

Universidad de Valladolid

Escuela de Ingenierías Industriales

Máster en Prevención de riesgos laborales, calidad y medio ambiente



Trabajo de fin de máster:

“Evaluación de riesgos de la instalación de aparatos a presión y tipo único para una planta piloto multipropósito de obtención de etanol y otras actividades”

Autora: Jéssica Lopes Cuevas

Tutor Académico: Gregorio Antolín

Tutor empresa: Jesús M^a Martín Marroquin

Valladolid

Junio-2012



Índice

1. Introducción.....	2
2. Objetivos.....	3
2.1 Objetivos Generales.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3. Medios Utilizados.....	4
4. Metodología.....	5
5. Desarrollo y resultados.....	8
5.1 Caracterización y descripción general de la empresa y áreas de estudio.....	8
5.2 Resultados generales.....	9
5.3 Evaluación de riesgos de la planta multipropósito.....	11
5.4 Análisis de los resultados.....	32
5.5 Estudio de viabilidad técnica y económica.....	35
6. Conclusiones.....	38
7. Bibliografía.....	39
8. Anexos.....	40



1. Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo atender las exigencias formativas del máster en Prevención en Riesgos Laborales, Calidad y medio ambiente, haciendo la aplicación y desarrollo de los conocimientos adquiridos en el seno del máster.

Las prácticas se han realizado en el Centro Tecnológico CARTIF, ubicado en el Parque Tecnológico del Boecillo en Valladolid, la empresa se dedica a investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación de procesos, productos y sistemas.

La misma fue realizada en las tres especialidades, Seguridad Industrial, Higiene Industrial y Ergonomía, durante un periodo de 189 horas, en el periodo de 28 de mayo a 04 de julio, de 08:00 a 15:00 horas, con la tutoría del responsable de Seguridad de Cartif, Ingeniero Químico Jesús María Martín Marroquín y tutoría del Profesor Gregorio Antolín por parte de la Universidad de Valladolid.



2. Objetivos

2.1 Objetivos Generales

- Evaluación de los riesgos de la instalación de aparato a presión y aparatos de tipo único para una planta piloto Multipropósito para obtención de bioetanol, considerando los procesos específicos y riesgos individuales de cada uno de los procesos de la planta (cortado, difusión, filtrado, hidrólisis ácida, hidrólisis enzimática, destilación, concentración) así como de la planta en su conjunto.
- Colaborar y/o participar en otras actividades del ámbito de prevención con el responsable de seguridad.

2.2 Objetivos Específicos

- Conocer equipos y herramientas de protección y mediciones, el funcionamiento de los sistemas de protección contra incendio de la empresa, plan de emergencia y estudio de la legislación aplicable a los diferentes proyectos del centro de trabajo.
- Describir los equipos, máquinas, procesos y actividades en la planta multipropósito.
- Identificar y analizar los riesgos de las actividades y procesos llevados a cabo en la planta multipropósito
- Proponer las medidas mitigadoras y preventivas para los riesgos identificados.
- Realizar el análisis económico de implantación de las medidas preventivas.



3. Medios Utilizados

Los medios materiales de los que se ha dispuesto en Fundación Cartif para la realización del trabajo fin de Máster, han sido principalmente material de oficina y documentación relacionada con Prevención de Riesgos Laborales. Se han visitado todas las instalaciones de la empresa, plantas, equipos y laboratorios, con mayor frecuencia la planta multipropósito, pudiendo ver in situ el funcionamiento y los posibles riesgos derivados de distintos puestos de trabajo, los sistema de seguridad de la empresa, las vías de evacuación, salidas en caso de emergencia, sistemas de protección contra incendio, botiquines, sistemas de ventilación, extracción de aire, aire comprimido, centro de transformación, sala de cuadros eléctricos, sala de grupo electrógeno y salas de calderas.

Los medios humanos que han colaborado en la realización de este Trabajo han sido el Responsable de Prevención de Riesgos Laborales de Cartif, Jesús M^a Martín Marroquín, los ingenieros Carlos Órdax y Oscar León responsables de la planta multipropósito, así como todos y cada uno de los responsables y trabajadores asociados a los distintos proyectos que se han evaluado dentro de la empresa y que han proporcionado distinta información para el avance del trabajo. Igualmente el personal de mantenimiento de Cartif ha aportado otro tipo de información necesaria en las actividades realizadas.



4. Metodología empleada

- Como metodología general utilizada durante las prácticas se ha llevado a cabo la recolección de datos, lectura de normativas y legislaciones aplicables, visita in situ a las instalaciones de la empresa;
- Para la evaluación de riesgos de la planta Multipropósito se ha utilizado el método desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), que basa la estimación del riesgo para cada peligro, en la determinación de la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

De esta forma, quedarán evaluados los riesgos para cada peligro, con el fin de poder clasificar los peligros según el nivel del riesgo y de este modo poder establecer prioridades para las acciones preventivas en la empresa.

Para la severidad del daño se tienen en cuenta las partes del cuerpo afectadas y la naturaleza del daño.

Tabla 1: Severidad del daño

SEVERIDAD DEL DAÑO	
LIGERAMENTE DAÑINO (LD)	<ul style="list-style-type: none">• Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.• Molestias e irritación: dolor de cabeza, disconfort
DAÑINO (D)	<ul style="list-style-type: none">• Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, etc.• Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que• Conduce a una incapacidad menor
EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED)	<ul style="list-style-type: none">• Amputaciones, fracturas mayores, envenenamientos, lesiones múltiples,• lesiones fatales.• Cáncer, otras enfermedades que acorten severamente la vida, enfermedades• agudas

Para la probabilidad se han considerado las medidas de control ya implantadas, los requisitos legales y los códigos de buena práctica comprobados como medidas específicas de control.



Tabla 2: Probabilidad de ocurrencia

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL DAÑO	
BAJA (B)	<ul style="list-style-type: none">• El daño ocurrirá raras veces
MEDIA (M)	<ul style="list-style-type: none">• El daño ocurrirá algunas veces
ALTA (A)	<ul style="list-style-type: none">• El daño ocurrirá siempre o casi siempre

Niveles de Riesgo

Con los factores anteriormente analizados y el cuadro que se describe a continuación se obtiene la estimación del nivel de riesgo:

Tabla 3: Estimación del nivel de riesgo

		CONSECUENCIAS		
		LD	D	ED
PROBABILIDAD	B	T	TO	MO
	M	TO	MO	I
	A	MO	I	IN

Dichos niveles forman la base para decidir la acción preventiva que debe realizarse, estableciendo prioridades para esta acción según los criterios que definen cada nivel, siendo éstos los siguientes:



Tabla 4: Severidad del daño

RIESGO	ACCIÓN
Trivial (T)	<ul style="list-style-type: none">• No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none">• No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.• Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none">• Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.• Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	<ul style="list-style-type: none">• No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando al riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	<ul style="list-style-type: none">• No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

5. Desarrollo y resultados

5.1 Caracterización y descripción general de la empresa y áreas de estudio.

El centro tecnológico CARTIF está ubicado en Parque Tecnológico del Boecillo, en Valladolid.



Foto 1: Parque tecnológico Boecillo (punto A: Fundación CARTIF Edificios 1 y 2 y punto B Edificio 3)

Actualmente el centro dispone de unas instalaciones de 12.500 m², compartidas entre 3 edificios y tiene una plantilla de 134 investigadores, unos ingresos anuales que superan los 14 millones de euros y una cartera de clientes compuesta por 120 empresas e instituciones.



Foto 2. Edificio Cartif 1.



Foto 3. Edificio Cartif 2.

La planta piloto multipropósito para producción de bioetanol en que se hace de evaluación de riesgos está ubicada en el edificio de Cartif 3, en una nave que tiene 210 metros cuadrados, como se puede conocer en el Anexo I.



Foto 4: Edificio Cartif 3.



Foto 5: Planta Multipropósito

5.2 Resultados generales

Con el objetivo de conocer y familiarizarse con el sistema de prevención de riesgos laborales durante la realización de este Trabajo fin de Máster se han revisado distintos documentos relacionados con la prevención de riesgos laborales y en concreto, relacionados con las tareas que se han ido realizando



en la empresa. Así que, a medida que se han ido llevando a cabo las actividades, ha sido necesaria la consulta de distinta documentación para conocer con detalle algunas de las normas y leyes aplicables a los diferentes trabajos realizados en CARTIF, bien como catálogos de equipos de protección individual y equipos de seguridad industrial. A continuación se muestra el listado de la documentación estudiada durante el periodo de prácticas:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995)
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo;
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas;
- Documentación relativa al Mercado CE.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión y que modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- Real Decreto 494/1988, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos que utilizan gas como combustible.
- Norma UNE 9-310-92. Instalaciones transmisoras de calor mediante líquido diferente del agua.
- Reglamento de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002).
- Código Técnico de la Edificación – CTE (Real Decreto 314/2006).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios Industriales - RITE (Real Decreto 1751/1998).
- Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones



técnicas complementarias (Real decreto 379/2001).

- Real Decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Procedimiento interno de coordinación de actividades empresariales de Cartif.
- Documentación y Catálogos de Equipos de Protección Individual

Se han visto catálogos con diferentes tipos y marcas de equipo de protección individual, (mascarillas, guantes, botas, gafas, arneses), señalización, sistemas de enclavamiento y de seguridad para trabajo con productos químicos.

Fueron visitados los tres edificios de la empresa y sus diferentes plantas, bien como oficinas, laboratorios, aparcamiento subterráneo, sistemas de ventilación y climatización, sala de compresores, sala de baja tensión, centro de transformación, grupo electrógeno y salas de calderas. En todos los lugares visitados el tutor indicaba los equipos de protección individual que deberían utilizarse, los sistemas de seguridad, sistemas de protección contra incendios, señalización existente, así como explicaba sus funciones y los riesgos de cada zona.

Como estudio principal que se ha llevado a cabo para el desarrollo de este trabajo de fin de máster, se ha realizado la evaluación de los riesgos de la planta multipropósito para obtención de bioetanol.

5.3 Evaluación de riesgos de la planta multipropósito

- **Descripción general de la Instalación y procesos**

La planta piloto multipropósito ha sido desarrollada y diseñada por investigadores de Cartif para poder desarrollar procesos escalables y adaptables a nivel industrial en sectores tan diversos como la producción de bioetanol a partir de diferentes tipos de materias primas, en ese caso se ensaya producir bioetanol a partir de pataca.

La pataca (*Helianthus tuberosus*) es una planta nativa de América del sur

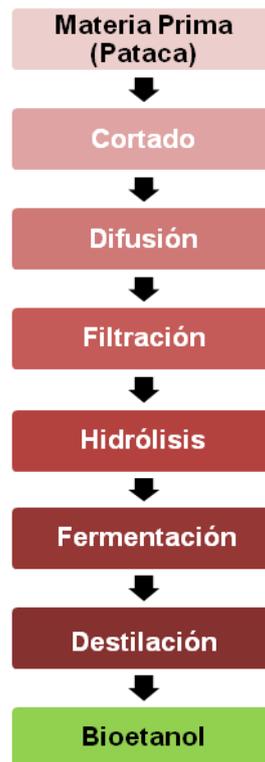


cultivada por su tubérculo comestible y por sus enormes propiedades medicinales. Los tubérculos almacenan, en vez de almidón, la inulina, carbohidrato que por medio de la cocción se transforma en fructosa. Por esta razón son una fuente importante de fructosa para la industria.

La planta multipropósito consta de diversas etapas de procesado: cortado, extracción por difusión en contracorriente, clarificación por filtración tangencial, hidrólisis, fermentación, destilación, concentración y secado en spray.

Para la obtención del etanol se realizará la hidrólisis acida para convertir la materia prima (pataca) en azúcares más simples, como la fructosa en este caso. Hidrolizar significa “romper” productos complejos en otros más simples para facilitar el proceso de fermentación, que es el siguiente proceso, en el cual se realizará la fermentación de la fructosa con la levadura *Saccharomyces*, para que se produzca como producto el etanol, además de este se produce CO_2 en el proceso. Como el etanol producido va a contener una parte significativa de agua, esta debe ser eliminada mediante destilación para su uso posterior como combustible. La destilación es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla, aprovechando que el etanol tiene un punto de ebullición menor ($78,3^\circ\text{C}$) que el agua (100°C), la mezcla se calienta hasta que el alcohol se evapore y se pueda separar por condensación del mismo.

A continuación aparece el diagrama de flujo del proceso y en el anexo II se lo puede conocer en detalle.



El aporte energético que se necesite en cada etapa del proceso desarrollado en la planta se lleva a cabo mediante una caldera que dispone de un quemador mixto, utilizando como combustible biomasa o gas natural y operando a una temperatura de unos 200 °C, con una potencia de 50.000 Kcal/hora.

Como fluido caloportador de todo el sistema se utiliza aceite térmico que se distribuye a los diferentes puntos de la instalación a través de un anillo líquido.

La planta está totalmente automatizada, registrando todos los datos de las variables de proceso a través de sondas de temperatura, presión, caudal volumétrico, caudal másico, conductividad y pH.

A continuación se describe cada uno de los procesos.

- **Zona 1: Caldera de aceite térmico**

Para la producción del calor necesario en los distintos procesos de producción de bioetanol, se instaló una caldera de aceite térmico, aparato a presión, provista de un quemador a gas natural, así como dotada de los medios necesarios para funcionar con biocombustible. La caldera tiene una



potencia de 58,14 KW (50.000 Kcal/h) de potencia, con una temperatura máxima de trabajo de 300 °C y una presión máxima de trabajo de 10 bares.

La caldera recirculará el aceite térmico por las tuberías del sistema, a una temperatura máxima de operación de 200°C, proporcionando calor a los procesos por medio de los intercambiadores de calor.



Foto 6: Caldera de aceite térmico.

- **Zona 2: Difusión**

Para la difusión se cortará la materia prima, Pataca, previamente en el cortador de cutichillas, tras ser cortada se echará la pataca en la tolva acoplada a un tornillo sinfín, con el cual se dosificará la entrada de materia sólida en el difusor. Por un extremo entra la materia sólida rica en el compuesto que se pretende extraer, haciendo que esta avance por el difusor mediante un tornillo sinfín y en contracorriente se introduce agua a una temperatura variable entre 40 y 70° C, la cual ha sido almacenada en un tanque y calentada previamente en un intercambiador de calor con aceite térmico a 200° C. En la salida del tanque hay control de temperatura y pH. El difusor tiene control de velocidad variable del tornillo interno y su carcasa esta encamisada y aislada



térmicamente. La capacidad de operación de la difusión tendrá un máximo de procesado de 100 kg/h de sólidos y la obtención de un máximo de 150 L/h de jugo de difusión que es dirigido a un tanque pulmón.



Foto 7: Difusor.

Los sólidos obtenidos a la salida de difusión pasarán por gravedad a una prensa discontinua vertical con capacidad de prensado de 40 toneladas (16kg/cm^2), recogiendo el líquido prensado en el tanque pulmón de almacenamiento del jugo de difusión. Los sólidos prensados se sacarán manualmente de la prensa.



Foto 8: Prensa

- **Zona 3: Filtración tangencial**

Tras el proceso de difusión, el jugo almacenado en el tanque pulmón se bombeará al equipo de filtración tangencial para clarificación del mismo, eliminando sólidos en suspensión por encima de las 50 micras. El filtro posee un módulo intercambiable según el tamaño de poro para ultrafiltración o microfiltración según la necesidad del proceso.

El jugo permeado va un tanque pulmón frío y el rechazo (fluido no contaminante) se vierte a la red de alcantarillado público.



Foto 9: Filtro Tangencial

- **Zona 4: Hidrólisis**

Tras el proceso de filtración el jugo va a un reactor agitado donde es acidificado hasta un pH de 4 con ácido sulfúrico 1N. El compuesto es calentado en un intercambiador de calor y bombeado seguidamente a un tanque presurizado por una bomba de presión. El equipo de hidrólisis puede realizar rupturas enzimáticas o ácidas, según el caso, con condiciones variables de temperatura entre 60 y 180 °C, la presión máxima soportada por el equipo es de 16 bares. En este caso el tanque estará a una presión máxima de 10 bares y temperatura de 160°C durante 20 minutos. El jugo hidrolizado, antes de su salida a fermentación se refrigerará hasta los 30° C pasándolo por un intercambiador frío.



Foto 10 : Hidrólisis

- **Zona 5: Fermentación**

En la etapa de fermentación hay un tanque para el crecimiento de las levaduras usadas en este proceso. Una vez hidrolizado el jugo es bombeado a un tanque pulmón, para dar autonomía al sistema y 5 fermentadores de 100 L. Los fermentadores están encamisados, con agitación y control de temperatura.

Para llevar a cabo la fermentación a T^a controlada del jugo azucarado se realiza la siembra del mismo con las levaduras activadas de *Saccharomyces*, pudiendo trabajar en continuo o en batch. La temperatura normal de operación será de 28 a 30° C. Se trabajará a presión atmosférica.



Foto 11: Fermentación

- **Zona 6: Destilación**

Tras el proceso de fermentación, se pasará a la destilación del etanol presente en el jugo fermentado, con una riqueza aproximada del 8-10% en volumen. Este jugo fermentado se precalentará hasta los 110° C introduciéndose posteriormente en la columna de destilación donde se evaporará el etanol y el agua, separándose a lo largo de la columna. En el calderín inferior se calienta las vinazas a 95° C para el agotamiento en etanol de las mismas. La salida del etanol pasa por condensador a 25° C y posteriormente este se almacena en dos tanques cerrados de 200 L. Las vinazas obtenidas de la destilación, pasarán al evaporador de película descendente, precalentando las corrientes de entrada hasta una temperatura de 80° C, posterior a lo cual se introduce en el evaporador de vacío, en el cual se hace un aporte continuo de aceite térmico a 110° C para su calentamiento. De esta forma se concentrarán los jugos, obteniendo por un lado el vapor que se condensaría y el jugo concentrado que se almacenará en tanques. El etanol de salida tendrá una riqueza del 90% en volumen.



Foto12:Columna de destilación y evaporadores,
almacenamiento de etanol y concentrados.

- **Zona 7: Secador Spray**

El jugo concentrado se bombeará hasta la torre de secado en spray a una temperatura de 50° C, micronizando el mismo en la boquilla de entrada de la torre, de forma que las microgotas se sequen con aire caliente a una temperatura de entrada variable entre 120 y 200 °C, recogiendo el polvo generado en un ciclón. Para calentar el aire de secado se utilizará un quemador de gas natural. La potencia utilizada para el secado es de 7kW.



Foto 13: Secador en Spray

En las tablas 1 y 2 siguientes se muestra un listado de los equipos y productos utilizados en cada zona.



Tabla 5. Equipos de la planta multipropósito.

Zona	Ctd.	EQUIPO	Volumen	Material	Producto	T°C	Presión	Declaración CE	Marcado CE	Manual	Obs.
1	1	Caldera de aceite térmico	Aceite en la caldera 35 l	NA	Quema gas natural o biomasa	200°C	10 Bar	SI	SI	SI	Potencia 58,14 kW.
2	1	Cortadora de cuchillas	-	Acero Inoxidable	Corta pataca	T. ambiente	P. Atm.	NO	SI	NO	Pedir Declaración CE y Manual al fabricante.
	1	Tolva	-	Acero Inoxidable	Pataca cortada	T. ambiente	P. Atm.	NA	NA	NA	-
	1	Sinfín Dosificador	-	Acero Inoxidable	Pataca cortada	T. ambiente	P. Atm.	SI	SI	NO	Pedir manual al fabricante.
	1	Intercambiador Calor	6 l	-	Agua (tubo)	300°C	10 bares	SI	SI	NO	Pedir manual al fabricante
			25 l		Aceite (Carcasa)	250°C	16 bares				
	1	Tanque Pulmón T102	100l	Acero Inoxidable	Agua de red	70°C	P. Atm.	NA	NA	NA	-
	1	Difusor encamisado	-	Acero Inoxidable	Pataca + agua	70°C	P. Atm.	NO	NO	NO	Hacer el marcado CE
	1	Tanque Pulmón T101	100l	Acero Inoxidable	Extracto de Pataca	70°C	P. Atm.	NA	NA	NA	Si pasar de 50°C hay que aislar.
1	Prensa	-	NA	Extracto + residuos solido de pataca	70°C	P. Atm.	NO	SI	NO	Pedir Declaración CE y Manual al fabricante.	



Tabla 5. Equipos de la planta multipropósito.

Zona	Ctd.	EQUIPO	Volumen	Material	Producto	T°C	Presión	Declaración CE	Marcado CE	Manual	Obs.
3	1	Filtro Tangencial	100 l	Acero inoxidable	Extracto	50°C	2 Bares	NO	SI	NO	Pedir Declaración CE y Manual al fabricante.
	1	Intercambiador frio	-	-	Agua - Extracto	20°C	-	NO	NO	NO	Hacer el marcado CE
	1	Tanque pulmón frio	-	Acero inoxidable	Extracto	40°C	P. Atm.	NA	NA	NA	-
4	1	Tanque agitado T600	25 l	Acero inoxidable	Extracto + Acido	40°C	P. Atm.	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE
	1	Tanque de Ácido Sulfúrico	100 l	Plástico	Ácido Sulfúrico 1M	T. ambiente	P. Atm.	NA	NA	NA	Señalizar el tanque
	1	Intercambiador Calor	6 l	-	Agua (tubo)	300°C	10 bares	SI	SI	NO	Pedir manual al fabricante
			25 l		Aceite (Carcasa)	250°C	16 bares				
	1	Tanque a presión encamisado	200 l	Acero inoxidable	Extracto + Acido para conseguir pH 4	160°C	10 bar	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE y test de prueba de presión
	1	Intercambiador frio	6 l	-	Agua	20°C	10 Bares	SI	SI	NO	Pedir manual al fabricante
			25 l		Extracto	40°C	P. Atm				
3	Tanque agitado	100 l	Acero inoxidable	Extracto acidificado	30°C	P. Atm.	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE	



Tabla 5. Equipos de la planta multipropósito.

Zona	Ctd.	EQUIPO	Volumen	Material	Producto	T°C	Presión	Declaración CE	Marcado CE	Manual	Obs.
5	2	Tanque pulmón	500l	Acero Inoxidable.	Extracto	30°C	P. Atm.	NA	NA	NA	-
	5	Tanque agitado Fermentación	100l	Acero inoxidable	Extracto + levadura	30°C	P. Atm.	NO	NO	NO	Hacer el Mercado CE
	1	Tanque	100l	Acero Inoxidable	Levadura	T. ambiente	P. Atm.	NA	NA	NA	-
6	1	Intercambiador Calor	-	-	Aceite	200°C	-	NO	NO	NO	Hacer el Mercado CE o pedir al fabricante.
					Extracto	30°C					
	1	Columna de Destilación	-	Acero Inoxidable	Extracto con etanol al 11% + Agua	90°C	P. Atm.	NA	NA	NA	Energía calorífica mediante encamisado de aceite térmico
	1	Calderin Evaporador Encamisado	500l	Acero Inoxidable	Vinazas	110°C	P. Atm.	NA	NA	NA	-



Tabla 5. Equipos de la planta multipropósito.

Zona	Ctd.	EQUIPO	Volumen	Material	Producto	T°C	Presión	Declaración CE	Marcado CE	Manual	Obs.
6	1	Intercambiador Frio	-	-	Agua	20°C	2 Bares	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE o pedir al fabricante.
					Etanol	70°C					
	2	Tanque	200 l	Acero Inoxidable	etanol 90%	T. ambiente	P. Atm.	NA	NA	NA	-
	1	Intercambiador Calor	6 l	-	Agua (tubo)	300°C	16 bares	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE o pedir al fabricante.
			25 l		Aceite (Carcasa)	250°C	10 bares				
	1	Evaporador Concentrados	-	Acero Inoxidable	Agua +Etanol	100°C	-	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE o pedir al fabricante.
	1	Condensador a vacío	-	Acero Inoxidable	Agua + etanol	60°C	- 200 mbar	NO	NO	NO	Hacer el Marcado CE o pedir al fabricante.
1	Tanque	500 l	Acero Inoxidable	Vinaza concentrada	T. ambiente	P. Atm.	NA	NA	NA	-	
7	1	Secador Spray		NA	Seca Vinaza Quema gas natural			NO	NO	SI	Pedir Declaración CE y Marcado CE al fabricante.
-	1	Grupo de Frio	-	-	Aire + Agua	Mínima 7°C	P. atm.	SI	SI	SI	Patio anexo a la planta



Tabla 6: Productos de la planta multipropósito.

PRODUCTOS	CANTIDAD ALMACENADA	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
PATACA	Max. 1000kg	Materia biológica	Será almacenado en cámara fría en otra nave en sacos de 50kg.
ÁCIDO SULFÚRICO	Max. 100 litros	Sustancia Corrosiva	Será comprado diluido a 1molar
ETANOL 90%	Max. 400 litros	Combustible	Será almacenado en dos tanques de 200l.
LEVADURA (SACCHAROMYCES)	10 litros	Materia Biológica	La levadura será preparada en laboratorio y echada al tanque manualmente.
Aceite	800 litros	Fluido caloportador	Aporta calor al proceso
Agua	-	Agua de red	Utilizado en el proceso como extractante y refrigerante

- **Evaluación de los riesgos de la planta multipropósito**

A la continuación en la Tabla 7 se presenta la evaluación de riesgos de la planta Multipropósito en la cual se ha utilizado el método desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), que basa la estimación del riesgo para cada peligro, en la determinación de la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho, descrito en la metodología.



Tabla 7: Evaluación de los riesgos de la planta multipropósito para obtención de etanol

ZONA	RIESGO	P	S	R	CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
ZONA 1: CALDERA DE ACEITE TÉRMICO	Explosión	B	ED	MO	Rotura de las partes a presión o combustión instantánea de los vapores del combustible acumulado en el hogar por sobrepresión o malas condiciones de funcionamiento.	Seguir el manual de instrucciones para el correcto manejo, mantenimiento y funcionamiento de la caldera.
	Quemaduras	M	D	MO	Tocar partes no aisladas.	Aislar partes de posible contacto y señalizar con pictogramas. Utilizar EPI (guantes de protección) Consultar el manual de instrucciones.
		M	D	MO	Salpicadura de aceite térmico por las conexiones tanto en la puesta en marcha como durante el funcionamiento de la planta.	Utilizar EPI (Guantes, gafas y botas de protección) Hacer mantenimiento en las conexiones.
	Sobreesfuerzos	M	D	MO	Alimentación de biomasa	Utilizar medios mecánicos de carga. Tener en cuenta las recomendaciones sobre manejo de cargas.
	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	Cuando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico) Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante
	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	Mantener la zona limpia y ordenada. Señalizar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.
ZONA 2: DIFUSIÓN	Atrapamiento	B	D	TO	El operador puede quedar atrapado durante operación o mantenimiento de los equipos tornillo sinfín dosificador, prensa y cortador de cuchillas.	Para el mantenimiento desconectar las fuentes de alimentación de los equipos y seguir las instrucciones proporcionado por el fabricante en el manual de instrucciones.



Tabla 7: Evaluación de los riesgos de la planta multipropósito para obtención de etanol

ZONA	RIESGO	P	S	R	CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
ZONA 2: DIFUSIÓN	Cortes	M	D	MO	El operador puede cortarse durante operación de mantenimiento en el cortador de cuchillas.	Usar guantes de protección Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante.
	Quemadura	B	D	TO	Contacto con las partes no aisladas de los intercambiadores de calor.	Aislar las partes calientes en la zona de los intercambiadores de calor, confirmando que las partes calientes no superen los 50°C. Señalizar las partes de posible contacto con pictogramas.
		M	D	MO	Salpicadura de aceite térmico por las conexiones, durante el funcionamiento de la planta	Utilizar EPI (Guantes, gafas y botas de protección) Hacer mantenimiento en las conexiones.
	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	Cuando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico) Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante
	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	Mantener la zona limpia y ordenada. Señalizar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.
ZONA 3: FILTRACIÓN TANGENCIAL	Salpicaduras	B	ED	MO	Rotura de uniones o conexiones del filtro	Usar gafas de protección Hacer el mantenimiento del tanque segundo el manual del fabricante.
	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	Cuando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico) Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante



Tabla 7: Evaluación de los riesgos de la planta multipropósito para obtención de etanol

ZONA	RIESGO	P	S	R	CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
ZONA 3: FILTRACIÓN TANGENCIAL	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	Mantener la zona limpia y ordenada. Señalar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.
ZONA 4: HIDRÓLISIS	Exposición a contaminantes químicos	M	D	MO	Contactos durante el traspaso de ácido, limpieza y mantenimiento del tanque o equipos y maquinas conteniendo ácido.	Consultar ficha de seguridad del producto. Para el manejo de ácido y operaciones que pueden tener contacto directo o indirecto con el ácido utilizar los equipos de protección individual (guantes, botas de goma y gafas). Implantar ducha de emergencia Señalar el tanque de almacenamiento con pictograma de producto corrosivo.
	Explosión	B	ED	MO	Superación de la presión máxima del recipiente a presión.	Consultar manual de instrucciones del tanque. Poner válvula de seguridad tarada por debajo de la presión de diseño.
	Quemadura	M	D	MO	Contacto con las partes no aisladas de los intercambiadores de calor.	Aislar las partes calientes en la zona de los intercambiadores de calor. Señalar las partes de posible contacto
		M	D	MO	Salpicadura de aceite térmico por las conexiones, durante el funcionamiento de la planta	Utilizar EPI (Guantes, gafas y botas de protección) Hacer mantenimiento en las conexiones.



Tabla 7: Evaluación de los riesgos de la planta multipropósito para obtención de etanol

ZONA	RIESGO	P	S	R	CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
ZONA 4: HIDRÓLISIS	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	<p>Quando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico)</p> <p>Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante</p>
	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	<p>Mantener la zona limpia y ordenada.</p> <p>Señalizar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.</p>
ZONA 5: FERMENACIÓN	Asfixia	M	ED	I	Producción de CO ₂ en el proceso de fermentación.	<p>Dirigir las salidas CO₂ o venteos al exterior del edificio.</p>
	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	<p>Quando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico)</p> <p>Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante</p>
	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	<p>Mantener la zona limpia y ordenada.</p> <p>Señalizar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.</p>
ZONA 6: DESTILACIÓN Y EVAPORACIÓN	Incendio o explosión	M	D	MO	Almacenamiento o manejo inadecuado del Etanol.	<p>No producir llama o chispas que puedan provocar la ignición del producto.</p> <p>Señalizar el tanque de almacenamiento con pictograma de producto inflamable.</p> <p>Usar EPI (guantes de protección) durante manejo o mantenimiento de los tanques y equipos que contienen etanol.</p> <p>Consultar ficha de seguridad del producto antes de su manejo.</p>



Tabla 7: Evaluación de los riesgos de la planta multipropósito para obtención de etanol

ZONA	RIESGO	P	S	R	CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
ZONA 6: DESTILACIÓN Y EVAPORACIÓN	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	<p>Quando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico)</p> <p>Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante</p>
	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	<p>Mantener la zona limpia y ordenada.</p> <p>Señalizar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.</p>
ZONA 7: SECADOR EN SPRAY	Caída a distinto nivel	M	D	MO	Subida al secador Spray para su mantenimiento	<p>Usar EPI (arnés de seguridad, guantes y botas de protección) y escaleras en buen estado de conservación.</p> <p>Consultar manual del fabricante.</p>
	Explosión	B	ED	MO	Fuga de gas natural	<p>Realizar mantenimiento adecuado segundo la legislación.</p>
	Contacto eléctrico	M	D	MO	Instalaciones eléctricas en mal estado.	<p>Quando se realice su mantenimiento, desenchufar el equipo, asegurarse el corte de corriente y usar EPI (guantes y botas contra riesgo eléctrico)</p> <p>Seguir el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante</p>
	Caída al mismo nivel	M	LD	TO	Posibilidad de tropezar con partes salientes de la caldera, tuberías, bombas y cables.	<p>Mantener la zona limpia y ordenada.</p> <p>Señalizar los equipos con pictogramas en los lugares con riesgo y limitar las áreas de acceso a máquina.</p>
GENERAL	Golpes	M	D	MO	Posibilidad de golpes con la cabeza en las instalaciones durante el mantenimiento.	<p>Usar equipo de protección individual (casco) durante los mantenimientos.</p>



5.4 Análisis de los resultados

Resultados generales

A lo largo de las practicas se ha hecho el estudio de las normas, leyes y documentación mencionada anteriormente, cuyo conocimiento obtenido ha sido útil para el seguimiento de las actividades realizadas. Esto me ha servido como método de aprendizaje en materia de prevención de riesgos laborales y proporcionado una mejor comprensión de las zonas, estructuras y maquinaria visitada.

Se han conocido los edificios de la empresa y las diferentes divisiones, departamentos y laboratorios, pudiendo observarse como funcionan y están instalados los sistemas de infraestructuras que adecuan la empresa a las normas de seguridad correspondientes (CTE, Lugares de Trabajo, Directiva de maquinas, entre otras).

Se ha visto que la empresa posee un sistema de prevención ajeno y un responsable de prevención de la misma.

En relación a los sistemas de prevención contra incendio los tres edificios están equipados con extintores de incendio, Bocas de Incendio Equipadas (BIEs), alarmas, sirenas, salidas de emergencia, rutas de evacuación, altavoces, puertas resistentes al fuego, detectores de humos, grupo de bombas contra incendios con tanque de almacenamiento de agua. Las diferentes zonas de trabajo incluyendo las plantas con maquinaria y plantas piloto están limpias, organizadas y las zonas de paso señalizadas. Se ha observado que los trabajadores de manteniendo hacen el uso de los equipos de protección individual, tales como botas y guantes de seguridad y cuando necesario arnés de seguridad, gafas y protección auditiva.

Se ha visto que en los aparcamientos ubicados en sótano además de los sistemas de protección de incendio hay detectores de CO₂, que cuando detectan niveles perjudiciales para la salud accionan los sistemas de ventilación.

También se ha observado que los laboratorios poseen sistemas de extracción



localizada en los locales necesarios y campanas de extracción para manejo de sustancias tóxicas.

En todas las zonas, oficinas, laboratorios, aparcamiento subterráneo, sótanos y salas de calderas se ha notado correcta señalización de advertencias en las máquinas y zonas peligrosas, de uso de equipo de protección individual y de carácter informativo.

Resultados de la evaluación de riesgos de la planta multipropósito

Teniendo en cuenta la descripción de los equipos, procesos y estudio de las normas y leyes, se ha identificado que la caldera de aceite de térmico, así como las tuberías por las que circula el aceite calentado son los equipos que necesitan de una mayor atención a la hora de su implantación y mantenimiento dentro del conjunto de la planta. La presión de diseño de la caldera es de 10 bares, por lo que se incluye en el ámbito de aplicación del Reglamento de equipos a presión (RD 2060/2008). Además por ser una caldera de fluido térmico la empresa debe cumplir los requisitos de instalación de la Norma para instalaciones transmisoras de calor mediante líquido diferente de agua (Norma UNE 9-310).

Para todos los equipos, pero para este equipo en especial se recomienda seguir las instrucciones del manual del fabricante para puesta en marcha y operación, respetando las instrucciones de cómo operar, la frecuencia de realización de los mantenimientos, además del uso de los EPI necesarios. Además el operador de la caldera deberá realizar las comprobaciones de los controles, elementos de seguridad para comprobar el buen estado de funcionamiento de la misma.

En la tabla 7 de evaluación de riesgos están descritas las medidas de prevención que deben ser adoptadas en cada caso.

Tras el conocimiento de los equipos y procesos y apoyándose en la evaluación de riesgos se han identificado 10 riesgos, que pueden existir en más de un lugar o equipo.

- Explosión



- Quemaduras
- Contacto eléctrico
- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Atrapamiento
- Salpicaduras
- Exposición a contaminantes químicos
- Asfixia
- Incendio o explosión
- Cortes
- Golpes

Para cada riesgo fueran propuestas medidas de minimización o prevención, que están descritas en la tabla 7.

A continuación en la Tabla 8 se hace una relación de los EPIs y señalización que hay que utilizar para llevar a cabo la puesta en marcha y operación de la planta multipropósito, así como la justificación de la implantación de cada uno.



Tabla 8: Justificación de las medidas de prevención

Medidas de prevención	Justificación
Casco de protección	Necesario usar casco para protección de golpes durante operaciones de mantenimiento de la planta
Guantes contra agresiones mecánicas	Necesario usar guantes para protección de contra atrapamientos, cortes y quemaduras durante trabajos de mantenimiento y operación de la planta
Gafas de seguridad	Necesario usar las gafas para protección contra salpicaduras durante operación de la planta o mantenimiento.
Botas de seguridad	Necesario usar las botas de seguridad para protección contra caídas al mismo nivel, salpicaduras, contacto eléctrico durante operación de la planta o mantenimientos.
Pictogramas de riesgo atrapamiento	Necesario señalar el tornillo sinfín y prensa acerca para advertir acerca de la existencia de riesgos de atrapamiento
Pictogramas de riesgo de corte	Necesario señalar el cortador de cuchillas para advertir acerca de la existencia de riesgos de corte.
Pictograma de superficie caliente	Necesario señalar las tuberías, conexiones, uniones y equipos que van a estar calentados para evitar contactos.
Pictograma de producto corrosivo	Necesario señalar el tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico para evitar contacto con producto corrosivo.
Pictograma de producto inflamable	Necesario señalar los tanques de almacenamiento de etanol para evitar accidentes.
Pictograma de advertencia de uso de EPI	Necesario señalar el uso obligatorio de botas y gafas de protección en la nave para evitar exposición a los riesgos de salpicaduras y caídas al mismo nivel.

5.5 Estudio de viabilidad técnica y económica

Tras hecha la relación de los EPIs y señalización necesarias para adecuar la planta a las condiciones de seguridad si ha hecho la análisis económica del coste de implantación de las medidas en tabla 9 siguiente.



Tabla 9: Coste de las medidas de prevención

Medida	Uso	Cantidad	Valor unitario	Valor total por medida
Casco de protección	Trabajadores de la planta incluidos 2 de mantenimiento	4	30€	120€
Guantes de Protección	Trabajadores de mantenimiento	4	2,50€	10€
Gafas de seguridad	Trabajadores de la planta	4	5€	20€
Botas de seguridad	Trabajadores de la planta	4	28€	112€
Pictogramas de riesgo atrapamiento	Prensa y cortador de cuchillas	2	3€	6€
Pictogramas de riesgo de corte	Cortador de cuchillas	1	3€	3€
Pictograma de superficie caliente	En los 4 intercambiadores de calor, caldera y tanque a presión.	6	3€	18€
Pictograma de producto corrosivo	Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico	1	3€	3€
Pictograma de producto inflamable	Los 2 tanques de almacenamiento de etanol.	2	3€	6€
Pictograma de advertencia de uso de EPI	En la entrada de la planta y otra en la planta.	2	3€	6€
Medio humano	Trabajo para implantación de los pictogramas.	1 trabajador 2 horas	25 €/h	50€
Evaluación de los riesgos	Evaluación de los riesgos por un técnico superior en prevención	1 técnico por 30 horas.	50 €/h	1500€
Total de las medidas	-	-	-	1854€



Para la evaluación económica se ha tenido en cuenta que la nave donde esta instalada la planta multipropósito ya dispone de las medidas de seguridad y prevención contra incendio necesarias (extintores, BIEs, salidas de emergencia, rutas de evacuación, alarma, sirena, altavoces, detectores de humos, puertas RF, ventilación y señalizaciones de esos equipos). Así que el coste total para implantación de las medidas de prevención se centra en las medidas específicas necesarias para las especificidades de la planta instalada. Siendo el coste total estimado en 1.854,00 Euros.



6. Conclusiones

Se han conocido diversos documentos, normas, leyes y catálogos, todos ellos en el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales, también los edificios de la y sus diferentes plantas, oficinas, laboratorios, aparcamiento subterráneo, sótanos, sistemas de ventilación y climatización y salas de calderas, pudiendo visualizar y familiarizarse con los sistemas de seguridad, sistemas de protección contra incendio, señalización seguridad y equipos de protección individual existentes.

En relación a la evaluación de riesgos realizada en la planta multipropósito, esta me ha proporcionado el conocimiento de los procesos y equipos existentes en la planta, pudiendo experimentar como es el trabajo de un técnico en prevención, para lo cual se hizo el estudio de cada uno de los procesos, productos y funcionamiento de los equipos, incluyendo la lectura de manuales de instrucciones y fichas de seguridad de productos químicos, busca de las adecuaciones necesarias y exigencias aplicables a la planta según la legislación vigente y normativa de aplicación, la identificación de los riesgos y propuestas de las medidas preventivas, así como el coste de estas medidas.

También he tenido la posibilidad de conocer distintas zonas de trabajo, que requieren medidas específicas y la realización de la evaluación de riesgos ha proporcionado diversos conocimientos en prevención de riesgos laborales. Además la experiencia ha sido enormemente positiva por poder realizar las prácticas en una empresa que lleva a cabo diversas actividades en el ámbito de la investigación y desarrollo de equipamiento con alta tecnología y que trata con responsabilidad el tema de la prevención de riesgos.



7. Bibliografía

Asociación Española de Normalización y Certificación <www.aenor.es>

Boletín Oficial del Estado <www.boe.es>

Centro Tecnológico Cartif <www.cartif.es>

Instituto Nacional de Seguridad y higiene del Trabajo. < www.insht.es>

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales

Norma UNE 9-310-92. Instalaciones transmisoras de calor mediante líquido diferente del agua.

Real Decreto 494/1988, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos que utiliza gas como combustible.

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas;

Documentación relativa al Mercado CE.

Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo;

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión.



Real decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001 BOE nº 112 10-05- 2001.

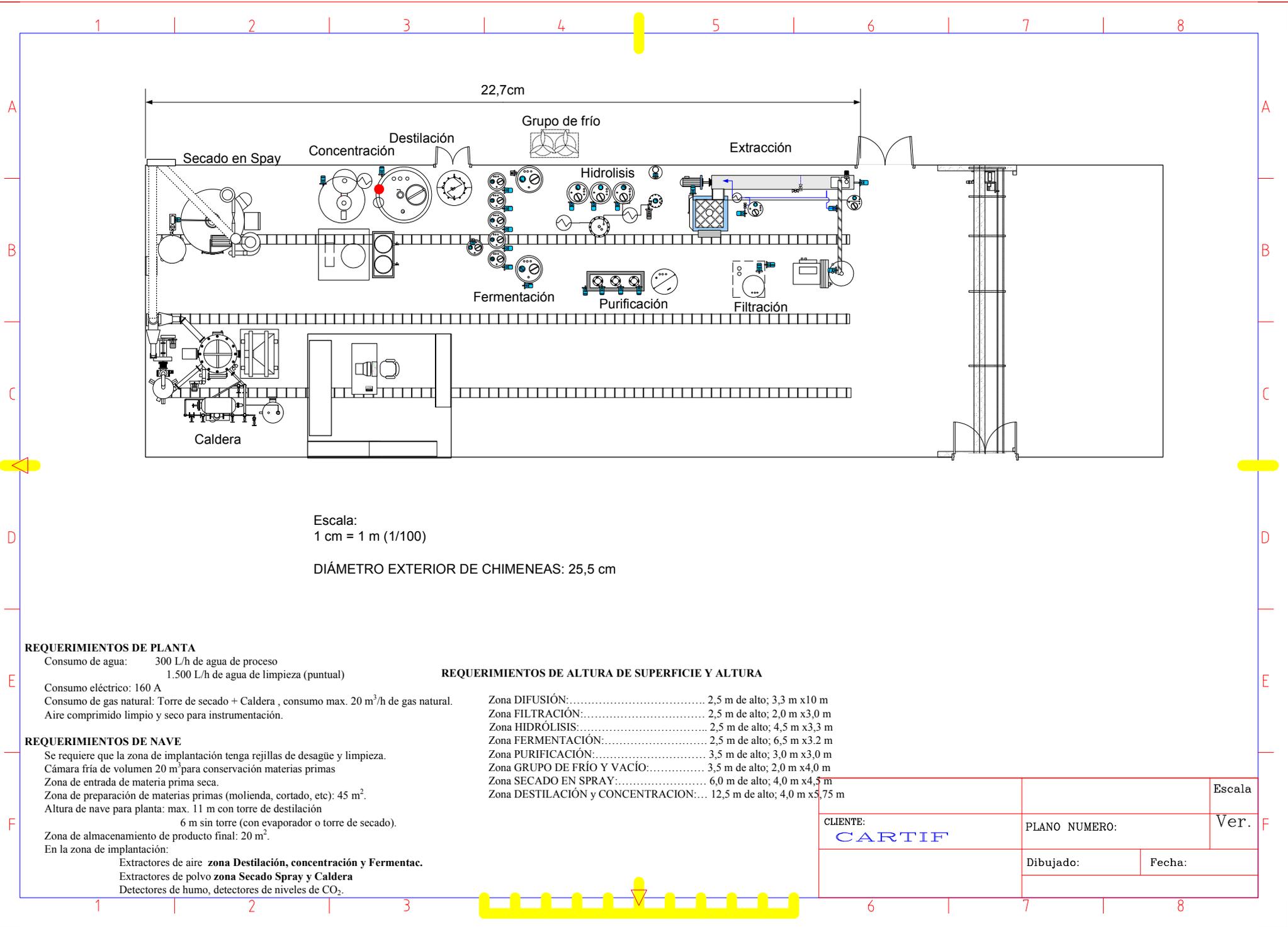
Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Real Decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

ANEXO I



Escala:
1 cm = 1 m (1/100)

DIÁMETRO EXTERIOR DE CHIMENEAS: 25,5 cm

REQUERIMIENTOS DE PLANTA

- Consumo de agua: 300 L/h de agua de proceso
1.500 L/h de agua de limpieza (puntual)
- Consumo eléctrico: 160 A
- Consumo de gas natural: Torre de secado + Caldera, consumo max. 20 m³/h de gas natural.
- Aire comprimido limpio y seco para instrumentación.

REQUERIMIENTOS DE NAVE

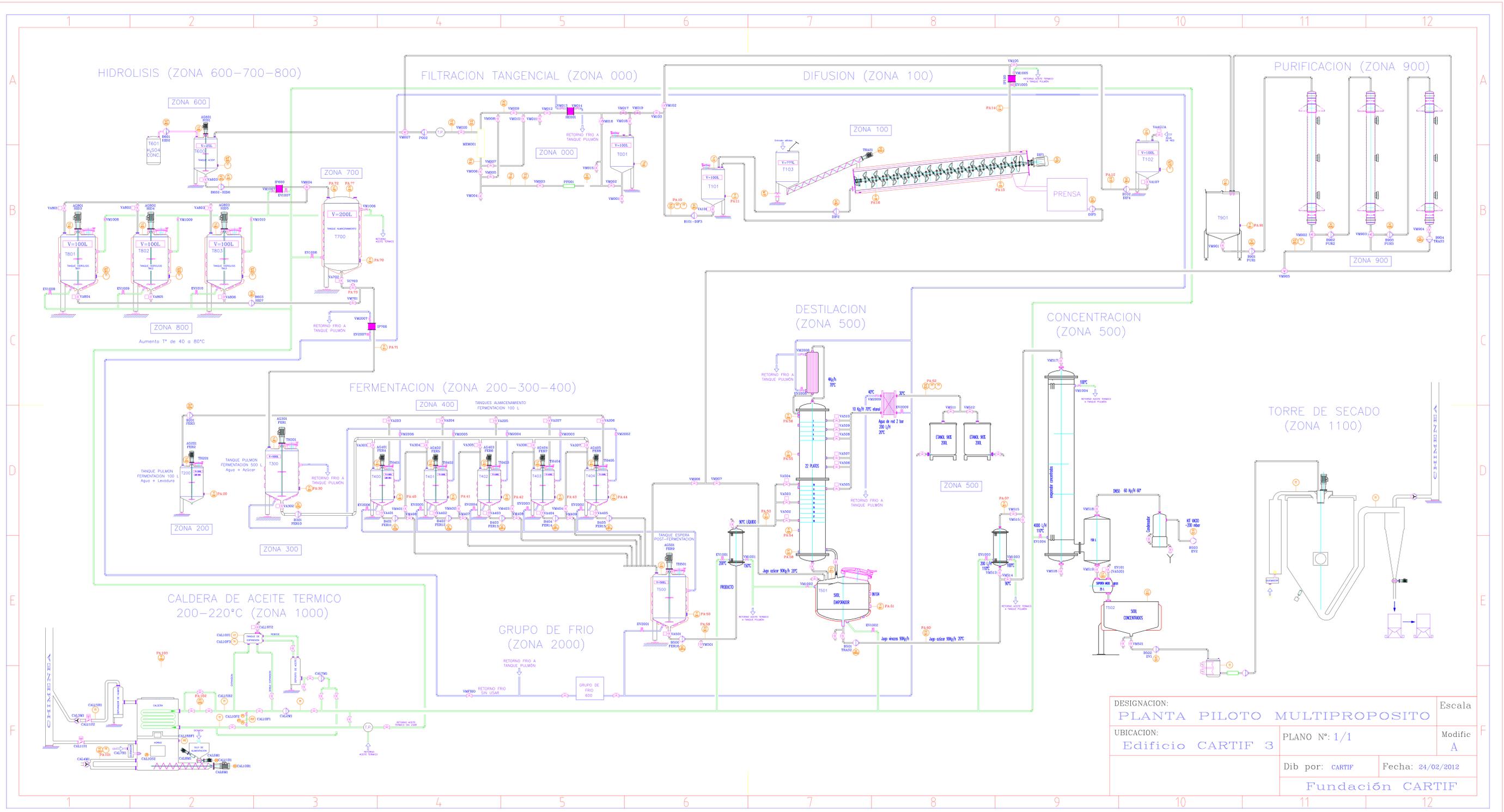
- Se requiere que la zona de implantación tenga rejillas de desagüe y limpieza.
- Cámara fría de volumen 20 m³ para conservación materias primas
- Zona de entrada de materia prima seca.
- Zona de preparación de materias primas (molienda, cortado, etc): 45 m².
- Altura de nave para planta: max. 11 m con torre de destilación
6 m sin torre (con evaporador o torre de secado).
- Zona de almacenamiento de producto final: 20 m².
- En la zona de implantación:
 - Extractores de aire **zona Destilación, concentración y Fermentac.**
 - Extractores de polvo **zona Secado Spray y Caldera**
 - Detectores de humo, detectores de niveles de CO₂.

REQUERIMIENTOS DE ALTURA DE SUPERFICIE Y ALTURA

- Zona DIFUSIÓN:..... 2,5 m de alto; 3,3 m x10 m
- Zona FILTRACIÓN:..... 2,5 m de alto; 2,0 m x3,0 m
- Zona HIDRÓLISIS:..... 2,5 m de alto; 4,5 m x3,3 m
- Zona FERMENTACIÓN:..... 2,5 m de alto; 6,5 m x3,2 m
- Zona PURIFICACIÓN:..... 3,5 m de alto; 3,0 m x3,0 m
- Zona GRUPO DE FRÍO Y VACÍO:..... 3,5 m de alto; 2,0 m x4,0 m
- Zona SECADO EN SPRAY:..... 6,0 m de alto; 4,0 m x4,5 m
- Zona DESTILACIÓN y CONCENTRACION:.... 12,5 m de alto; 4,0 m x5,75 m

CLIENTE: CARTIF		PLANO NUMERO:	Escala
		Dibujado:	Ver.
		Fecha:	

ANEXO II



DESIGNACION: PLANTA PILOTO MULTIPROPOSITO		Escala
UBICACION: Edificio CARTIF 3		Modific A
Dib por: CARTIF		Fecha: 24/02/2012
Fundación CARTIF		