmente programado para ello. Por tanto el operario solo estará presente una vez a la semana, una hora para la limpieza química:

El salario del operario es de 1152,27 € al mes, por tanto el coste del operario para una hora a la semana de trabajo con el equipo de filtración tangencial será:

$$1152,27 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{21 \text{ días laborales}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas laborales}} = 6,86 \frac{\text{€}}{\text{hora}}$$

En conclusión, como el operario solo trabaja 1 hora a la semana el coste a la semana (la semana tiene 5 días laborales) sería de 7,20 € pero para estar en las mismas condiciones que con el equipo de filtración por tierras, el operario estaría trabajando 0,20 horas al día con el equipo tangencial por lo que el coste al día sería:

$$6,86 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \cdot \frac{0,20 \text{ hora}}{\text{día}} = 1,37 \text{ €/día}$$

### **3. COSTES INDIRECTOS**

#### **3.1. EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS**

##### **3.1.1. GESTOR DE RESIDUOS**

Se dispone de un contenedor de 10 toneladas que es recogido cada mes por el gestor encargado de gestionar los residuos ocasionados por las tierras diatomeas (coadyuvante de filtración):

El precio por tener en la planta un contenedor es de 105 €/mes. El contenedor está en la planta todos los días del mes por lo que se supone que el mes tiene 31 días. El contenedor supone un coste diario de 3,39 €/día.

##### **3.1.2. CARTUCHO FINAL**

Inmediatamente después de cada ciclo de filtración se procede al filtrado del producto residual que queda contenido en la campana de filtración. Esta filtración final se realiza mediante el cartucho final (F2, ver diagrama de flujo).

El cartucho final presenta un rendimiento de 24000000 litros de vinos que puede llegar a filtrar por lo que es cambiado una vez al año (días laborales al año, 200 días) y su precio es 1085 € por lo que el coste diario del cartucho será:

$$\frac{1085}{200} = 5,43 \text{ €/día}$$

#### **3.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

##### **3.2.1. GESTOR DE RESIDUOS**

Al no necesitar coadyuvante de filtración, no genera residuos.

##### **3.2.2. CARTUCHO FINAL**

No presenta cartuchos finales de filtración.

### **3.2.3. MÓDULOS DE FILTRACIÓN**

Es conocido que el equipo de filtración tangencial presenta 10 módulos de 21,5 m<sup>2</sup> de superficie filtrante y que se filtran diariamente 120000 litros de vino, por los que se filtrará al año:

$$120000 \frac{\text{litros de vino}}{\text{día}} * 200 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 24000000 \frac{\text{litros de vino}}{\text{año}}$$

Se sabe que:

- Rendimiento de los 10 módulos: 72000000 litros de vino pueden llegar a filtrar.
- Rendimiento por módulo: 7200000 litros de vino puede llegar a filtrar.
- Precio por módulo: 7421,20 €.

Se calcula los euros por litro, para conocer los costes generados por los módulos al año:

$$\frac{7421,20 \text{ €}}{7200000 \text{ l}} = 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ €/l}$$

Por lo que los costes generados por los módulos al año serán:

$$1,03 \cdot 10^{-3} \frac{\text{€}}{\text{l}} \cdot 24000000 \frac{\text{l}}{\text{año}} = 24720 \text{ €/año}$$

Los costes diarios (un año tiene 200 días laborales):

$$\frac{24720 \text{ €/año}}{200 \text{ días /año}} = \mathbf{123,6 \text{ €/día}}$$

## **4. COSTE DE LA AMORTIZACIÓN**

### **4.1. CONCEPTO**

Mientras que el coste de los materiales consumidos y de la mano de obra utilizada pueden determinarse con cierta objetividad, la cuantificación de la depreciación del inmovilizado es una cuestión esencialmente subjetiva.

En cualquier caso, para determinar dicho concepto es necesario previamente definir las siguientes cuestiones:

- Tiempo o vida útil del bien: Es el período de tiempo que se espera que el bien esté en condiciones de producir rendimientos normales. Es una variable aproximada ya que está basada en expectativas futuras y suele determinarse en relación con la experiencia con bienes anteriores, en las indicaciones de los fabricantes, dictámenes de ingenieros, etc. El tiempo de vida útil de un bien se suele medir en años.
- Precio de adquisición: En el Plan General de Contabilidad (P.G.C) español las normas de valoración de obligado cumplimiento determinan que el precio de adquisición es el consignado en la factura del proveedor más todos los gastos de instalación que se produzcan hasta que el bien esté en condiciones de funcionamiento.
- Valor residual: Es el valor que se estima tendrá el bien al término de su vida útil, es decir, una vez que esté totalmente amortizado. El valor residual se suele restar del precio de adquisición para calcular la base de amortización, ya que el valor residual no es amortizable. En la mayoría de los casos no se emplea el valor residual, principalmente por la dificultad que entraña su determinación, además de que se supone que es comparativamente pequeño, por lo que en el presente proyecto el valor residual será cero.
- Cuota o coste de amortización: Es la cantidad a amortizar del bien cada período, normalmente años, por lo que se suele llamar también

anualidad. Su importe dependerá del sistema de amortización empleado.

- Base de amortización: Es el valor a amortizar durante la vida útil del bien, es el importe, sobre el cual aplicándose el tipo de amortización se obtiene la cuota de amortización.
  - o Se toma como base de amortización:

Precio de adquisición: El definido con anterioridad, sobre el que necesariamente se calcula la amortización en la contabilidad externa. Si existiese valor residual, la base de amortización sería la diferencia entre el precio de adquisición y el mismo.

Sistema de amortización utilizado en el presente proyecto será:

Sistema de amortización constante, lineal o de cuota fija: Consiste en que la cantidad a amortizar anualmente es la misma, durante la vida útil del bien. Por lo tanto consiste en repartir el coste del elemento inmovilizado en fracciones iguales y repercutirlo en los costes de los respectivos ejercicios económicos correspondientes a su vida útil. Es el método más utilizado por su sencillez operatoria, no obstante sólo debe emplearse en aquellos casos en que la depreciación física o bien la obsolescencia económica prevalecen sobre la depreciación funcional, tal y como ocurre con el mobiliario y enseres, instalaciones, edificios, etc. Por lo tanto el coste derivado de este sistema de amortización se considera fijo. La anualidad o cuota de amortización se puede calcular:

$$\text{Cuota o coste} = \text{Base de amortización} / \text{vida útil del bien (en años)}$$

Ecuación Anexo-3.1.

## **4.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS**

Para poder calcular los costes de amortización se necesita saber el precio de adquisición y la vida útil del equipo.

- ✓ Precio de adquisición: 24585,3 €
- ✓ Vida útil del equipo: 10 años.

Los días de trabajo del equipo, anuales, son de 200 días por lo que durante 10 años el equipo trabajará un total de 2000 días.

Por lo que el coste ocasionado por la amortización será:

$$\text{Coste amortización} = \frac{24585,3 \text{ €}}{10 \text{ años}} = 2458,53 \text{ €/año}$$

$$\text{Coste amortización} = \frac{24585,3 \text{ €}}{2000 \text{ días}} = \mathbf{12,29 \text{ €/día}}$$

### **4.3. EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

Para poder calcular los costes de amortización se necesita saber el precio de adquisición y la vida útil del equipo.

- ✓ Precio de adquisición: 262321,26 €
- ✓ Vida útil del equipo: 10 años.

Los días de trabajo del equipo, anuales, son de 200 días por lo que durante 10 años el equipo trabajará un total de 2000 días.

Por lo que el coste ocasionado por la amortización será:

$$\text{Coste amortización} = \frac{262321,26 \text{ €}}{10 \text{ años}} = 26232,126 \text{ €/año}$$

$$\text{Coste amortización} = \frac{262321,26 \text{ €}}{2000 \text{ días}} = \mathbf{131,16 \text{ €/día}}$$

**5. AHORROS GENERADOS AL IMPLANTAR EL EQUIPO TANGENCIAL:**

Costes al año (200 días):

Tierras: 145686,00 €

Tangencial: 63360,00 €

**Ahorro al año: 82326,00 €**

## **6. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN**

Se utilizará un método aproximado el cual no tiene en cuenta la cronología de los flujos de caja (flujos de entra o ingresos y salida constantes), como es el método del período de retorno simple (“pay-back”). Se define el periodo de retorno de una inversión como el periodo de tiempo que tarda en recuperarse el desembolso inicial. La solución más interesante, desde el punto de vista económico, será aquella que presente un plazo de recuperación más corto. Los métodos aproximados suelen utilizarse en periodos de alta inestabilidad económica, donde prima ante todo la rápida recuperación de la inversión por encima de una buena rentabilidad a lo largo del tiempo. En periodos de economía estable pueden utilizarse como un primer elemento de juicio en el proceso de selección, que permita jerarquizar el estudio de las soluciones, con el que se podría llegar incluso a descartar un número determinado de soluciones, en caso de éstas fueran numerosas.

$$PR = \frac{\textit{Inversión Inicial}}{\textit{Beneficio promedio anual}}$$

Ecuación Anexo-3.2.

En el presente proyecto el beneficio promedio anual corresponde a los ahorros generados al sustituir el equipo de filtración tangencial por el equipo de filtración por tierras.

$$\frac{262321,26}{82326,00} = \mathbf{3,19 \text{ años}}$$

Por lo que el período de retorno de la inversión sería en 3 años y 70 días aproximadamente.

Se tiene en cuenta que se trabaja en la planta de estabilización por frío 200 días al año, por lo que el resto de días el equipo de filtración tangencial se utiliza para otras aplicaciones, que quedan fuera del estudio de este proyecto, pudiendo rentabilizarse el equipo en un tiempo menor.

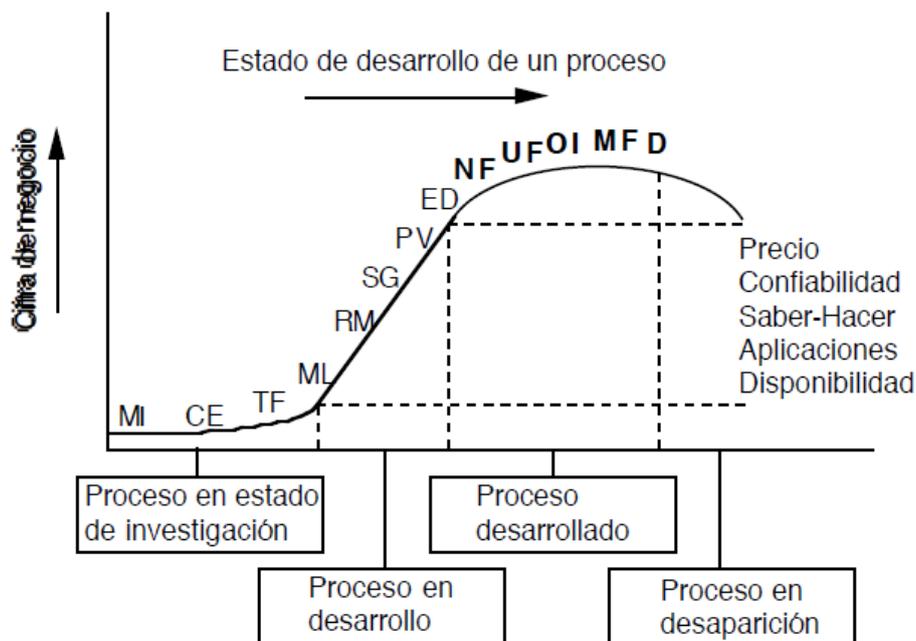
## SALARIO OPERARIOS

NIVEL C AREA DE PRODUCCION - SERVICIOS AUXILIARES				
BIENIOS	SALARIO BASE	PLUS ANTG.	TOTAL MES	TOTAL AÑO
De 0 a 2 años	1.016,71	-	1.016,71	16.267,37
De 2 a 4 años	1.016,71	27,08	1.043,79	16.700,64
De 4 a 6 años	1.016,71	54,21	1.070,92	17.134,79
De 6 a 8 años	1.016,71	81,28	1.097,99	17.567,89
De 8 a 10 años	1.016,71	108,46	1.125,17	18.002,67
<b>De 10 a 12 años</b>	<b>1.016,71</b>	<b>135,56</b>	<b>1.152,27</b>	<b>18.436,38</b>
De 12 a 14 años	1.016,71	162,66	1.179,37	18.869,89
De 14 a 16 años	1.016,71	192,45	1.209,16	19.346,59
De 16 a 18 años	1.016,71	224,97	1.241,68	19.866,90
De 18 a 20 años	1.016,71	257,49	1.274,20	20.387,20
De 20 a 22 años	1.016,71	290,01	1.306,72	20.907,50
De 22 a 24 años	1.016,71	322,55	1.339,26	21.428,23
Mas de 24 años	1.016,71	355,07	1.371,78	21.948,52

Tabla Anexo-3.7. Salarios de operarios. Bodega Williams & Humbert.

## 7. ASPECTOS ECONÓMICOS

Desde el punto de vista económico las ventas de membranas a nivel mundial, incluyendo todas las técnicas, representaron 2600 millones de US\$ en 1991. El crecimiento anual de esta cifra es del orden del 12 al 15%. Entre las cuatro técnicas mencionadas anteriormente, es la microfiltración la que representa las ventas más importantes en la filtración de líquidos. Siguen la ósmosis inversa y la ultrafiltración. La nanofiltración es una técnica más reciente, pero que presenta un crecimiento importante. Se puede mostrar la importancia de estas cuatro técnicas de filtración de líquidos entre las otras técnicas de membranas, con la figura Anexo-3.1. Estado de desarrollo de los procesos de filtración por membrana.



MI = membranas inteligentes,  
TF = transporte facilitado,  
RM = reactores a membranas,  
PV = pervaporación,  
NF = nanofiltración,  
MF = microfiltración,  
D = diálisis.

CE = conversión de energía,  
ML = membranas líquidas,  
SG = separación de gases,  
ED = electrodiálisis,  
UF = ultrafiltración,  
OI = ósmosis inversa,

Figura Anexo-3.1. Estado de desarrollo de los procesos de filtración por membrana.

Se puede observar que los procesos de NF, UF, MF y OI, son procesos que están bien desarrollados a nivel industrial. Un gran número de módulos y de membranas se encuentran disponibles a nivel comercial y las instalaciones correspondientes son confiables.

**ANEXO 4**  
**ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y MEJORA TÉCNICA**  
**DISPONIBLE**

1. IMPACTO AMBIENTAL EN BODEGAS.....	200
1.1. INTRODUCCIÓN.....	200
1.2. OBJETO.....	207
2. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR EL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS Y POR EL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	208
2.1. INTRODUCCIÓN.....	208
2.2. CONSUMO DE AGUA.....	209
2.3. CONSUMO DE ENERGÍA.....	210
2.4. VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES.....	211
2.5. RESIDUOS.....	212
2.6. EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	215
2.7. OLORES.....	215
2.8. RUÍDOS.....	215
3. MEDIDAS OBLIGATORIAS.....	216
4. MEDIDAS RECOMENDADAS.....	217
5. MEDIDAS PROHIBIDAS.....	218
6. MEJORA TÉCNICA DISPONIBLE.....	219
6.1. INTRODUCCIÓN.....	219
6.2. ASPECTOS A ANALIZAR SOBRE LA MTD: FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	221
6.3. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA MTD EN LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA OPERACIÓN.....	224
6.4. ANÁLISIS DE LOS COSTES DE LAS MTD.....	227
6.5. TÉCNICA SELECCIONADA COMO MTD PARA LA SUSTITUCIÓN DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS.....	228

## **1. IMPACTO AMBIENTAL EN BODEGAS**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Las bodegas, a pesar de desarrollar una actividad industrial que no está catalogada como generadora de un grave impacto ambiental, tienen notables implicaciones medioambientales, principalmente por el elevado consumo de agua que de forma prioritaria se destina en las operaciones de limpieza de maquinaria e instalaciones. Otra fuente potencial de contaminación aplicable a este sector vinícola son los vertidos líquidos que se generan durante las fases de elaboración del alimento.

La generación de residuos, las emisiones atmosféricas, el ruido o el consumo de recursos por las bodegas dañan en mayor o menor grado el entorno natural.

Para adecuarse a la legislación europea, nacional, autonómica o local que en materia medioambiental se va publicando, y al ir adquiriendo paulatinamente conciencia de la importancia de respetar y cuidar el medio ambiente, estas empresas están realizando verdaderos esfuerzos para impedir o limitar los efectos nocivos derivados de su actividad industrial. Se debe seguir trabajando, aunando esfuerzos entre las empresas, las distintas administraciones públicas y los ciudadanos para que entre todos se pueda conseguir un entorno limpio y saludable.

Los impactos ambientales que de forma general se producen en el sector industrial, y por lo tanto, en una bodega, son los siguientes:

- Consumo de recursos naturales
  - ❖ Agua

Uno de los impactos ambientales más significativos producidos por las empresas vinícolas es el gran volumen de agua que es consumido durante el proceso productivo. Las empresas agroalimentarias en general y por lo

tanto también las bodegas presentan datos de consumos de agua tremendamente elevados.

El coste que supone a las bodegas el consumo de agua es muy bajo a pesar de que el precio se ve incrementado a la hora de su vertido, ya que, además de pagar el volumen de agua consumido las empresas deben abonar el canon de saneamiento, que es un tributo que destinará la administración para depurar las aguas. El canon a abonar dependerá del agua consumida por la empresa y del nivel de contaminación de los vertidos. Por lo tanto, implantar medidas destinadas a minimizar el consumo de agua reportará beneficios positivos tanto para el medio ambiente como para la organización, ya que se podrá certificar un abaratamiento del recibo del agua.

Generalmente el suministro de agua a la bodega se realiza a partir de la red general de abastecimiento del municipio o polígono, por lo que se asegura su potabilidad. Hay que tener en cuenta que en las bodegas el consumo de agua es muy variable de unos meses a otros, tiene un carácter estacional muy marcado ya que aproximadamente el 60% del consumo tiene lugar durante los tres meses que siguen a la vendimia, con carácter general de octubre a diciembre. El consumo puntual tan elevado se debe a que durante este periodo se requiere un gran volumen de agua para destinarla principalmente a operaciones de limpieza de tolvas, despalilladoras, depósitos, bombas y tuberías de vendimias, además de la empleada en la refrigeración de depósitos.

Las bodegas consumen agua en casi todas las fases del proceso productivo, fundamentalmente por las operaciones de limpieza requeridas tras cada etapa de elaboración. Se abastecerá a:

- Maquinaria del proceso de elaboración
- Tomas de limpieza
- Intercambiador de placas del equipo de frío

- Bocas de incendios
- Sanitarios

Es destacable que en las nuevas bodegas dotadas de instalaciones recientes se detectan volúmenes de consumos de agua inferiores. No obstante, para disminuir estos derroches de agua, no es necesario realizar grandes inversiones económicas para renovar equipos, ya que implantando y siguiendo buenas prácticas ambientales sencillas y realizando procedimientos destinados a concienciar y sensibilizar ambientalmente a los trabajadores de la empresa, se puede detectar resultados notables de ahorro de agua.

#### ❖ Energía

En las bodegas se consume energía en todas las fases del proceso de elaboración de vino. Se alimenta con energía la maquinaria y se emplea en la iluminación de naves, almacenes, oficinas y aseos, desde la entrada de la vendimia por las tolvas de recepción, despalillado, remontados, prensado, hasta el envasado y etiquetado para la posterior expedición del producto.

#### ➤ Emisiones a la atmósfera

Las emisiones de gases a la atmósfera que se desprenden en las bodegas no son consideradas con potencial de producir un impacto negativo significativo. Estas emisiones son generadas mayoritariamente por las calderas que emplean combustibles fósiles para calentar las naves, por otra parte, varias son las operaciones del proceso de elaboración que vierten emisiones a la atmósfera como son: fermentación alcohólica (emite CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>) fermentación maloláctica (emite CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>), llenado de barricas (emite SO<sub>2</sub>) y embotellado (emite SO<sub>2</sub>).

Otros compuestos emitidos por las bodegas son los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), como es el etanol que se genera por varios puntos del

proceso de producción. En su mayor medida es emitido al ser arrastrado por las burbujas de CO<sub>2</sub>.

Desde el punto de vista medioambiental tanto el CO<sub>2</sub> como los COVs y el SO<sub>2</sub> emitido por las bodegas, no tienen una importancia significativa por ser moderado el volumen de compuestos que se emiten al exterior, pero sí que se deben vigilar estos gases por la relevancia que tienen desde el punto de vista de la seguridad e higiene en el trabajo.

➤ Ruido

En una bodega los principales focos de emisión de ruidos y vibraciones se localizan en la tolva, la despalilladora y en la línea de embotellado. No obstante, estas industrias presentan índices bajos de contaminación acústica.

Los sistemas destinados a contrarrestar los ruidos se clasifican en activos y pasivos. Los métodos pasivos, los más desarrollados, actúan sobre la fuente que los produce. Son absorbentes superficiales (pantallas acústicas), materiales porosos, soportes anti-vibratorios o resonadores, estos elementos son muy eficaces para contrarrestar los efectos del ruido.

Para reducir los niveles de ruido en las líneas de embotellado se llevará a cabo un mantenimiento apropiado de la maquinaria, siempre que sea posible se debe dotar de cerramientos acústicos a los equipos de trabajo y se sectorizarán las zonas donde se origine el ruido, etc. Como última opción los trabajadores utilizarán protectores auditivos adecuados.

El Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores contra el ruido establece la obligatoriedad de realizar evaluaciones de nivel de ruido con unas periodicidades determinadas cuando el nivel diario equivalente supera los 80 dB (A). Se debe tener en cuenta que en las líneas de embotellado se pueden alcanzar altos niveles de ruido.

➤ Vertidos

Durante mucho tiempo se pensó que los vertidos de las bodegas eran incapaces de provocar una alteración nociva o impacto en el medio ambiente, ya que el vino, es un alimento natural que apenas requiere en su fabricación de productos catalogados como peligrosos. Pese a esta creencia, cuando las bodegas evacuaban al cauce público sus vertidos, los lechos quedaban teñidos de color rojizo y desprendían olores característicos de este caldo.

Por este motivo, los vertidos incontrolados de las bodegas, sí se deben catalogar como una fuente significativa de contaminación ambiental, ya que generalmente no contienen sustancias tóxicas pero presentan una importante concentración de materia orgánica causantes del fenómeno conocido como eutrofización. Se denomina así al aumento de nutrientes en el agua, especialmente de compuestos de nitrógeno y/o fósforo, que fomentan el crecimiento acelerado de las algas y especies vegetales superiores. Estas especies, al crecer considerablemente, impedirán o dificultarán en gran medida el paso de luz solar en las aguas, y por tanto la fotosíntesis que realizan las plantas acuáticas productoras de oxígeno se verá seriamente obstaculizada, ocasionando trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua así como en la calidad de la misma.

Las aguas residuales de las bodegas se caracterizan fundamentalmente por:

- **Estacionalidad.** La principal fuente de contaminación coincide con la vendimia y los meses siguientes, el prensado y desfogado son especialmente contaminantes. De enero a mayo los vertidos son mucho menos importantes. Durante el embotellado se consume un gran volumen de agua pero los vertidos son de baja intensidad, si no sufren variación en sus características se pueden derivar a la red de aguas pluviales.

- **Discontinuidad a lo largo de la jornada.** La mayoría de los procesos efectuados en las bodegas son de carácter discontinuo, esta irregularidad diaria da problemas a la hora de seleccionar e implantar un tratamiento de depuración.
- **Variabilidad según la bodega.** Las características y volumen de vertidos dependen del tipo de vinificación, los materiales de los depósitos, los equipos empleados y el mayor o menor aprovechamiento de los subproductos.
- **Fuerte contenido en materia orgánica.** Estos vertidos presentan un alto contenido de materia orgánica, con una concentración de DQO que va de 10.000 a 35.000 mg/l en periodo de vendimia.

La ventaja que presenta es que estos efluentes tienen una biodegradabilidad muy buena. Relación  $DBO_5/DQO$  0.4 – 0.5

- **Importancia de la materia en suspensión.** Es elevado el volumen de sólidos en suspensión que presentan las aguas, (pepitas, hollejos, tierra, levaduras, productos de naturaleza celulósica, tortas de filtrado, etc.).
- **Carácter ácido.** Los vertidos vinícolas tienen un pH moderadamente ácido (4 – 6), salvo los vertidos procedentes de las operaciones de lavado que al mezclarse con aguas alcalinas (sosa) se eleva su pH.
- **Presencia de polifenoles.** La presencia de estos compuestos muy poco degradables es común en este tipo de vertidos, los vinos tintos presentan una carga superior a los blancos.
- **Déficit de nutrientes** (de nitrógeno y fósforo).

El primer paso que debe efectuar las bodegas es realizar un estudio de las aguas que genera (volumen y características), para conocer el sistema de depuración que mejor se adapte a sus necesidades:

- Instalar una depuradora en la bodega.

- Apostar por un modelo mancomunado en el que varias bodegas cercanas entre sí depuren las aguas en una depuradora común.
- Gestionar sus aguas a través de gestores autorizados.
- Realizada la depuración se tomarán muestras de las aguas antes de su vertido a cauce o colector para verificar que cumplen los valores impuestos por la legislación.

➤ Residuos

En todas las fases de elaboración de vino se generan residuos o subproductos. Los residuos dependerán directamente del proceso productivo realizado por la empresa y de las materias primas empleadas en el mismo.

## **1.2. OBJETO**

En el presente proyecto en primer lugar se estudiará los impactos ambientales ocasionados por ambos equipos de filtración del vino, filtración por tierras diatomeas y filtración tangencial, a su salida de la estabilización tartárica y se expondrán las medidas obligatorias, recomendadas y prohibidas a implantar para elaborar vino de forma respetuosa con el medio ambiente para finalmente una vez estudiado el impacto ambiental y haber estudiado en el Anexo-3 los costes se implantará la mejor técnica disponible (MTD) mediante la metodología IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control).

## **2. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR EL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS Y POR EL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

Una de las características que exige el mercado actual a los vinos es que estén muy limpios, con ausencia de depósitos, turbios e impurezas. Los consumidores reclaman que los vinos presenten un grado de limpieza tanto en botella como en copa.

Las partículas que se encuentran en suspensión en un vino y que producen la turbidez se pueden clasificar según:

- Puedan ser retenidas por filtros: levaduras, bacterias lácticas y acéticas, fragmentos diversos, sales tartáricas cristalizadas, etc.
- Atraviesen los filtros: polisacáridos, proteínas, polifenoles, materia colorante coloidal o agregados diversos.

Los vinos pueden lograr su clarificación espontáneamente, el inconveniente es que para que de forma natural las impurezas que contienen se depositen en el fondo del depósito o bodega, implica esperar largos periodos de tiempo. Una práctica habitual se basa en forzar este proceso de clarificación para que además de precipitar las impurezas se alcancen las condiciones cualitativas deseadas por el enólogo de la bodega.

La etapa de filtración necesita diferentes recursos: energía (bombas), agua fría y caliente (para el funcionamiento del filtro y para su limpieza) y tratamiento de efluentes y residuos que necesitan ser tratados. Por ello hay diferentes métodos de filtración disponibles los cuales van a presentar también diferentes impactos ambientales. Dependiendo del tipo de filtración, producen menos residuos, efluentes más limpios o menos consumo de agua.

Para elegir un filtro, los criterios ambientales han de tenerse más en cuenta. El objetivo será reducir los consumos y residuos de éstos, que además de sus impactos ambientales, también tienen un impacto directo en los costes de producción (véase Anexo-3). Se van a estudiar los filtros de tierras diatomeas junto con el filtro tangencial.

## **2.2. CONSUMO DE AGUA**

El consumo de volumen de agua también tiene un impacto directo en las características y el volumen de efluentes generados y tratados antes de descargarla en el medio natural. El agua puede ser utilizada en diferentes etapas durante la filtración en función del tipo de equipo de filtración escogido y las condiciones de uso.

<b>FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS</b>	<b>FILTRACIÓN TANGENCIAL</b>
Para el lavado del filtro por tierras se consumen por cada lavado 250 l de agua. Por tanto, se realizará un lavado por cada ciclo de trabajo, como son dos ciclos de filtración por día, tendrá un consumo considerado de agua de 500 l diarios. (Consumo posible de agua en la realización de la precapa).	Para el lavado del filtro tangencial se consume por lavado 1900 l de agua.  Este filtro solo se lava una vez al día.  Gracias a las mejoras técnicas aportadas (reducción de los volúmenes muertos) y la gestión de procesos (la presión transmembranal), el uso del agua se reduce considerablemente.

Tabla Anexo-4.1. Consumo de agua.

Puesto que el filtro por tierras tiene una superficie de 6 m<sup>2</sup> y el filtro tangencial una superficie de 215 m<sup>2</sup> es evidente que este último consume más agua, pero mirándolo desde el punto de vista del consumo por unidad de superficie para que ambos estén en iguales condiciones se tiene que:

<b>FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS</b>	<b>FILTRACIÓN TANGENCIAL</b>
500 l / 6m <sup>2</sup> = 83,33 l	1900 l / 215 m <sup>2</sup> = 8,84 l

Tabla Anexo-4.2. Consumo de agua por metro cuadrado de superficie.

Por lo que se aprecia que por unidad de superficie el consumo de agua es menor en el equipo tangencial.

### 2.3. CONSUMO DE ENERGÍA

<b>FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS</b>	<b>FILTRACIÓN TANGENCIAL</b>
El consumo de energía eléctrica es de 3,65 kW.	El consumo de energía es de 20 kW.

Tabla Anexo-4.3. Consumo de energía.

## **2.4. VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES**

El otro aspecto sobre el agua es la carga de contaminación que contiene después de su uso. En este caso al no disponer de depuradora en la bodega para los vertidos, el agua contaminada, utilizada durante la limpieza lleva componentes sólidos y solubles lo cual hace que aumente su carácter contaminante, por lo que no se puede verter directamente al medio y por tanto estos efluentes deben ser gestionados. Por lo que la carga de agua contaminada y los volúmenes generados tienen un impacto directo en el costo para que éstos puedan ser tratados correctamente por el gestor autorizado. (Ver Anexo-3; 3. *Costes Indirectos*).

En conclusión, tras la filtración se ha separado la fase sólida que contenía el vino por lo que ésta puede estar tanto en aguas residuales como en el medio filtrante. Estos sólidos en suspensión presentes en el vino hacen variar la DQO (Demanda Química de Oxígeno), DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y el pH de los efluentes vertidos.

Con la filtración por tierras diatomeas se genera vertidos de aguas residuales debido a la limpieza de los filtros. El destino de estos vertidos será a la depuradora (Red de aguas industriales).

Este es uno de los grandes problemas junto con los residuos que presentan estos equipos ya que utilizan las tierras de filtración, éstas poseen un elevado poder contaminante cuando son arrastradas por las aguas de limpieza. Este agua residual tiene las siguientes características:

- Materia de suspensión de 60 a 150 gramos / litro
- DQO entre 25 a 70 gramos / litro
- DBO<sub>5</sub> de 20 a 60 gramos/litro
- pH entre 3,5 y 4, 0.

Sin embargo con el equipo de filtración tangencial el agua también irá a la depuradora pero esta no presenta una gran carga orgánica al no utilizar

como medio filtrante las tierras de filtración. Es por ello que la filtración tangencial presenta una gran ventaja con respecto a los filtros de tierras.

## 2.5. RESIDUOS

	<b>Residuo</b>	<b>Destino</b>
<b>FILTRO POR TIERRAS DIATOMEAS</b>	Tierras diatomeas. [Lodo formado a consecuencia de la torta (sólidos retenidos+tierras) impregnada en vino, lo que genera una gran carga orgánica.]	Gestión a través de gestores autorizados de RNP. Estos residuos presentan altas cargas orgánicas.
<b>Maquinaria del equipo</b>	Aceites hidráulicos, trapos contaminados, envases.	Gestionar correctamente a través de gestores autorizados de RP.
<b>Operaciones de limpieza del equipo</b>	Envases de los productos químicos utilizados en la limpieza del equipo.	Gestionar correctamente a través de gestores autorizados.

Tabla Anexo-4.4. Residuos generados por el equipo de filtración por tierras diatomeas.

	<b>Residuo</b>	<b>Destino</b>
<b>FILTRO TANGENCIAL</b>	NP	NP
<b>Maquinaria del equipo</b>	Aceites hidráulicos, trapos contaminados, envases.	Gestionar correctamente a través de gestores autorizados de RP.
<b>Operaciones de limpieza del equipo</b>	Envases de los productos químicos utilizados en la limpieza del equipo.	Gestionar correctamente a través de gestores autorizados.

NP: No Presenta

RNP: Residuo No Peligroso

RP: Residuo Peligroso

Tabla Anexo-4.5. Residuos generados por el equipo de filtración tangencial.

El filtro tangencial no genera residuos contaminantes sólo un pequeño volúmenes de concentrados (sólidos retenidos, tártaros), él cual se concentra y se le da salida en un depósito separado para poder aprovecharlo como subproducto.

### **Forma de recuperación de los residuos**

- Filtración de la tierra

Obviamente, la tierra de filtración es el desperdicio más producido en las bodegas con equipos de filtración por tierras diatomeas.

Las tierras no tienen ningún valor agrícola, por tanto la eliminación a vertederos es la solución ambientalmente adecuada pero conlleva un coste.

Sin embargo se están llevando a cabo estudios, en Francia, para que las tierras puedan tener un tratamiento de compostaje junto con residuos vegetales, siendo los resultados obtenidos satisfactorios ya que muestran que las tierras no perturban el proceso de compostaje ajustándose éste a la norma francesa NF U 44-051 sobre materia orgánica. Aun así el compostaje actualmente no tiene mucho valor agrícola.

- Módulos de filtración tangencial

A diferencia de las tierras, los módulos de filtración tangencial, una vez saturadas las membranas (en el presente proyecto se recuerda que las membranas son de PVDF) pueden ser regeneradas y por tanto el módulo pueden ser reutilizado.

- Otros residuos que se generan en la filtración

Son los envases de papel o de plástico que contienen productos de filtración, que puede ser recogido por separado para su reciclaje. Su volumen se puede optimizar mediante la participación de proveedores.

## **2.6. EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

El vino a la salida de la estabilización tartárica no se presenta (NP) ninguna emisión a la atmosfera:

<b>FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS</b>	<b>FILTRACIÓN TANGENCIAL</b>
NP	NP

No se presentan (NP).

Tabla Anexo-4.6. Emisiones a la atmósfera.

## **2.7. OLORES**

<b>FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS</b>	<b>FILTRACIÓN TANGENCIAL</b>
NP	NP

No se presentan (NP).

Tabla Anexo-4.7. Olores.

## **2.8. RUÍDOS**

Los equipos de filtración no tienen puestos de trabajo definidos y por lo tanto la medición del nivel de ruido es realizada a 1 metro de distancia y a 1,6 metros de altura desde el suelo, durante la fase inicial del ciclo de trabajo para la cual se requiere la presencia del operador, siendo éste <80 dB para ambos equipos.

### **3. MEDIDAS OBLIGATORIAS**

1. Recoger y gestionar adecuadamente los residuos y subproductos del filtrado (tierras diatomeas, placas de celulosa...) no vertiéndolos por el alcantarillado.

A medida que transcurre la filtración, el filtro va reteniendo las partículas groseras hasta que la torta de sólidos que se van depositando alcanzando un grosor tal que impide continuar el proceso. En este momento el filtro colmatado se debe renovar para continuar con el proceso de filtración.

Para el equipo de filtración por tierras, tanto la torta de filtrado o partículas sólidas retenidas, como el filtro agotado, son residuos y como tales se deben gestionar correctamente a través de un gestor autorizado por la comunidad autónoma correspondiente.

2. Mantener y revisar el equipo de acuerdo con las condiciones específicas, para asegurar su correcto funcionamiento y evitar derrames, roturas, etc.
3. Gestionar de forma adecuada la totalidad de los residuos generados en los procesos de mantenimiento.
4. Gestionar de forma adecuada la totalidad de los residuos generados en los procesos de limpieza.

Hay que limpiar el filtro una vez finalizado cada ciclo de trabajo para asegurar la buena formación de la torta en la siguiente operación.

#### **4. MEDIDAS RECOMENDADAS**

1. Usar siempre que sea posible los sistemas de filtrado más respetuosos con el medio ambiente evitando la utilización de filtros de tierras diatomeas.

En un programa de elaboración respetuosa con el medio ambiente se debe dar prioridad al uso de sistemas ambientales frente a aquellos sistemas menos ecológicos. En este sentido se debe evitar el uso de filtros de tierras diatomeas, empleando siempre que sea posible otros sistemas de filtración que presenten menores problemas ambientales, como pueden ser filtros tangenciales. Esta medida se justifica porque las tierras de filtración presentan un elevado poder contaminante cuando son arrastradas por el agua de limpieza:

- Materia de suspensión de 60 a 150 gramos / litro
- DQO entre 25 a 70 gramos / litro
- DBO5 de 20 a 60 gramos / litro
- pH entre 3,5 y 4, 0.

Los filtros tangenciales al carecer de tierras o polvos finos que puedan ser arrastrados al colector, son más aconsejables a usar en estos sistemas de elaboración.

2. Realizar la limpieza con agua caliente y a presión.
3. Al usar productos de limpiezas para desincrustar sólidos que hayan quedado tras la operación, usar el más adecuado a las características de la suciedad y a la dosis recomendada.

## **5. MEDIDAS PROHIBIDAS**

1. Utilizar equipos de filtración no aptos en enológicos, como por ejemplo equipos que puedan afectar a las características organolépticas como los equipos de ultrafiltración u ósmosis inversa.
2. Utilizar productos de limpieza no autorizados.

## **6. MEJORA TÉCNICA DISPONIBLE**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

En el presente proyecto, se va a implantar una Mejora Técnica Disponible (MTD) según la metodología IPPC<sup>1</sup>, definidas en la Ley 16 /2002 de la Comunidad Europea<sup>2</sup> como: “la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas”.

El primer paso para la identificación de una técnica “candidata a MTD” deben seguir los siguientes criterios de:

#### **Sustentabilidad**

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso y de los residuos cuando proceda.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones que se trate.
- Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizadas en procesos de eficiencia energética.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.

<sup>1</sup>IPPC: Integrated Pollution Prevention and Control

<sup>2</sup>Esta Ley tiene por objeto evitar, o cuando ello no sea posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrados de la contaminación, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente.

### **Mejora tecnológica**

- Procesos, instalaciones o método de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.

### **Aspectos técnicos y logísticos**

- Sistema de control y cuantificación de la generación.
- Competencia del personal encargado del control de generación y del personal de producción.
- Fecha de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
- A fin de seleccionar la MTD, inicialmente se caracterizó detalladamente la problemática ambiental a abordar, y ahora se va a definir la MTD que permitan resolver dicha situación.

La metodología requirió inicialmente de un diagnóstico acabado de los procesos, analizando aspectos productivos y ambientales, a fin de determinar puntos críticos y problemas existentes, ligados fundamentalmente a pérdidas, generación de residuos y emisiones. Estos problemas van a ser los indicadores a estudiar.

Además, en comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica en una instalación industrial, una técnica candidata a MTD supone un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Luego, la técnica candidata a MTD debe estar disponible en el mercado y ser además compatible con productos de calidad, inocuos y cuya fabricación no suponga un mayor riesgo a la salud laboral o de las personas en general. En el caso del sector bajo análisis, merece la pena destacar que

la seguridad alimentaria o las especificaciones del producto pueden suponer una barrera crítica a ciertas técnicas de reutilización o de reciclaje. Al igual que ocurre en todas las instalaciones agroalimentarias, existe una condición exigible a cualquier técnica utilizable en el sector y es que permita garantizar la seguridad alimentaria del producto en el punto del proceso en el que se aplica.

Finalmente, una técnica no podría considerarse MTD si fuera económicamente inviable para una industria.

En este sentido, es conveniente recordar que en las instalaciones antiguas, un cambio de tecnología es una inversión costosa, no siempre posible de incorporar, mientras que en nuevas instalaciones es más lógico considerar la fuerza de la nueva normativa y fomentar la adopción de técnicas productivas respetuosas con el medio ambiente.

Por lo anterior, la evaluación económica se orienta a determinar la factibilidad de implementar una técnica específica, en función de su inversión, costos de implementación, operación y los ahorros o ingresos resultantes de la aplicación de ésta. El detalle de la metodología aplicada, así como los resultados de la evaluación se presentan a continuación.

## **6.2. ASPECTOS A ANALIZAR SOBRE LA MTD: FILTRACIÓN TANGENCIAL**

En base a lo indicado y al estudio de los costes generados (Anexo-3), el impacto ambiental de ambos equipos (Anexo-4; apartado 2. *Impactos ambientales generados por los equipos de filtración por tierras diatomeas y filtración tangencial*) y los ensayos a nivel industrial (Anexo-5) realizado con anterioridad y a fin de evaluar la técnica candidata a MTD, que en nuestro caso es el equipo de filtración tangencial, hay que analizar los siguientes aspectos:

Aspectos de sustentabilidad, aspectos tecnológicos, aspectos tecnológicos y logísticos, aspectos de inocuidad alimentaria y trazabilidad, riesgos a la salud, aspectos legales, análisis de problemas, viabilidad económica.

De modo esquemático se presentan cada aspecto analizado para la MTD propuesta y así poder verificar junto con otros análisis (análisis de los impactos y de los costes que se verán más adelante) que la MTD es válida para que pueda ser implantada:

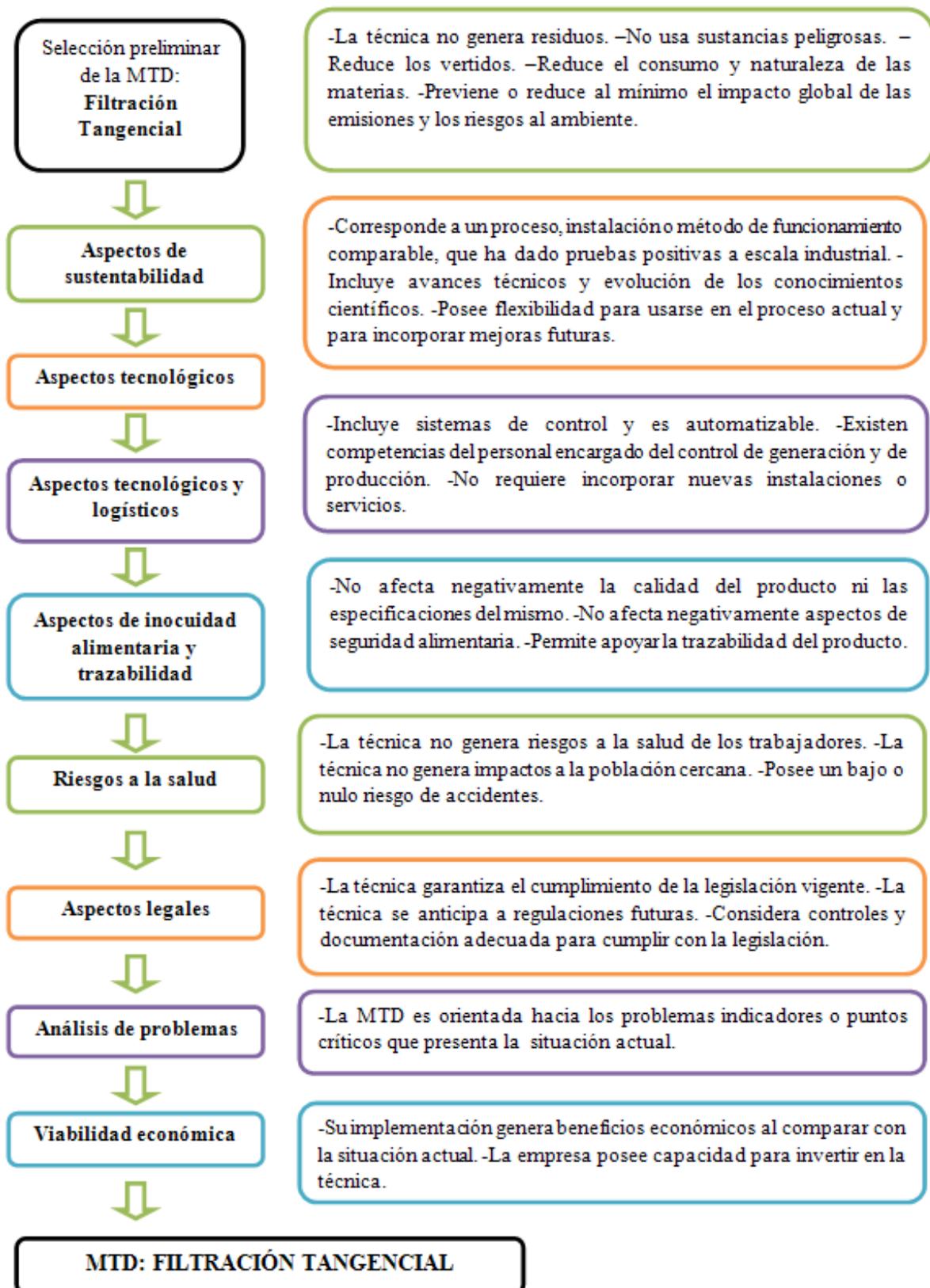


Figura Anexo-4.1. Aspectos analizados de la MTD.

### **6.3. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA MTD EN LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA OPERACIÓN**

La implementación de la filtración tangencial como MTD en el sector puede generar diferentes impactos en los problemas identificados en el sector, relacionadas al uso eficiente del agua, uso eficiente de la energía, huella de carbono, trazabilidad, gestión de residuos, y seguridad laboral y gestión de riesgos. Para ello, se realizó un análisis del impacto vinculado a la filtración tangencial (MTD) seleccionada en la etapa anterior (*ver apartado 2. Impactos ambientales generados por los equipos de filtración por tierras diatomeas y filtración*), en comparación con una técnica de referencia (TR) filtración por tierras diatomeas, con el fin de que los resultados de este análisis permitan orientar al empresario en la implementación de la MTD en función de los problemas que desea cubrir dentro de su instalación.

Para ello, se asignó a cada problema una puntuación de 0 a 10, dividido en tres intervalos que representan los efectos negativos, neutros o positivos de la MTD con respecto a la técnica de referencia o estándar de uso en la empresa, Tabla Anexo-4.8. Tabla de calificación. El nivel 0 corresponde a un efecto muy negativo de la MTD respecto a la técnica de referencia, sobre el problema evaluado. Las puntuaciones de 1 a 4, a pesar de ser negativos, consideran niveles ascendentes de impacto positivo, hasta llegar a la nota 5, donde la MTD tiene un efecto neutro o equivalente a la técnica de referencia. Las puntuaciones de 6 a 10 también tienen un nivel ascendente, en donde la última nota corresponde al efecto más positivo de la MTD respecto a la técnica de referencia.

La asignación de las puntuaciones para cada MTD se determinó en base a la información proporcionada por *Manual de las mejores técnicas disponibles (Tecnolimpia)*, en relación con el alcance de la técnica y su comparación con la TR, además de la evaluación desde un panel de expertos en la materia, quienes aplicaron la escala de evaluación para

cuantificar cada una de los problemas en relación con cada MTD seleccionada, utilizando como referencia la técnica más comúnmente empleada.

La técnica fue evaluada frente a todos los problemas y calificada finalmente con una nota, calculada en base a la escala descrita previamente (de 0 a 10) ponderada con el efecto que presenta los problemas principales asociados a la MTD sobre el resto de los problemas considerados, según la fórmula:

$$Nota\ final = \sum PE * CB$$

Ecuación Anexo-4.1.

Los principales problemas a controlar son: huella de carbono, uso de energía y consumo de agua:

Problema a controlar en nuestra MTD: Huella de carbono

$$Nota\ fina = \sum (0,11 * 9) + (0,18 * 7) + (0,23 * 7) + (0,18 * 5) + (0,11 * 5) + (0,18 * 10) = 7,11$$

Problema a controlar en nuestra MTD: Uso de energía

$$Nota\ fina = \sum (0,16 * 9) + (0,23 * 7) + (0,20 * 7) + (0,11 * 5) + (0,11 * 5) + (0,18 * 10) = 7,35$$

Problema a controlar en nuestra MTD: Consumo de agua

$$Nota\ fina = \sum (0,24 * 9) + (0,20 * 7) + (0,20 * 7) + (0,12 * 5) + (0,12 * 5) + (0,12 * 10) = 7,36$$

$$Nota\ media\ final = \frac{7,11 + 7,35 + 7,36}{3} = 7,27$$

Donde:

PE = Ponderación del efecto de cada fallo (porcentual, Tabla Anexo-4.9. Ponderación del efecto entre los problemas en el proceso vitivinícola).

CB = Calificación por problemas (rango de 1 a 10, Tabla Anexo-4.8. Tabla de calificación.)

La nota obtenida no determina que una MTD sea mejor que otra, sino que mientras mayor es la nota final obtenida, mayor es la relación entre los problemas considerados. Como se puede observar se ha obtenido una nota media final de 7,27, lo que quiere decir que la MTD seleccionada es una buena candidata para la sustitución del filtro por tierras por el filtro tangencial.

MTD	Técnica de referencia	Problema Principal	Calificación y Justificación					
			Uso de Agua	Uso de Energía	Huella de Carbono	Trazabilidad	Seguridad Laboral y Gestión de Riesgos	Gestión de Residuos
Uso de filtros tangenciales	Uso de filtros con tierras filtrantes	Huella carbono	<b>9</b> Reduce requerimiento de lavado de filtros por unidad de superficie	<b>7</b> Reduce requerimiento bombeo de agua	<b>7</b> Poca emisión de CO <sub>2</sub>	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>5</b> Sin impacto significativo	<b>10</b> Elimina residuos de tierras filtrantes

Tabla Anexo-4.8. Tabla de calificación

El valor de PE se determinó estableciendo una ponderación porcentual que cuantifica el grado de influencia de cada uno de los problemas en estudio sobre el resto como se muestra en la siguiente tabla:

Problema Principal a Controlar	Ponderación del Efecto						Total
	Uso de Agua	Uso de Energía	Huella de carbono	Trazabilidad	Seguridad Laboral y Gestión de Riesgos	Gestión de Residuos	
Uso de Agua	24%	20%	20%	12%	12%	12%	100%
Uso de Energía	16%	23%	20%	11%	11%	18%	100%
Huella de carbono	11%	18%	23%	18%	11%	18%	100%
Trazabilidad	12%	12%	20%	24%	15%	17%	100%
Seguridad Laboral y Gestión de Riesgos	13%	18%	13%	16%	26%	13%	100%
Gestión de Residuos	12%	21%	21%	12%	12%	23%	100%

Tabla Anexo-4.9. Ponderación del efecto entre los problemas en el proceso vitivinícola.

#### **6.4. ANÁLISIS DE LOS COSTES DE LAS MTD**

En el presente proyecto sólo se tendrá en cuenta la inversión inicial de ambos equipos, los costos de ambos equipos y los ahorros generados a causa de un menor coste, descartando todo estudio a nivel de la planta completa. Ver *Anexo-3. Estudios de los costes generados por los equipos*, para un estudio completo, y ver el apartado *6.1.3. Resumen de costes*, en la Memoria Descriptiva para ver las conclusiones obtenidas.

## **6.5. TÉCNICA SELECCIONADA COMO MTD PARA LA SUSTITUCIÓN DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS**

### EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL

**APLICABLE EN PROCESO: VITIVINÍCOLA**

**ETAPA DEL PROCESO: FILTRACIÓN DEL VINO A LA SALIDA DE LA ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA**

#### **Descripción de la técnica**

El concepto de filtración tangencial es análogo a la filtración en superficie utilizado tradicionalmente pero el flujo de vino circula paralelo a la superficie de una membrana de microfiltración, de forma que el fluido que no permea, “barre” dicha superficie, impidiendo que las partículas se adhieran y colmaten el medio filtrante, con lo que se alarga la durabilidad de las membranas. Así, el tiempo que se efectúa la filtración, se autolimpia la membrana, lo que permite trabajar en forma continua con y estable en relación a composición y caudal.

Permite retener partículas cuyo tamaño varía entre 0,1 y 10 micras, lo que incluye colides, levaduras, bacterias y cristales de tártaro, entre otros. No se producen mermas de producto, la fracción retenida se concentra y se le da salida en un depósito separado para poder aprovecharlo como subproducto. El sistema está automatizado de tal forma que sólo es necesaria la intervención de un operario al efectuar la limpieza química, para añadir los productos detergentes (funcionamiento en continuo 22-24 horas/día).

#### **Beneficios en la sustentabilidad del sector y el medio ambiente**

Elimina la necesidad de utilizar tierras filtrantes por lo que se descarta la generación de este residuo y los problemas asociados, ya que las tierras

presentan un elevado poder contaminante cuando son arrastradas por las aguas (aportan una DBO de 20 a 60 g/l, y reduce el pH).

### **Aplicabilidad**

De preferencia a empresas con nivel tecnológico medio a alto.

### **Efectos asociados**

Da estabilidad microbiológica al vino, ya que tanto bacterias como levaduras son mayores que el tamaño de los poros de la membrana y por tanto son retenidos. Además reduce los requerimientos de las etapas de clarificación posteriores.

### **Supuestos generales**

La técnica permite realizar la filtración del vino de forma más eficiente, reduciendo el uso de insumos (tierra filtrante) y sus residuos. Supuestos de la técnica de referencia, (filtración tradicional) hace uso de tierras filtrantes.

### **Supuestos del equipo de filtración tangencial**

- Inversión

Corresponde a la adquisición de un equipo tangencial (precio de 262321,26 €). Es la principal desventaja que presenta este equipo, el alto coste de inversión.

- Ahorros

Supone un ahorro al año de **82326,00 €** con la nueva alternativa presentada: equipo de filtración tangencial.

**ANEXO 5**  
**ESTUDIOS Y ENSAYOS ANALÍTICOS DEL VINO EN AMBOS EQUIPOS**

1. INTRODUCCIÓN.....	231
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	232
2.1. ENSAYOS DE FILTRACIÓN.....	232
2.2. DETERMINACIONES REALIZADAS.....	232
2.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.....	232
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	234
3.1. INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN Y LA FILTRABILIDAD DEL VINO.....	234
3.2. INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN SOBRE EL COLOR DEL VINO.....	235
3.3. INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL VINO.....	236
4. CONCLUSIONES.....	237

## **1. INTRODUCCIÓN**

El estudio realizado a nivel industrial para la filtración tangencial a la salida del tratamiento por frío está basado en el artículo: “*Filtración de vinos tintos mediante filtros tangenciales y filtros de tierras de diatomeas*”, Caro Pina, Ildefonso; Gómez Benítez, Juan.

La filtración en diferentes modalidades es un proceso que se emplea en la elaboración de los vinos para retirar materia en suspensión y contribuir a su estabilización. Se puede aplicar antes del envejecimiento para salvaguardar las barricas, antes del tratamiento por frío para mejorar la efectividad de este tratamiento y después del tratamiento por frío para eliminar restos de bitartrato y materia insolubilizada durante este tratamiento. En los vinos tintos se debe prestar especial atención para que la filtración no afecte a la materia colorante del vino ni a su estructura. Por ello, en estos vinos se suelen utilizar filtraciones muy abiertas que a veces no garantizan su estabilidad. La filtración por tierras es el sistema más extendido por su versatilidad y coste reducido. La filtración tangencial ha sido tradicionalmente considerada un tratamiento excesivamente riguroso para los vinos tintos aunque recientemente la mejora de las membranas y de los equipos utilizados ha permitido aumentar las perspectivas de esta filtración para los vinos tintos. El objetivo de este trabajo fue comprobar la viabilidad de la filtración tangencial en vinos tintos y comparar sus resultados con los de la filtración por tierras.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. ENSAYOS DE FILTRACIÓN**

Se hicieron ensayos de filtración tangencial y por tierras en vinos tratados por frío. En los ensayos se utilizaron como filtro tangencial una fibra hueca simétrica de 1,4 mm de diámetro de fluoruro de polivilideno (PVDF). El primero era un filtro escala industrial de 12 módulos de 8,2 m<sup>2</sup> de 0,22 μ de tamaño de poro marca Pall Oenoflow AL. El filtro de tierras era de platos horizontales marca Della Toffola de 15 m<sup>2</sup> de superficie de filtración, empleándose una dosis en precapa de precapa:1 Kg/m<sup>2</sup> de tierras de porosidad media y fina y 0,2 g/L en dosificación de tierras de porosidad fina. Los ensayos se han realizado en una bodega industrial de la Indicación Geográfica Protegida Vinos de la Tierra de Castilla (Castilla La Mancha-España). Los ensayos se hicieron sobre depósitos de vinos comerciales según la disponibilidad de la bodega, por lo que se hubo de utilizar un testigo para cada experiencia, según queda reflejado en las tablas de resultados.

### **2.2. DETERMINACIONES REALIZADAS**

A los vinos filtrados con las diferentes técnicas se les realizó una profunda caracterización de los parámetros básicos de composición y de color, utilizando los métodos europeos de análisis (CEE 1990) y los usuales de laboratorio enológico. En particular, se analizaron a todas las muestras, *Grado alcohólico, pH, Acidez Total, Acidez Volátil, SO<sub>2</sub> Libre, SO<sub>2</sub> Total, Índice de Colmatación, Metales (Fe, Ca), Antocianos, IPT-Taninos-DO<sub>280</sub>, Intensidad Colorante, Tonalidad (Tono) y Compuestos Volátiles por Cromatografía de Gases.*

### **2.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO**

El análisis sensorial lo realizó el equipo de cata de la bodega compuesto por ocho catadores. En cada serie de cata se comparaban las muestras de

las diferentes técnicas de filtración ensayadas con sus testigos, ordenándolas según un orden creciente de preferencia y asignándole el catador a los vinos filtrados una puntuación desde 1 (mínimo) hasta el máximo de vinos de la serie.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN Y LA FILTRABILIDAD DEL VINO**

En líneas generales se observa (Tabla Anexo-5.1. Influencia de la filtración en los parámetros generales y la filtrabilidad del vino) que la filtración por tierras afecta a la composición del vino en mayor medida que la filtración tangencial. Este hecho se aprecia especialmente en el grado alcohólico, acidez total, SO<sub>2</sub> Libre y Total y suma de compuestos volátiles determinados por cromatografía de gases. Esto puede ser debido a la técnica utilizada en la preparación de la precapa en este tipo de filtros, al carácter alcalino residual de las tierras y a la mayor manipulación del vino que implica la filtración por tierras. Asimismo, en la filtración tangencial se ha mostrado más efectiva en la mejora de la filtrabilidad que la filtración por tierras, obteniendo unos Índices de Colmatación aceptables, mientras que en filtración por tierras de estos vinos esta magnitud no se pudo llegar a determinar porque se colmataban los filtros. Esto se puede justificar porque en la filtración tangencial la calidad del filtrado es menos dependiente del vino de partida que en la filtración por tierras, a causa del pequeño tamaño de poro y de la naturaleza de la membrana utilizada.

<b>Tipo de Vino</b>	<b>Tipo de filtración</b>	<b>Grado Alcohólico % vol.</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez Total g/L Ac. Tartárico</b>	<b>Ac. Volatil g/L Ac Acético</b>	<b>SO<sub>2</sub> Libre mg/L</b>
<b><i>Tratado frío</i></b>	T	13,12	3,33	5,78	0,57	11
	MP	13,02	3,46	5,39	0,52	14
	Tierras	12,96	3,48	5,17	0,55	12

	<b>Tipo de filtración</b>	<b>SO<sub>2</sub> total mg/L</b>	<b>Fe mg/L</b>	<b>Ca mg/L</b>	<b>Suma Volátiles (mg/L)</b>	<b>Índice de Colmatción</b>
	T	49	4,1	75,0	1140	9
	MP	46	3,9	65,0	980	7
	Tierras	37	4,0	80,0	952	Colmatado

T: testigo sin filtrar.

MP: membrana polimérica, PVDF.

Tabla Anexo-5.1. Influencia de la filtración en los parámetros generales y la filtrabilidad del vino

### **3.2. INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN SOBRE EL COLOR DEL VINO**

Los resultados en cuanto a la influencia de la filtración sobre el color de ambas técnicas son en general parecidos (Tabla Anexo-5.2. Influencia de la filtración en el color).

<b>Tipo de Vino</b>	<b>Tipo de filtración</b>	<b>Ant. (mg/L)</b>	<b>Tan. (g/L)</b>	<b>IPT</b>	<b>Intensidad Colorante</b>	<b>Tono</b>
<b><i>Tratado frío</i></b>	T	280	4,080	58,3	9,010	0,75
	MP	255	3,683	52,6	8,746	0,72
	Tierras	248	3,650	52,0	8,140	0,74

T: testigo sin filtrar.

MP: membrana polimérica, PVDF.

Tabla Anexo-5.2. Influencia de la filtración en el color

### **3.3. INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL VINO**

En todos los vinos considerados se observa una ligera preferencia a favor del vino filtrado con filtro tangencial sobre el vino filtrado por tierras (Tabla Anexo-5.3. Influencia de la filtración sobre las características sensoriales). Este hecho puede ser causado por el efecto absorbente de las tierras de diatomeas y la mayor manipulación del vino en la filtración por tierras, y está en relación con la mayor disminución de compuestos volátiles en la filtración por tierras (Tabla Anexo-5.1. Influencia de la filtración en los parámetros generales y la filtrabilidad del vino).

<b>Tipo de Vino</b>	<b>Filtración</b>	<b>Preferencia (%)</b>
<b><i>Tratado por frío</i></b>	MP	39,7
	Tierras	33,3

T: testigo sin filtrar.

MP: membrana polimérica, PVDF.

Tabla Anexo-5.3. Influencia de la filtración sobre las características sensoriales

#### **4. CONCLUSIONES**

Se ha podido comprobar que de forma general la filtración tangencial afecta a la composición, el color y las características sensoriales del vino en menor medida que la filtración por tierras. Por último, se ha observado también que desde el punto de vista sensorial se prefieren los vinos filtrados tangencialmente, por todo ello concluir que la filtración tangencial es adecuada para el tratamiento de vinos tintos, y que presenta resultados ligeramente mejores que la filtración por tierras.

**ANEXO 6**  
**NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE**

1. NORMAS GENERALES.....	239
2. SEGURIDAD A ADOPTAR PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE FILTRACIÓN.....	241
3. HIGIENE PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE FILTRACIÓN.....	246
4. ERGONOMÍA.....	247
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS) OBLIGADOS.....	248

## **1. NORMAS GENERALES**

Es obligatorio cumplir todas las normas e instrucciones de seguridad y salud de la empresa, tanto las normas generales como las específicas de su puesto.

Respete las señalizaciones y advertencias de seguridad distribuidas por las instalaciones de la empresa.



Comunique de inmediato cualquier situación que pueda suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.



Mantenga su puesto de trabajo limpio y ordenado. Recoja todas las herramientas, utensilios y demás objetos en su correspondiente lugar cuando haya terminado su uso. Mantenga las zonas de paso libre de obstáculos.

Nunca manipule equipos, productos o instalaciones para cuyo uso no esté autorizado.

Utilice adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, los medios necesarios para el desarrollo de su actividad (equipos, herramientas, productos químicos, etc.).

Nunca anule o ponga fuera de funcionamiento los dispositivos de seguridad de los equipos o instalaciones.



Utilice los equipos de protección individual facilitados por la empresa. Cada trabajador es responsable de su buen uso y conservación.



Recuerde que está terminantemente prohibido fumar dentro de las instalaciones de la empresa.



Mantenga los medios de extinción y salidas de emergencia libres de obstáculos. Nunca coloque objetos inflamables o combustibles cerca de focos de calor, chispas, etc.

## **2. SEGURIDAD A ADOPTAR PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE FILTRACIÓN**

A continuación se mostrarán los riesgos y las medidas de prevención a adoptar:

<b>SEGURIDAD</b>	
<i>RIESGOS</i>	<i>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN</i>
<b>Caídas al mismo nivel debido a resbalones con restos de uva, agua, etc. o tropiezos con objetos diversos que puede haber en el suelo (mangueras, etc.)</b>	<p>-Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Se recogerán todas las herramientas, utensilios y demás objetos en su correspondiente lugar cuando se haya terminado su uso, es especial las mangueras. Mantener las zonas de paso libres de obstáculos.</p> <p>-Las tapas de los desagües deberán estar siempre en su sitio. Si fuera necesario quitarlas para eliminar restos de agua, se colocarán nuevamente en su sitio en cuanto se haya terminado de limpiar la zona.</p> <p>-Tener cuidado al desplazarse por la bodega, especialmente en época de vendimia. Prestar atención a la posible presencia de agua, restos de uva, mangueras, huecos en el suelo, etc.</p>
<b>Caída de objetos en manipulación (mangueras de trasiego, cintas</b>	<p>-Siempre que sea posible, se recurrirá al uso de ayudas mecánicas para manipular elementos pesados. Cuando las dimensiones y/o el peso de la carga</p>

<b>transportadoras, horquillo, sacos, botellones de gases comprimidos, etc.)</b>	<p>lo aconsejen, la manipulación se hará entre dos personas.</p> <p>-Los botellones de gases comprimidos se transportarán siempre con ayuda de unos carros.</p>
<b>Cortes y golpes con cantos de los equipos.</b>	<p>Se utilizarán guantes de protección para evitar golpes y cortes con los cantos de los equipos.</p>
<b>Proyección de agua o de restos de uva en labores de limpieza de los equipos y los depósitos.</b>	<p>-Es obligatorio el uso de gafas de seguridad en las operaciones de limpieza con agua a presión y en todas aquellas tareas en las que exista riesgo de proyección de partículas.</p> <p>-La limpieza de los equipos se realizará siempre con el equipo completamente parado y desconectado de su fuente de alimentación.</p>
<b>Proyección de productos químicos (polvo de tierras diatomeas, etc.)</b>	<p>-Cuando haya que adicionar metabisulfito manualmente a los depósitos se hará con cuidado y con la jarra próxima a la boca del depósito, para evitar salpicaduras.</p> <p>-Se utilizarán gafas de protección durante la manipulación de productos químicos, como medida de protección frente a posibles salpicaduras.</p> <p>-Seguir siempre las indicaciones de la ficha de datos de seguridad durante la manipulación de</p>

	productos químicos.
<b>Desplome de contenedores y cargas manipuladas con la carretilla elevadora</b>	<p>-El uso de las carretillas elevadoras queda limitado al personal debidamente formado y autorizado.</p> <p>-Todas las carretillas cumplirán con la normativa de seguridad. Se realizará un mantenimiento periódico de estos equipos, de acuerdo con lo establecido por el fabricante.</p> <p>-Está terminantemente prohibido situarse debajo de las cargas. Antes de voltear el contenedor con la pasta en la cinta transportadora, se comprobará que no hay personal en las inmediaciones.</p> <p>-Se circulará con el útil próximo al suelo y el mástil inclinado hacia atrás; nunca se conducirá con la carga elevada.</p>
<b>Contactos eléctricos</b>	<p>-Sólo el personal autorizado por la empresa podrá manipular la instalación eléctrica.</p> <p>-Se comprobará periódicamente el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad de la instalación eléctrica y se realizarán las revisiones oficiales establecidas por la normativa específica.</p> <p>-Todos los equipos y instalaciones dispondrán de marcado CE y estarán conectados a tierra. Los</p>

	<p>equipos y herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento.</p> <p>-Se desconectarán los equipos antes de realizar labores de limpieza o mantenimiento.</p> <p>-Las bombas se transportarán con el cableado recogido, para evitar que pueda deteriorarse. El equipo no se conectará a la red eléctrica hasta que no se encuentre en el lugar de utilización.</p>
<p><b>Enganches y atrapamientos con elementos móviles de los equipos (redler, bombas, filtro de tierras, etc.)</b></p>	<p>-Los equipos se utilizarán siempre para el uso previsto y de acuerdo con las instrucciones de fabricante.</p> <p>-Todos los elementos móviles de los equipos deberá estar protegidos, de manera que sean inaccesibles a actos voluntarios o involuntarios de la persona que los realiza.</p> <p>-Está terminantemente PROHIBIDO ANULAR LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD de los equipos.</p> <p>-Nunca se trabajará con pulseras, colgantes, anillos u otros elementos que puedan aumentar el riesgo de atrapamiento o enganches con elementos móviles. En caso de tener pelo largo deberá llevarse recogido. Los puños de los buzos y camisas deberán ser ajustados.</p> <p>-NUNCA SE INTRODUCIRAN</p>

	<p>LAS EXTREMIDADES EN ZONAS MÓVILES DE LOS EQUIPOS CUANDO ESTÁN EN FUNCIONAMIENTO. Si fuera necesario manipular en elementos peligrosos se deberá desconectar el equipo de toda fuente de energía y señalizar y consignar el mismo, para asegurarse que nadie le va poder poner en marcha de manera accidental.</p> <p>-La limpieza de los equipos se realizará siempre con el equipo completamente parado y desconectado.</p> <p>-El cajón para la canalización del orujo se colocará de tal manera cubra completamente la zona sin protección del redler.</p> <p>-Se realizará mantenimiento periódico de los equipos, en especial de sus elementos de seguridad, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.</p>
--	---

Tabla Anexo-6.1. Seguridad.

### **3. HIGIENE PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE FILTRACIÓN**

<b>HIGIENE</b>	
<b>RIESGO</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN</b>
<b>Exposición a niveles elevados de ruido procedentes de los equipos.</b>	Deberá utilizarse protección auditiva cuando los niveles de ruido sean elevados
<b>Contacto y exposición a productos químicos (tierras diatomeas, sosa, etc.)</b>	<p>-Seguir siempre las indicaciones de la ficha de datos de seguridad durante la manipulación de productos químicos.</p> <p>-Evitar en todo momento el contacto dérmico con los productos químicos. Mantener unas óptimas condiciones higiénicas en lo referente a vestimenta. Lavarse las manos después del contacto con el producto químico.</p> <p>-Utilice mascarilla de protección para polvo cuando manipule las tierras diatomeas.</p> <p>-No dejar los envases abiertos si no se están utilizando. Evitar realizar trasvases desde el recipiente original. En caso necesario, se señalarán los nuevos recipientes de una manera adecuada.</p>

Tabla Anexo-6.2. Higiene.

#### 4. ERGONOMÍA

<b>ERGONOMÍA</b>	
<b>RIESGO</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN</b>
<b>Manipulación manual de cargas (bidones o sacos de productos químicos, tuberías desmontables, etc.)</b>	<p>-Siempre que sea posible, se recurrirá al uso de ayudas mecánicas para manipular elementos pesados. Cuando las dimensiones y/o el peso de la carga lo aconsejen, la manipulación se hará entre dos personas.</p> <p>-Para la manipulación manual de cargas se seguirán las siguientes recomendaciones:</p> <p>-Mantener la espalda recta. Flexionar las piernas y evitar los giros de cintura, acompañando el movimiento con los pies.</p> <p>-Acercar en la medida de lo posible la zona de manipulación de la carga a la cintura.</p> <p>-Evitar la manipulación de las cargas desde una posición desfavorable (a nivel del suelo y/o con los brazos a la altura del pecho y por encima del hombro)</p>

Tabla Anexo-6.3. Ergonomía.

## 5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS) OBLIGADOS

Para la operación de filtración y sobre todo para el uso del equipo de filtración por tierras es obligatorio llevar mascarillas cuando se vaya a manipular las tierras de diatomeas, además del uso obligatorio de los siguientes EPIS:

EPIS OBLIGADOS	
Es obligatorio el uso de <b>calzado de seguridad con suela antideslizante.</b>	
Es obligatorio el uso de <b>gafas de seguridad</b> en las operaciones de limpieza con las mangueras de agua a presión, durante la manipulación de productos químicos y en todas aquellas tareas en las que exista riesgo de proyección de partículas.	
Es obligatorio el uso de <b>mascarilla de protección para polvo</b> durante la manipulación de las tierras diatomeas. En el caso de la filtración tangencial no es necesario.	
Es obligatorio el uso de <b>protección auditiva.</b>	

<p>Es obligatorio el uso de <b>guantes de protección</b> durante el manejo de las mangueras de agua a presión y durante la manipulación de productos químicos.</p>	
--	--

Tabla Anexo-6.4. Equipos de protección individual.

## **ANEXO 7**

### **ORIGEN DE LAS TIERRAS DIATOMEAS**

1. ORIGEN DE LAS TIERRAS DIATOMEAS.....	251
1.1. INTRODUCCIÓN.....	251
2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS TIERRAS DIATOMEAS.....	254
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	255

## **1. ORIGEN DE LAS TIERRAS DIATOMEAS**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

También llamado diatomeas, tierra de infusorios, diatomitas, “farina fossile” etc.

El kieselgur o diatomita es una roca sedimentaria compuesta por una acumulación de caparazones o esqueletos de sílice amorfo hidratado, que es secretado por las diatomeas, realizada a través de los diferentes tiempos geológicos.

Las diatomeas son unas algas microscópicas, unicelulares, de la familia de las algas pardas. La membrana celulósica de su célula, es decir, la frústula, capta sílice que se encuentra disuelto en el agua y se impregna de él. Una de las condiciones principales para que esta formación se realice es por supuesto la presencia de aguas ricas en sílice soluble.

Luego de la destrucción de la substancia orgánica, queda un caparazón de sílice hidratado estriado con alveolos y canículas, y constituido por dos válvulas que se ajustan una dentro de la otra. La forma de la frústula puede presentar aspectos muy diversos. Sus dimensiones pueden variar entre algunas y varias centenas de micras.

Actualmente se cuentan más de 10000 especies de diatomeas, de las cuales, 400 son de agua dulce. Su clasificación se basa en la estructura de la caja silícea.

Se pueden distinguir dos grupos, las diatomeas céntricas y las pinnadas.

Las “céntricas” son las más antiguas y en ocasiones se encuentran en depósitos asociadas a los fósiles de radiolarios y a las espículas de los espongiarios. En general, son de forma circular o elíptica. Cyclotella, Coscinodiscus, Melosira.

Las pinnadas, frecuentemente de origen lacustre, son largas o afiladas: Navicula, Cymbella, Surirella, Synedra.

La acumulación de estos restos de hace 60 a 100 millones de años forman una roca sedimentaria, blanda, ligera e higroscópica; encontrándose en yacimientos repartidos por todo el mundo, siendo los más importantes los de Estados Unidos de América (Santa Bárbara), Europa (Ardèche y Cantal), África del Norte e Islandia.

Explotándose a cielo abierto y utilizándose como adsorbente de nitroglicerina (dinamita), para la obtención de silicatos, y desde el año 1920 como materia filtrante.

Una vez extraído el mineral de los yacimientos, se deja en “maduración” a la intemperie durante al menos 1 año, transcurrido el cual se somete a un proceso de fabricación donde se pretenden los siguientes fines: purificar el mineral, eliminar el agua y obtener materia filtrante de diferente porosidad. Para ello, en primer lugar el mineral es desterronado, siendo después presecado en un horno a una temperatura de entrada de 600 a 700°C con una humedad de 60%, hasta salir con una temperatura de 85°C y con una humedad del 30%. A continuación el mineral es de nuevo triturado, y desecado otra vez durante un corto tiempo a una temperatura de 700 a 800°C, resultando con una humedad final del 4%. Las *diatomeas naturales* se obtiene por clasificación según tamaño en un ciclón de aire, donde se desechan las partículas más pesadas, siendo estas de color grisáceo por contener una pequeña fracción de materia orgánica.

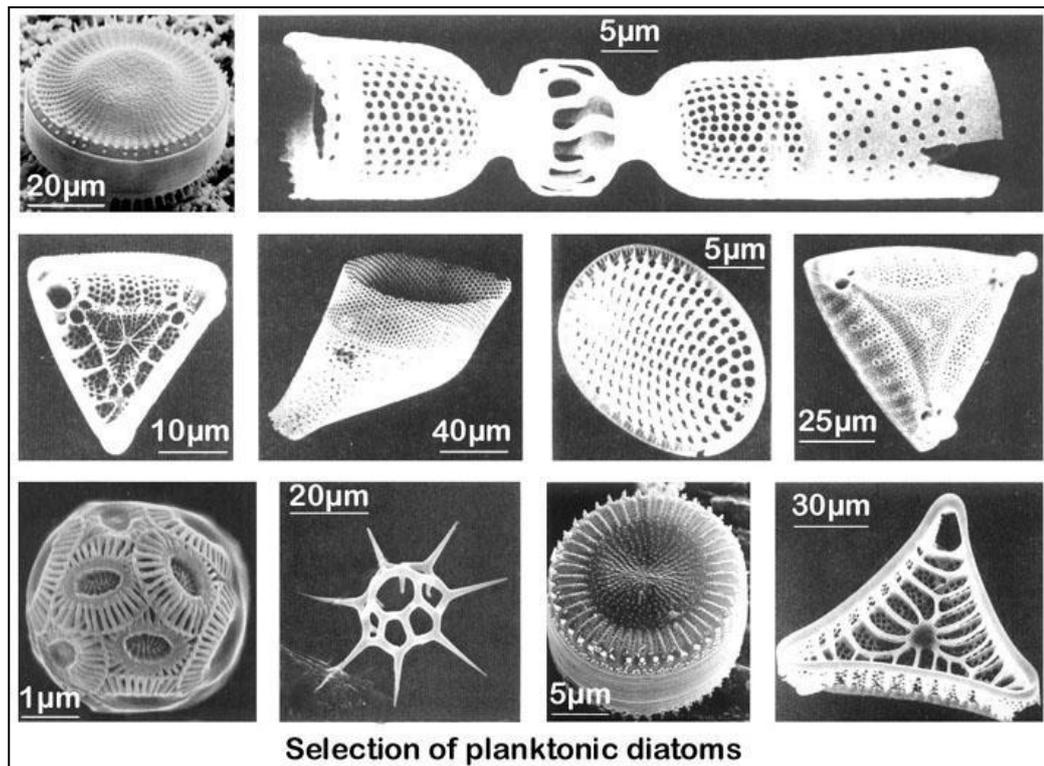


Figura Anexo-7.1. Tierras Diatomeas.

Las *diatomeas calcinadas* son de color rosáceo, estando sometidas a un nuevo tratamiento a una temperatura de unos 900 a 1000°C, siendo luego molidas y clasificadas por un ciclón de aire, consiguiendo de este modo eliminar por calcinación la materia orgánica y aglomerar por “fritage” las partículas muy finas de alto poder colmatante. Se consigue una materia filtrante muy fina donde un 60% a 80% son partículas de tamaño inferior a 10 µm, y el 40% a 60% restante menor de 5 µm. Las *diatomeas calcinadas activadas* son tierras de color blanco, fabricándose por adicción de un fundente de carbonato de sodio al 6%, antes de su calcinación a una temperatura entre los 900 a 1150°C, siendo por último trituradas y clasificadas por un ciclón de aire. La adicción del fundente permite una calcinación más efectiva de las tierras, lo que permite aumentar la permeabilidad de las diatomeas y así obtener mejores resultados de filtración que con los anteriores tipos.

## **2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS TIERRAS DIATOMEAS**

La composición química de las tierras fósiles depende de su origen y también del tipo de fabricación:

	<b>Composición (% m.s.)</b>		
	<b>Natural</b>	<b>Calcinada</b>	<b>Activada</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	86,8	91,0	87,9
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4,1	4,6	5,9
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1,6	11,9	1,1
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,2	0,2	0,2
<b>CaO</b>	1,7	1,4	1,1
<b>MgO</b>	0,4	0,4	0,3
<b>Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O</b>	1,1	1,1	3,3
<b>pH</b>	5 a 8	6 a 8	8 a 10

Tabla Anexo-7.1. Composición Química de las tierras diatomeas.

### **3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

En cuanto a sus características físicas, las tierras fósiles presentas los siguientes datos:

- Humedad: < 2,0%.
- Pérdida a calcinación: < 1,0%
- Granulometría:

<b>Tamaño (µm)</b>	<b>Tierras finas</b>	<b>Tierras medias</b>	<b>Tierras gruesas</b>
>50	2,5	13,0	56,0
50 a 30	4,0	6,0	13,0
30 a20	4,5	9,0	9,5
20 a 10	12,5	39,0	15,5
10 a 5	20,5	18,0	3,0
5ª 3	20,0	15,0	3,0
<3	36,0	0,0	0,0

Tabla Anexo-7.2. Granulometría.

- Densidad: 0,27 a 0,42 gramos/ml.
- Volumen mojado: 2,5 a 4,0 litros/kg.
- Permeabilidad: 0,1 a 2,0 darcies.

## **ANEXO 8**

### **FICHA DE SEGURIDAD DE LAS TIERRAS DIATOMEAS**



# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

## Primisil® 611

### 1 IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO	Primisil® 611
SINÓNIMOS, NOMBRES COMERCIALES	Flux Calcined Diatomaceous Earth (DE), Silica
PROVEEDOR	World Minerals France - Murat 7 rue du stade - BP 42 FR - 15300 Murat France +33 (0) 4 71 20 00 49 +33 (0) 4 71 20 32 28 SDS.expert@imerys.com
TELÉFONO DE URGENCIAS	Chemtrec International +1 703 527 38 87

### 2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

CLASIFICACIÓN Xn;R48/20.

#### PARA EL HOMBRE

Una exposición prolongada a cualquier tipo de polvo mineral respirable puede causar efectos sobre las vías respiratorias. El polvo suspendido en el aire puede irritar los ojos. En 1997, IARC (La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer) concluyó que el sílice cristalino inhalado de fuentes ocupacionales puede causar cáncer de pulmón en seres humanos. Sin embargo precisó que no todas las circunstancias industriales, ni todo los tipos de sílice cristalino, debían ser incriminados (Monografías de la IARC sobre la evaluación de los riesgos carcinógenos de productos químicos a los seres humanos, sílice, polvos de silicatos y fibras orgánicas, 1997, vol. 68, IARC, Lyon, Francia). En junio de 2003, SCOEL (El Comité Científico de EU sobre Límites de Exposición Ocupacional) concluyó que el efecto principal en seres humanos por la inhalación de polvo cristalino de sílice es la silicosis. Existe suficiente información para concluir que el riesgo relativo de cáncer de pulmón se incrementa en personas con silicosis (y, al parecer, no en empleados que no presentan silicosis, expuestos al polvo de sílice en minas y en la industria de la cerámica). Por lo tanto la prevención del inicio de la silicosis también reducirá el riesgo de cáncer (SCOEL SUM Doc. 94-final, junio de 2003) Existe suficiente evidencia que apoya el hecho de que el riesgo creciente de cáncer no estaría limitado a personas que ya sufren de silicosis. Según el estado actual, la protección del trabajador contra silicosis puede ser asegurada constantemente respetando los límites regulatorios de exposición ocupacional ya existentes.

### 3 COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Denominación	Núm. EC:	No. CAS	Contenido	Clasificación
Cristobalite (crystalline silica)	238-455-4	14464-46-1	<60%	Xn;R48/20.
Diatomaceous Earth, Flux Calcined	272-489-0	68855-54-9	.	-
Quartz (crystalline silica)	238-878-4	14808-60-7	<3%	Xn;R48/20.

El texto completo de todas las frases R es mostrado en la sección 16.

### 4 PRIMEROS AUXILIOS

#### INHALACIÓN

Respire aire fresco y manténgase quieto. Conseguir atención médica si continúa cualquier malestar.

#### INGESTIÓN

Enjuagar a fondo la boca. Conseguir atención médica si continúa cualquier malestar.

#### CONTACTO CON LA PIEL

Lavar la piel con jabón y agua.

#### CONTACTO CON LOS OJOS

Enjuáguese inmediatamente los ojos con agua corriente o solución lavaojos durante 10 minutos. Póngase en contacto con un médico si continúa el malestar.

# Primisil® 611

## 5 MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

### MEDIOS DE EXTINCIÓN

Este material no es combustible. Seleccione el medio de extinción más apropiado, teniendo en cuenta la posible presencia de otros productos químicos.

### RIESGOS INSÓLITOS DE INCENDIO Y DE EXPLOSIÓN

No disponible

## 6 MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

### PRECAUCIONES PERSONALES

Úsese indumentaria protectora de acuerdo con las instrucciones facilitadas en el epígrafe 8 de esta ficha de datos de seguridad. Evite la inhalación de polvo.

### PRECAUCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

No verter los residuos al desagüe, al suelo o a las aguas naturales.

### MÉTODOS DE LIMPIEZA

Evitar la formación de polvo. Humedecer con agua el producto vertido. Recoja el polvo con un aspirador especial para polvo que tenga filtro para partículas o barra con cuidado y meter en un recipiente cerrado.

## 7 MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

### PRECAUCIONES DE USO

Manipular con cuidado, evitando que se genere polvo.

### PRECAUCIONES DE ALMACENAJE

Ninguna precaución especial señalada para el almacenaje.

## 8 CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Denominación	Std	VLA - ED		VLA - EC		Notas
Cristobalite (crystalline silica)	VLA		0,05 mg/m3			
Quartz (crystalline silica)	VLA		0,1 mg/m3			

VLA = Valor Límite Ambiental.

### EQUIPO DE PROTECCIÓN



### MEDIDAS TÉCNICAS

Asegúrese una ventilación eficaz. Respete los valores límite y reduzca al mínimo el riesgo de inhalación de polvo.

### PROTECCIÓN RESPIRATORIA

No se ha hecho ninguna recomendación específica, pero debe usarse protección respiratoria cuando el nivel general excede el límite de exposición recomendado.

### PROTECCIÓN DE LAS MANOS

Para el contacto repetido o prolongado con la piel, usar guantes protectores apropiados.

### PROTECCIÓN DE LOS OJOS

Usar gafas de protección adecuadas. Se recomienda no usar lentes de contacto cuando se trabaja con este producto.

### MEDIDAS DE HIGIENE

Use crema para las manos para que no se seque la piel. No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. Lavarse al terminar cada turno de trabajo y antes de comer o fumar, y antes de usar el baño.

## 9 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ASPECTO	Polvo
COLOR	Blanco/blanquecino
OLOR	Casi inodoro
SOLUBILIDAD	Insoluble en agua

# Primisil® 611

DENSIDAD RELATIVA 2.3

## 10 ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

### ESTABILIDAD

Estable a temperaturas normales y para el uso recomendado.

### MATERIALES A EVITAR

Hydrofluoric acid

### PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS

Ningunos en circunstancias normales.

## 11 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### INFORMACIÓN GENERAL

El producto no es muy nocivo. Puede resultar nocivo para la salud solamente en cantidades grandes.

### INHALACIÓN

El polvo puede irritar los pulmones y las vías respiratorias.

### INGESTIÓN

No se han registrado efectos nocivos tras la ingestión de las cantidades que se pueden ingerir accidentalmente.

### CONTACTO CON LA PIEL

El contacto prolongado puede desengrasar la piel.

### CONTACTO CON LOS OJOS

Si entran partículas de polvo en el ojo, pueden irritarlo o causar picazón

## 12 INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### ECOTOXICIDAD

Los componentes del producto no están clasificados como peligrosos para el medio ambiente. Sin embargo, esto no impide la posibilidad de que los derrames grandes o frecuentes puedan tener un efecto nocivo o perjudicial en el medio ambiente.

### MOVILIDAD

El producto es insoluble en agua.

### POTENCIAL DE BIOACUMULACIÓN

El producto no contiene ningunas sustancias consideradas bioacumulativas.

### DEGRADABILIDAD

El producto no es biodegradable.

## 13 CONSIDERACIONES SOBRE ELIMINACIÓN

### INFORMACIÓN GENERAL

Puede ser eliminado como material tóxico/inactivo en vertederos aprobados de conformidad con la normativa local.

## 14 INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE

### GENERAL

El producto no está comprendido por las reglas internacionales o por las de la Unión Europea sobre el transporte de mercancías peligrosas (IMDG, ICAO/IATA, ADR/RID).

## 15 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

### ETIQUETADO



Nocivo

### CONTIENE

Cristobalite (crystalline silica)

### FRASES DE RIESGO

R48/20

Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

# Primisil® 611

## FRASES DE SEGURIDAD

S22	No respirar el polvo.
S38	En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.

---

## 16 OTRA INFORMACIÓN

---

FECHA DE REVISIÓN 18/09/2009

NO. DE REVISIÓN/REEMPLAZA 1

FDS DEL

FRASES - R (TEXTO COMPLETO)

R48/20 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

## CLÁUSULA DE EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

La información en esta ficha de datos de seguridad sustituye a cualquier ficha anterior y se basa en los datos actuales de la empresa en la fecha de la elaboración. La información es fehaciente y se facilita sin garantía de ningún tipo, bien implícita o explícita, sobre su exactitud o integridad. Las condiciones o métodos de manipulación, almacenamiento, uso o eliminación del producto van más allá de nuestros conocimientos. Es responsabilidad exclusiva del usuario tomar todas las precauciones necesarias durante la manipulación del producto. La información contenida en esta ficha de datos de seguridad no constituye ninguna evaluación de los riesgos en el lugar de trabajo.

## **ANEXO 9**

### **CATÁLOGO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL**

1. INTRODUCCIÓN.....	265
1.1. COMPONENTES PRINCIPALES.....	266
2. DATOS DE MARCA.....	267
2.1. FABRICANTE.....	267
2.2. DATOS DE IDENTIFICACIÓN.....	267
2.3. CONFORMIDAD CE.....	267
2.4. CENTROS DE ASISTENCIA TÉCNICA.....	267
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	268
3.1. LÍMITES DE UTILIZACIÓN.....	268
3.1.1. FUNCIONES DE USO.....	268
3.1.2. ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL.....	268
3.1.3. LÍMITES ERGONÓMICOS.....	268
3.1.4. AMBIENTE DE TRABAJO.....	269
3.1.5. VIDA ÚTIL DEL EQUIPO.....	269
3.2. PRESTACIONES.....	270
3.3. CONSUMOS.....	271
3.4. SERVICIOS REQUERIDOS.....	271
3.5. DIMENSIONES.....	272
3.6. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	273
3.6.1. MATERIALES EN CONTACTO CON EL LÍQUIDO.....	273
3.6.2. OTROS MATERIALES CONSTRUCTIVOS.....	273
3.7. RUIDOS.....	273
4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.....	274
4.1. ÓRGANOS DEL EQUIPO.....	274
4.2. SISTEMA DE CONTROL.....	275
4.2.1. MANDOS.....	275
4.2.2. SEÑALIZACIONES.....	275

4.2.3. COMPONENTES DEL TABLERO.....	276
5. NORMAS DE SEGURIDAD.....	277
5.1. ADVERTENCIAS.....	277
5.2. PROTECCIONES PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.....	277
6. INSTALACIÓN.....	278
6.1. POSICIONAMIENTO.....	278
6.2. MONTAJE Y DESMONTAJE.....	278
6.3. CONEXIONES HIDRÁULICAS.....	279
6.4. CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	281
7. USOS.....	280
7.1. PRECAUCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	280
7.1.1. PRECAUCIONES PARA EL USO DEL EQUIPO.....	280
7.1.2. PRECAUCIONES CON RESPECTO AL PROCESO.....	282
7.2. CICLOS Y OPERACIONES DE UTILIZACIÓN NORMAL.....	283
8. LIMPIEZA.....	286
8.1. CICLOS Y OPERACIONES DE LIMPIEZA.....	286
9. MANUTENCIÓN.....	288
9.1. MANUTENCIÓN PROGRAMADA.....	288
9.1.1. INDICACIONES GENERALES.....	288
9.1.2. LIMPIEZA PRFILTRO F3.....	288
9.1.3. ORGANOS DE ESTANQUEIDAD Y DE SOSTÉN INFERIORES DEL FILTRO F1.....	288
9.1.4. BOQUILLAS PULVERIZADORAS DE LAVADO PLATOS DE FILTRACIÓN.....	289
9.1.5. MOTORREDUCTOR M1 DE ROTACIÓN PLATOS DE FILTRACIÓN.....	289

9.1.6. MOTORREDUCTOR DE ACCIONAMIENTO DE LA BOMBA DOSIFICADORA G2 Y DEL AGITADOR P1.....	289
9.1.7. BOMBA DOSIFICADORA G2.....	289
9.1.8. CABLEOS Y COMPONENTES ELÉCTRICOS.....	290
9.2. MANUTENCIÓN EXTRAORDINARIA Y REPARACIONES.....	290
9.3. REPUESTOS.....	291

**cadalpe**  
MACCHINE ENOLOGICHE S.p.A.

E00

## FILTROS C31



CADALPE S.p.A. - 31028 Vazzola (TV) Italia - Via Cesare Battisti 87  
Tel: +39 / 0438 / 441570 - Fax: +39 / 0438 / 441577 - e-mail: prod@cadalpe.com  
C31\_00\_E 1803/02

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los equipos Cadalpe modelo C31 son filtros en presión con platos horizontales, con prevestimiento de coadyuvante de filtración.

Los platos de filtración están colocados dentro de un cuerpo cilíndrico y están conectados hidráulicamente entre sí en paralelo mediante un árbol hueco.

El coadyuvante utilizado es tierra de infusorios (tierra de diatomeas). La filtración, mediante el uso de coadyuvantes, en un filtro a presión es una operación que se compone de dos fases.

Inicialmente, se deposita sobre la membrana de filtración una capa sutil de coadyuvante la pre-torta, haciendo recircular una suspensión en el producto a filtrar.

A la fase sucesiva se le da el nombre de "aluvionaje" y consiste en la sedimentación continua, sobre la torta de filtración, de pequeñas cantidades de coadyuvante, dosificado continuamente sobre el producto a filtrar.

Durante la filtración, el coadyuvante agregado se sedimenta sobre la torta ya formada, conjuntamente con las partículas sólidas presentes en suspensión en el producto a filtrar. Así se crean numerosísimos canales microscópicos que detienen los sólidos en suspensión sin provocar, sin embargo, el tapado de la torta.

Procediendo con la filtración, la acumulación de sólidos retenidos y el aumento de espesor de la torta de filtración provocan un incremento progresivo de la pérdida de carga, hasta alcanzar el valor máximo de trabajo.

Al final del ciclo de trabajo se vacía el filtro del líquido residual y la torta, despegada de los platos mediante la acción conjunta de una centrifugación parcial y del agua de lavado, se descarga a través de una correspondiente apertura de descarga.

Los filtros Cadalpe modelo C31 son equipos adecuadas para la filtración de líquidos alimenticios, con un bajo contenido de sólidos suspendidos como vino, jugos de fruta, mostos, etc.

### **1.1. COMPONENTES PRINCIPALES**

- Cámara de filtración: contiene los elementos de filtración de platos horizontales y puede soportar una presión de ejercicio de 6 bares. Los platos de filtración son sostenidos por un árbol que puede ponerse en rotación, ayudando así al despegue de la torta de filtración por acción de la fuerza centrífuga. La cámara está equipada con una apertura para facilitar la descarga de la torta y con un tubo colector, provisto de boquillas pulverizadoras orientadas de manera tal de permitir el lavado de los platos de filtración al final del ciclo de utilización.
- Platos de filtración: fabricados con chapa estampada, tienen la superficie superior recubierta con tejido reps de acero inoxidable, fijado al borde de los discos con un sistema de engrapado de concepción original Cadalpe que asegura la estanqueidad, sin uso de guarniciones, permitiendo al mismo tiempo, de desmontar el plato.
- Dosificador: depósito en cual se introduce los coadyuvantes de filtración. Está equipado con un agitador lento para mantener en suspensión los coadyuvantes y con una bomba dosificadora de caudal variable, para su dosificación.
- Bomba de alimentación: de tipo centrífugo, está equipada con junta estanca y con motor de acoplamiento directo. En la aspiración de la bomba hay instalado un prefiltro que impide la aspiración de cuerpos groseros que podrían dañarla.
- Conexiones hidráulicas: incluyen tuberías, válvulas obturadoras, caudalímetros, mirillas iluminadas.
- Tablero eléctrico de mando: ubicado en una caja de chapa de acero inoxidable AISI 304 que asegura el grado de protección IP 55, contiene los interruptores magnetotérmicos, los contactores para la protección y el mando de las diversas cargas y los relés que aseguran las funciones de control de todo el equipo.
- Estructura de sostén: en tubo de acero inoxidable plegado, contiene los distintos elementos del equipo y está equipado con ruedas.

## **2. DATOS DE MARCA**

### **2.1. FABRICANTE**

Cadalpe S.p.A. –Via Cesare Battisti, 87 – 31028 Vazzola (TV) – Italia.

### **2.2. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

Modelo: C31/04

Número de serie:

Año de fabricación:

### **2.3. CONFORMIDAD CE.**

La instalación ha sido realizada conforme a la Directiva CEE N: 89/392 y sucesivas modificaciones y integraciones N: 91/368 y N: 93/68 y tiene la marca según lo previsto por esta Directiva.

### **2.4. CENTROS DE ASISTENCIA TECNICA**

En el caso de servicio técnico o de asistencia para el uso de la instalación, remítase a los centros siguientes Cadalpe:

- Importador:
- Centros de asistencia técnica:

Cadalpe S.p.A.

31028 Vazzola (TV) – Italia

Tel. +390438441570

Fax. +390438441577

E-mail: prod@cadalpe.com

### **3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

#### **3.1. LÍMITES DE UTILIZACIÓN**

##### **3.1.1. FUNCIONES DE USO**

El equipo ha sido destinado para la eliminación de sólidos, suspendidos o sedimentables, de vino, mostos de uva, jugos o mostos de fruta y de aguas industriales, del proceso y de fuera del proceso.

El ambiente de trabajo donde es instalada es por lo tanto característico de bodegas, empresas productoras de bebidas, empresas farmacéuticas y químicas o empresas en general, que utilicen como fluidos de procesos, líquidos con base acuosa.

##### **3.1.2. ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL**

El personal encargado del uso del equipo tiene que ser entrenado adecuadamente, tanto para lograr el resultado de la filtración, ya que el equipo requiere de múltiples operaciones de tipo manual para su correcto funcionamiento, como para la obtención de condiciones de seguridad adecuadas.

En efecto, a pesar de que el equipo está dotada de todos los sistemas de prevención de los peligros previstos por las normativas, requiere del uso de sustancias en forma de polvo dañinas para el sistema respiratorio, líquidos en presión, tiene órganos en movimiento y partes bajo tensión eléctrica, que pueden originar entonces situaciones peligrosas si no es utilizada correctamente.

##### **3.1.3. LÍMITES ERGONÓMICOS**

El equipo no tiene puestos de trabajo definidos, debido a que el operador tiene que acceder a muchas de sus partes para hacerla funcionar.

Durante su ciclo completo de vida, o sea durante su fabricación, transporte, instalación, uso y puesta fuera de servicio, el equipo presenta los siguientes límites ergonómicos:

✓ Para su desplazamiento, durante las fases de fabricación y de transporte, dado el peso y las dimensiones, se utilizan los correspondientes dispositivos y medios de elevación y transporte; en las fases sucesivas, el equipo puede ser movido utilizando las ruedas con las cuales está equipado.

#### **3.1.4. AMBIENTE DE TRABAJO**

El equipo debe ser colocado sobre un plano horizontal, en ambiente cubierto, a una cierta distancia de las paredes, en modo de permitir el acceso del operador para el uso y la manutención.

La temperatura del ambiente tiene que ser una temperatura tal que permita que el operador tenga una actividad confortable y no debe descender, en ningún caso, por debajo de cero, para evitar el congelamiento de los líquidos tratados.

Tienen que preverse los correspondientes sistemas de aspiración del polvo de coadyuvante disperso en el aire del establecimiento.

El equipo tiene que poder ser lavada con un chorro de agua y el establecimiento tiene que contar con los sistemas de drenaje correspondientes.

El lugar debe tener una buena iluminación difusa desde arriba y desde las paredes.

#### **3.1.5. VIDA UTIL DEL EQUIPO**

El equipo tiene una vida útil, sin presentar daños graves, muy elevado (más de 10 años) debido a la utilización, durante su fabricación, de materiales de calidad.

Con la finalidad de mantener la máxima eficiencia y duración del equipo, tienen que ser sustituidas, cuando es necesario, las piezas desgastadas o las partes que pueden ser sustituidas con los repuestos.

Cuando el equipo queda fuera de uso, puede ser desmontado y pueden ser recuperados y reciclados la mayoría de los materiales (acero inoxidable, polipropileno, PVC).

Si en cambio no es desmantelada, la misma representará un residuo sólido que tendrá que ser debidamente eliminado según las leyes vigentes.

### 3.2. PRESTACIONES

Los parámetros según los cuales se deben de evaluar las prestaciones de los filtros C31 son los siguientes:

A – Volumen de líquido tratado en un cierto tiempo de trabajo;

B – Cantidad residual de sólidos en suspensión presente en el mismo líquido tratado.

En la mayoría de los casos estos valores son muy difíciles de establecer y entonces tienen que ser determinados de vez en vez, ya que los mismos dependen esencialmente de las variables siguientes:

1- Tipo de líquido a tratar.

En el campo enológico, puede ser mosto o vino clarificado.

En otros sectores alimentarios puede ser jugo exprimido de manzanas, de uvas o de otras frutas, destinado a la producción de néctares, vinagre de vino, etc.

El campo industrial en general, pueden existir soluciones que contengan cantidades limitadas de sólidos suspendidos, siempre que sean compatibles con los materiales de fabricación.

Más generalmente, no se aconseja tratar líquidos con viscosidades y peso específico superiores, respectivamente, a  $0,005 \text{ Ns/m}^2$  y  $1150 \text{ kg/m}^3$ .

2- Contenido de sólidos suspendidos en el líquido a tratar.

En el mosto de uva clarificado o centrifugado el contenido total de sólidos es normalmente inferior al 0,5 % del peso.

En los vinos la presencia de sólidos suspendidos, muy inferior a la de los mostos, se mide en unidades de turbidez NTU.

En los vinos los valores normales son inferiores a 30 NTU.

3- Granulometría del coadyuvante utilizado en la formación de la torta.

Disminuyendo la granulometría se obtiene un valor más bajo de sólidos residuales, pero contemporáneamente disminuye también la productividad.

Los litros por hora en función de la superficie de filtración varían desde un valor mínimo de  $300 \text{ l/h-m}^2$ .

En el sector alimentario se tiene:

- Vino: de  $700$  a  $1800 \text{ l/h-m}^2$
- Mosto de cerveza: de  $600$  a  $1200 \text{ l/h-m}^2$
- Jarabe de glucosa neutro: de  $800$  a  $1100 \text{ l/h-m}^2$

### 3.3. CONSUMOS

El funcionamiento de los filtros C31 requiere la utilización de:

- Coadyuvante de filtración;

El consumo de coadyuvante de filtración, por volumen de líquido filtrado, depende estrictamente de los siguientes factores:

- a) Tipo de líquido a tratar.
- b) Contenido de sólidos suspendidos en el líquido a tratar.
- c) Granulometría del coadyuvante.

- Energía eléctrica;

MODELO	C31
Potencia eléctrica absorbida [kW]	3,65

- Agua de la red para los lavados.

MODELO	C31
Agua de red [l]	250

### 3.4. SERVICIOS REQUERIDOS

El funcionamiento de los filtros C31 requiere la conexión a los siguientes servicios;

MODELO	C31
Presión mínima agua de la red [bar]	1
Caudal mínimo de agua de la red [m <sup>3</sup> /h]	3

### 3.5. DIMENSIONES

Superficie filtrante (m <sup>2</sup> )	6
Elementos filtrantes (n <sup>o</sup> )	28
Caudal máximo de trabajo (m <sup>3</sup> /h)	12,6
Caudal de la bomba dosificadora (l/h)	0 – 90
Volumen del líquido en campana (l)	192
Dimensiones (m)	
Alto	1,670
Ancho	0,645
Largo	1,340
Colector de descarga de la torta con respecto al suelo (H1)	0,346
Depósito del mezclador con respecto al suelo (D1)	0,930
Peso (kg)	290

### **3.6. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

#### **3.6.1. MATERIALES EN CONTACTO CON EL LÍQUIDO**

- Acero inoxidable AISI 304
- Polivinilcloruro (PVC)
- Noryl (PPO)
- Goma nitrilbutílica (NBR)
- Vidrio
- Siliconas

#### **3.6.2. OTROS MATERIALES CONSTRUCTIVOS**

- Aluminio
- Bronce

### **3.7. RUIDOS**

El equipo no tiene puestos de trabajo definidos y por lo tanto la medición del nivel de ruido es realizada a 1 metro de distancia y a 1.6 metros de altura desde el suelo, durante la fase inicial del ciclo de trabajo para la cual se requiere la presencia del operador. Presión acústica de 73 dB.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

##### **4.1. ORGANOS DEL EQUIPO**

El equipo está compuesto por los siguientes órganos principales:

D1 Depósito del mezclador del coadyuvante de filtración.

F1 Filtro a presión de platos horizontales revestidos con tejido filtrante de tipo "REPS".

F2 Filtro para producto residual con cartucho de tipo "alambre enrollado".  
Grado de retención 1 $\mu$  - (Opcional).

F11 Flujoímetro en la tubería de salida del filtro de platos.

G1 Bomba de alimentación de tipo centrífugo.

G2 Bomba dosificadora del coadyuvante de filtración. Del tipo de membrana accionada electromecánicamente y con caudal variable manualmente.

H1 Colector de descarga torta.

K1 Mirilla en la tubería de alimentación del filtro de platos.

K2 Mirilla en la tubería de salida del filtro de platos.

M1 Motor de rotación platos.

N1 Tablero de mando y control.

P1 Agitador del mezclador.

PI1 Manómetro de la presión en entrada.

PS1 Presóstato de seguridad.

PSV1 Válvula de seguridad.

V1 – V23 Válvula obturadoras de regulación.

## **4.2. SISTEMA DE CONTROL**

El sistema de control está constituido por un tablero eléctrico que presenta los siguientes órganos de mando y control.

### **4.2.1. MANDOS**

KS0 Interruptor general.

SA1 Selector luminoso en las dos posiciones de parada "0" y marcha "1" de la bomba de alimentación.

SA2 Selector luminoso en las dos posiciones de parada "0" y marcha "1" del agitador del mezclador.

SA3 Selector luminoso en las dos posiciones de parada "0" y marcha "1" de la bomba dosificadora.

SA4 Selector luminoso en las dos posiciones de parada "0" y marcha "1" del motor de rotación platos.

SB1 Pulsador luminoso de "start" y "reset".

SBE Pulsador de emergencia.

### **4.2.2. SENALIZACIONES**

HB1 Luz indicadora blanca de la presencia de tensión de alimentación.

HG1 Luz indicadora amarilla de activación de las protecciones térmicas de la bomba de alimentación, del agitador, de la bomba dosificadora, del motor de rotación platos.

HV1 Luz indicadora verde del pulsador de start y reset SB1.

HV2 Luz indicadora verde del selector SA1 de parada y marcha de la bomba de alimentación.

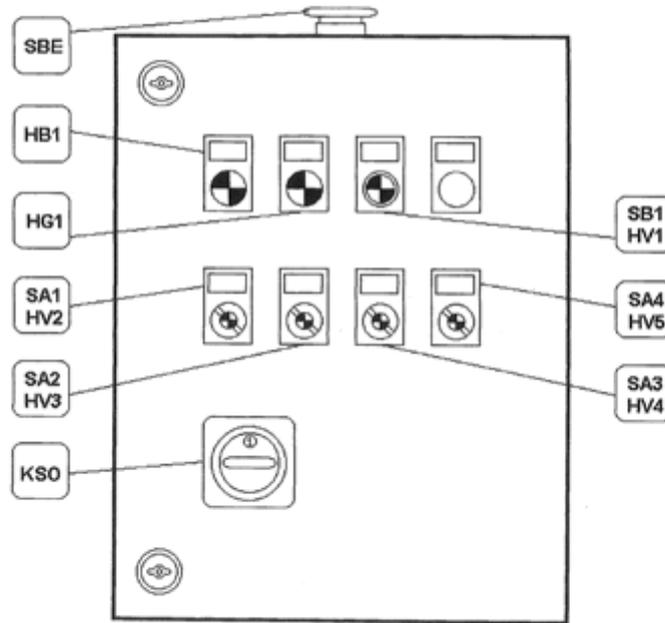
HV3 Luz indicadora verde del selector SA2 de parada y marcha del agitador.

HV4 Luz indicadora verde del selector SA3 de parada y marcha de la bomba dosificadora.

HV5 Luz indicadora verde del selector SA4 de parada y marcha de la centrifugación.

#### 4.2.3. COMPONENTES DEL TABLERO

El tablero eléctrico contiene un interruptor general bloqueo puerta, el relé del mando "star", los contactores, los interruptores magnetotérmicos de protección de las cargas, un transformador de baja tensión para la alimentación de los auxiliares, también este protegido en ingreso y en salida por interruptores magnetotérmicos.



Tablero eléctrico

## **5. NORMAS DE SEGURIDAD**

### **5.1. ADVERTENCIAS**

El equipo utiliza un producto coadyuvante de la filtración que se presenta en forma de polvo fino, dañino para el aparato respiratorio; es, entonces obligatorio el empleo de una máscara anti-polvo, que provea un grado de filtración adecuado para la granulometría del coadyuvante para evitar de respirar este polvo.

El equipo está equipado con órganos en movimiento y tiene componentes eléctricos bajo tensión; por lo tanto, todas las operaciones de manutención tienen que ser realizadas solo luego de haber cortado el suministro de corriente eléctrica.

Respete siempre las normas de seguridad vigentes y, en caso de peligro inmediato, accione el pulsador de emergencia rojo SBE que está colocado en el tablero eléctrico de mando.

### **5.2. PROTECCIONES PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES**

El mezclador tiene una protección en forma de red metálica que impide al operador de acercarse con las manos a la zona donde está girando.

El equipo está equipado con un presóstato de seguridad PS1, que provoca su parada cuando la presión dentro del filtro alcanza el valor de 6 bar debido a un accionamiento equivocado de la bomba dosificadora G2 con algunas combinaciones de grifos cerrados.

El equipo también está equipado con una válvula de seguridad PSV1 que actúa en caso de mal funcionamiento del presóstato PS1 cuando la presión alcanza el valor de 6,5 bar.

Todo el equipo está realizado con grado de protección IP55 según la normativa CEI EN 60529, esto implica que está protegido contra los chorros de agua lanzados en todas las direcciones, en modo de evitar cualquier peligro de chispa eléctrica por contacto directo o indirecto.

## **6. INSTALACIÓN**

### **6.1. POSICIONAMIENTO**

Al descargar el equipo de los medios de transporte, controle si ha sufrido daños durante el transporte: en caso positivo informe inmediatamente a Cadalpe S.p.a.

El equipo tiene que ser colocado horizontalmente: controle la posición mediante un nivel de agua.

La distancia mínima del equipo a las paredes o a otros obstáculos tiene que ser de al menos un metro en todos los lados.

### **6.2. MONTAJE Y DESMONTAJE**

Es posible que el equipo sea transportada con las ruedas desmontadas: en este caso móntelas nuevamente teniendo cuidado de colocar, del lado del depósito o del dosificador, las que tienen el soporte giratorio.

El montaje y desmontaje de las otras partes que componen el equipo debe ser realizado según las instrucciones citadas en los párrafos 9.1 "Manutención programada" y 9.2 "Manutención extraordinaria y reparaciones"; el resto de las operaciones tienen que ser efectuadas exclusivamente por personal técnico de la organización Asistencia Clientes de Cadalpe S.a.p.

### **6.3. CONEXIONES HIDRÁULICAS**

Realice las siguientes conexiones hidráulicas utilizando las uniones y los tubos indicados.

Conecte la unión A1 con el depósito de almacenamiento del líquido a filtrar. En general se aconseja de limitar la longitud de esta tubería a un máximo de 5. a 10 metros.

El nivel del líquido en este depósito no tiene que estar nunca por debajo del depósito D1 del mezclador, de lo contrario se dificultarán las operaciones iniciales de la pre-torta.

Conecte la unión A2 con el depósito de almacenamiento del líquido filtrado. Conecte la unión A3 de descarga del residuo no filtrado con un depósito de capacidad suficiente para albergar el volumen de líquido presente en la cámara de filtración.

Cerca del equipo tiene que haber a disposición una toma de agua de la red equipada con un tubo flexible para cargar el depósito D1 del mezclador y para las operaciones de limpieza.

Uniones utilizadas:

A1 – Ingreso producto a la bomba de alimentación; Diámetro [mm]/Tipo de unión 40/P

A2 – Salida producto filtrado; Diámetro [mm]/Tipo de unión 40/P

A3 – Salida producto residual no filtrado; Diámetro [mm]/Tipo de unión 20/P

Nota: P= Unión de tipo de "portagoma"; a pedido unión de tipo de "mordaza".

### **6.4. CONEXIONES ELÉCTRICAS**

Una vez efectuadas todas las conexiones hidráulicas se puede proceder a la conexión del suministro general de corriente al tablero eléctrico.

Esta línea de suministro de corriente tiene que tener al inicio un dispositivo de protección contra sobrecargas de corriente, como muestran las especificaciones citadas en el diagrama eléctrico adjunto, y los cables de alimentación tienen que tener características tales como para satisfacer las especificaciones citadas en dicho diagrama.

El tablero de bornes de conexión al suministro de corriente está colocado dentro del tablero eléctrico.

El cable de suministro de corriente tiene que ser introducido en el correspondiente prensacable, ya montado en el tablero eléctrico, teniendo cuidado de unir cable y prensacable correctamente en modo de que la unión resulte impermeable (IP 55) para evitar que eventuales líquidos, que pudieran ser accidentalmente pulverizados, puedan entrar dentro del tablero eléctrico. Las conexiones eléctricas tienen que ser realizadas respetando las normas vigentes con cable de sección adecuada y aislamiento correspondiente al ambiente de trabajo.

Estas operaciones tienen que ser efectuadas por personal calificado, entrenado y equipado con los instrumentos adecuados.

## **7. USOS**

### **7.1. PRECAUCIONES DE CARÁCTER GENERAL**

Antes de utilizar el equipo, se aconseja de identificar las válvulas mediante una adecuada numeración de las mismas, respetando el diagrama de flujo (Figura Anexo-9.2.). De esta manera será más fácil seguir las indicaciones del manual.

#### **7.1.1. PRECAUCIONES PARA EL USO DEL EQUIPO**

Durante las operaciones de llenado debe introducirse inmediatamente en el equipo una parte del coadyuvante de filtración. Se aconseja de respetar este procedimiento para evitar que las numerosas partículas atascadas, presentes en el producto usado para el llenado, depositándose en el tejido de soporte de la pre-torta en ausencia de coadyuvante, resulten luego difíciles de eliminar con las normales operaciones de lavado.

La bomba de alimentación G1 está equipada con junta estanca y por lo tanto no tiene que ponerse a funcionar en seco ni siquiera por períodos breves.

Luego de la puesta en marcha de la bomba dosificadora G2, puede ocurrir que se note un flujo irregular de coadyuvante a través de la mirilla K1. Verifique que la regulación del caudal de la bomba G<sup>2</sup> no esté en "0" y que haya coadyuvante en suspensión en el líquido bombeado, en caso negativo realice el procedimiento de lavado y cebado de la bomba posicionando la palanca de la válvula de tres vías V13 hacia la campana por algunos segundos (posición de lavado) y colocándola luego nuevamente hacia el depósito D1 (posición de trabajo).

Durante la utilización del equipo para asegurar la compensación hidráulica del circuito al menos uno de los grifos V1, V2, V14, (V5) debe encontrarse en posición de apertura.

En caso de interrupción del suministro de corriente eléctrica durante el ciclo de trabajo el equipo no arrancará espontáneamente el resetearlo aunque haya vuelto la corriente. Cierre los grifos V1 y V14 y coloque todos los selectores de mando en la posición de parada "0".

Para poner en marcha nuevamente el equipo presione el pulsador "start" y luego de haber individualizado la fase en la cual se ha producido la parada, vuelva a colocar los grifos en la posición indicada en el ítem "Detalles de las operaciones a seguir" del párrafo que describe esa específica fase.

Durante el ciclo de parada del equipo la descarga de la torta se realiza gracias a la rotación de los platos y a la acción contemporánea de los pulverizadores alimentados por la bomba de alimentación G1.

Para evitar de tener dificultades durante la descarga de dicha torta, antes de poner en marcha la bomba G1 y luego de haber vaciado el líquido de la cámara de filtración y haber quitado el tapón de drenaje, accione el motor M1 de rotación platos.

Es indispensable el hecho de poner en funcionamiento la bomba por breves períodos de tiempo, de lo contrario se logrará un despegue macizo de la torta que implicará dificultades en la descarga y posible bloqueo del motor M1 de rotación platos debido a que se accionará su protección térmica.

Si esto ocurre, será necesario, con motor M1 de rotación platos parado, primero alejar la mayor parte de coadyuvante de filtración, introduciendo agua en el mezclador D1 (y de este en el interior del filtro F1 por medio de la bomba de alimentación G1) y, luego, reactivar el motor M1.

Si una carga eléctrica funciona mal y provoca una sobrecarga de corriente, se enciende la luz indicadora amarilla HG1 de alarma protecciones térmicas activadas: individualice la causa, elimínela y reactive la protección desde adentro del tablero.

Cuando existe filtro producto residual F2 (opcional), durante la operación de filtración, el cartucho se puede tapar o puede ocurrir que su recipiente contenedor se llene excesivamente con coadyuvante de filtración.

En dicho caso, interrumpa la filtración, lave el cartucho y repita la operación. En caso de paradas prolongadas de filtros que estén dotados con este sistema de filtración del producto residual (opcional), extraiga el cartucho y consérvelo en un lugar seco.

#### ADVERTENCIAS

Durante el ciclo de lavado del equipo, comprendido entre un ciclo de parada y el sucesivo ciclo de puesta en marcha, los platos de filtración tienen que ser lavados utilizando exclusivamente las boquillas pulverizadoras correspondientes: evite el lavado en contracorriente (flujo invertido respecto al flujo normal de filtración) ya que los arruina.

Para las operaciones de desinfección y desincrustación utilice exclusivamente productos compatibles con el acero inoxidable AISI 304.

No accione el motor de rotación platos M1 si la cámara de filtración no ha sido vaciada del líquido.

### 7.1.2. PRECAUCIONES CON RESPECTO AL PROCESO

Para obtener una filtración óptima, la porosidad de la torta tiene que ser adecuada al tipo de producto a filtrar, eligiendo una correcta granulometría del coadyuvante.

En el caso de que no se conozcan las características del producto a filtrar, es aconsejable iniciar la filtración con un coadyuvante de alta granulometría y sucesivamente reducirla en base a los resultados obtenidos en la filtración.

Los eventuales errores cometidos por defecto en la elección de la granulometría del coadyuvante, determinan la obstrucción de la torta de filtración y no pueden ser corregidos. En consecuencia, la filtración tiene que ser suspendida.

El caudal de alimentación del líquido a filtrar se regula con el grifo V3 y su valor puede ser leído en el medidor de flujo FI1, solo cuando el equipo está lleno de líquido.

#### ADVERTENCIAS

No supere jamás la cantidad máxima de coadyuvante para cada ciclo de filtración, dicha cantidad puede ser calculada con las indicaciones citadas en la tabla 7, porque haría difícil el despegue de la torta y dañaría irremediamente los platos de filtración.

La cantidad máxima, en peso, de coadyuvante de filtración puede ser calculada multiplicando el volumen útil de la torta por la densidad del coadyuvante de filtración que se quiere utilizar. Esta varía en general entre 0,2 y 0,4 kg/l.

#### **Cantidad máxima de coadyuvantes:**

Cantidad máxima de coadyuvante, con densidad igual a 0,3 kg/l,

Que se puede cargar en un filtro C3:

$$0,3 \text{ [kg/l]} \times 85 \text{ [litros]} = 25,5 \text{ [kg]}$$

Volumen útil de la torta (litros)	85
-----------------------------------	----

## **7.2. CICLOS Y OPERACIONES DE UTILIZACIÓN NORMAL**

A continuación se provee una breve descripción de los ciclos de trabajo del equipo y de las operaciones normales que lo componen.

### **- Ciclo de puesta en marcha**

El ciclo de puesta en marcha del equipo consiste en realizar las operaciones necesarias para la formación de la pretorta de coadyuvante, en la superficie superior de los platos de filtración. Esta operación se efectúa haciendo recircular una cierta cantidad de líquido a filtrar con agregado de coadyuvante hasta la formación de la pretorta.

### **- Ciclo de utilización en trabajo y regulaciones**

El ciclo de trabajo del equipo consiste en las operaciones de filtración del producto a tratar.

Esto se obtiene haciendo pasar dicho producto a través del equipo, continuando luego a inundarlo (aluvionaje) con el coadyuvante mediante la bomba dosificadora G2.

El caudal de líquido a filtrar se regula accionando el grifo V3 y su valor puede ser leído en el medidor de flujo FI1.

La presión de filtración puede ser leída en el manómetro de entrada PI1, teniendo en cuenta que su valor puede verse influenciado por las pérdidas de carga en salida.

La elección de los parámetros del proceso como capacidad de trabajo, cantidad de coadyuvante de dosificación y tipo de coadyuvante tiene que hacerse sobre la base del tipo de producto a tratar y del grado de filtración que se quiere obtener. En la filtración con aluvionaje se trabaja con una torta que retiene en su interior las impurezas del producto filtrado, por lo tanto es indispensable evitar que se formen capas pobres de aluvionaje que comprometería en consecuencia la permeabilidad uniforme de la misma torta.

Se recuerda que la filtración óptima es aquella que permite alcanzar una presión de atascamiento de aproximadamente 5 bar con una cantidad de coadyuvante empleado cercana a la cantidad máxima.

Los valores de caudal obtenidos varían entre 300 y 2500 l/h-m<sup>2</sup> y el valor máximo de la presión es de 6 bar.

El resultado de la operación de filtración se controla con la mirilla K2 o tomando una muestra del producto filtrado a través del correspondiente grifo V8.

- **Colmatado del depósito el líquido filtrado**

Cuando es necesario realizar una operación de colmado, se la puede efectuar reduciendo el caudal de descarga, en modo de controlar el llenado completo del depósito sin desbordamientos, manteniendo sin embargo un caudal de filtración constante gracias a la recirculación parcial del producto a filtrar.

- **Interrupciones breves del ciclo de trabajo**

Puede ser diversos los motivos que requieran la interrupción temporánea del ciclo de trabajo.

Una breve interrupción del trabajo que dure 10-15 minutos puede ser realizada colocando el equipo en recirculación e interrumpiendo el aluvionaje.

De esta manera se posibilita la realización de distintas operaciones de intervención y se asegura una rápida reanudación del ciclo de trabajo. Entre las operaciones de intervención más frecuentes se encuentran:

- **Sustitución del depósito de almacenamiento del líquido a filtrar**

Durante el ciclo de trabajo puede que se presente la necesidad de conectar el equipo a otro depósito de almacenamiento de líquido a filtrar.

- **Sustitución del depósito de almacenamiento del líquido filtrado**

Durante el ciclo de trabajo puede que se presente la necesidad de conectar el equipo a otro depósito de almacenamiento de líquido a filtrado.

- **Parada del equipo al final del ciclo de trabajo**

El ciclo de trabajo del equipo termina cuando se verifica una o más de una de las condiciones siguientes:

- o Se agotó el producto a filtrar;
- o Se alcanzó la presión máxima de trabajo con la consiguiente disminución de la capacidad del equipo;
- o Se alcanzó la cantidad máxima de coadyuvante utilizable.

El ciclo de parada tiene el objetivo de preparar el equipo para el ciclo sucesivo de lavado, permitiendo que el producto residual que está dentro del equipo pueda ser recuperado.

Con este objetivo se continúa a filtrar hasta vaciar el depósito D1 del mezclador y luego se recircula varias veces el resto contenido en el equipo a través de la torta de filtración mediante la bomba de alimentación G1.

En este momento, el líquido contenido en el equipo es enviado a un depósito de servicio donde queda a la espera de ser tratado nuevamente, ya que durante la descarga puede haber arrastrado residuos de coadyuvantes y/o no estar todavía perfectamente limpio.

Si el equipo está equipado con filtro opcional para producto residual F2, la operación de recirculación debe continuar hasta que el líquido aparezca suficientemente límpido en el tubo transparente que está conectado a la válvula V4.

Esto se hace para no tapar el filtro F2 durante el ciclo sucesivo de filtración del producto residual, que tiene que servir solamente para completar o terminar la operación.

Logrado el grado de limpidez deseado, se procede a la filtración final del residuo contenido en la campana del filtro, utilizando el filtro de cartucho F2 y enviando el líquido al depósito de almacenamiento del producto filtrado.

Por último se realiza el despegue y la descarga de la torta de coadyuvante agotada por el colector de descarga torta.

Esto se realiza mediante la utilización de agua con el objetivo de disolver dicha torta. Por lo tanto, con la fase descarga del equipo se realiza también la fase de lavado entre dos ciclos de filtración.

Esta operación tiene la finalidad de quitar los residuos de coadyuvante de filtración de la superficie filtrante antes de formar una nueva torta; por lo tanto, nos debemos limitar a accionar solamente los platos de filtración.

Para lograr esto se utiliza agua, que ha sido adecuadamente introducida en el depósito D1 del mezclador, que viene dirigida sobre la superficie de los platos a través de las correspondientes boquillas pulverizadoras alimentadas por la bomba G1 de alimentación. Para evitar la obstrucción de las boquillas pulverizadoras se procede primeramente a lavar las superficies interiores del depósito del mezclador D1 y al drenado del agua que contiene los residuos de coadyuvantes.

Los platos tienen que ser mantenidos en rotación durante el drenado.

El drenado del agua y de los residuos de coadyuvante de filtración se realiza a través del colector de descarga H1.

## **8. LIMPIEZA**

### **8.1. CICLOS Y OPERACIONES DE LIMPIEZA**

A continuación se provee una breve descripción de los ciclos de limpieza del equipo y de las operaciones normales que lo componen.

Terminadas las operaciones de descarga y el correspondiente lavado entre un ciclo de parada y un ciclo de puesta en marcha, la limpieza puede ser extendida también para lograr la eliminación de los residuos del producto filtrado, durante el precedente ciclo de utilización, en vista de una parada prolongada o cuando se comience a trabajar con un producto diverso que no se quiere contaminar con el precedentemente tratado.

#### **- Operaciones de lavado con cambio del producto a filtrar o lavado antes o después de una parada prolongada.**

Este lavado tiene como finalidad la de eliminar, además de los residuos de coadyuvantes de filtración, también los del producto precedentemente tratado todavía contenido en el equipo.

En caso de presencia del filtro producto residual F2, tendrá que ser lavado también el correspondiente cartucho de filtración.

El lavado completo del equipo se obtiene introduciendo agua en el depósito D1 del mezclador y llenando progresivamente la campana del filtro F1 mediante la bomba de alimentación G1.

Debido a que la capacidad del depósito D1 del mezclador es menor que la del equipo completo, la operación de llenado y vaciado del depósito D1 debe repetirse algunas veces hasta que salga líquido del grifo de purga V4.

El ciclo incluye las operaciones de llenado del equipo con agua que es repetidamente reciclada, por medio de la bomba G1 de alimentación, y luego evacuada.

Si es necesario, se debe repetir la operación hasta obtener un lavado minucioso y completo del equipo.

- **Operaciones de desinfección y desincrustación**

Estas operaciones son periódicamente necesarias y cada vez que se produzcan errores de operaciones o de utilización del equipo que puedan llevar a la formación de incrustaciones sólidas, o cada vez que no se esté seguro si el equipo, antes de iniciar un ciclo de trabajo, está perfectamente esterilizado.

La formación de incrustaciones sólidas en la superficie de los platos de filtración causa la formación irregular de la torta de filtración, la disminución de la calidad del líquido filtrado y la disminución del caudal de filtración.

Es necesario, por lo tanto, realizar ciclos de lavado periódicos con una solución higienizante y/o desincrustante.

La solución higienizante es preparada en el depósito D1 del mezclador y es introducida en el filtro de platos F1 hasta que esté completamente lleno, utilizando la bomba de alimentación G1.

Se deja actuar esta solución sobre las incrustaciones por un tiempo que depende del tipo y de la cantidad de incrustaciones.

Una vez transcurrido el tiempo necesario de contacto con la solución higienizante y/o desincrustante, se vacía el filtro de platos F1, primero haciendo que la solución fluya a través de la unión A1 abriendo los grifos V4 y V1 y, a continuación, abriendo el colector de descarga torta H1.

El equipo tiene que ser luego enjuagado con agua para eliminar los residuos de la solución utilizada.

El agua de enjuague es introducida en el depósito D1 del mezclador y es enviada al filtro F1 por medio de la bomba de alimentación G1. Esta operación tiene que ser repetida hasta que se llene completamente el equipo con salida de líquido por el grifo V4 del depósito D1 del mezclador. Luego se hace circular el agua en circuito cerrado por algunos minutos y se descarga.

## **9. MANUTENCIÓN**

### **9.1. MANUTENCIÓN PROGRAMADA**

#### **9.1.1. INDICACIONES GENERALES**

Todas las operaciones de mantenimiento tienen que ser realizadas, si es posible, con el equipo apagado. El personal encargado de la mantenimiento tiene que ser experto en el tema y tiene que estar previamente entrenado para poder desempeñar todas las operaciones en completa seguridad y en modo eficaz para garantizar la completa eficiencia del equipo.

#### **9.1.2. LIMPIEZA PRFILTRO F3**

En el tubo colector de aspiración de la bomba de alimentación G1 hay un filtro de seguridad F3 constituido por una chapa perforada que tiene la función de evitar que ingresen a la bomba cuerpos sólidos groseros. Cada 2 – 3 ciclos de trabajo extraiga el filtro, luego de haber desenroscado la tuerca de la tapa de cierre del tubo colector, controle sus condiciones de limpieza y si es necesario lávelo con un chorro de agua y móntelo nuevamente.

#### **9.1.3. ORGANOS DE ESTANQUEIDAD Y DE SOSTÈN INFERIORES DEL FILTRO F1**

Los platos de filtración están sostenidos por un árbol hueco, que se hace rotar con el motorreductor M1, que recoge durante el ciclo de trabajo el líquido que ha atravesado la torta y el plato de filtración. Inferiormente este árbol está directamente acoplado al motorreductor M1. La estanqueidad entre el árbol y la brida de base del filtro F1 es obtenida empleando anillos OR. Las pérdidas eventuales de líquido en la zona de la junta indican la necesidad de sustituir los anillos OR. Para la sustitución de dichos anillos se aconseja interpelar la organización de Asistencia Clientes de Cadalpe S.p.A.

#### **9.1.4. BOQUILLAS PULVERIZADORAS DE LAVADO PLATOS DE FILTRACIÓN**

Las boquillas pulverizadoras están montadas en un tubo colector colocado en el interior de la cámara de filtración del filtro F1. Para sacar la campana del filtro desenrosque las ocho tuercas de la base de la misma, gire los excéntricos para liberarla de la brida de base y quite la conexión flexible entre el grifo de purga V4 y el depósito D1 del mezclador. Levante la campana utilizando un sistema de elevación o haciéndose ayudar por otra persona. Verifique, introduciendo agua, la eficiencia de las boquillas pulverizadoras limpiándolas si es necesario.

Monte nuevamente la campana de filtración prestando atención, en los modelos 04 y 05, de hacer coincidir el casquillo superior del árbol portaplatos con el perno de guía que está colocado dentro de la campana.

#### **9.1.5. MOTORREDUCTOR M1 DE ROTACIÓN PLATOS DE FILTRACIÓN**

No requiere manutención ya que está dotado de lubricación permanente.

#### **9.1.6. MOTORREDUCTOR DE ACCIONAMIENTO DE LA BOMBA DOSIFICADORA G2 Y DEL AGITADOR P1**

La bomba dosificadora G2 es accionada por un motorreductor que no requiere manutención ya que está dotado de lubricación permanente.

#### **9.1.7. BOMBA DOSIFICADORA G2**

Se aconseja de cambiar la membrana, los asientos de las válvulas cada 3000 horas de trabajo y el fuelle obturador de aceite cada 6000, adaptando este intervalo de tiempo en función al desgaste verificado. En efecto, el desgaste puede variar según las condiciones de empleo.

### **9.1.8. CABLEOS Y COMPONENTES ELÉCTRICOS**

Teniendo cuidado de cortar previamente el suministro de corriente eléctrica al equipo, realice un control periódico de las condiciones del aislamiento de los conductores eléctricos que, si están dañados, generarán peligro de descargas eléctrica dado que el equipo está en contacto continuo con agua y otros líquidos.

Controle que las conexiones de los conductores al tablero de bornes no estén flojas. Controle el estado de los contactos móviles de los componentes eléctricos que están dentro del tablero eléctrico. Controle que las conexiones de las vainas de protección de los cables eléctricos a sus respectivos prensacables no estén flojas y que se verifique la condición de impermeabilidad de la unión.

### **9.2. MANUTENCIÓN EXTRAORDINARIA Y REPARACIONES**

La junta estanca de la bomba de alimentación G1 sufre desgaste y, a la larga, puede causar pérdidas de líquido. Si esto se verifica, cambie la junta siguiendo las instrucciones específicas que vienen con el repuesto o pida que intervenga la organización de Asistencia Clientes de Cadalpe S.p.A. o del fabricante de la bomba.

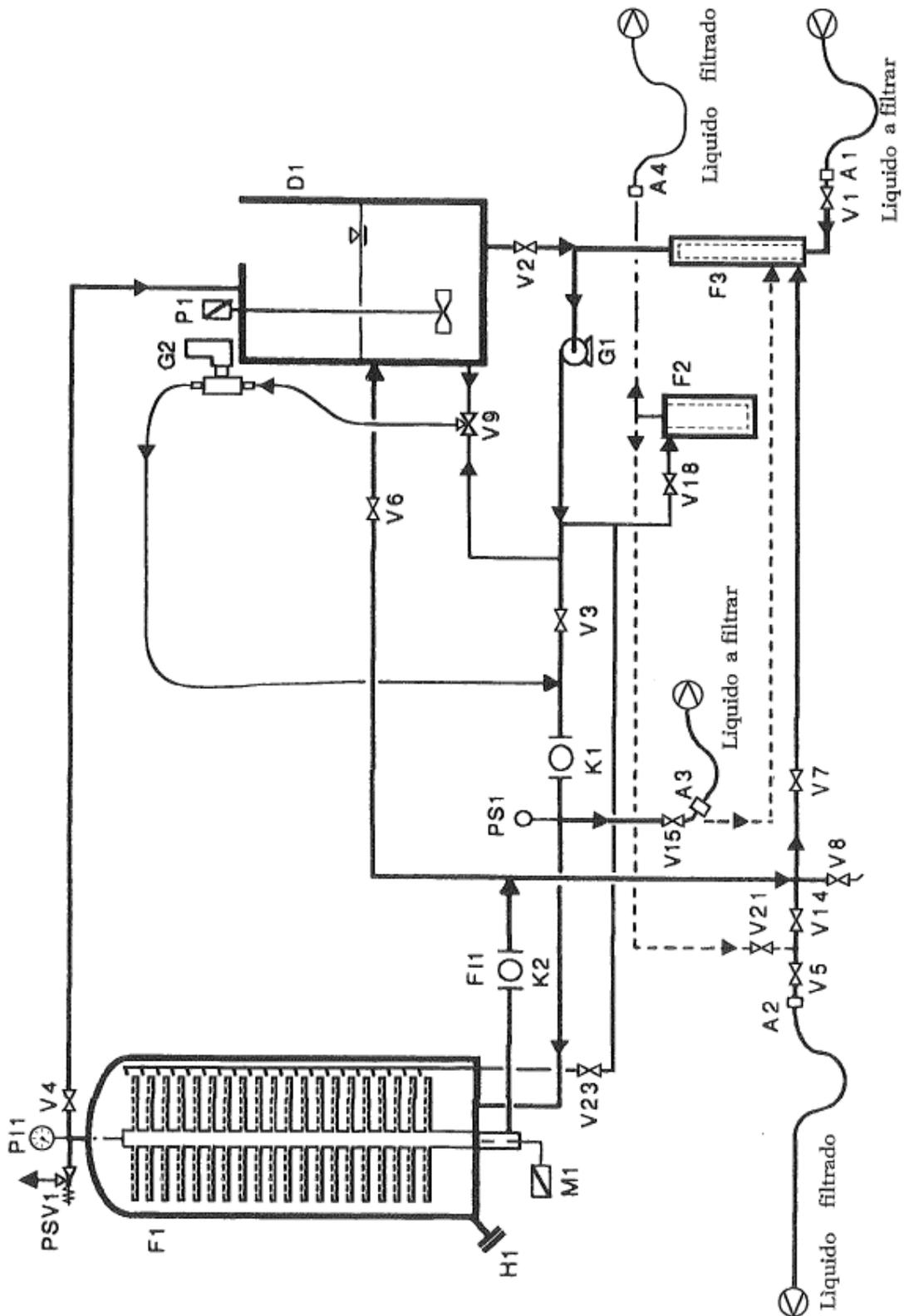
En el caso de que se verifiquen pérdidas del orificio de descarga, colocado entre el grupo bomba dosificadora y su reductor de accionamiento, determine si se trata de producto bombeado o de aceite mecánico. Llame al servicio de de Asistencia Clientes de Cadalpe S.p.A. para el cambio: de la membrana si el líquido es producto bombeado, o del fuelle obturador de aceite si el líquido es aceite mecánico.

Cualquier otro tipo de mantenimiento extraordinario o de reparación del equipo requiere expresamente la participación de la de Asistencia Clientes de Cadalpe S.p.A..

### 9.3. REPUESTOS

A continuación se citan los repuestos aconsejados:

<b>CODIGO</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>CANTIDADES</b>
34648	Bola válvula Dosapro G/A (Bomba G2)	2
34649	Bola válvula Dosapro G/A (Bomba G2)	2
57314	Válvula de bola, diámetro ½"	1
58503	Membrana Dosapro G/A (Bomba G2)	1
58504	Fuelle obturador de aceite Dosapro G/A (Bomba G2)	1
62048	OR 3100 (mirilla)	2
62091	OR 4150 (junta árbol)	2
62130	OR 4350 (árbol / 1ª placa)	1
62131	OR 4362 (distanciador platos de filtración)	4
62167	OR 6150 (árbol / disco de base)	1
62183	OR 6337 (guarnición para contenedor filtro F2)	1
62236	OR 391 (junta inferior campana)	1
65504	Guarnición para válvulas de mariposa DN25	2
66590	Junta estanca BT FN diámetro 15/16 (Bomba G1)	1
75003	Lámpara bayoneta 30V – 3W (tablero de mando)	5
75025	Lámpara E 14, 24V – 5W (mirillas)	5
75082	Portalámparas E 14, 20 W (mirillas)	2
92464	Cartucho Monostage 001 (Filtro F2)	1



## **ANEXO 10**

### **CATÁLOGO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

1. CATÁLOGO DE FILTRACIÓN PALL OENOFLOW XL.....294
2. MODELO XL-10A.....301

## **1. CATÁLOGO DE FILTRACIÓN PALL OENOFLOW XL**



Food and Beverage



## Sistema de Filtración Pall® Oenoflow™ XL A la vanguardia de las tecnologías de separación



# Sistema de Filtración Pall® Oenoflow™ XL

A la vanguardia de las tecnologías de separación

Con la introducción de la nueva generación de Sistemas **Oenoflow**, la serie XL, las bodegas están fijando nuevos estándares en la calidad de marca, el rendimiento y la eficacia. Sus dimensiones más compactas, los reducidos volúmenes de residuos y el mejor control de los parámetros del proceso permiten a bodegas de todos los tamaños reducir sus costes operativos y aumentar el rendimiento de su producción, manteniendo, además, un absoluto respeto por las características cualitativas del vino.

## Tecnología Oenoflow

Los sistemas de filtración **Pall Oenoflow** representan la tecnología preferida en el sector vitivinícola. Con más de diez años de experiencia en tecnología tangencial y millones de hectolitros de vino filtrados como resultado, Pall dispone de cientos de sistemas en funcionamiento allá donde el vino es producido, preparado o embotellado.

El sistema de fibra hueca permite a las bodegas eliminar del vino, todo tipo de componentes no deseados en suspensión, en un solo paso fiable y reproducible. La clarificación se consigue sin necesidad de utilizar coadyuvantes de filtración, centrifugaciones o interferir con los componentes químicos, físicos u organolépticos del vino.

## Una membrana extraordinaria

El vino es un fluido rico en complejidad con un delicado equilibrio químico y físico. Es esencial trabajar con la membrana de filtración más inerte y pasiva posible para preservar su sabor y equilibrio.

Al mismo tiempo, los componentes a eliminar, ya vengan de la evolución natural del vino o se deriven de las fases de producción, pueden ser de muy pequeño tamaño. La membrana se debe diseñar para manejar estos sólidos y evitar su bloqueo.

Fabricada en fluoruro de polivinilideno (PVDF), la membrana **Oenoflow** destaca por su carácter inerte y su excelente compatibilidad química, lo que permite realizar procesos de limpieza particularmente eficaces para mantener la productividad del sistema a lo largo de su vida en servicio.

Esta exclusiva membrana de fibra hueca posee una relación equilibrada de sólido-vacío que permite su uso incluso con altas cargas de sólidos. Su estructura homogénea garantiza su resistencia a la abrasión y permite un elevado caudal sin comprometer su fiabilidad, incluso con regímenes de limpieza agresivos.

Diez años de experiencia en el sector y una absoluta excelencia en el funcionamiento demuestran claramente la superioridad técnica de esta membrana patentada.





# Sistema de Filtración Pall® Oenoflow™ XL

A la vanguardia de las tecnologías de separación

## Nuevos módulos XL

Utilizando las membranas simétricas de PVDF de eficacia probada, los nuevos módulos del sistema **Oenoflow XL** ofrecen una gran superficie (más de 21 m<sup>2</sup>) que permite disfrutar de un rendimiento fiable y un alto caudal. Además, esta nueva gran superficie y los módulos de alto caudal nos permiten fabricar sistemas más compactos y, por tanto, más económicos.

Los módulos **Pall Oenoflow** cumplen con la directiva europea 2002/72/EC. Para más información, por favor contacte con Pall.

## Oponerse a la “capa de gel”

El uso de una membrana específica para el vino es esencial, aunque también es necesario mantener la membrana lo más limpia posible. La capa de retención que se acumula en la superficie de la membrana (llamada normalmente capa de gel) puede interferir en la filtración creando una nueva barrera que reducirá el caudal y aumentará el tiempo de filtrado. Además, y dado que en sí misma también actúa como un filtro, la capa de gel puede afectar negativamente a la calidad del vino filtrado.

Mantener la limpieza de la membrana oponiéndose a la capa de gel permite utilizar el sistema en sus condiciones óptimas de funcionamiento. El caudal de filtrado y el respeto de las características organolépticas del vino se mantiene de forma consistente gracias a las siguientes características de proceso.

## El “Pulso Inverso”

Adoptado desde la introducción del sistema **Oenoflow**, se trata de un enérgico pulso de presión transmembrana, en sentido inverso a la dirección de flujo, con el fin de eliminar sistemáticamente la capa de gel, restaurando la permeabilidad original del filtro. Este proceso permite al vino permanecer en contacto con la membrana sin restricciones, consiguiéndose un funcionamiento más duradero y consistente. Esta útil técnica es de vital importancia en el rendimiento general del sistema **Oenoflow**.

La estructura uniforme de la membrana de fibra hueca de **Oenoflow XL** posee una gran resistencia mecánica que la protege contra riesgos de fallo, incluso después de muchos años de funcionamiento continuo. El energético pulso inverso puede producir una tensión mecánica prolongada sobre la membrana, sin embargo, las fibras huecas de **Oenoflow XL** han sido construidas para resistir esta situación.

## “Control dinámico de sólidos” (DSC)

Además de los módulos de mayor área, la nueva generación **Oenoflow XL** incorpora una distribución de flujo diferente y completamente desarrollada. Gracias a esta nueva lógica operativa y su aplicación informática actualizada, el sistema modifica progresiva y continuamente el porcentaje de sólidos presentes en el flujo del bucle de reciclado, aguas arriba de la membrana de filtración. Este "control dinámico de sólidos" (DSC) se opone también a la estabilización de la capa de gel, especialmente en la parte central y final del lote de vinos.

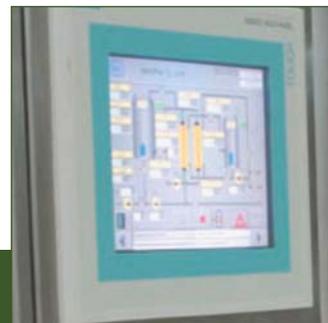
En conjunto, el pulso inverso y el DSC, ambos completamente automáticos, ofrecen un mayor rendimiento del sistema y ciclos de filtración más largos.



Módulos del sistema Oenoflow XL A



Sistema Oenoflow XL S



Pantalla táctil PLC a color (Versión XL A)



# Sistema de Filtración Pall® Oenoflow™ XL

A la vanguardia de las tecnologías de separación

## Oenoflow XL - Ventajas del sistema

- Tiempo de tratamiento del vino reducido (2-3 minutos de tiempo de residencia)
- Temperatura (1-2 °C / 34-36 °F) y captación de oxígeno (<0,2 ppm) despreciables
- Bajo consumo de energía y agua
- Máximo respeto de las características organolépticas del vino.
- Calidad de filtrado consistente: baja turbidez (<1 NTU), índice de filtrabilidad reducido y bajo nivel microbiológico
- Alto rendimiento y bajo volumen de residuos gracias al paso de concentración final patentado (pérdida típica < 0,3 %)
- Ya que no existen requisitos de preclarificación o separación, el vino sufre menos movimientos y se reducen los costes laborales
- No se requieren coadyuvantes de filtración, reduciéndose así la manipulación de productos en polvo y los residuos.
- Dimensiones compactas para una instalación más sencilla y un uso más flexible en la bodega

## Cumplir las expectativas

Para satisfacer las distintas necesidades y expectativas de bodegas de cualquier tamaño, el sistema **Oenoflow XL** está disponible en varias configuraciones. Aunque el tamaño del sistema y el nivel de automatización podrían variar, todos comparten los mismos principios operativos, membranas, rendimientos, garantías, calidad de producción, fiabilidad y seguridad.

## Oenoflow XL M (Manual)

- Funcionamiento manual
- Depósito de limpieza incorporado
- Recirculación en bucle cerrado (sangrado) para alimentar el depósito
- Pulso inverso automático
- Concentración final dentro del sistema
- Control PLC sencillo y lógico
- Mecanismos de seguridad para el producto y el sistema

## Oenoflow XL C (Compacto)

- Funcionamiento automatizado en todas las fases
- Depósito de procesado y limpieza incorporados
- Concentración final para mayor rendimiento.
- Confirmación del operario de cambios en los pasos de procesado
- Control PLC sencillo y lógico con pantalla táctil monocromo
- Mecanismos de seguridad de producto y sistema

## Oenoflow XL S (Smart -Inteligente-)

- Funcionamiento totalmente automático, capaz de combinar ciclos de filtrado, recuperación y limpieza
- Depósito de procesado y limpieza incorporados
- Control PLC sencillo y lógico con pantalla táctil monocromo
- Dosificación automática de productos químicos
- Programa de filtrado para lotes pequeños
- Equipos auxiliares, bomba de transferencia remota de vino, doble prefiltrado metálico

## Oenoflow XL A (Avanzado)

- Funcionamiento completamente automático con ciclos de trabajo predefinidos y personalizados
- Depósito de procesado y limpieza incorporados con bomba de transferencia de vino de entrada
- Control PLC sencillo y lógico con pantalla táctil a color
- Dosificación automática de productos químicos
- Supervisión de datos y registro de tendencias de procesado
- Mecanismos de seguridad de producto y sistema
- Amplia selección de opciones: medidor de turbidez, doble prefiltrado metálico automático, LCV \*, TDS\*\*

\* Volumen de concentración reducido

\*\* Sistema de distribución de depósitos



# Sistema de Filtración Pall® Oenoflow™ XL

A la vanguardia de las tecnologías de separación

## Rango de aplicación del Oenoflow XL

Debido a la fuerte influencia que ejercen el tipo de vino, el nivel de pretratamiento y el tiempo de decantación sobre el caudal, la tabla siguiente proporciona algunas directrices acerca del caudal medio, considerando un tiempo de funcionamiento continuo de entre 6 y 8 horas.

Nuestros especialistas en vino están a su disposición para ayudarle a elegir la gama de sistemas **Oenoflow XL** óptima y las opciones necesarias para satisfacer los requisitos específicos de su bodega.

Número de módulos	XL M	XL C	XL S	XL A	Caudal medio	
					hl/h	US gph
1	•				10 - 15	265 - 400
2	•				20 - 30	525 - 800
3		•			30 - 45	800 - 1180
4			•		40 - 60	1050 - 1580
5			•		50 - 75	1300 - 2000
6			•	•	60 - 90	1580 - 2375
8				•	80 - 120	2100 - 3170
10				•	100 - 150	2640 - 3950
12				•	120 - 180	3170 - 4750
14				•	140 - 210	3700 - 5550
16				•	160 - 240	4225 - 6350
18				•	180 - 270	4750 - 7100

## Oenoflow XL HP

El sistema HP ha sido diseñado para la preparación de vinos espumosos en condiciones de producción isobáricas, por ejemplo, vinos a la misma presión que el depósito de almacenamiento del vino espumoso.

En los equipos de alta presión **Oenoflow XL S** y **XL A**, la recirculación incorpora los tanques presurizados instalados en la plataforma.

El sistema HP puede utilizarse también para la preparación de vinos base antes de la refermentación, lo cual permite el uso de un solo sistema para todos los tratamientos necesarios en la producción de vinos espumosos.

## Sostenibilidad, calidad y mantenimiento

El sistema **Oenoflow XL** permite a las bodegas reducir drásticamente su consumo de energía y agua, así como su nivel de residuos. Por ello, el diseño y la selección de los materiales han sido elegidos considerando siempre estos aspectos de funcionamiento ecológico.

El sistema utiliza componentes con probada fiabilidad y de fabricantes muy conocidos y aceptados en el sector. Ello permite un cómodo suministro de piezas de repuesto en cualquier lugar del mundo.

Además, el personal de Pall está disponible para realizar operaciones de mantenimiento programado para la verificación objetiva del sistema operativo, garantizando así un uso óptimo.



Sistema Oenoflow XL A



Sistema Oenoflow XL C



Sistema Oenoflow XL A



# Sistema de Filtración Pall® Oenoflow™ XL

A la vanguardia de las tecnologías de separación



Pall Corporation

#### Pall Food and Beverage

Nueva York - **EE.UU.**  
+1 866 905 7255 telf. gratuito en EE.UU  
+1 516 484 3600 teléfono  
+1 516 625 3610 fax  
foodandbeverage@pall.com

Madrid - **Spain**  
+34 91 6579812 teléfono  
+34 91 6579837 fax

#### Visítenos en la web en [www.pall.com/foodandbev](http://www.pall.com/foodandbev)

**Pall Corporation tiene oficinas y fábricas en todo el mundo en países como:** Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Francia, Alemania, India, Indonesia, Irlanda, Italia, Japón, Corea, Malasia, México, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Puerto Rico, Rusia, Singapur, Sudáfrica, España, Suecia, Suiza, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos y Venezuela. Hay distribuidores en todas las principales áreas industriales del mundo.

Los presentes datos y procedimientos están sujetos a posibles cambios en virtud de los avances tecnológicos. Debido a ello, recomendamos a los usuarios que revisen anualmente la continuidad de su validez. Las referencias mencionadas anteriormente están protegidas por los derechos de autor de Pall Europe Limited.

 Pall y Oenoflow son marcas comerciales de Pall Corporation.  
Filtration. Separation. Solution es una marca de servicio de Pall Corporation.  
® indica que se trata de una marca comercial registrada en los EE.UU.  
©2008, Pall Corporation.

## **2. MODELO XL-10A**

### **I. Objetivo**

El objetivo del cliente consiste en la instalación de un sistema tangencial capaz de filtrar diariamente 120000 litros de vino, como alternativa al uso de tierras de diatomeas y todo ello de una forma totalmente automática.

### **II. Tipos de vinos y tratamientos**

Tipo de vino	Vinos de Jerez
Tratamientos	Flotación y tratamiento enzimático. Tratamiento por frío.
Sedimentación	Toma en el tanque de vino usando procedimientos con el buscafondos que impidan en todo momento la entrada de los fondos en el sistema.
Temperatura	Estos mostos se mantienen en planta durante la campaña, pudiendo variar su temperatura entre -7 a 25°C.
Turbidez	Los vinos entraran al sistema con un valor de turbidez inferior a 350 NTU

## **I.II. Bases del dimensionado**

Para este dimensionado se ha tenido en cuenta la necesidad actual de la bodega de filtrar al día entre 120000 litros de los mostos especificados.

Considerando los factores anteriormente comentados del vino se toma:

- Un flux de 50 LMH ( $L^*h/m^2$ ) lo que nos daría un caudal horario de entre 10000 y 11000 l/h.

Contando dicho flux y el caudal horario necesario se requeriría un sistema tangencial con 10 membranas XL.

### **Recomendaciones**

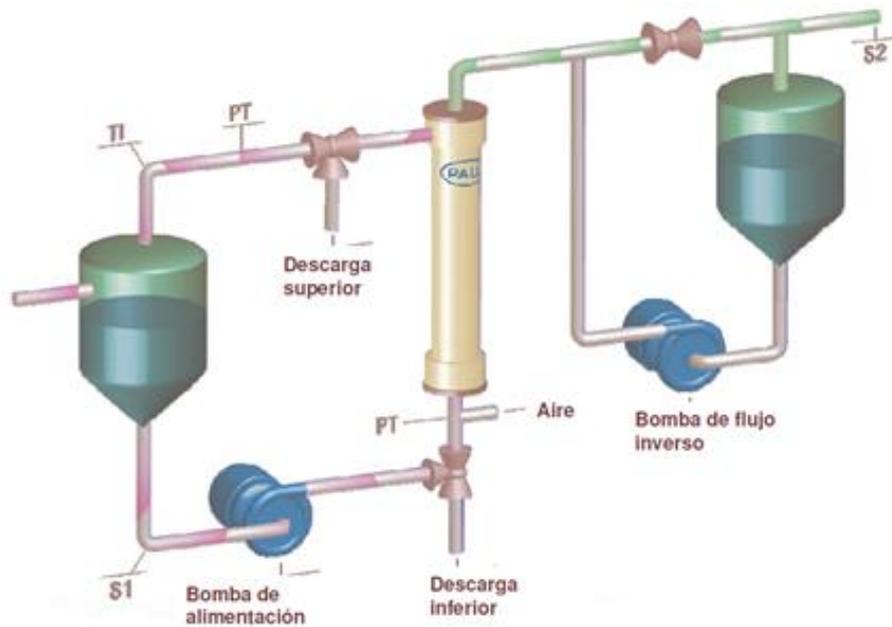
Sobre las bases anteriores nuestra propuesta sería la instalación de un Sistema OenoFlow XL-10A capaz de manejar las situaciones más desfavorables con el rendimiento óptimo deseado.

#### **I. Operativa**

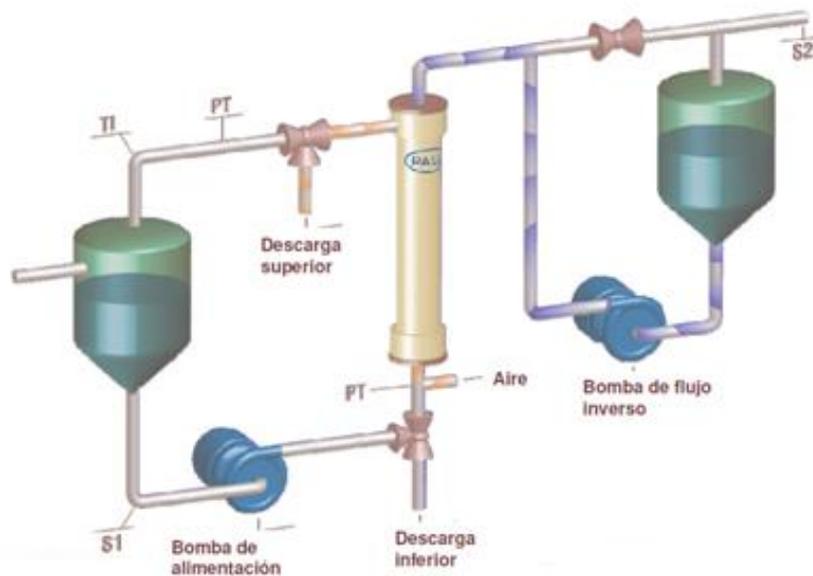
Diseñado para trabajar de forma automática mediante la simple selección en la pantalla táctil del programa o ciclo a realizar así como número de veces a realizarlo, y mandato de su ejecución.

A partir de este momento el sistema realiza de forma automática las funciones del programa o ciclo seleccionado, que normalmente son:

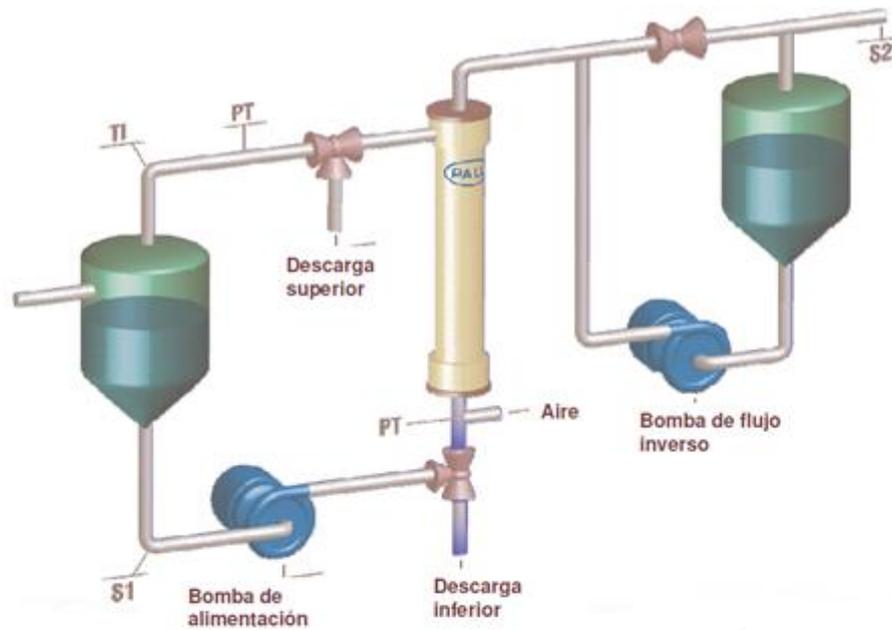
- Tránsito de vino desde el tanque del cliente al depósito del sistema.
- Comienzo de la filtración del vino, que se envía al depósito previsto para la recepción del vino filtrado.



- Comienzo del programa de limpieza de los módulos por lavado en contracorriente con vino ya filtrado, estabilizándose el caudal de filtración. Esta característica exclusiva proporciona altos rendimientos de forma constante.



- Cuando se alcanza el volumen programado a filtrar, el sistema para la bomba de transferencia y comienza la Concentración, que extrae y filtra el vino del depósito del sistema, dejando al final un pequeño volumen de concentrados (residuos)
- El sistema consta de un segundo ciclo de concentración del volumen anterior de concentrados. Se extrae y se filtra un porcentaje significativo de vino, reduciéndose aún más el volumen de residuos.
- Drenaje de concentrados, que se envían al depósito previsto para ello para posterior uso.
- Limpieza por agua fría y caliente, con los correspondientes drenajes de esta agua. El sistema a partir del agua caliente mezcla con fría para obtener la temperatura programada.
- A continuación repetición del ciclo tantas veces como el usuario haya programado inicialmente.
- El equipo incluye un sistema totalmente automático de limpieza química, lo que elimina por completo el riesgo por contacto de producto químico a las personas responsables de la operativa del sistema.
- El sistema consta de dos prefiltros metálicos autolimpiables mediante limpieza con agua en contracorriente de forma automática.
- El equipo incluye la opción del sistema de inertización para asegurar no oxidación en el producto.
- En base semanal como término medio, se realiza el programa de limpieza química, para él que se utiliza una pequeña cantidad de producto de limpieza disponible comercialmente, a base de sosa o cloro-alcalis.



- El sistema y programa está dotado de sensores de presión, nivel, temperatura, ausencia de vino, etc, de tal forma que el programa consta de diferentes niveles de alarma y toma de decisiones para una máxima seguridad en operación ininterrumpida.

Así mismo está dotado de un programa de control de la integridad automático de los módulos, mediante él que se comprueba el correcto estado de estos.

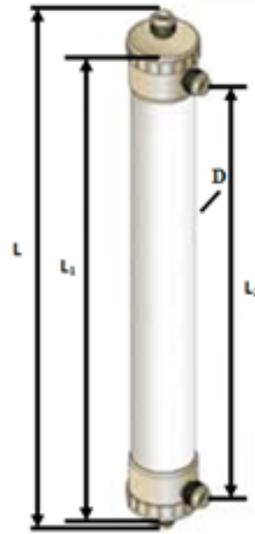
- Al sistema se le ha incluido un sistema de comunicación externa mediante MODEM para posibles actuaciones externas por actualizaciones de software, etc.

### **II.I. Membranas**

La membrana propuesta, UMP, ha sido desarrollada expresamente para la aplicación en vinos, habiendo sido validada para esta aplicación y comprobado la ausencia de efectos significativos sobre el producto.

- Número de membranas
- Dimensiones del módulo propuesto

10 módulos posibles



- Área módulo
- Área total
- Material módulo

L: 1,260 m

L<sub>1</sub>: 1,220 m

L<sub>2</sub>: 1,030 m

D: 0,200 m

21,5 m<sup>2</sup>

215 m<sup>2</sup> posibles

Membrana: PVDF

Encapsulamiento: resina epoxi.

Manga: Polipropileno.

Cubierta: polisulfona transparente (P) o

polisulfona llena (W).

Juntas: copolímero de etileno propileno.

Submicrónico

- Grado de filtración
- Construcción

Doble membrana, resistente, para soportar lavado en contracorriente y partículas en el vino.

- Limpieza
- Efectos sobre el vino

Con agua caliente y fría y limpieza química.

No significativos sobre los aspectos organolépticos.

## **II.II. Especificaciones del sistema**

*Materiales	Acero Inoxidable
*Dimensiones (aprox.)	3,9 x 1,85 x 2,45 metros (largo, ancho, alto), con ruedas para cortos desplazamientos.
*Peso en vacío (aprox.)	2570 kg.
*Alimentación	380 V trifásica, neutro + tierra.
*Potencia instalada (bomba de alimentación, de recirculación y drenaje)	20 kW.
*Alimentación	6 bar
*Consumo de aire	Máx. 10 m <sup>3</sup> (a 1 bar/h)
*Conexiones de entrada y salida	1 de DIN 65, 4 de DIN 50 y 3 de DIN 40
*Válvulas	Mariposa
*Actuación	Neumática
*Sistema de Control	PLC
*Caudalímetro	Magnético
*Sensores de temperatura	PT100
*Tanque de alimentación	920 litros aprox.
*Tanque de vino filtrado	275 litros aprox.
*Embalaje	Embalaje estándar, siendo necesario una elevadora para sacar el equipo.
*Presión de entrada	0,5 bar a 3,5 bar (7 psi a 50 psi)
*Nivel de protección para humedad ambiental	IP 54

### **II.III. Servicios requeridos**

Los servicios requeridos más importantes que Cheste Agraria S.A. debe aportar para la correcta instalación y operación del sistema son los siguientes:

a) Productos químicos para limpieza y regeneración de los módulos

- LimpDexsol o similar: 9 litros.
- Asep150 o similar: 6 litros.

b) Electricidad

- 380 V trifásica y tierra.

c) Mangueras flexibles

- Para la llegada y retorno del vino y envío a la bomba, equipadas con racord hembra 50, y longitud suficiente para permitir la conexión con los depósitos de alimentación y recepción.

d) Aire comprimido

- Seco y con ausencia de aceite.
- Presión de 6 bar
- Tubing diámetro de 6/8 mm

e) Agua

Desmineralizada (dureza inferior a 10 grados franceses), tratada y prefiltrada adecuadamente para entrar en el sistema a través del filtro instalado de 1 micra absoluta (SDI de entrada al filtro inferior a 3).

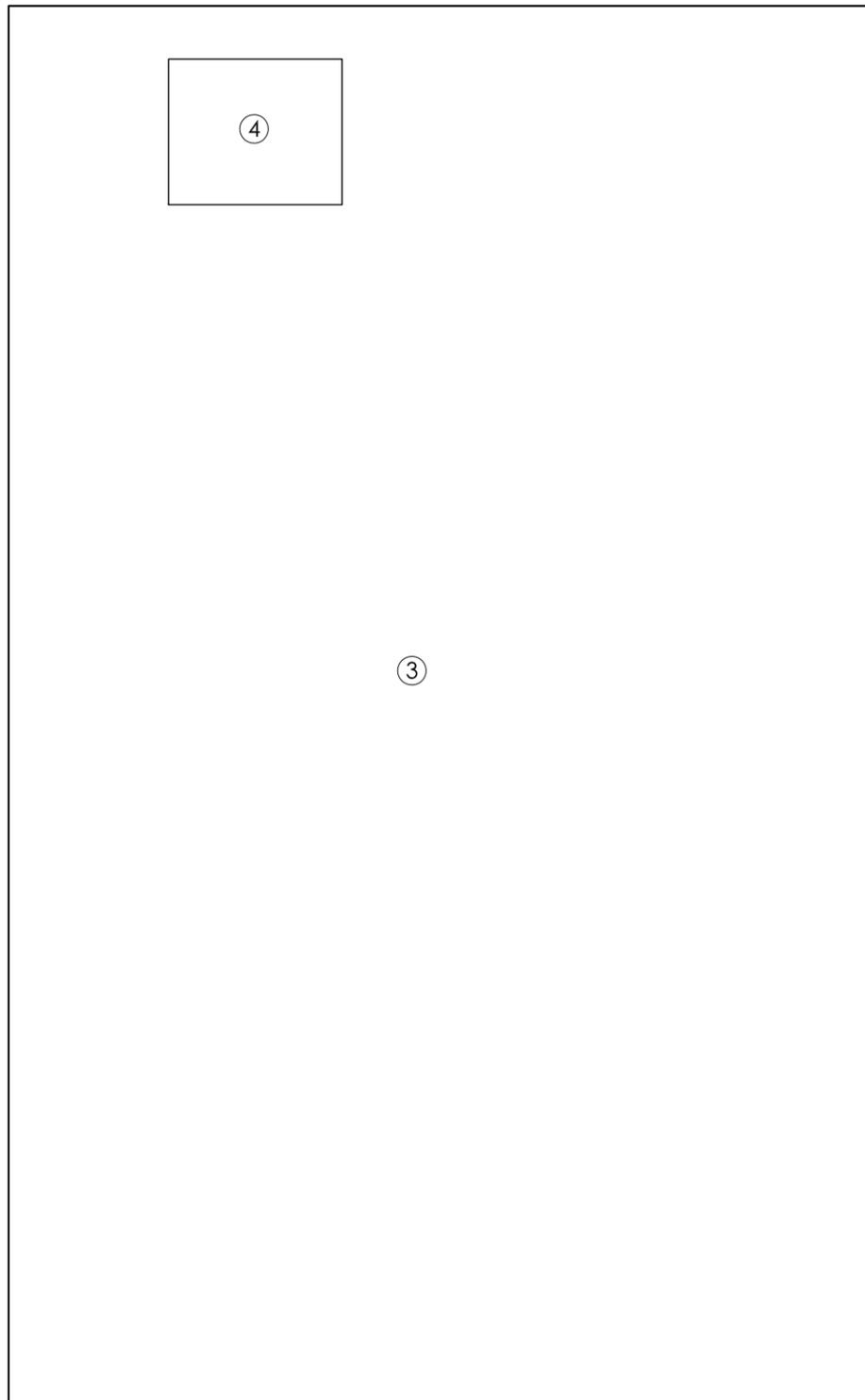
- Temperaturas: Ambiente y a 65 ° C (150 ° F)
- Consumo caliente: 800 l, a 60°C a un caudal de 6.000 l/h
- Consumo fría: 1100.l, a 20°C aprox. a un caudal de 6.000 l/h
- Conexiones agua: DIN 40, acoplador por el cliente.

**DOCUMENTO N°2:**  
**PLANOS**

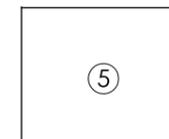
## **DOCUMENTO N°2: PLANOS**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

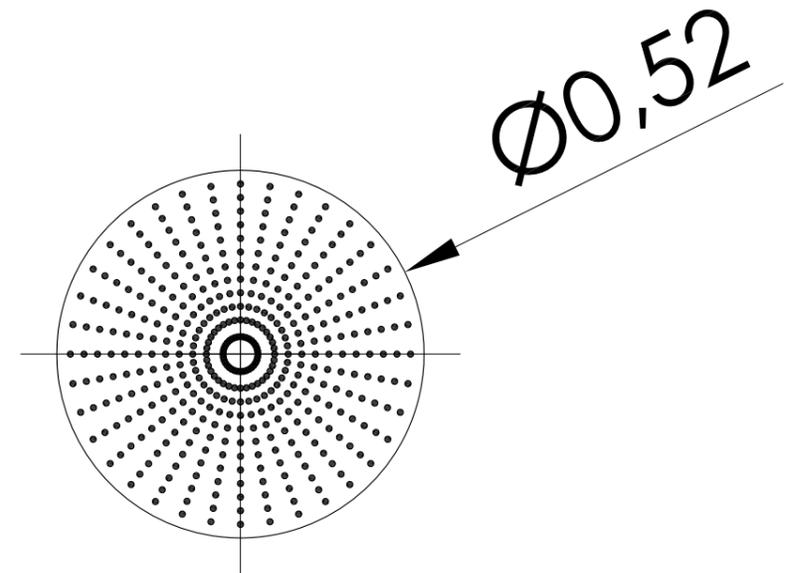
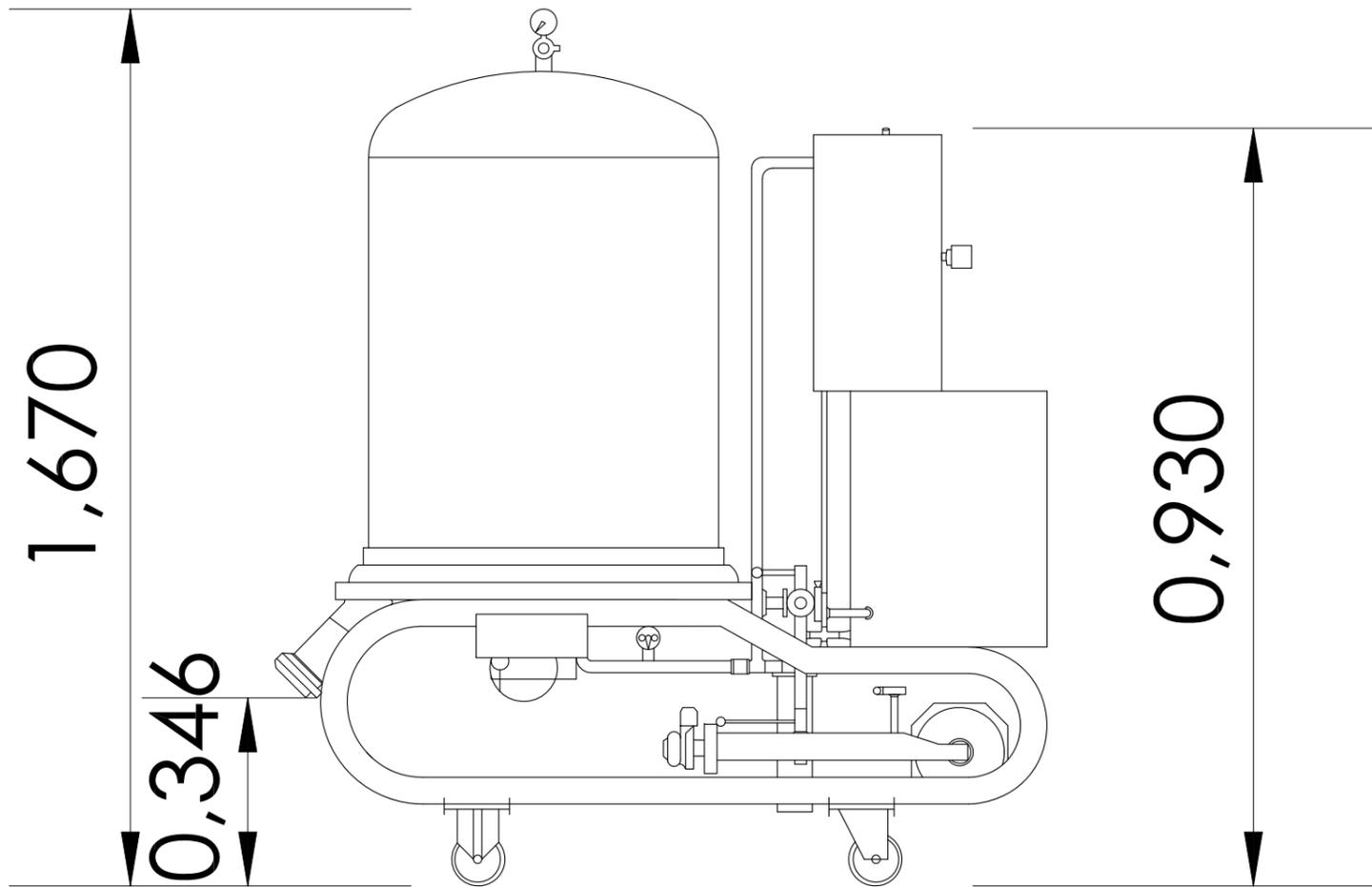
1. PLANO N°1: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	312
2. PLANO N°2: DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL.....	313
3. PLANO N°3: DETALLE DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL.....	314
4. PLANO N°4: DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	315
5. PLANO N°5: DIMENSIONADO DEL MÓDULO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL.....	316



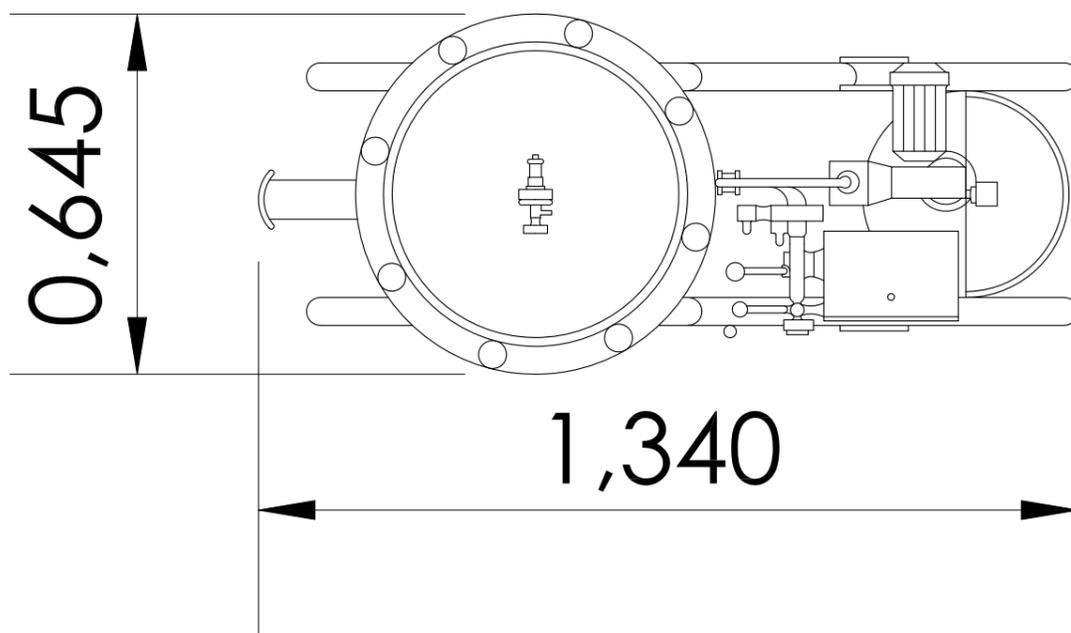
1	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS
2	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA
3	CÁMARA ISOTÉRMICA
4	EQUIPO FRIGORÍFICO
5	EQUIPO DE FILTRACIÓN



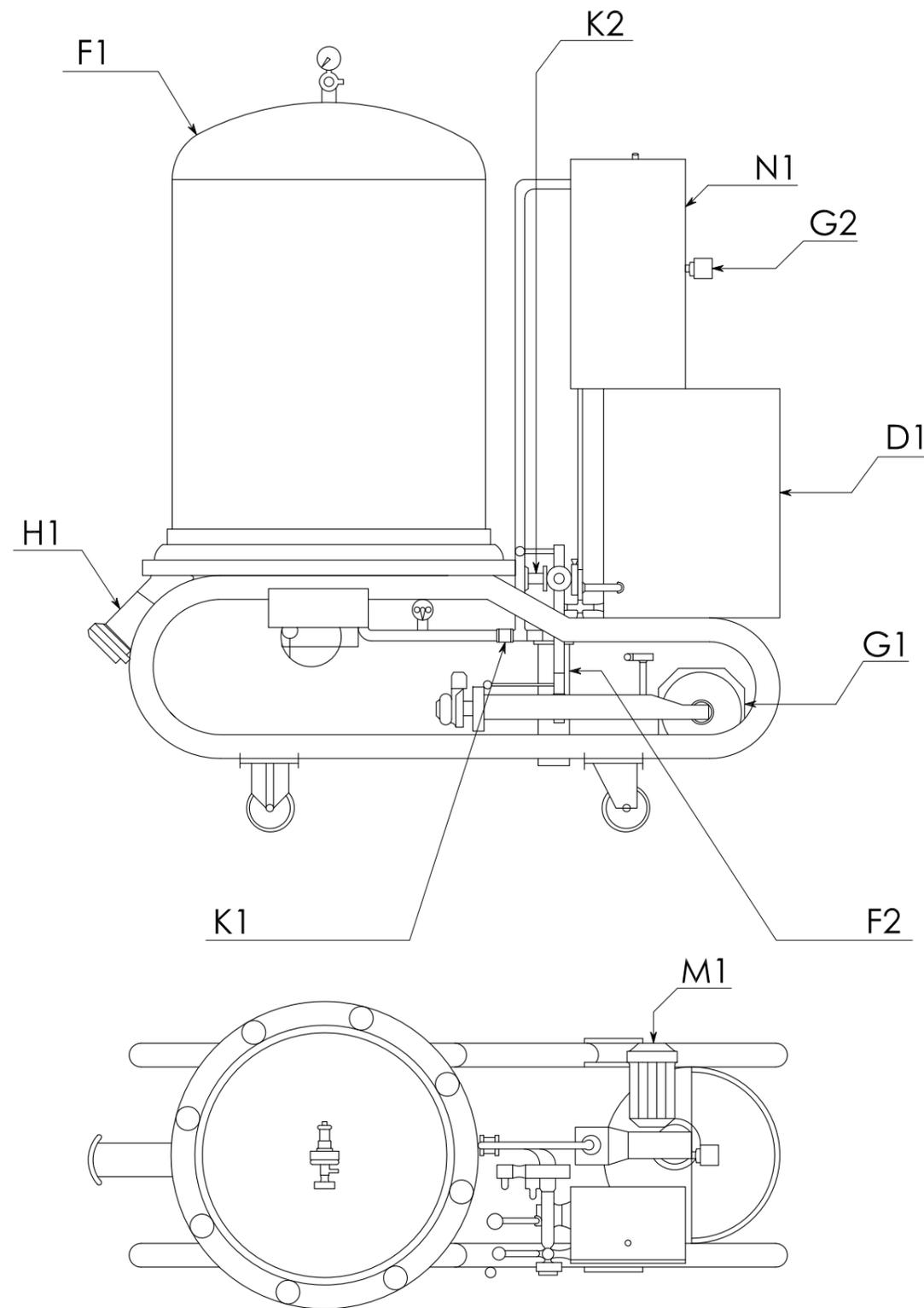
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS
Dibujado	JULIO 2011	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ	
Comprobado			
Id. s. norma			
Escala	<b>DISTRIBUCIÓN EN PLANTA</b>		Nº de Plano: 1
1/100			Alumno: ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ
			Especialidad: ING. QUÍMICA



DETALLE PLATO DE FILTRACIÓN

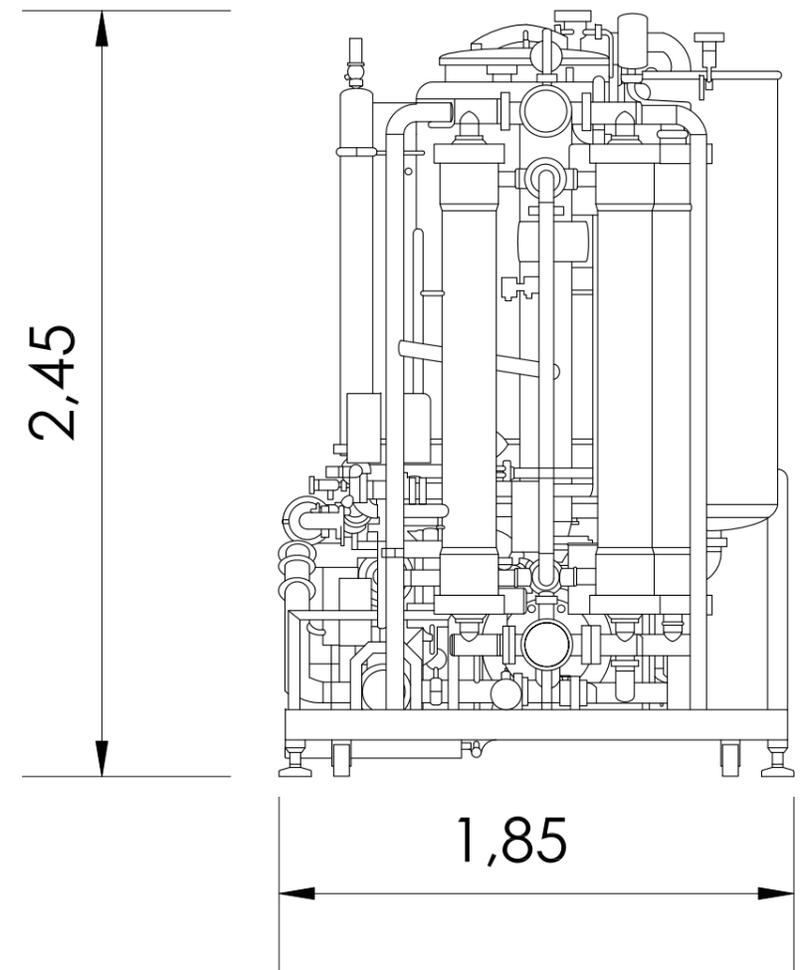
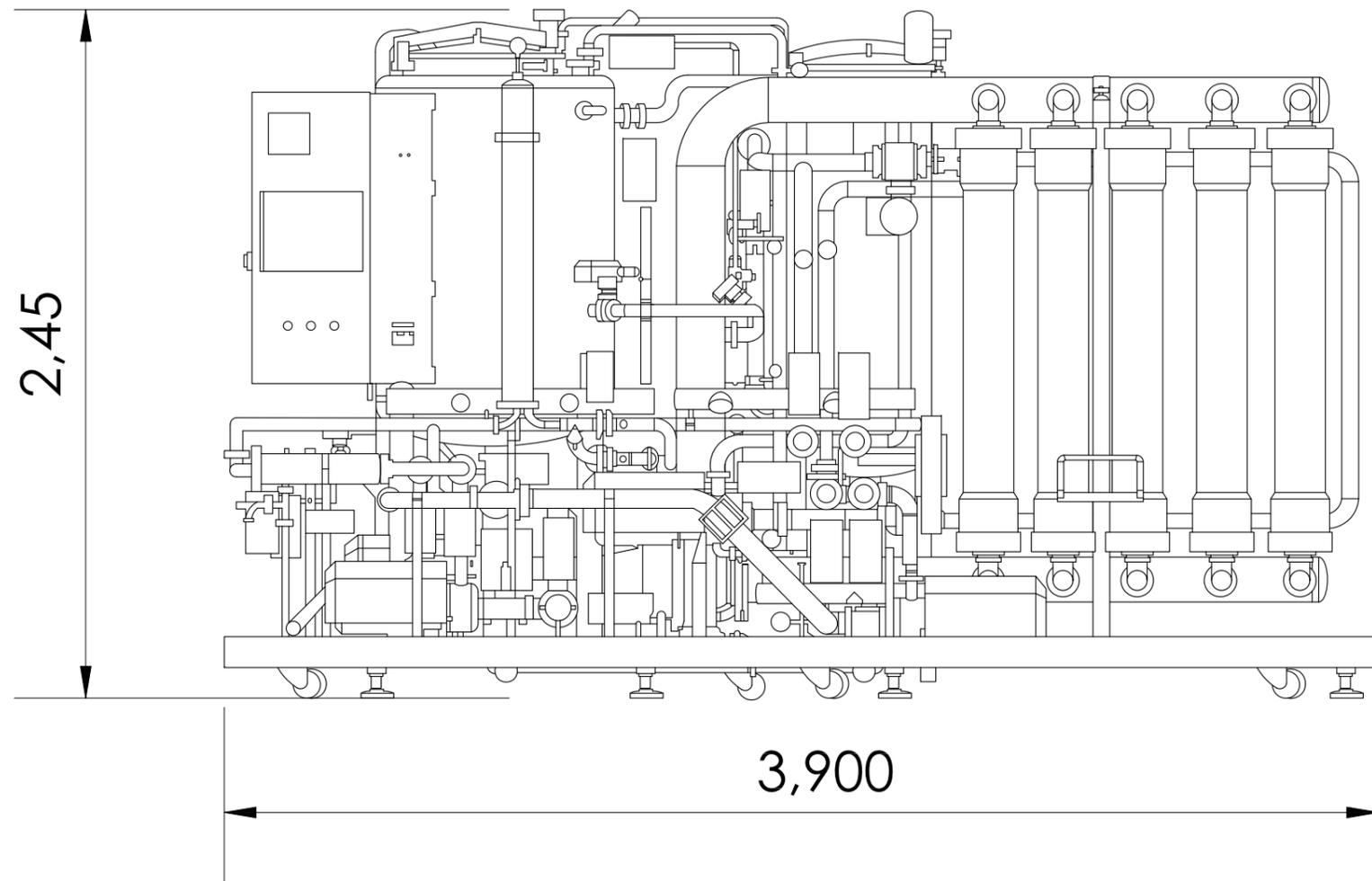


	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	
Dibujado	JULIO 2011	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ	FACULTAD DE CIENCIAS	
Comprobado				
Id. s. norma				
Escala	DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL		Nº de Plano: 2	
1/10			Alumno:	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ
			Especialidad:	ING. QUIMICA

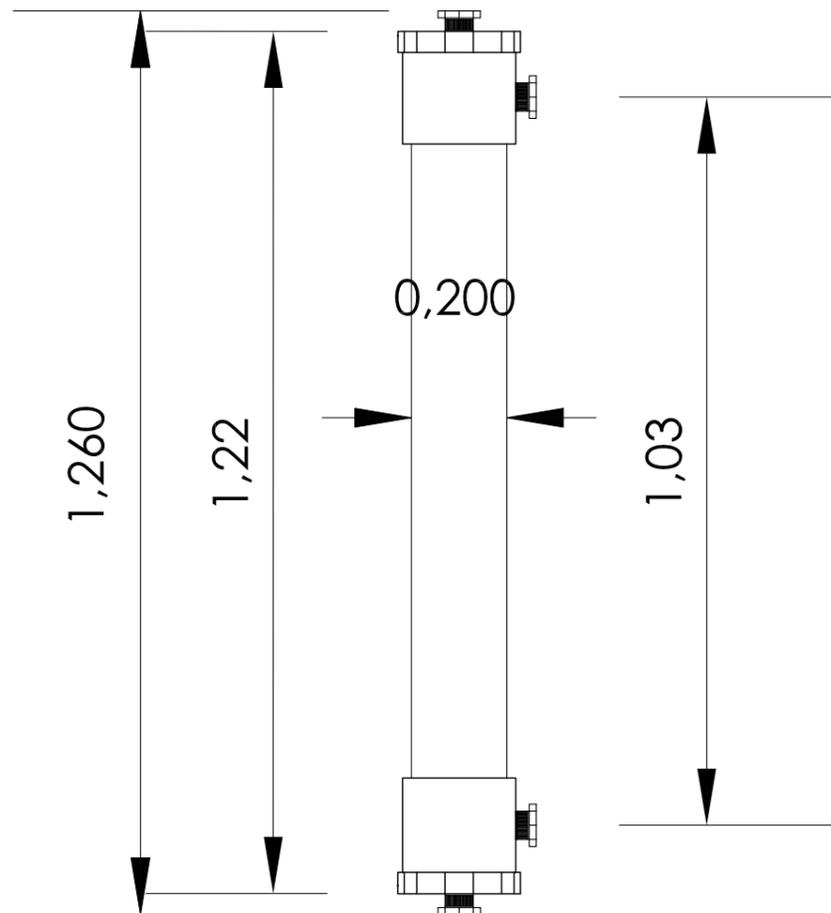


D1	Depósito del mezclador del coadyuvante de filtración
F1	Filtro a presión de platos horizontales revestidos con tejido filtrante de tipo REPS
F2	Filtro para producto residual con cartucho del tipo alambre enrollado
G1	Bomba de alimentación de tipo centrifugo
G2	Bomba dosificadora del coadyuvante de filtración
H1	Colector de descarga torta
K1	Mirilla en la tubería de alimentación del filtro de platos
K2	Mirilla en la tubería de salida del filtro de platos
M1	Motor de rotación platos
N1	Tablero de mando y control

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS
Dibujado	JULIO 2011	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ	
Comprobado Id. s. norma			
Escala 1/10	DETALLE DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL		Nº de Plano: 3
			Alumno: ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ
			Especialidad: ING. QUIMICA



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ		
Dibujado	JULIO 2011	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ	FACULTAD DE CIENCIAS		
Comprobado					
Id. s. norma					
Escala	DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL		Nº de Plano: 4		
1/16			Alumno:	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ	
			Especialidad:	ING. QUÍMICA	



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	
Dibujado	JULIO 2011	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ	FACULTAD DE CIENCIAS	
Comprobado				
Id. s. norma				
Escala	DIMENSIONADO DEL MÓDULO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL		Nº de Plano: 5	
1/10			Alumno:	ALICIA ARIZA VELÁZQUEZ
			Especialidad:	ING. QUÍMICA

**DOCUMENTO N° 3:**  
**PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.....	319
1.1. OBJETO DEL PLIEGO.....	319
1.2. PROYECTO.....	319
1.3. CUERPO NORMATIVO.....	320
2. PLIEGO DE CONDICIONES DE VENTA.....	321
2.1. PRECIOS.....	321
2.2. REVISIÓN DE PRECIOS.....	321
2.3. TRANSPORTE Y SEGURO.....	321
2.4. IMPUESTOS.....	321
2.5. PROPIEDAD DEL MATERIAL.....	321
2.6. FORMA DE PAGO.....	322
2.7. PLAZO DE ENTREGA.....	322
2.8. CALIDAD Y OPERATIVIDAD.....	323
2.9. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL MATERIAL SUMINISTRADO.....	324
2.10. DEVOLUCIÓN DEL MATERIAL.....	324
2.11. ALMACENAJE.....	324
2.12. CANCELACIÓN DEL PEDIDO.....	325
2.13. ACEPTACIÓN DE LA OFERTA.....	325
3. CONDICIONES PARA APLICACIÓN DE GARANTÍAS EN SISTEMAS TANGENCIALES PALL OENOFLOW.....	326
3.1. GARANTÍA MECÁNICA Y OPERATIVA.....	326
3.2. GARANTÍA DE LAS MEMBRANAS.....	326
3.3. CONDICIONES PARA LA APLICACIÓN DE LA GARANTÍA.....	327

## **1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO**

### **1.1. OBJETO DEL PLIEGO**

El objeto a que se refiere este pliego de condiciones, así como el resto de la documentación, es la ejecución del proyecto cuyo título encabeza el estudio.

El pliego de condiciones se remite a la descripción del equipo a instalar proyectado en la memoria y demás documentos que acompañan, y se consideran a estos efectos como un complemento de este documento.

Todas las condiciones exigidas en el presente pliego de condiciones, así como en los documentos que configuran el presente proyecto, deberán ser cumplidas por la empresa suministradora, con la máxima exactitud. La instalación se contrata totalmente terminada y debe ajustarse en todo, a los planos y documentos del presente proyecto.

### **1.2. PROYECTO**

El Proyecto comprende los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva; que considerará las necesidades a satisfacer y los factores de carácter general a tener en cuenta.
- Memoria de Cálculo; donde se verán todos los cálculos necesarios para el diseño de los equipos.
- Planos de conjunto y detalle necesarios para que las tareas queden perfectamente definidas.
- Presupuesto; donde se recogen los distintos cuadros de precios.
- Pliego de Condiciones, que incluirá la descripción de las tareas, normas para la ejecución de las tareas, y los plazos totales y parciales de ejecución de las tareas.

### **1.3. CUERPO NORMATIVO**

El cuerpo normativo de aplicación en la ejecución de las obras objeto del presente proyecto será el formado por toda la LEGISLACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO que le sea de aplicación en la fecha de la forma del Contrato de adjudicación de obras.

Si entre la normativa de aplicación existiesen discrepancias, se aplicaran las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Órdenes.

Será responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores si ésta no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

## **2. CONDICIONES GENERALES DE VENTA**

### **2.1. PRECIOS**

Salvo indicación en contrario, los precios de los materiales ofertados se entenderán netos en nuestros almacenes, en Madrid, excluyendo el embalaje, transporte y seguro del mismo desde nuestros almacenes al lugar de entrega del cliente, así como cualquier otro impuesto que de acuerdo con la ley se deba cargar como consecuencia de la venta.

### **2.2. REVISIÓN DE PRECIOS**

Los precios indicados en la oferta se entenderán fijos y no revisables, dentro del período de validez de la oferta.

### **2.3. TRANSPORTE Y SEGURO**

El transporte y el seguro de los materiales a suministrar, desde nuestros almacenes en Madrid, hasta el lugar de entrega del cliente, será realizado por Pall España, s.a. y facturado como concepto separado.

### **2.4. IMPUESTOS**

El impuesto sobre el valor añadido actualmente vigente, I.V.A., recargo de equivalencia en su caso, o cualquier otro que pueda aparecer en un futuro que lo sustituya o complemente, no será incluido en los precios fijados, y será facturado como concepto separado de acuerdo con la ley.

### **2.5. PROPIEDAD DEL MATERIAL**

El material a suministrar como consecuencia de la aceptación de la oferta, será de propiedad exclusiva de Pall España, s.a., en tanto no sea pagado en su totalidad el importe de la factura que motive dicho suministro, quedando autorizada Pall España, s.a. a retirar el material suministrado si el pago no se realiza en los términos y períodos acordados, supuesto que el mismo no haya sido utilizado. Si el material hubiese sido utilizado, el comprador se

compromete a su abono independientemente de los resultados obtenidos en su utilización.

## **2.6. FORMA DE PAGO**

Los precios indicados en la oferta han sido fijados en función de la forma de pago establecida en la misma, por lo que cualquier modificación de la forma de pago motivará una modificación de los precios.

En caso de incumplimiento de la forma de pago, Pall España, s.a., tendrá derecho a ser compensada por los costes financieros y otros gastos a razón de un 2 por ciento mensual de la cantidad pendiente de pago por no haber sido satisfecha en el plazo acordado.

El período de pago se computará a partir de la fecha de la factura.

Las condiciones de pagos serán:

Sistema de microfiltración tangencial:

- 25% con el pedido, mediante cheque nominativo a favor de Pall España.
- 25% Con la entrega mediante cheque nominativo a favor de Pall España, s.a.
- 50% con la entrega del sistema mediante pagaré no a la orden domiciliado y nominativo a favor de Pall España S.A., con vencimiento a 60 días f.f. y a ser recibido no más tarde de los 15 días de la factura.

## **2.7. PLAZO DE ENTREGA**

El plazo de entrega del material a suministrar será el indicado en la oferta, salvo modificación en el acuse de recibo del pedido, empezando a contar a partir de la fecha de dicho acuse de recibo del pedido. Dicho plazo deberá ser considerado solamente como aproximado. No obstante, si como consecuencia de conflictos laborales, huelgas, fuegos,

tempestad u otras causas de fuerza mayor que se encuentren fuera del control de Pall España, s.a. se produjera un retraso en el plazo acordado, se procurará comunicar al comprador dicha situación, tan pronto se tenga conocimiento de la misma, con una estimación de la nueva fecha de entrega si ello fuera posible. Pall España, s.a. no admitirá penalidad alguna por el retraso que pudiera producirse, así como tampoco ninguna responsabilidad sobre daños consecuenciales o de otro tipo causados por retrasos en la entrega. El plazo de entrega será de 16 semanas a partir de la fecha de la aceptación del pedido.

## **2.8. CALIDAD Y OPERATIVIDAD**

Los productos están sometidos a un proceso riguroso de control de calidad en las distintas fases de su producción para asegurar que el producto se fabrica de acuerdo con estrictas normas de fabricación, control y diseño. Dado que el comportamiento del producto está supeditado a las características del fluido, instalaciones, procedimientos operativos, etc., del cliente, no se ofrece ninguna garantía, explícita o implícita del material, de la operatividad y adaptabilidad de los materiales para cualquier propósito particular, sea o no conocido por la empresa. En el caso de que cualquier material u operatividad se probara como defectuoso, se repara o sustituye sin cargo, desde las Fábricas, en las condiciones originalmente especificadas si ello lo requiriese, dentro del período razonable más corto posible. Como consecuencia de tal defecto en el material original o en el reemplazado, está limitada a la sustitución, pero no abarca otros gastos producidos o daños consecuenciales, ya que todo el esfuerzo será hecho para reemplazar dicho material en el período de tiempo más corto posible.

## **2.9. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL MATERIAL SUMINISTRADO**

La instalación y/o montaje del material suministrado, así como la preparación de las instalaciones, servicios y/o consumibles necesarios para su realización serán mediante un técnico especialista de Pall España s.a.u.

## **2.10. DEVOLUCIÓN DEL MATERIAL**

Debido a los estrictos controles que PALL realiza, no sólo durante los procesos de Fabricación, sino también en el almacenaje y manejo de sus productos y para una mayor seguridad de los clientes, los productos PALL no son susceptibles de devolución salvo por error en el suministro de Pall España, s.a., frente al pedido realizado por el cliente, y siempre que esta devolución se realice en un plazo no superior a 15 días de la fecha del albarán ó 7 días desde la recepción de la mercancía, y en dicho período los productos hayan sido tratados y almacenados de la forma adecuada, hecho que será comprobado por Pall España, s.a. a su recepción. Si los productos hubiesen sido dañados por mal uso o manejo, el cliente se compromete a pagar la reparación de los mismos o su importe total si hubieran quedado inservibles a juicio de Pall España, s.a.

## **2.11. ALMACENAJE**

Si el comprador requiriese el retraso de un suministro en fecha posterior a la acordada, el mismo le será facturado en la fecha acordada, y se procederá a su almacenamiento en los almacenes de Pall España, s.a. si bien todos los riesgos que puedan presentarse al material serán por cuenta del comprador, no aceptando ninguna responsabilidad por los daños a los materiales del comprador que permanezcan bajo custodia. Si el período de almacenamiento fuera superior a un mes, se producirían cargos adicionales por almacenaje. Acuerdos especiales podrán ser establecidos en cada caso.

## **2.12. CANCELACIÓN DEL PEDIDO**

En el caso de que el comprador cancele el pedido, total o parcialmente, deberá pagar a Pall España, s.a. todos los gastos en que ésta haya incurrido o tenga comprometidos, sin que en ningún caso la cantidad a pagar sea inferior al 25% del importe de la parte cancelada, en concepto de indemnización.

## **2.13. ACEPTACIÓN DE LA OFERTA**

La aceptación de la oferta, y en consecuencia el pedido que de ella se deriven, suponen la aceptación de todas y cada una de estas condiciones salvo que hayan sido variadas de mutuo acuerdo y por escrito previamente.

La oferta es válida 30 días a partir de la fecha de oferta.

**NOTA:** No será aceptada ninguna cláusula diferente y/o contradictoria a las aquí detalladas, que no haya sido previamente pactada y confirmada por escrito por Pall España, s.a.

### **3. CONDICIONES PARA APLICACIÓN DE GARANTÍAS EN SISTEMAS TANGENCIALES PALL OENOFLOW**

#### **3.1. GARANTÍA MECÁNICA Y OPERATIVA**

La garantía será de doce meses desde la puesta en marcha con un máximo de 18 meses desde la entrega, lo primero que ocurra, contra todo defecto de fabricación siempre y cuando se hayan almacenado, instalado y mantenido correctamente según las especificaciones y condiciones de diseño. Las piezas que se demuestren defectuosas por causas no imputables al usuario se sustituirán sin cargo y Los gastos de mano de obra para toda sustitución se facturarán a su coste.

#### **3.2. GARANTÍA DE LAS MEMBRANAS**

Lo que antes suceda de:

- Años desde el suministro del sistema : 3 años.
- Horas acumuladas de operación: 13.200 horas.

En el caso de no alcanzarse los límites establecidos y una vez comprobado y aceptado por Pall España S.A.U. la ausencia de algún / algunos de los incumplimientos descritos en el apartado siguiente 3.3. *Condiciones para la aplicación de la garantía*, se aplicará la garantía mediante la reparación o la sustitución de las membranas correspondientes. En caso de sustitución por nuevas membranas se cargará el coste proporcional al tiempo en uso de las membranas sustituidas, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Coste sustitución: } \frac{\text{PVP vigente} \times \text{N}^{\circ} \text{ meses instaladas}}{36 \text{ meses}}$$

Notas:

- PVP Vigente, el correspondiente en el momento de la sustitución
- Gastos de envío y manejo a cargo del cliente

- Previo a cualquier devolución, se deberá tener el permiso expreso de Pall España S.A.U.

### **3.3. CONDICIONES PARA LA APLICACIÓN DE LA GARANTÍA**

Para que la garantía/s se mantengan vigente/s durante todo el período acordado será necesario que se cumplan los siguientes condicionantes, el incumplimiento de cualquiera de ellos invalidará la garantía/s establecida/s:

Hasta el momento de su instalación los módulos se almacenen siguiendo las instrucciones de Pall España.

- I. La supervisión de la instalación, comisionado, instalación de las membranas y puesta en marcha se realice y/o supervise por el personal especializado de Pall España S.A.U.
- II. Cliente siga en todo momento los procedimientos operativos y de mantenimiento de acuerdo con los Protocolos aportados por Pall España S.A.U.
- III. Cliente y Pall España S.A.U. mantengan una línea de colaboración permanente aportando ambos, de forma continua, la información que sea requerida para la optimización del sistema e integración en el proceso de Cliente.
- IV. Cliente tendrá a disposición permanente de Pall España S.A.U. los valores históricos de los parámetros definidos (se entrega tabla de los parámetros a tomar). Así mismo enviará a Pall España S.A.U. la información solicitada en la forma y con la frecuencia que se establezca.
- V. Durante el periodo de garantía/s establecido/s, Pall España S.A.U. estará autorizado en todo momento a realizar las comprobaciones de los valores de los parámetros/registros que considere oportuno.

- VI. Cualquier modificación o alteración por Cliente en los parámetros, procedimientos operativos y/o de mantenimiento en comparación con los establecidos en los procedimientos de operación y mantenimiento de Pall España S.A.U., o en la instalación o accesorios de esta, deberá tener autorización escrita de los responsables técnicos de Pall España S.A.U.
- VII. Los tipos de vinos y sus tratamientos, serán en función de los cuales se ha realizado el diseño del sistema.

Notas:

- La aparición de cualquier componente y/o utilización de cualquier tratamiento, no incluidos en los anteriores deberá ser comunicada automáticamente a Pall España S.A.U.
- Es obligación del usuario conocer la naturaleza de la membrana y por tanto las limitaciones en cuanto a su compatibilidad química, térmica...

Cualquier anomalía en el sistema, deberá ser comunicada al personal de Pall España dentro de la jornada en la que se produzca.

Julio 2011

La Alumna

Fdo.: Alicia Ariza Velázquez

**DOCUMENTO N° 4:**  
**PRESUPUESTO**

## **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1. PRESUPUESTO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS  
DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL.....331
2. PRESUPUESTO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN  
TANGENCIAL.....332

## **1. PRESUPUESTO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN POR TIERRAS DIATOMEAS DE PLATO HORIZONTAL**

Filtro C/31	19750,00 € + I.V.A.
<hr/>	
Cartucho final	1085,00 € + I.V.A.
<b>Total:</b>	<b>20835,00 € + I.V.A.</b>

I.V.A.: 18%

Filtro C/31	23305,00 €
<hr/>	
Cartucho final	1280,30 €
<b>Total:</b>	<b>24585,30 € I.V.A. incluido</b>

- Transporte incluido.
- Está sujeto a una medición final del material instalado.
- Cualquier trabajo de albañilería y/o electricidad que fuese necesario será por cuenta del propio cliente.

## **2. PRESUPUESTO DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL**

Bastidor	146145,00 € + I.V.A.
Módulos (10 unids.)	74212,00 € + I.V.A.
<b>Subtotal:</b>	<b>220357,00 € + I.V.A</b>

I.V.A.: 18%

Bastidor	172451,1 €
Módulos (10 unids.)	87570,16 €
<b>Subtotal:</b>	<b>260021,26 € I.V.A. incluido</b>

Puesta en marcha y entrenamiento:

- ✓ Asistencia “in situ” durante dos días de un técnico especialista de Pall España s.a.u.: **2.300 €**
- Incluyéndose en este coste:
  - Trabajo en bodega durante dos días.
  - Desplazamiento.
  - Dietas.
  - Transporte.

**PRESEUPUESTO TOTAL DEL EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL:  
262321,26 €**

EL PRESUPUESTO TOTAL DEL PRESENTE PROYECTO:

SUSTITUCIÓN DE LA FILTRACIÓN MEDIANTE TIERRAS DE DIATOMEAS POR UN EQUIPO DE FILTRACIÓN TANGENCIAL EN UNA PLANTA DE ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA DE VINOS:

**“DOSCIENTOS SESENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS VEINTIÚN EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS”.**

Cádiz, Julio 2011

Fdo. Alicia Ariza Velázquez

