



Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

009043

Proyecto Final de Carrera

Evelyn Camacho Fantoba
Jesús Griño Carmona
Fran Magarolas Maldonado

Tutor: J.Enric Mañé Lorán
ETIQI 08/09
Fecha: 08-05-2009

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	Responsabilidad y roles.....	9
1.2	Resumen del proyecto	10
1.3	Agradecimientos	11
2	ETAPA PRELIMINAR	12
2.1	Descripción del proyecto.....	12
2.2	Alcance del proyecto.....	13
2.3	Estudio de localización en Polonia	13
2.3.1	Situación de la planta de descarga	13
2.3.2	Situación de la planta de refinado y distribución	13
2.4	Mapa de situación geográfica en Polonia.....	17
2.4.1	Tarragona	17
2.4.2	Polonia.....	18
2.5	Estudio de mercado/producto.....	19
2.6	El aceite y su consumo el Polonia.....	21
2.7	Alternativas de proceso	23
2.7.1	Alternativas de transporte:	23
2.7.2	Empresas navieras	24
2.7.3	Características del buque ^[ref 07]	24
2.8	Planificación del proyecto. Diagrama de Gantt	25
2.8.1	Diagrama de Gantt. Inicial.	26
2.8.2	Diagrama de Gantt. Final.	27
2.8.3	Explicación del Diagrama de Gantt: Inicial y final.....	28
3	DATOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	29

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

3.1	Bases del diseño	29
3.2	Datos básicos para el desarrollo de la ingeniería	30
3.2.1	Energías o servicios disponibles	30
3.2.2	Precios de las energías	31
3.2.3	Datos del emplazamiento	31
3.2.4	Normas y códigos de diseño ^[ref 09]	33
4	DIAGRAMAS DE LA PLANTA	34
4.1	Diagrama de bloques.....	34
4.2	Diagrama de planta	34
4.3	Layout	34
4.4	PFD	34
4.5	P&ID	35
4.6	Diagrama de trasiegos.....	35
4.7	Diagrama del intercambiador del tanque	35
4.8	Diagrama del sistema de alivio de presión.....	35
4.9	Diagrama isométrico	35
4.10	Diagrama EDAR	36
5	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA INSTALACIÓN	37
5.1	Cubeto	37
5.2	Foso de bombas.....	37
5.3	Estación de carga y descarga.....	37
5.4	Básculas.....	38
5.5	Red de aguas contra incendios	38
5.6	EDAR.....	38
5.7	Oficinas y almacén	38
5.8	Caldera	39

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

5.9	Tanque nodriza.....	39
5.10	Terrenos libres. Próxima ampliación.	39
6	DISEÑO DE LA INSTRUMENTACIÓN Y DE LOS EQUIPOS	41
6.1	Diseño de las tuberías.....	41
6.1.1	Tuberías al atraque	41
6.1.2	Tuberías de los tanques.....	41
6.1.3	Tuberías del foso de bombas.....	41
6.1.4	Tuberías de nitrógeno.....	41
6.1.5	Tuberías del SCI.....	42
6.1.6	Tuberías de agua para servicio.....	42
6.1.7	Listado de tuberías	42
6.2	Diseño de la instrumentación	44
6.3	Diseño del control ^[ref 13]	44
6.3.1	Tanques	44
6.3.2	Bombas.....	45
6.3.3	Intercambiador de calor.....	45
6.3.4	Báscula de carga de cisternas.....	45
6.4	Diseño de los tanques de almacenamiento ^[ref 14]	46
6.5	Diseño del cubeto	47
6.6	Diseño del intercambiador de calor del tanque ^[ref 17]	48
6.6.1	Controlador de temperatura.....	49
6.6.2	Controlador de presión diferencial.....	49
6.6.3	Caldera	49
6.6.4	Estudio económico	49
6.7	Diseño de las bombas de proceso ^[ref 20]	50
7	HOJAS DE ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	52

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

7.1	Hoja de especificación del tanque T1-A / T2-A	52
7.2	Hoja de especificación del tanque T3-A	53
7.3	Hoja de especificación del intercambiador de calor	54
7.4	Hoja de especificación de la bomba B – 1A	55
7.5	Hoja de especificación de la bomba B – 2A	56
7.6	Hoja de especificación de la bomba B – 1B	57
8	MANUAL DE SEGURIDAD.....	58
8.1	PS 01. Seguridad en el diseño y análisis preliminar	59
8.1.1	ITS 01-01. Análisis de riesgo.....	59
8.2	PS 02. Seguridad en la operación.....	59
8.2.1	ITS 02-01. Seguridad en el caso de emergencia	60
8.2.2	ITS 02-02. Protección de equipos a sobrepresión	62
8.2.3	ITS 02-03. Iluminación en tanques y cubetos.....	62
8.2.4	ITS 02-04. Iluminación del foso de bombas y torres de carga/descarga	62
8.2.5	ITS 02-05. Reglamentación de iluminación ^[ref 21]	63
8.2.6	ITS 02-06. Puesta a tierra ^[ref 22]	63
8.2.7	ITS 02-07. Red de emergencia.....	63
8.3	PS 03. Clasificación de peligrosidad de productos	64
8.4	PS 04. Medidas de protección contra incendios ^[ref 23] ^[ref 24]	64
8.4.1	ITS 04-01. Red de distribución de agua.....	65
8.4.2	ITS 04-02. Sprinklers ^[ref 25]	65
8.4.3	ITS 04-03. BIE's y extintores ^[ref 26]	65
8.4.4	ITS 04-04. Hidrantes ^[ref 27]	66
8.4.5	ITS 04-05. Duchas y lavaojos ^[ref 28]	66
8.5	PS 05. Sistemas de protección personal ^[ref 29] . Salud laboral.....	66
8.5.1	ITS 05-01. Equipos de Protección Individual (EPI)	67

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

8.6	PS 06. Estudio de seguridad.....	68
8.6.1	ITS 06-01. Estudio HAZOP	68
9	MANUAL DE OPERACIÓN	72
9.1	PO 01. Puesta en marcha.....	72
9.1.1	ITO 01-01. Comprobación de la instalación	72
9.1.2	ITO 01-02. Prueba hidrostática.....	72
9.2	PO 02. Operaciones de carga y descarga	73
9.2.1	ITO 02-01. Descarga del buque	73
9.2.2	ITO 02-02. Descarga del buque en caso de contaminación	75
9.2.3	ITO 02-03. Operativa de descarga	76
9.2.4	ITO 02-04. Vaciado de la línea.....	77
9.2.5	ITO 02-05. Traslado de tanques.....	78
9.2.6	ITO 02-06. Carga del buque.....	78
9.2.7	ITO 02-07. Inicio de carga de cisternas	79
9.2.8	ITO 02-08. Finalización de la carga de cisternas	79
9.2.9	ITO 02-09. Inicio de la descarga de cisternas	80
9.2.10	ITO 02-10. Finalización de la descarga de cisternas.....	80
9.3	PO 03. Distribución del producto.....	81
9.3.1	ITO 03-01. Por cisternas	81
9.3.2	ITO 03-02. Por Ferrocarril	82
9.3.3	ITO 03-03. Por buque	82
9.4	PO 04. Paradas de la empresa Ormedsa.....	82
9.4.1	ITO 04-01. Limpieza de las tuberías.....	83
9.4.2	ITO 04-02. Limpieza de bombas	83
9.4.3	ITO 04-03. Limpieza de válvulas.....	83
9.4.4	ITO 04-04. Limpieza de los tanques	83

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

9.5	PO 05. Actuación en casos de emergencia.....	84
9.5.1	ITO 05-01. Rotura del rack	84
9.5.2	ITO 05-02. Desbordamiento del aceite en el cubeto.....	84
9.5.3	ITO 05-03. Sobrepresión en las líneas	84
9.5.4	ITO 05-04. Incendio.....	85
9.5.5	ITO 05-05. Rotura de válvulas, bombas, tanques e intercambiadores.....	85
10	MANUAL DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL ^[ref 31]	86
10.1	PGMA 01. Auditoría interna.....	87
10.1.1	ITMA 01-01. Objetivo	87
10.2	PGMA 02. Aguas.....	87
10.2.1	ITMA 02-01. Recogida de aguas: Red de drenaje	87
10.2.2	ITMA 02-02. EDAR	88
10.2.3	ITMA 02-03. Válvulas precintadas.....	90
10.2.4	ITMA 02-04. Reutilización de aguas pluviales.....	90
10.3	PGMA 03. Residuos sólidos	90
10.3.1	ITMA 03-01. Recogida de residuos sólidos.....	90
10.3.2	ITMA 03-02. Gestión de los residuos	91
10.4	PGMA 04. Emisiones a la atmósfera	91
10.5	PGMA 05. Ahorro energético	91
10.5.1	ITMA 05-01. Climatización de edificios	91
10.5.2	ITMA 05-02. Iluminación.....	91
11	MANUAL DE LA GESTIÓN DE CALIDAD	92
11.1	PGQ 01. Alcance de la gestión de la calidad	92
11.1.1	ITQ 01-01. Referencias ^[ref 32]	93
11.1.2	ITQ 01-02. Gestión de stocks.....	93
12	MANTENIMIENTO DE LA PLANTA	94

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

12.1.1	Objetivos	95
12.1.2	Protocolo de actuación	95
12.1.3	Mantenimiento aplicable	96
12.1.4	Programa de mantenimiento	98
13	GESTIÓN DE LA PLANTA Y RECURSOS HUMANOS	101
13.1	Administrativo.....	101
13.2	Operarios	101
13.3	Encargado.....	102
13.4	Jefe de operaciones	102
13.5	Director	103
14	ESTUDIO ECONÓMICO ^[ref 33]	104
14.1	Coste del personal	104
14.2	Capital directo	105
14.3	Amortización.....	106
14.4	Costes variables.....	107
14.4.1	Consumos.....	107
14.4.2	Carretilla.....	107
14.4.3	Mantenimiento	108
14.4.4	Tasas.....	108
14.4.5	Seguro	108
14.4.6	Intereses.....	108
14.5	Ingresos	108
14.6	Evaluación global.....	109
14.6.1	Beneficio bruto.....	109
14.6.2	Impuestos	110
14.6.3	Cash de operaciones.....	110

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

14.6.4	Cash flow	110
14.6.5	Cash flow descontado	110
14.6.6	VAN (Valor Actual Neto).....	110
14.6.7	TIR (Tasa Interna de Retorno)	111
15	CONCLUSIONES DEL PROYECTO	113
16	BIBLIOGRAFÍA.....	116
17	ANEXO A.1: Cálculo de precio de transporte.....	119
18	ANEXO A.2: Mapa sísmico Europeo.....	121
19	ANEXO A.3: Distancias mínimas de la instalación	122
20	ANEXO A.4: Cálculo del volumen del cubeto.....	123
21	ANEXO A.5: Diseño de los tanques.....	124
22	ANEXO A.6: Diseño del intercambiador de calor.....	131
23	ANEXO A.7: Cálculos de las bombas	134
24	ANEXO A.8: Elementos de Protección contra Incendios	144
24.1	Duchas y lavajos	145
25	ANEXO A.9: Estudio de seguridad. HAZOP.....	146
25.1	HAZOP Bomba: Carga de Cisternas/FFCC/Buques.....	146
25.2	HAZOP Tanque: Carga del tanque	147
25.3	HAZOP Tanque: Descarga del tanque.....	148
25.4	HAZOP Zona de Carga: Operaciones hechas en la zona de carga	149

1 INTRODUCCIÓN

Título del proyecto	Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia
Número	009043
Fecha	Viernes 08 de Mayo de 2009
Localización	Zona portuaria de Gdansk (Polonia)
Responsable de Proceso	Jesús Griño Carmona
Responsable de la Ingeniería	Francesc Magarolas Maldonado
Responsable del Proyecto	Evelyn Camacho Fantoba
Tutor	Josep Enric Mañé Lorán

1.1 Responsabilidad y roles

El trabajo final sigue una metodología de trabajo en equipo y es por esto que las responsabilidades se dividen en los tres roles que hemos adquirido:

- **Responsable de Proceso.** Es el miembro responsable de hacer los diagramas de la planta, el control y el dimensionamiento de la instalación.
- **Responsable de la Ingeniería.** Es el miembro encargado de llevar a cabo los cálculos de los equipos necesarios, decide qué materiales son necesarios y elabora las listas de equipos.
- **Responsable del Proyecto.** Es el miembro encargado de la coordinación del proyecto, de elaborar manuales y de gestionar la puesta en marcha y el funcionamiento de la planta; además de colaborar en el diseño de equipos.
- **Todos los miembros de proyecto.** Todos los miembros harán la definición del proyecto, ubicación de la planta, coordinación de actividades y preparación de los informes.

1.2 Resumen del proyecto

A continuación se presenta el proyecto del estudio económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia, con todos los correspondientes equipos que ello conlleva y las distintas tareas que en él se realizarán. Es muy importante decir, que por falta de conocimientos sobre la cultura polaca se ha decidido realizar el estudio como si la terminal se estableciera en territorio español.

En primer lugar, se fijó la cantidad y el tipo de aceite que se debería almacenar, basándonos en documentos oficiales sobre el mercado del aceite en Polonia. Una vez fijada la cantidad de 57000 Tm/año, dividida al 50% entre aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado, se dispuso al cálculo del precio que supone el transporte del aceite desde Lérida (donde se encuentra la planta de producción y refinado de aceite) hasta Gdansk. Este estudio se ha realizado para cerciorarse de que la implantación de la terminal saldría rentable al cabo de los años, como se puede comprobar más adelante.

Una vez hecho esto, se empezó el diseño del layout de la terminal, teniendo en cuenta las distancias mínimas requeridas por ley, las dimensiones de los tanques teniendo como base su método de construcción, también se ha realizado el diseño de bombas, los intercambiadores que deben llevar los tanques para asegurar una temperatura de 20° C en el aceite...etc.

Hecho esto, se realizó una primera versión del PI&D y de todos los planos que se ha considerado oportuno introducir en el proyecto y se han ido modificando a medida que surgían nuevas e interesantes ideas para el proyecto. Con estos planos en mano, se realizaron los manuales de los que está compuesto el proyecto y que los trabajadores de la planta deberán seguir al pie de la letra.

Finalmente, la última tarea en llevarse a cabo fue el estudio económico, ya que para ello se necesitaba saber todos los componentes de los que la terminal está compuesta.

Este proyecto se puede considerar como una aplicación práctica de todos los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas de esta carrera. De hecho es una práctica en la que muchos alumnos se encontrarán en un futuro próximo y por ello se ha considerado importante dedicarle mucho tiempo a su realización.

Para finalizar la introducción a este proyecto, se considera oportuno decir que el último de los objetivos que representa este proyecto es aprender a trabajar en un ambiente de grupo de

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia
manera cooperativa, ordenada y en la que la mutua colaboración sea constante durante todo este proceso.

1.3 Agradecimientos

En primer lugar agradecer a nuestro tutor J. Enric Mañé i Lorán todos los largos ratos que se ha quedado con nosotros, el material que nos ha prestado y toda la ayuda en general que nos ha proporcionado; gracias a la cual se ha hecho posible este proyecto.

Agradecer también a Carmen Goma, responsable de calidad de de la empresa Borges España (delegación de Tárrega), ya que nos ha proporcionado datos específicos sobre el aceite de oliva virgen.

Un especial agradecimiento a Marta Schuhmacher, Laureano Jiménez, Manel Vallès... etc que nos han ayudado en las distintas tareas de las que el proyecto se compone.

Y finalmente, agradecer a los familiares y amigos que también han prestado su ayuda y ánimos y gracias a los cuales se ha hecho más divertido y llevadero el proyecto.

A todos vosotros, muchas gracias.

2 ETAPA PRELIMINAR

2.1 Descripción del proyecto

La finalidad del proyecto consiste en exportar aceite de oliva virgen a la ciudad de Gdansk, para ahí mezclarla con aceite refinado obtenido de la misma refinería que se dispone en la ciudad, y así venderlo por todo el país de Polonia. Esto se ha llevado a cabo debido a que *el consumo de aceite de oliva en Polonia no tiene una gran importancia en el mercado en términos de volumen, alcanzando apenas el 2,9% del mercado de aceites comestibles. Esto es debido a que el precio del aceite de oliva es muy elevado frente a otros como es el aceite de colza, el más consumido en Polonia. Aún así, el interés del consumidor por este tipo de aceite ha crecido notablemente debido a un mayor interés por una dieta sana y el aceite de oliva es considerado uno de sus elementos principales.*^{1 [ref.01]}

También cabe decir que se ha hecho el estudio logístico sobre todo el proceso a llevar a cabo, desde el transporte del aceite desde Lérida hasta la ciudad polaca de Gdansk; pasando por la planta de producción en esta misma ciudad, teniendo en cuenta varios factores. Algunos de ellos son el diseño de los equipos e instrumentación, tuberías, seguridad e implantación de los tanque, etc. Después del análisis de todos lo factores citados, se ha creído un proyecto viable y con muy buenas expectativas de expansión en un futuro próximo.

Para realizarlo, en primer lugar se transportará aceite de oliva virgen desde Lérida (dónde está localizada la refinería) hasta Tarragona mediante camiones cisterna, ya que por vía ferroviaria no saldría a cuenta a menos que se realicen un mínimo de 400 km. Una vez en Tarragona, se exportará el aceite por vía marítima hasta la ciudad de Gdansk, transportando 4750 Tm de aceite. Una vez allí, se distribuirá con camiones cisterna hasta la ciudad de Gdansk, y allí se mezclará con el aceite que se refine para distribuirlo. Los medios de transporte elegidos son los que resultan más económicos para la empresa “Ormedsa”, para ello se ha realizado un estudio que se muestra en el apartado de alternativas del proceso.

¹ <http://www.oficinascomerciales.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=631182>

2.2 Alcance del proyecto

Para la elaboración del proyecto se han desarrollado unas bases que servirán como límites indicativos. En primer lugar se trata de una ampliación comercial de la empresa de producción y distribución de aceite de oliva “Ormedsa”. Después de un pequeño estudio se ha escogido Polonia como centro de distribución del producto debido al gran mercado para explotar y a la demanda en constante aumento por este producto en los países del norte de Europa. El proyecto se basará en el estudio y la optimización del transporte 57000 Tm/ anuales de aceite de oliva desde la planta central, situada en Lérida, hasta la ciudad de Polonia elegida. También se diseñará toda la estación de descarga del producto, incluyendo todos los cálculos y el diseño de todos los equipos que sean necesarios. Esta estación se construirá en Polonia y además también se realizará un estudio de mercado para establecer los límites de venta y los tipos de aceite a comercializar.

2.3 Estudio de localización en Polonia

Para realizar la expansión comercial deseada es necesario un puerto donde descargar el producto y una planta de producción y distribución. Para ello se debe seleccionar las ciudades que acogerán dichas instalaciones.

2.3.1 Situación de la planta de descarga

En el caso de la estación de descarga se ha escogido la ciudad de Gdansk, con el principal motivo de ser la mayor ciudad portuaria de todo el país, teniendo así acceso a un puerto preparado para satisfacer las necesidades que surjan y con infinitas posibilidades para optimizar el transporte.

2.3.2 Situación de la planta de refinado y distribución

Para la planta de refinado y distribución se han estudiado diversas ciudades polacas, entre ellas se comentará las tres mejores opciones y finalmente se escogerá la más óptima. Las características que se han tenido en cuenta son la población, proximidad a la estación de descarga, importancia industrial, calidad de transporte y sobretodo el precio de los diferentes factores como el coste del suelo, logístico, de los servicios, administrativos, de los equipos y de la mano de obra en general. Se debe tener en cuenta que algunos de estos costes no variarán al cambiar de país, como los equipos, los servicios y los administrativos, en cambio los otros saldrán más baratos debido a ser un país menos desarrollado.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

También se debe tener en cuenta una posible expansión en un futuro, por lo cual la situación de la planta debe considerar tanto las necesidades y posibilidades presentes como futuras.

2.3.2.1 ¿Tczew, Elblag o Gdansk ciudad?

Las dos ciudades con más posibilidades para ser la elegida son Tczew y Elblag, las dos situadas al norte de Polonia y con características muy parecidas, por una parte Tczew es más próxima a Gdansk y está situada en la parte central superior del país, por lo que será un punto estratégico desde el punto de vista de distribución del producto. Y por la otra Elblag está localizada más al este que Tczew, pero esta ciudad tiene aproximadamente el doble de habitantes que Tczew y una densidad de población menor, pero el factor más importante es que Elblag es una ciudad fuertemente industrializada con todo tipo de posibilidades, tanto a nivel de almacenamiento, proceso y distribución, contando incluso con un puerto interior que conecta con otras ciudades como Tczew, Malbork, Gdansk y Bydgoszcz, característica que comparte con la otra ciudad también.

Uno de los problemas de situar la planta en otra ciudad es el transporte del producto, teniendo en cuenta la gran cantidad de aceite que se transporta se puede apreciar como ese recorrido significará un gasto considerable, el cual puede ser minimizado situando la planta a las afueras de Gdansk y aprovechando los canales (rack) existentes con los que se puede transportar el producto. Así pues el aceite descargado en la estación de descarga sería conducido a la planta central sin necesidad de ningún medio de transporte. También se deben tener en cuenta los costes mencionados en el anterior apartado, ya que cuanto mayor sea la preparación de la ciudad escogida, mayor será el precio del suelo aunque más tarde sea compensado por algunas facilidades adicionales.

Después de valorar las tres diferentes posibilidades, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas, se ha considerado más oportuno y sobretodo más económico situar la planta en Gdansk, ya que la construcción del canal sería una gran ventaja respecto a la utilización de camiones cisterna para transportar el aceite del puerto a la planta. Para hacerse una idea de que costaría transportar el producto de un mes del puerto de Gdansk a Tczew (40 km aprox.) costaría aproximadamente unos 75000 €, precio desproporcionado si se compara con el alquiler de un rack, además aproximadamente el 60% del aceite será distribuido directamente a los clientes.

2.3.2.2 Gdansk² [ref 02]

Después de situar la estación de descarga y la planta de operación en Gdansk se puede comentar un poco sobre la ciudad y su popular puerto, se debe tener en cuenta que será la ciudad donde más se trabajará debido a que representará el centro de la expansión que se desea realizar.

Gdansk, la capital de la Provincia de Pomerania, forma junto con Sopot y Gdynia un grupo de ciudades llamado Trojmiasto (La Ciudad Triple). El número global de habitantes alcanza 750.000; de los cuales Gdansk tiene 470.000 habitantes. A diferencia de Gdynia, que es sobre todo un puerto, y Sopot, un lugar de veraneo famoso, Gdansk es una ciudad turística, con edificaciones hermosas que atraen casi a tantos turistas como el Casco Viejo de Cracovia.

Gdansk siempre ha gozado de mucha autonomía, lo que influyó de manera importante en su dinámico desarrollo económico. El Siglo de Oro en la historia de la ciudad fue cuando Gdansk perteneció a la Liga de Hansa. Gracias a la exportación de trigo en los siglos XVI y XVII, Polonia fue llamada el granero de Europa, mientras que Gdansk se convirtió en una de sus ciudades más ricas. La historia posterior de la gran metrópoli de la costa de Báltico estuvo llena de acontecimientos dramáticos.

Hoy en día Gdansk no sólo es un centro cultural y académico importante, sino también un centro económico que se está desarrollando de manera dinámica. Además de la tradicional industria astillera y de la elaboración de artículos de ámbar, Gdansk está desarrollando también los sectores del petróleo y de la telecomunicación. Gracias al puerto marítimo y al aeropuerto internacional, Gdansk se ha convertido en uno de los puntos de comunicación más importantes del país.

2.3.2.2.1 Geografía

Gdansk está situada en el Golfo de Gdansk, una parte del Mar Báltico que limita por el Norte con la península de Hel. La parte más antigua de la ciudad se sitúa a la orilla del río Motlawa, uno de los brazos de Vístula. Vale la pena dar un paseo a lo largo de sus orillas, ver la grúa antigua y los graneros y casas pintorescos en las islas de Motlawa.

Gdansk está situada en una planicie; sus alrededores están cubiertos con pinares. La metrópoli de Trójmiasto (Gdansk, Gdynia, Sopot) está rodeada por el Parque Paisajístico de Trojmiasto.

² <http://www.staypoland.com/gdansk-es.htm>

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

La Provincia de Pomerania es una de los sitios más populares entre los turistas; en verano las playas del Báltico están llenas de gente. Muy cerca está también Kaszubia, región famosa por su folklore original, cuyos habitantes hablan su propio idioma.

2.3.2.2.2 Historia

El mosaico de las culturas polaca y alemana, la tolerancia religiosa, los contactos cercanos con la Europa del Oeste (como uno de los puertos de Báltico más importantes) y la larga tradición como ciudad autónoma (La Libre Ciudad de Gdansk) son los factores más importantes que han influido en el desarrollo de Gdansk. La ciudad fue fundada por San Adalberto, el obispo de Praga, que vino a estas tierras para realizar la misión de cristianización de Pomerania. Al principio Gdansk fue gobernada por los Príncipes de Pomerania, pero pronto se asentó allí gente de origen alemán. En el siglo XIV la ciudad fue tomada por la Orden Teutónica y se convirtió en uno de los centros comerciales más importante del estado monástico.

La verdadera época dorada de Gdansk empezó en el año 1361, cuando la ciudad entró en la Liga de Hansa, una federación de ciudades marítimas mercantiles de la Europa del Norte. Gdansk rápidamente se ganó la posición de uno de los centros más importantes de Hansa, gracias a su emplazamiento favorable en la ruta comercial entre Cracovia y el mar Báltico. De aquí se exportaba trigo y madera a otras partes de Europa. Después de la derrota de la Orden Teutónica por el ejército polaco en el siglo XV, Gdansk volvió a formar parte de Polonia. La ciudad siguió gozando de muchos privilegios económicos, así como de una independencia política considerable. Venían a vivir para acá muchos extranjeros, comerciantes y emigrantes que perseguidos en sus propios países por cuestiones de fe, venían a refugiarse en esta ciudad famosa por la tolerancia (se establecieron aquí por ejemplo muchos escoceses). El siglo de oro en la historia de Gdansk duró hasta el siglo XVII.

En el año 1793 Gdansk fue incorporada a Prusia y permaneció dentro de su territorio más de cien años, menos durante el breve intervalo en los años 1807 – 1815, cuando, de acuerdo con un decreto de Napoleón, fue establecida la Ciudad Libre Danzig. El siglo XIX fue un período de una intensa germanización de la población de Gdansk, así como de un desarrollo económico e industrial considerable. Después de la I Guerra Mundial, de acuerdo con el tratado de Versalles, Gdansk otra vez consiguió el estatus de la Ciudad Libre, bajo el protectorado de la Liga de las Naciones.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Los años treinta fue la época del crecimiento de la exaltación nazi. El ambiente de aquellos años fue muy bien descrito por Gunter Grass (premio Nobel) en su novela "El tambor de hojalata". Las crecientes exigencias del tercer Reich, que tenían como fin el aumento de su control sobre Pomerania y Gdansk, condujeron al estallido de la II Guerra Mundial. En el año 1939 el acorazado alemán Schlezwig Holstein atacó Westerplatte, una base militar polaca al lado de Gdansk. En el año 1945, tras seis años de ocupación, los alemanes fueron desalojados por las tropas del Ejército Rojo. La población alemana que sobrevivió fue forzada a abandonar la ciudad y en su lugar se establecieron allí los polacos expulsados de la parte este de Polonia que fue incorporada a la Unión Soviética (sobre todo de Vilnius).

En el año 1970 las huelgas y manifestaciones de obreros en Gdansk, acalladas de manera sangrienta por el ejército y la milicia, condujeron a la dimisión del líder comunista Wladyslaw Gomulka. Durante la siguiente ola de protestas en la costa, los obreros del Astillero de Gdansk en huelga crearon "Solidarnosc" (Solidaridad), la primera organización legal en oposición al régimen comunista. Estos acontecimientos dieron el impulso para los cambios que dieron pie a la caída del sistema comunista en la Europa centro-oeste.

2.4 Mapa de situación geográfica en Polonia

A continuación se exponen fotografías donde se podrá ver la situación de las estaciones de carga/descarga, tanto en Polonia como en Tarragona, y la de la planta de operación a las afueras de Gdansk. [ref 03]

2.4.1 Tarragona



Figura 2.4.1.1. Ruta para el transporte de Lérida a Tarragona por carretera.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

En el mapa anterior se indica la ruta que seguirán los camiones cisterna para llevar el aceite de la planta de producción original, en Lérida, al Puerto de Tarragona.



Figura 2.4.1.2. Situación de la estación de carga en el Puerto de Tarragona.

En la anterior imagen se puede apreciar donde se situará la estación de carga que se utilizará para cargar los buques con el aceite destinado a Polonia.

2.4.2 Polonia

Las siguientes fotografías corresponden a la situación de la estación de descarga y a la planta de producción y distribución en Polonia, también se puede apreciar de forma aproximada el recorrido que realiza el rack que se utilizará.

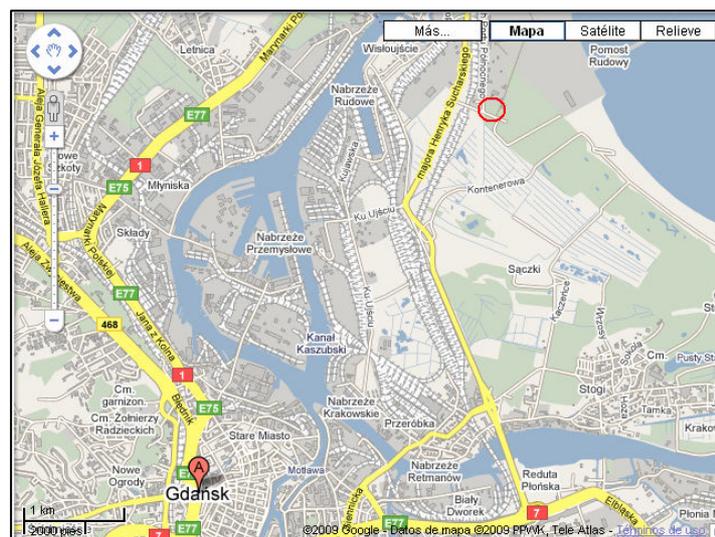


Figura 2.4.2.1. Situación de la planta y la estación de descarga en Polonia (1).³

³ Las fotos se han obtenido del GoogleMaps.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

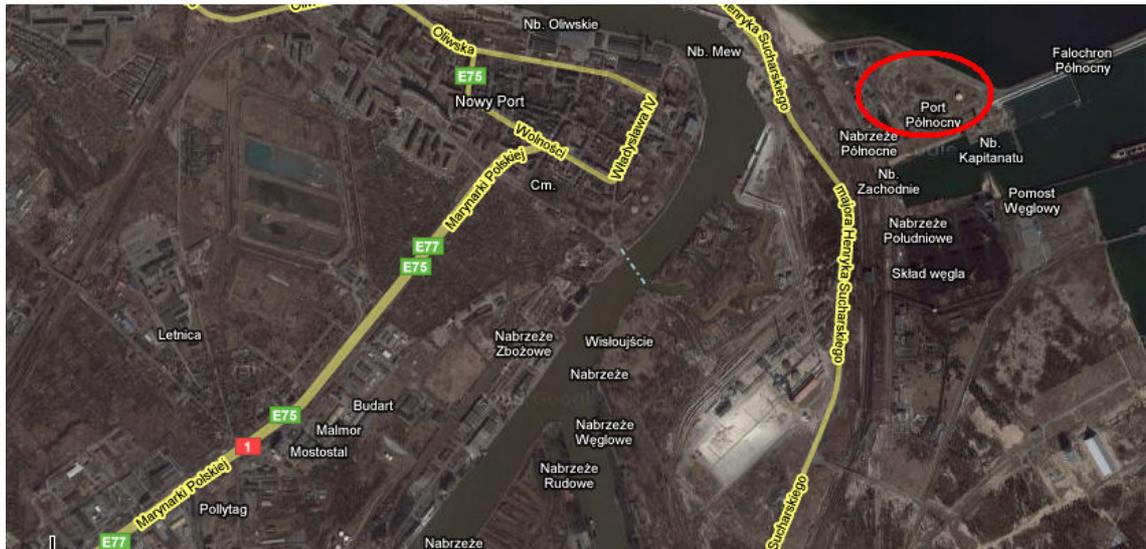


Figura 2.4.2.3. Situación de la planta y la estación de descarga en Polonia (2).



Figura 2.4.2.4. Situación de la planta y la estación de descarga en Polonia (3).

2.5 Estudio de mercado/producto

Como ya se comentó anteriormente el aceite de oliva es un producto cada vez más consumido en los países del norte y del este de Europa, este fenómeno se debe principalmente a la globalización, la expansión de la saludable y famosa dieta Mediterránea y el aumento del poder adquisitivo de muchos países, por lo que la exportación de aceite parece una buena inversión de futuro.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Para abarcar todos los posibles clientes se exportarán dos tipos de aceites y se distribuirán tres, cada uno con diferente acidez, calidad y precio.

- **Aceite virgen** (25% de aceite refinado). El aceite de más alta calidad que se exportará y se distribuirá en envase de cristal como signo de distinción, siendo también el producto más caro.
- **Aceite mixto** (mezcla al 50% de aceite virgen y aceite refinado). Aceite de calidad intermedia, saldrá a la venta en envase de plástico para reducir su precio y hacerlo más accesible al público.
- **Aceite refinado** (100% aceite refinado). De los tres tipos será el aceite de más baja calidad y será distribuido también en botella de plástico, ajustando al máximo los costes para ofrecer un precio muy económico.

El aceite virgen y el refinado serán los exportados desde Lérida mientras que el mixto será mezclado en la planta que se creará a las afueras de Gdansk. En un principio el 50% de la exportación será de aceite virgen y el otro 50% será de refinado, según la valoración y la venta de cada tipo de aceite el porcentaje de cada tipo exportado podrá variar, así como la producción de aceite mixto.

Un factor importante a considerar es la distribución del producto, debido a que dos de los tres tipos de aceite se podrán vender sin necesidad de pasar por la planta de operación, se ha decidido que el 60% del aceite que se recibirá en la estación de descarga de Gdansk se distribuya directamente a los diferentes compradores, así pues el 40% del producto será enviado por rack a la planta de operación y el 60% se cargará en camiones cisterna para ser distribuido.

Se debe tener en cuenta que puede darse el caso de escasez de aceite según la temporada y la producción, si se diera un caso parecido se puede recurrir a comprar aceite a otros países como Italia y aunque claramente el margen de beneficio será inferior. Esta es una situación extrema que solo se tendrá en cuenta en situaciones especiales para evitar la pérdida de clientes y asegurar la continuidad de la empresa.

2.6 El aceite y su consumo en Polonia

Según estimaciones del Consejo Oleícola Internacional, la producción mundial de aceite de oliva en toneladas para la campaña 2005-2006 fue la siguiente:

País	Toneladas	% sobre el total mundial
España	880.000	34,1%
Italia	500.000	20,2%
Grecia	424.000	16,4%
Túnez	200.000	7,7%
Turquía	112.000	4,4%
Siria	100.000	3,9%
Marruecos	75.000	2,9%
Argelia	47.500	1,8%
Portugal	30.000	1,2%
Argentina	25.000	1,0%
Jordania	20.000	0,8%
Palestina	10.000	0,4%
Libia	9.000	0,35%
Croacia	5.500	0,2%
Líbano	5.500	0,2%
Francia	5.000	0,19%
Australia	5.000	0,19%

Tabla 2.6: Producción mundial de aceite de oliva 05/06

Entre estos 17 países suman el 98,79% de la producción mundial de aceite de oliva. En el caso concreto de España, se distinguen hasta cuatro tipos de aceites de oliva, clasificados según su calidad. Se pueden clasificar como:

- **Aceite de oliva virgen extra:** Este tipo de aceite es de máxima calidad, se obtiene directamente de aceitunas en buen estado únicamente por procedimientos mecánicos, con un sabor y olor intachables y libres de defectos, no pudiendo sobrepasar su grado de acidez (pérdida de ácidos oleicos) los 0,8°. La puntuación organoléptica, dada por un Panel de Cata cualificado, debe ser igual o superior a 6,5 puntos.
- **Aceite de oliva virgen:** Este aceite sigue los mismos parámetros de calidad que el aceite de oliva extra, en cuanto a los métodos de obtención. La diferencia es que no puede superar los 2° de acidez, y que la puntuación obtenida por un Panel de Cata cualificado debe ser igual o superior a 5,5 puntos. En otras palabras, los defectos deben ser prácticamente imperceptibles para el consumidor.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- **Aceite de oliva refinado:** Este tipo de aceite se obtiene a partir del refinado de los aceites defectuosos, que no han alcanzado los parámetros de calidad anteriormente citados. Como observaremos, ha perdido la palabra "virgen". Ello es debido a que en su proceso de elaboración intervienen otros elementos químicos de limpieza de aromas, sabores y colores. Tras este proceso, se mezcla con una cantidad determinada de aceite de oliva virgen. El grado de acidez de este aceite de oliva no puede ser superior a 1'5°.
- **Aceite de orujo de oliva:** Este tipo de aceite es el resultado del refinado, por medios químicos, de los orujos o morcas, procedentes de la molturación de la aceituna. La grasa vegetal obtenida se mezcla con una determinada proporción de aceite de oliva virgen, y la graduación final obtenida, en ácidos oleicos, no será superior a 1'5°.

En el caso de Polonia, se consumen las dos primeras variedades de aceite (virgen extra y virgen), ya que los otros tipos no entran en el mercado.

Debido al tradicional consumo de aceite de colza, el aceite de oliva en Polonia no tiene una gran importancia en el mercado (apenas alcanza el 2,9% de mercado de aceites comestibles); sin embargo el valor se sitúa en uno de los productos con más expectativas de crecimiento. El interés de los consumidores por este tipo de productos va en aumento debido a la mejora del poder adquisitivo de la sociedad y al mayor interés por una vida sana, en la que el aceite de oliva es un elemento principal.

El consumidor tipo de aceite de oliva suele proceder de un núcleo urbano y pertenecer a una unidad familiar de dos miembros. El aceite se utiliza para hacer aliños de ensaladas, preparar platos especiales y para acompañar asados (carnes, pescados y verduras).

El principal competidor del aceite de oliva español en Polonia, es el aceite italiano. La causa de esta situación viene dada gracias a la publicidad; ya que los productos italianos hacen una publicidad masiva, tanto en televisión como en prensa escrita. Estos productos, selectos de alguna manera, se pueden encontrar en la mayoría de las cadenas de supermercados. También se pueden encontrar productos más exclusivos en los comercios de *Delicatessen*, aunque el pequeño comercio particular no puede competir con los precios de las grandes superficies.

Por último señalar que el aceite de oliva comercializado en Polonia es importado en su totalidad, no hay plantaciones de olivares en el país. Por tanto, a la hora de vender el producto

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia habrá que tener en cuenta la normativa de etiquetado, distribución y venta en polaco, para llegar de la manera más cómoda y clara al cliente.^{4 [ref 04]}

2.7 Alternativas de proceso

Para realizar un proyecto con el máximo beneficio, es absolutamente imprescindible escoger siempre la mejor opción de todas aquellas que estén a nuestro alcance. Es por ello que se han estudiado todas las alternativas posibles que tuvieran una importancia significativa en lo que al proyecto se refiere. Éstas son las siguientes:

2.7.1 Alternativas de transporte:

Para realizar el transporte del aceite de oliva virgen desde la ciudad de Lérida a Tarragona, desde Tarragona hasta la ciudad de Gdansk (Polonia). Se ha hecho un estudio sobre todas las alternativas posibles en cuanto al medio de transporte a utilizar, para que los costes sean lo más económicos posibles. Estas alternativas son las siguientes:

Tramo Lérida-Tarragona	Tramo Tarragona-Gdansk
Tren/Camión Cisterna	Tren/Camión Cisterna/Barco

Tabla 2.7.1.1: Alternativas de transporte.

Los precios de cada transporte se pueden ver en el anexo A.1. Tendiendo en cuenta que se transportan alrededor de 4750 Tm de aceite de oliva virgen cada mes, estos son los precios que se deberían pagar según el transporte utilizado por el trayecto desde Lérida hasta Tarragona en primer lugar, y desde Tarragona hasta Gdansk en segundo lugar:

Tramo Lérida-Tarragona	Precio (€)	Transporte Tarragona-Gdansk	Precio (€)
Tren	202650	Tren	427810
Camiones cisterna	166760	Camiones cisterna	4512166
-	-	Barco	45500

Tabla 2.7.2.2: Precios de cada viaje.^{5 6 [ref 05] [ref 06]}

Por tanto, y teniendo en cuenta estos resultados, se utilizarán camiones cisterna para llegar a Tarragona, una vez allí se enviarán por vía marítima a la ciudad de Gdansk (puerto). Desde el puerto de Gdansk, se enviará el 60% del aceite a toda Polonia donde se venderá directamente

⁴ Notas sectoriales. “El mercado de aceite de oliva en Polonia” ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior). Junio 2007.

⁵ Datos proporcionados por el tutor de proyecto J.Enric Mañé Lorán.

⁶ Dato proporcionado por RENFE (precio del ferrocarril).

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia sin necesidad de pasar antes por la planta. El 40% restante se enviará a planta mediante un rack ya construido, para mezclarlo con aceite refinado y después distribuirlo.

2.7.2 Empresas navieras

Dado que será necesario disponer de un buque de transporte una vez al mes para transportar el aceite de oliva virgen y el aceite refinado desde la ciudad de Tarragona hasta Gdansk, se ha creído necesario contratar a un broker para asegurar siempre la disponibilidad de éstos. Así pues, éste será el intermediario entre la empresa Ormedsa y las empresas navieras para asegurar la disponibilidad del buque.

Las empresas navieras son “Jo Tankers”, “Stolt Nielsen” y “WCT”, tres de las más importantes del mundo. Siempre se tendrá contacto con las tres para evitar así que el fallo de una de ellas en cuanto a la proporción de un buque de las características especificadas en el apartado siguiente signifique un problema para la empresa.

2.7.3 Características del buque^{7 [ref 07]}

Para un óptimo transporte del aceite desde Tarragona hasta Gdansk, el buque que lo transporta debe cumplir unos requisitos importantes para ello. En primer lugar será un buque apto para transportar productos alimentarios, y se exigirá que sus tres últimas cargas hayan sido productos alimentarios también, para cerciorarse que las propiedades del aceite no se ven alteradas por posibles contaminantes que haya transportado el buque anteriormente. En segundo lugar el buque que se contrate tendrá una capacidad igual o superior al doble de la cantidad de aceite que se transporta. Dado que se transportan 5197 m³ de aceite (teniendo en cuenta una densidad de 914 kg/m³), el buque por tanto tendrá una capacidad mínima de 10394 m³. Esto se ha creído necesario para así asegurarse que el buque podrá transportar los 5197 m³ de aceite estipulados, o bien cargar más cantidad de éste si se dispone de ella. En tercer y último lugar, el buque deberá disponer de un sistema de calefacción en el fondo de cada uno de los tanques para asegurar el transporte del aceite a una temperatura sobre los 20° C. Esto se debe a que la temperatura en Gdansk alcanza valores bajo cero e influiría en las propiedades del aceite, puesto que su viscosidad aumentaría a medida que la temperatura desciende y sería más lenta y dificultosa su descarga mediante bombas en los tanques de Gdansk.

⁷ <http://www.jotankers.com/FleetList/JoPalm/tabid/99/Default.aspx>

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Para poner un ejemplo, todos estos requisitos son cumplidos por el buque Jo Palm, de la empresa Jo Tankers. Éstas pues, serán las características a informar al broker para asegurar un transporte adecuado.

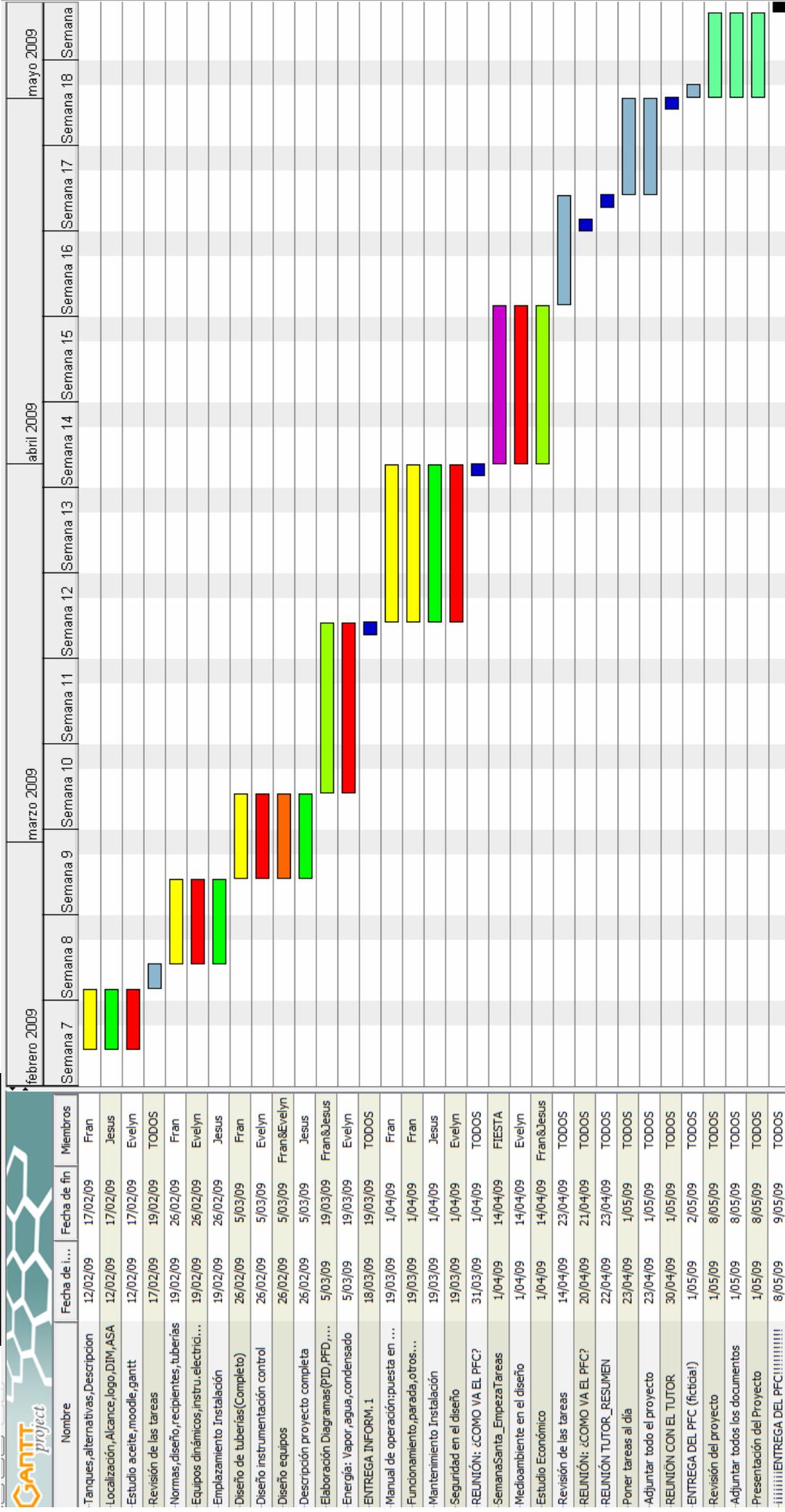
2.8 Planificación del proyecto. Diagrama de Gantt

Planificar las tareas es una de los primeros pasos que hay que hacer en un proyecto. Una manera visual, eficaz y rápida de ver cómo están distribuidas las tareas es mediante el Diagrama de Gantt. En el caso concreto del proyecto las tareas se han programado teniendo en cuenta que el lunes hacemos una reunión en la que se expondrán las tareas al resto del grupo, desde el lunes al miércoles se retocarán los fallos que haya habido en las tareas y el mismo miércoles se hará una reunión con el tutor del proyecto para comentarle las dudas y recibir consejos en las tareas para la semana siguiente.

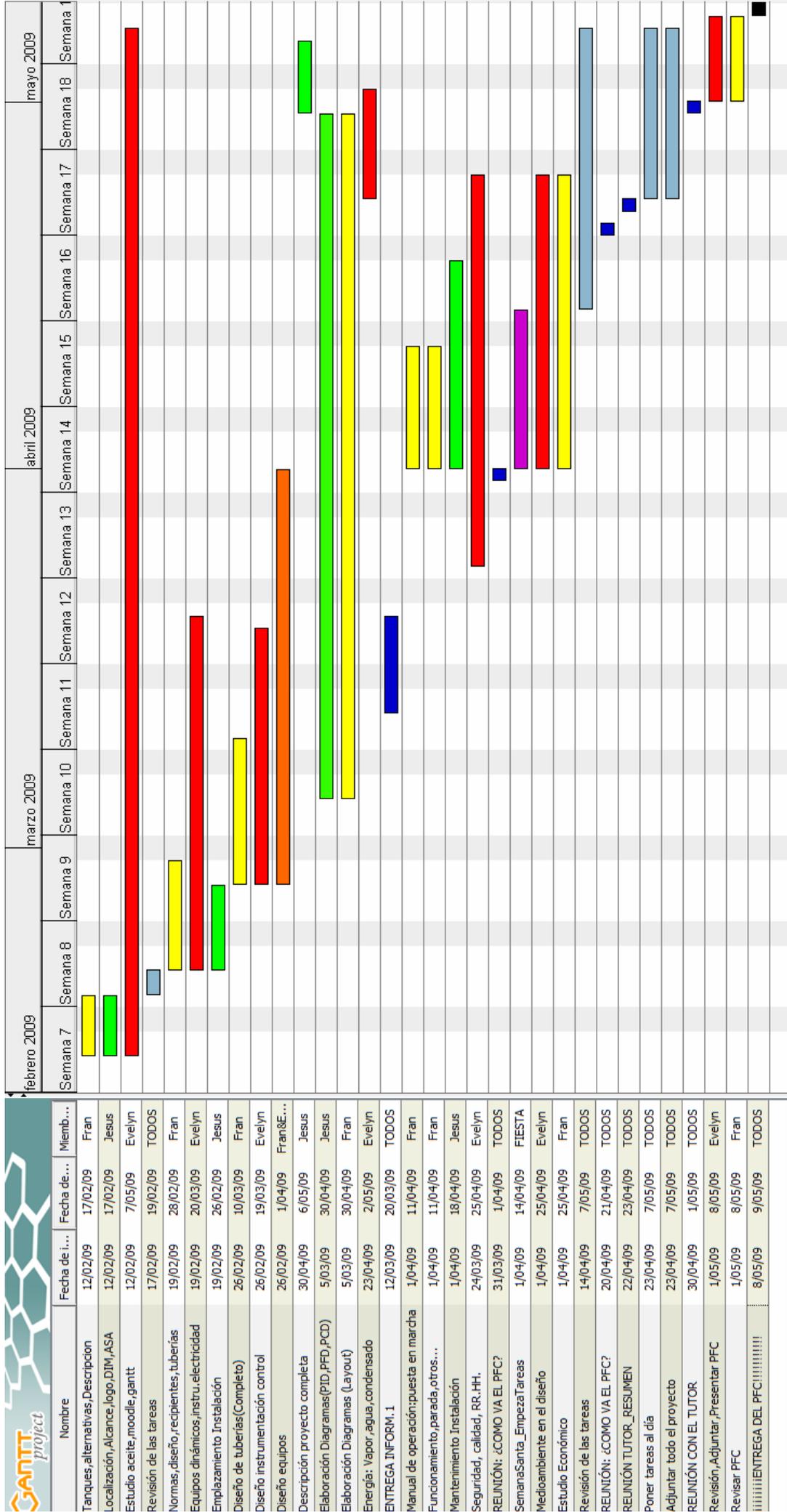
La mayoría de las tareas están hechas de forma individual aunque muchas veces se necesita de la interacción de todo el grupo. Es por eso que algunas de ellas se han hecho conjuntamente o se han tenido que hacer otras antes porque son correlativas. Por último, decir que se ha puesto como fecha de entrega del proyecto el viernes 1 de mayo para que se tenga una semana de previsión por si surge algún imprevisto o hay que hacer modificaciones de última hora.

Teniendo en cuenta estos puntos, se han planificado las tareas como muestran los siguientes gráficos.

2.8.1 Diagrama de Gantt. Inicial.



2.8.2 Diagrama de Gantt. Final.



2.8.3 Explicación del Diagrama de Gantt: Inicial y final

El diagrama de Gantt inicial (diagrama del apartado 2.8.1.) se hizo teniendo en cuenta que las tareas se harían en una semana, que cada miembro del grupo tendría una tarea semanalmente y que no habría solapamiento entre las tareas; es decir, hasta que no se terminase con una no se empezaría la siguiente.

En la realidad, esto no ocurrió así. Al principio del cuatrimestre, las tareas eran más ordenadas y seguían el método inicial; pero no se tuvo en cuenta que ciertas tareas (como el mantenimiento del Moodle) se tenían que llevar a cabo a lo largo de todo el periodo y que otras (como el diseño de los diagramas) llevarían más tiempo y más revisiones que los demás apartados. Por estas causas, el diagrama de Gantt final (diagrama del apartado 2.8.2.) ha quedado más estirado que el inicial, ya que algunas tareas se han alargado en el tiempo. Aunque en realidad el esquema correlativo (en forma de diagonal) que se mostraba en la planificación inicial se ha seguido también en la planificación real. Se puede ver que existe una línea diagonal que cruza el diagrama, con la diferencia que las terminaciones de las tareas se alargan, algunas veces, hasta la entrega del Proyecto.

A pesar de que la planificación inicial se ha modificado a lo largo del trabajo, el diagrama de Gantt es una herramienta muy útil que permite al grupo posicionarse con respecto a la situación hipotética que se debería tener en un punto concreto en el tiempo. Y, a pesar de que no se ha seguido al pie de la letra como muestra el gráfico; no ha estado muy desencaminada de lo que debería haberse hecho.

Ha sido una labor conjunta de todo el grupo el haber hecho posible que las tareas se hiciesen más o menos al día. Entre todos los miembros hemos ayudado al resto a terminar tareas, a corregirnos entre nosotros las cosas hechas, a dar toques de atención si alguno se despistaba y a hacer que los puntos que forman el proyecto tengan una homogeneidad y continuidad, a que el proyecto sea un conjunto y no una simple agrupación.

3 DATOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Bases del diseño

En la terminal ORMEDSA se almacenará aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado, para los consumidores de todo el país de Polonia. Este proyecto se ha creído viable ya que en este país el consumo de aceite de oliva apenas supera el 2.9% y, a pesar de que su precio es elevado comparado con el del aceite de colza; es un nuevo mercado en expansión. El interés por el consumidor para conseguir una dieta sana, lleva a considerar al aceite de oliva como un elemento principal de este estilo de vida y su importancia en el país en la actualidad está creciendo notablemente.

Dado que los ciudadanos del país no están acostumbrados al consumo de aceite de oliva virgen, se ha decidido almacenar aceite de oliva refinado, ya que su precio es inferior.

Para fijar una cantidad a almacenar, se han estudiado varios documentos sobre el mercado del aceite de oliva en Polonia, gracias a los cuales se han fijado la cantidad de trabajo de 57000 Tm/año, aunque dejando el terreno correspondiente para una posible y muy probable ampliación en futuro próximo.

Dado que el producto que se almacena en la terminal es para el consumo humano, se tendrá en cuenta que las características y propiedades del aceite sean óptimas. Para ello se realizarán análisis continuos del aceite y se vigilará que el aceite proveniente de Lérida no esté contaminado. En caso de estarlo se tomarán las medidas adecuadas tal y como se muestra más adelante en los correspondientes manuales.

Un factor muy importante que también se controlará es la temperatura del aceite, ya que en Polonia se alcanzan valores bajo cero y en ese caso la viscosidad del aceite sería tal que imposibilitaría su trasvase. Por ese motivo se han instalado intercambiadores de calor de serpentín en el fondo de los tanques y gracias a los cuales se mantendrá el aceite a unos 20° C de temperatura. En cuanto a la presión de almacenamiento, será presión atmosférica y se mantendrá así desde su llegada hasta su distribución.

Por lo que a la capacidad de los tanques de almacenamiento se refiere, cabe decir que se ha diseñado teniendo en cuenta posibles variaciones en cuanto al almacenamiento del aceite. Teóricamente se almacenarán 4750 Tm mensuales, pero puede darse el caso que los buques se retrasen, que haya equivocaciones en cuanto a su distribución o cualquier otro imprevisto que

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

supongas necesitar más capacidad de almacenamiento. Por ese motivo la capacidad total de almacenamiento de la terminal es de unos 9520 m³.

3.2 Datos básicos para el desarrollo de la ingeniería

En el siguiente apartado se muestran todos los datos necesarios para el desarrollo del proyecto. Con estos datos se citan las energías necesarias, ubica la planta y se enumeran las normas y códigos necesarios para el diseño.

3.2.1 Energías o servicios disponibles

A continuación se muestran las energías que la terminal deberá utilizar para su buen funcionamiento. Éstas son las siguientes:

3.2.1.1 Agua

Todo el agua que se utilizará será agua potable almacenada en un tanque nodriza de 50 m³ de capacidad. De éste, se enviará el agua a las distintas zonas requeridas:

- A las oficinas y almacén, para consumo humano, y también alrededor de la terminal para utilizar en los lavajos.
- Alrededor de toda la terminal para utilizar como agua contra incendios.
- A todas las tuberías y tanques para realizar la limpieza correspondiente.

Se ha considerado que en total se consumirán 3000 m³/año.

3.2.1.2 Vapor saturado

Dado que se dispone de un intercambiador de calor en cada tanque, se necesita vapor de agua saturado a 140° C para mantener los tanques a unos 20° C aproximadamente.

Este vapor será proporcionado por la caldera. La cantidad necesaria de vapor es de 3,5 Tm/h, aunque cabe decir que según los estudios realizados, el intercambiador solo funcionará unas 120 h/mes aproximadamente.

3.2.1.3 Energía eléctrica

Se han contratado 200 kWh de potencia para suministrar electricidad a los motores de las bombas y en menor parte, al alumbrado de la instalación y equipo eléctricos de los edificios.

3.2.1.4 Combustible

La mayor parte de combustible será utilizado por el grupo electrógeno de unos 300 CV de potencia. Éste generará la electricidad en caso de fallo de la red eléctrica.

Se ha considerado que el consumo de gasoil al año estará situado alrededor de 1m^3 .

3.2.1.5 Nitrógeno

El nitrógeno es necesario para limpieza de la terminal. Con éste se vaciarán las tuberías mediante el PIG y se comprobará la presión de las mangueras.

Se utilizará unos 15000 Nm^3 al año.

3.2.2 Precios de las energías

Los precios de las energías se han obtenido de un manual que los profesores del proyecto facilitaron al principio de los seminarios. Estos datos están especificados en el apartado del estudio económico (Apartado 14).

3.2.3 Datos del emplazamiento

Para diseñar las instalaciones necesarias que se han comentado anteriormente, se debe realizar un pequeño estudio sobre las condiciones del terreno donde se situará. El estudio se basará en dos apartados, el primero tratará las condiciones meteorológicas a las que estarán expuestos los equipos e instalaciones y la segunda será un resumen sobre la elevación y la estructura del terreno.

3.2.3.1 Datos climatológicos

Para analizar la climatología de Gdansk se usarán bases de datos que registran los diferentes parámetros necesarios, para así tener un concepto aproximado de las condiciones que deberá soportar las instalaciones. Se han recogido los datos correspondientes a los parámetros expuestos en la siguiente leyenda.

- **T** Temperatura media (°C).
- **TM** Temperatura máxima (°C).
- **Tm** Temperatura mínima (°C).
- **SLP** Presión atmosférica a nivel del mar (mb).

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- **H** Humedad relativa media (%).
- **PP** Precipitación de lluvia y/o nieve derretida (mm).
- **VV** Visibilidad media (km).
- **V** Velocidad media del viento (km/h).
- **VM** Velocidad máxima sostenida por el viento (km/h).
- **RA** Indica las veces que ha llovido.
- **SN** Indica las veces que ha nevado.
- **TS** Indica las veces que ha habido tormenta.
- **FG** Indica las veces que ha habido niebla.

A continuación se pueden apreciar el registro de los datos citados en la tabla anterior en que se encuentra la media mensual de cada dato. Los siguientes pertenecen a la media de los meses de cada año correspondiente.

	T	TM	Tm	SLP	H	PP	VV	V	VM	RA	SN	TS	FG
2006	9.3	25.4	-8.4	1015.8	77.3	41.4	19.1	15.5	23	136	37	19	23
2007	10.1	22.2	-2	1013.7	77.9	57.1	24.4	18.5	27.7	161	28	16	10
2008	9.7	22.2	0.3	1014.1	79	44.8	23.9	18.4	26.7	169	2	14	19

Tabla 3.2.3.1. Datos meteorológicos de Gdansk ⁸ [ref 08]

Estos datos se deberán tener en cuenta para tratar el producto de forma adecuada y también para el diseño y mantenimiento de las instalaciones y equipos necesarios.

3.2.3.2 Elevación y estructura del terreno

Teniendo en cuenta la preparación de la ciudad para acoger complejos industriales, se puede decir que el único problema que se podría dar con la elevación y la estructura del terreno es si la ciudad fuera una zona sísmica. Después de recopilar información y consultar un mapa sísmico de la zona, se puede concluir con que la zona no tiene un carácter sísmico que deba ser preocupante para la actividad que se propone. Se puede apreciar el mapa sísmico europeo en el anexo A.2.

⁸ http://www.tutiempo.net/clima/GDANSK_PORT_PN/01-2008/121400.htm

3.2.4 Normas y códigos de diseño⁹ [ref 09]

A continuación se exponen las normas y códigos de diseño que se han utilizado para realizar las distintas tareas del proyecto.

- API 650, para el diseño de los tanques de almacenamiento de aceite.
- RD 486/1997, para la realización del reglamento de iluminación.
- RD 1254/99, para las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves, en los que intervengan sustancias peligrosas (hazop).
- Norma ISO 9001-2008, para la realización de las normas de calidad.
- ITC-MIE-APQ-001 para el diseño del cubeto de retención de aceite y layout.

⁹ Estas son las referencias de las normas y códigos de diseño utilizados a lo largo del proyecto.

4 DIAGRAMAS DE LA PLANTA

En el presente apartado se dará una pequeña introducción y descripción de los diagramas que se pueden encontrar en el proyecto, empezando por el más simple y terminando por los más completos.

4.1 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques pretende dar una visión gráfica de todo el recorrido que padece el producto, también muestra las posibilidades de transporte y las elegidas finalmente. El origen se sitúa en la recogida y el tratamiento de la oliva en Lérida, pasando por su transporte al puerto de Tarragona, su llegada a la estación de descarga en Gdansk por buque, su distribución y finalmente la venta. (lámina 0)

4.2 Diagrama de planta

El diagrama de planta consiste en la vista de planta de la parte del cubeto, tuberías, foso de bombas y las bombas. Se puede considerar un plano auxiliar al Layout y está a escala, así puede ser de gran ayuda a la hora de realizar otras tareas o de comprender de forma básica el funcionamiento de la planta. Se puede encontrar en la lámina 1.

4.3 Layout

El layout es un diagrama con vista de planta donde se puede ver todas las instalaciones dentro de los límites del terreno. Se debe tener en cuenta que este diagrama es muy importante sobretodo en los temas de distribución y de medidas de separación de seguridad. Existen tres diagramas resultantes del Layout, el primero muestra una vista general del Layout (lámina 2A), el segundo muestra el sistema de depuración de agua (lámina 2B) y en el tercero se puede ver el sistema contra incendio y aguas de servicio (lámina 2C)

4.4 PFD

El PFD del proyecto es una parte muy importante, su principal funcionamiento es ilustrar de forma esquemática el sistema, en este caso se trata del esquema 3 de los 6 tanques, con sus dos bombas pequeñas y mostrando también la bomba de carga a buque. Se debe tener en cuenta que deben aparecer todos los equipos exceptuando los de control de proceso y que

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

tanto las vías como los equipos deben de estar numerados de forma correcta. Se puede encontrar en la lámina 3.

4.5 P&ID

El P&ID (Diagrama de tuberías e instrumentación) es un diagrama esquemático de una parte de la planta, normalmente consiste en una expansión del PFC, ya que contiene la misma información añadiendo además una nomenclatura más específica para las tuberías, donde se puede ver su número, diámetro, material y producto que alberga. Además también deben aparecer todos los elementos de control junto con sus lazos. Se encuentra en la lámina 4.

4.6 Diagrama de trasiegos

El diagrama de trasiegos consiste en mostrar la viabilidad que se consigue en la zona de carga/descarga. Con el colector de vías, las tres bombas disponibles y algunas mangueras de diferentes longitudes se pueden realizar cuatro operaciones alternativas que son: 1. Trasiego de buque a tanque. 2. Trasiego de tanque a tanque. 3. Trasiego de cisterna a tanque. 4. Limpieza de tuberías. Estos esquemas se pueden encontrar en la lámina número 5.

4.7 Diagrama del intercambiador del tanque

Como se ha comentado anteriormente los tanques tendrán un intercambiador de serpentín interno para evitar el enfriamiento extremo del producto, manteniéndolo siempre entre 16°C y 20° C. En este diagrama se puede ver el circuito de vapor/condensado por el cual circula, además de las válvulas necesarias y el control que se usa para controlar la temperatura y otro para evitar fugas a causa de la presión. Se puede encontrar en la lámina 6.

4.8 Diagrama del sistema de alivio de presión

Este diagrama muestra de forma clara el diseño y el funcionamiento del instrumento tan sencillo como eficaz usado en los tanques para evitar sobrepresiones y además poder recoger el condensado de los vapores y reenviarlos al tanque de nuevo. Se puede encontrar en la lámina 7.

4.9 Diagrama isométrico

El isométrico es un diagrama a escala que tiene la función principal de indicar la altura a la que se encuentra cada tubería para así servir como guía cuando se está construyendo.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

También da una vista muy útil de todo el circuito por lo que resulta fácil de entender. Se puede encontrar en la lámina 8.

4.10 Diagrama EDAR

El diagrama de la EDAR consiste en una representación esquemática que pretende mostrar de forma gráfica el funcionamiento del sistema. Se puede encontrar en la lámina 9.

5 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA INSTALACIÓN

La terminal de almacenamiento de aceite tiene una superficie de 160m x 100 m = 16000 m². En ella se almacena aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado, ambos provenientes de Lérida. En su interior dispone de:

5.1 Cubeto

Un cubeto de 3816 m³ de capacidad y que contendrá 6 tanques, tres para el aceite de oliva virgen y otro tres para el aceite de oliva refinado. El volumen de estos tanques será de 2130 m³ 4 de ellos, los otros dos tendrán una capacidad igual a 502 m³. Se puede ver más información sobre ellos más adelante y también el cálculo que se ha llevado a cabo para su diseño.

5.2 Foso de bombas

Este es un recinto cerrado situado 800 mm por debajo del pavimento del suelo para asegurar así una pendiente positiva desde los tanques hasta las bombas. En él habrán 5 bombas, cuatro para la carga/descarga de camiones cisterna y ferrocarril y una bomba para cargar/descargar el buque. Dos de las cuatro bombas pequeñas serán para el aceite de oliva virgen, las otras dos para el aceite de oliva refinado. Serán bombas centrífugas FreFlow 65-155 de gran capacidad para poder descargar los camiones cisterna en caso de haber devoluciones. La bomba de buque será centrífuga CombChem DIN 24.256.

5.3 Estación de carga y descarga

Está formada por dos brazos de carga, uno destinado al aceite de oliva virgen y el otro al aceite de oliva refinado y ambos de acero inoxidable, ya que es más idóneo teniendo en cuenta que se trata de producto alimenticio.

Tiene una pendiente tal para permitir la recogida de las aguas contaminadas hacia la EDAR, como se puede ver en el plano 4.

Cabe decir que están recubiertas por rociadores de agua por si se diera el caso de incendio.

5.4 Básculas

Habrán dos básculas de medición, situadas al lado de los brazos de carga. De este modo se ahorra el uso de un contador, ya que por medio de la báscula se conocerá la cantidad de aceite que contiene la cisterna en todo momento.

5.5 Red de aguas contra incendios

Dado que el aceite es inflamable a partir de los 250° C, se ha creído necesario instalar un sistema contra incendios para prevenir cualquier accidente que pueda suceder. Éste se basa en una red perimetral que abarca toda la instalación con un conjunto de hidrantes que dispararán agua alrededor de ésta. Estos hidrantes tendrán una altura de 1,125m y disponen de unos componentes interiores altamente resistentes a la corrosión y al envejecimiento (ya que son de latón y acero inoxidable). Están diseñados para instalaciones con riesgo de heladas y peligro de rotura por impacto (sistema antihelada y sistema de protección contra daños mecánicos)^{10 [ref 10]}.

También se dispondrá de extintores de CO₂ en algunas zonas de la instalación como son las oficinas y el almacén. Éstos serán de aluminio, de 5 kg de peso con manguera y boquilla y tendrán un alcance entre 4 y 5 metros de longitud^{11 [ref 11]}.

El agua para el SCI se almacenará en un tanque de 50 m³, situado en la esquina superior derecha de la instalación.

5.6 EDAR

Este será el establecimiento donde se llevará a cabo toda la depuración de aguas de la terminal. Previamente se realizarán análisis para comprobar las propiedades del agua, y en caso de necesitarlo se depuraría. Es un edificio situado en la parte central e inferior de la terminal. Su funcionamiento se puede comprobar en el apartado 10.2.2.

5.7 Oficinas y almacén

Se dispone de unas oficinas para poder coordinar todas las acciones que se llevan a cabo en la planta y de un almacén, donde se guardan los recambios de equipos necesarios.

¹⁰ www.anber.es/.

¹¹ www.parsi-pci.com/utcfs/ws-488/Assets/BIE%20parsi%20y%20armario%20extintor.pdf

5.8 Caldera

Para proporcionar el vapor necesario al intercambiador se dispone de una caldera a unos 9 metros del cubeto de retención. Ésta generará alrededor de 3600 kg/h de vapor de agua saturado. El recinto donde ésta se encuentra tendrá unas dimensiones de 4 x 4m. Su funcionamiento y datos de pueden ver en el apartado 6.6.3.

5.9 Tanque nodriza

Para proporcionar el agua del SCI y agua para servicios, se dispone de un tanque nodriza de 50 m³ de capacidad. Está situado en la esquina superior derecha y tiene un radio y altura de 1,5 m y 7 m respectivamente. Su material de construcción es poliéster.

5.10 Terrenos libres. Próxima ampliación.

Cabe decir que también se ha dedicado un espacio para una posible y muy probable ampliación de los tanques de aceite, en el caso que el negocio funcionara como se espera y así poder expandir la distribución de todo el aceite de oliva por toda Polonia.

También habrá un espacio para el posible envasado del aceite en un futuro, para así disponer del terreno que más adelante haga falta y que por supuesto tendrá un precio mucho mas elevado por el poco suelo disponible en Gdansk.

Dado que el umbral de rentabilidad está por encima de los 20000 m³ de capacidad, también se ha tenido en cuenta un espacio para almacenar vino de Catalunya y distribuirlo también por Polonia. En la parte exterior de la planta, se dispone de un parking de coches para los trabajadores y otro parking para los camiones cisterna y se ha situado una puerta de emergencia con barrera en caso de tener que evacuar la planta por accidente, la cual estará conectada con las oficinas de forma automática de tal modo que desde allí se pueda abrir esta barrera.^{12 [ref 12]}

Seguidamente se exponen en la tabla 5.10-A las medidas de cada instalación en metros:

Oficinas	Almacén	Básculas	Foso Bombas	Cubeto vino
16 x 12	20 x 6	16 x 4	30 x 5	19.7 x 41.4

Tabla 5.10-A: Medidas en metros de las instalaciones fijas del layout.

¹² Información proporcionada por el tutor Josep Enric Mañé.
BOE num.112 del 10 de Mayo del 2001, pág. 16851.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Torre de carga	EDAR	Cubeto	Ampliación	Envasado
16 x 4	12 x 6	41.3 x 31.3	23 x 41.4	31.3 x 48

Tabla 5.10-B: Medidas en metros de las instalaciones fijas del layout.

Las distancias mínimas requeridas entre cada instalación se han calculado según el BOE num. 112 del 10 de Mayo del 2001. En el anexo A.3 se muestran estas distancias y el procedimiento que se ha seguido paso a paso. En cuanto la distribución de las instalaciones, se ha efectuado de la manera más sencilla y a la vez cómoda posible teniendo en cuenta factores como son los siguientes:

- Situar la EDAR alejada de las oficinas, ya que los malos olores provenientes de ésta serían desagradables para los trabajadores.
- Acercar el foso de bombas al centro del cubeto.
- Situar las torres de carga y básculas cerca de la entrada y salida de la planta, para que los camiones realicen el menor recorrido posible y también cerca del foso de bombas, para utilizar el menor tramo de tubería posible.
- Situar las básculas al lado de las torres de carga, para así conocer en todo momento la carga que llevan los camiones. Cabe decir que las señales de las básculas se envían por cable de comunicación fieldbus.
- Localizar las puertas de entrada y salida a la planta al centro de ésta.
- Situar las oficinas al lado de la puerta de entrada, para mayor comodidad de los trabajadores.
- Situar el parque de coches lo más cerca posible de la entrada.
- Tener en cuenta que el radio de giro de los camiones cisterna es de 20 metros y por tanto que puedan realizar maniobras dentro de la planta sin ningún tipo de problema.

En el apartado de los planos (especificado como Layout) se muestra un esquema de la terminal de almacenamiento de aceite.

Cabe decir que el coste de la instalación en Polonia es de 259 € por metro cúbico construido. En este caso se construirán 9630 m³, por tanto el coste de construcción tendrá un valor de 5,169,500€.

6 DISEÑO DE LA INSTRUMENTACIÓN Y DE LOS EQUIPOS

6.1 Diseño de las tuberías

Por lo que al diseño de tuberías se refiere, cabe decir en primer lugar y lo más importante es que éstas estarán todas recubiertas un aislante de fibra de vidrio. Dadas las bajas temperaturas que se alcanzan en Gdansk, es necesario aislarlas térmicamente para que el aceite que circula a través de éstas se mantenga a una temperatura de unos 20° C aproximadamente. También cabe decir que estarán diseñadas para soportar una presión de 7,5 kg/cm², ya que es 1,5 veces la presión máxima a la que se trabajará (en la descarga del buque). Todas las tuberías serán de Schedule 10 y de acero inoxidable 316L, salvo las tuberías del sistema contra incendios y las de agua para servicio, que serán de acero al carbono. A continuación se da una explicación más detallada sobre cada una de ellas.

6.1.1 Tuberías al atraque

Habrán dos tuberías que vayan desde la terminal hasta el puerto. Esto se ha decidido así por si hubiera un problema en una de ellas y no se pudiera carga/descargar el aceite del buque al tanque y viceversa. Las dos tuberías tendrán una longitud aproximada de 300m. Una de ellas será de 8'' mientras que la otra será de 6'', y las dos serán de acero inoxidable.

6.1.2 Tuberías de los tanques

En este apartado se refiere a las tuberías que van desde los tanques hasta el foso de bombas. Todas serán de acero inoxidable y de 8''.

6.1.3 Tuberías del foso de bombas

Se refiere a las tuberías que van desde la impulsión de las bombas hasta la torre de carga. Están serán también de acero inoxidable y de 4'' (salvo la impulsión de la bomba de buque, que como ya se ha dicho será de 8''). Estas se ha considerado que tendrán una longitud de unos 50m aproximadamente.

6.1.4 Tuberías de nitrógeno

Son las tuberías por las que circulará el nitrógeno para la limpieza. Serán de acero al carbono 2''. Cabe decir que el nitrógeno circulará por ellas a una presión de 6 kg/cm².

6.1.5 Tuberías del SCI

Serán de acero al carbono y de 6'' DIN 2440. Se han diseñado específicamente para administrar agua (proveniente del tanque nodriza de 50 m³) a los cubetos y a la estación depuradora de aguas residuales.

6.1.6 Tuberías de agua para servicio

El agua para servicio también se administrará desde el tanque nodriza de 50 m³. Serán de acero al carbono DIN 2440 y de 4''.

6.1.7 Listado de tuberías

En la siguiente página se puede ver el listado de las tuberías referentes al trasvase de aceite de oliva virgen.

Universitat Rovira i Virgili		Listado de líneas		Prep. Por : F.Magarolas		Fecha:						
								DEPART.DE ING. QUÍMICA				
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química				Revisión: E. Camacho		01/05/2009						
DN	SCHE							Nº Serie	Extremos línea		Plano nº	
				Operación		Aislam.	Especif.	Observaciones				
		Caudal (m3/h)	T (°C)	Presión (kg/cm2)	ρ (kg/m3)							
8"	10	AOV-1A	T-1A	B-1A	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Unión tanque - colector
8"	10	AOV-2A	T-2A	V-39/V-40	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Unión tanque - colector
8"	10	AOV-2A	T-3A	B-2A	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Unión tanque - colector
8"	10	AOV-4	V-10	V-55	4	250	20	5	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Línea al atraque
8"	10	AOV-11	V-31	V-33	4	250	20	5	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Impulsión bomba B-1B
8"	10	AOV-5	V-15	V-39	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Líneas del colector
8"	10	AOV-6	V-39	V-41	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Líneas del colector
6"	10	AOV-13	V-48	V-44	4	80	20	6	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Línea de nitrógeno
6"	10	AOV-C1	V-36	Cisterna	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Brazp carga
6"	10	AOV-12	V-49	V-56	4	250	20	5	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Línea al atraque
4"	10	AOV-14	N2	V-19	4		20	6	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Línea de nitrógeno
4"	10	AOV-8	V-23	V-34	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Impulsión bomba B-1A
4"	10	AOV-9	V-28	V-35	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Impulsión bomba B-2A
4"	10	AOV-10	V-35	V0-04	4	80	20	4	7850	Fibra vidr.	ASTM 312-TP316L	Línea a la torre de carga

6.2 Diseño de la instrumentación

A continuación se presenta una lista de los indicadores y controladores utilizados en la estación de descarga, en la lista se puede apreciar el tipo de indicador/controlador, precisión, etc.

Elemento	Tipo	Situación	Función	Actúa sobre	Precisión
LIA	Radar	Tanques	Indicador/alarma	-	±0.5%
PIA	Bourdon	Tanques	Indicador/alarma	-	±0.5
PIC	Presostato	Línea Vapor	Indicador/controlador	VO-05	±0.5
TIAC	Termostato	Tanques	Indicador/alarma/controlador	VO-05	±0.4-2%
Báscula	-	Zona de carga de cisternas	Indicador/controlador	VO-04 bombas	±0.5

Tabla 6.2. Listado de indicadores/controladores

6.3 Diseño del control^{13[ref 13]}

En la estación de descarga se ha diseñado una estrategia de control con la intención de automatizar todas las acciones más usuales y corrientes e indicar las variables más importantes. A continuación se describe el funcionamiento de la estrategia aplicada.

6.3.1 Tanques

Todos los tanques están equipados con una válvula con actuador en su entrada principal, esta válvula se puede controlar desde la sala de control, pudiendo abrir o cerrar totalmente la vía.

Los tanques también están equipados con unos indicadores y controladores que miden, indican y avisan de las diferentes variables necesarias:

- **LIA** (Level Indicator Alarm): Mide e indica el nivel del tanque, la señal se puede observar tanto en el mismo tanque como en la sala de control, además tiene una alarma que dará señal en caso de muy alto nivel, alto, bajo y muy bajo nivel.
- **PIA** (Pressure Indicator Alarm): Mide e indica la presión en el interior del tanque, el indicador da señal de forma local y además en la sala de control, también cuenta con una alarma que en caso de muy alta o muy baja presión se activaría.

¹³ Apuntes de la asignatura “Elements de Control”.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- **TIAC** (Temperatura Indicator Alarma & Controler): Mide e indica la temperatura del tanque, la señal de este indicador también es representada en la sala de control y en el tanque, una alarma avisaría en caso de muy alta o muy baja temperatura. También tiene la propiedad de controlar una válvula con actuador que regular el paso del vapor que alimenta el intercambiador de los tanques, más adelante se tratará más en profundidad esta función del controlador.

6.3.2 Bombas

Todas las bombas que se usan en la estación están conectadas a la sala de control, pudiendo así actuar sobre ellas con total libertad. Cuando se está cargando cisterna se debe controlar la cantidad que se ha cargado a partir de la báscula electrónica para las cisternas, cuando está a punto de ser llenada la cisterna la báscula envía señal a la bomba, la cual baja la potencia y posteriormente la apaga, cuando la carga finaliza se cierra la válvula final (con señal de la báscula también) teniendo ya parada la bomba. Si la carga es para un buque la cantidad cargada se controla a través del LIA de los tanques y las bombas son reguladas desde sala de control.

6.3.3 Intercambiador de calor

En el interior de todos los tanques hay un intercambiador de calor de serpentín que funciona con vapor de agua, su función principal es mantener el producto dentro de un rango de temperatura de 16 y 20°C. Cuando el TIAC de los tanques, mencionados anteriormente, detectan que el aceite está por debajo de 16°C abren la válvula con actuador VO-05 que permite al vapor acceder al circuito de los intercambiadores de los tanques, es necesario decir que al abrir esta válvula el vapor accede a la entrada de tres tanques, en esta entrada hay unas válvulas manuales que normalmente estarán abiertas, durante el circuito también hay válvulas de retención para impedir que el condensado avance en sentido contrario. Existen dos circuitos, uno para cada tres tanques.

6.3.4 Báscula de carga de cisternas

En la zona de carga para las cisternas hay dos básculas electrónicas que controlan la cantidad de producto cargado. Estas básculas además ayudan a carga/descarga controlando las bombas y la válvula con actuador VO-04. Cuando la cisterna está a punto de ser llenada la báscula envía señal a las bombas, bajando su ritmo y parándolas. Finalmente cierra la válvula antes mencionada, y se finaliza así el proceso de carga.

6.4 Diseño de los tanques de almacenamiento ¹⁴ [ref 14]

Para el diseño de tanques de la terminal de Polonia se ha de tener en cuenta que habrá 6 tanques con una capacidad total de 9520 m³. Este parque de almacenamiento estará formado por dos tanques iguales entre ellos pero más pequeños que los otros para poder hacer controles de calidad al producto o almacenar más cantidad si por algún motivo nos llegase una carga mayor; dos tanques que almacenen aceite de oliva virgen y otros dos tanques que almacenen aceite de oliva refinado, siendo estos 4 tanques iguales tanto de capacidad como en diseño y siendo más grandes que los otros dos tanques de pruebas. La siguiente tabla muestra un resumen de los tanques y sus capacidades.

Tanque	Capacidad	Utilidad
T1a-T1b	2130 m ³	Almacenamiento aceite de oliva virgen
T2a-T2b	2130 m ³	Almacenamiento aceite de oliva refinado
T3	502 m ³	Tanque de pruebas, controles y reserva

Tabla 6.4. Explicación de los tanques.

Se asume un volumen total de 9520 m³ mensuales a pesar de que cada mes se sabe que llegarán a la terminal 4750 Tm, lo que supone al año 57000 Tm, repartidas equitativamente entre aceite virgen y aceite refinado.

El hecho de tener distintos tanques para almacenar los dos tipos de aceites que llegan a Polonia, hace posible generar tres tipos de aceites para comercializar en el país. El primer tipo es de aceite de oliva virgen, el segundo tipo es aceite de oliva puro (aceite virgen mezclado con el refinado) y el tercer tipo solamente de aceite de oliva puro.

Al tratarse de aceite, un producto que no necesita unas medidas de seguridad especiales, el almacenamiento se hará a presión atmosférica. Con respecto a la temperatura de almacenamiento, será necesario tener un sistema de calefacción en los tanques que permita tener el producto a una temperatura constante para no perder sus propiedades. Estará siempre entre los 16°C y los 20°C y nunca, bajo ninguna excusa, la temperatura en el medio de transporte ha de ser inferior a los límites de solidificación (a 2°C¹⁵); ya que si fuese menor el aceite perdería parte de su calidad.

En las hojas de especificación de los equipos están detallados todos los datos de los tanques y en el anexo A.5 se resume el cálculo llevado a cabo para diseñar los tanques.

¹⁴ API Standard 650

¹⁵ “El empleo del frío en la industria de la alimentación”. R. Plank, Rafael Usón, H Engerth. (pág.455)

6.5 Diseño del cubeto

En el cubeto habrá 6 tanques, 3 para almacenar aceite de oliva virgen y los otros 3 para almacenar aceite de oliva refinado. Cuatro de estos tanques tendrán una capacidad de 2130m^3 , y los otros dos de 502m^3 como ya se ha dicho anteriormente. Esto se debe a que en primer lugar se descargará el aceite en los tanques pequeños para comprobar que no esté contaminado. En caso de que no esté contaminado, se abrirían las válvulas para almacenar todo el aceite en los 4 tanques restantes, dejando los tanques de análisis vacíos. En el caso de que el aceite estuviese contaminado se debería probablemente a la suciedad de las tuberías, o bien que viniesen contaminados del buque ya que en caso de mala mar el barco puede escorar de tal manera que entra agua salada en la cubierta. Si hay alguna apertura en el tanque se llena por tanto de agua salada. Esto se solucionaría llenando los tanques de 500m^3 con la cantidad de aceite contaminada. El resto se almacenaría en los otros 4 tanques y debería entonces, tener las propiedades deseadas. Ese procedimiento se explica más detalladamente en el apartado de manual de operación.

En referencia al cubeto, éste tendrá una capacidad total de 3816m^3 , con el lado mayor de 41.44m , el lado menor de 30.68m y una altura de 3m , la máxima permitida por ley ¹⁶ [ref 16]. Sus dimensiones se han calculado teniendo en cuenta el volumen mínimo que debe tener, para mayor seguridad y prevenir posibles accidentes. Seguidamente se muestra la figura 6.5 donde se puede ver un esquema del cubeto de aceite. Para obtener las distancias correspondientes en cuanto a la distribución de los tanques dentro del cubeto, cabe decir que se ha seguido el BOE num. 112 del 10 de Mayo del 2001. En el anexo A.4 se pueden ver paso por paso los cálculos llevados a cabo para la obtención de los valores citados.

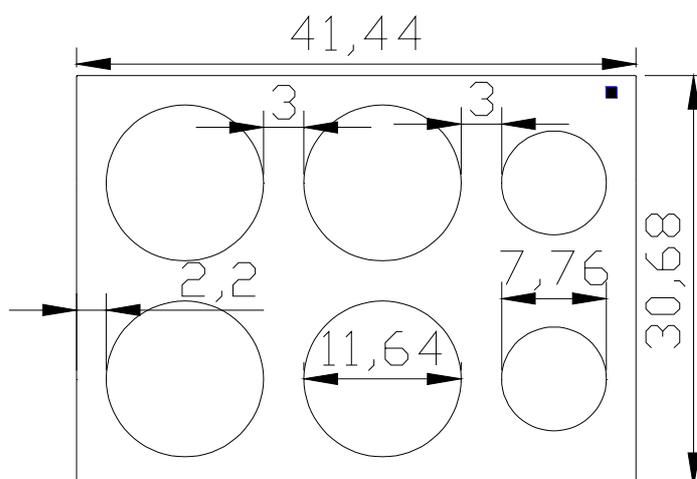


Fig. 6.5: Esquema del cubeto.

¹⁶ ITC-MIE-APQ-001.
Alm. PP. QQ. JEM.2006. Rev04, pág. 20.

6.6 Diseño del intercambiador de calor del tanque^{17 [ref 17]}

Dado que en Gdansk se han llegado a alcanzar temperaturas de hasta 8.4° C bajo cero, se ha decidido poner un intercambiador de calor en cada tanque de aceite para mantener la temperatura de éste alrededor de los 20° C. Esto se debe a que las bajas temperaturas influyen en la viscosidad del aceite, haciéndolo a veces imposible de descargar y por tanto, es necesario un control continuo de su temperatura.

El intercambiador que se utilizará será de serpentín y se situará en el fondo del tanque. Para mantener el aceite a la temperatura deseada se utilizará vapor de agua saturado que entrará a una temperatura de 140° C y saldrá condensado a 140° C. Se utilizará agua destilada y no agua de mar, ya que en caso de rotura del tubo de serpentín el aceite se contaminaría con cloruros y sería mucho más difícil su extracción. Se ha pensado en la posibilidad de calentarlo con aceite pero su viscosidad dificultaría el bombeo y no resultaría económico.

Los cálculos para el diseño del intercambiador se pueden ver en el anexo A.6, del que se pueden sustraer los datos más importantes obtenidos, que son lo que se muestran a continuación en la tabla. Hay que tener en cuenta que el diámetro de tubo utilizado es de 3'' y de acero inoxidable Schedule 40.

Q (MJ/h)	Area (m2)	Longitud (m)	U (W/m2°K)
7486	48,7	175	350

Tabla 6.5. Datos del intercambiador.

Cabe decir que habrá una diferencia de temperatura entre el tanque y el exterior como máximo de 20° C. Teniendo en cuenta este dato y la gran cantidad de aceite que se almacena en el tanque, se ha considerado que el tanque de aceite perderá 3 °C cada 30 h.

El intercambiador se ha diseñado para aportar todo el calor necesario en 5 horas. Teniendo en cuenta que estará en funcionamiento siempre que la temperatura del aceite sea igual o inferior a 16° C, teóricamente hará falta utilizarlo una vez cada 30 horas. De todos modos se ha puesto controladores para mayor seguridad:

¹⁷ Datos sustraídos de la asignatura Simulación de Operaciones unitarias (precio del vapor de agua).
 Datos sustraídos de la asignatura Oficina Tècnica a l'enginyeria química (diámetros tuberías y Sch).
 Información proporcionada por el profesor de Operaciones básicas de separación Laureano Jiménez.
 Información proporcionada por el profesor de Ingeniería Térmica Manel Vallès.
 Yunus A. Çengel, 'Transferencia de calor', 2ª Edición. McGraw Hill, pág. 730.

6.6.1 Controlador de temperatura

Se ha situado un controlador de temperatura en cada tanque de aceite que a su vez estarán conectados a la válvula de apertura/cierre del vapor de agua. Si la temperatura es inferior a 16° C la válvula se abrirá automáticamente, de la misma manera que se cerrará en caso que la temperatura sea igual o superior a los 20° C. Se ha diseñado así porque se cree más seguro y a la vez más económico, ya que se está optimizando el uso del vapor de agua.

6.6.2 Controlador de presión diferencial

También se utilizará un controlador de presión diferencial Presostato conectado a la misma válvula de apertura/cierre de vapor de agua. Éste medirá la presión a la entrada y a la salida del tubo del serpentín. En caso que haya una rotura en el tubo, habría una variación significativa en la presión de salida y por tanto se cerraría la válvula para evitar así más contaminación del aceite.

6.6.3 Caldera

Dado que se usará vapor para mantener la temperatura del aceite, se necesitará una caldera para conseguirlo. Ésta será de 2000 Kw. de potencia y proporcionará el vapor de agua a una presión de 4 Kg. /cm² y a una temperatura de 140 ° C. La caldera será de tipo BWD (ya que pueden aportar un máximo de 10Tm/h de vapor) de la empresa Babcock Wanson y su funcionamiento se basa en lo siguiente:

El vapor se genera calentando un importante volumen de agua, por medio de los humos producidos durante la combustión del gas o del fuel y circulando en los tubos sumergidos. Esta es la técnica más clásica para la producción de vapor saturado, de agua o de vapor sobrecalentado para una gama de caudales de 160 a 50000 kg/h (112 a 34000 kW).^{18 [ref 18]}.

6.6.4 Estudio económico

Dado que el intercambiador trabaja 5 horas al día y una vez cada 30 horas, las horas totales trabajadas en un mes son 120 aproximadamente. El precio del vapor de agua es de 10,20€/Tm., por tanto y teniendo en cuenta que el caudal de vapor utilizado es de 3,49Tm/h., se ha hecho el cálculo del coste máximo anual del vapor de agua según la siguiente ecuación:

¹⁸ Para más información visite http://www.babcock-wanson.es/hi/calderas_pirotubulares.htm

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

$$120 \left[\frac{h}{mes} \right] \cdot 6 \left[\frac{meses}{año} \right] \cdot 3,49 \cdot \left[\frac{Tm}{h} \right] \cdot 10,20 \left[\frac{€}{Tm} \right] = 25621 \frac{€}{año}. \quad \text{Ec.6.6.4.1}$$

Se ha tenido en cuenta que el intercambiador trabajará solo 6 meses/año. Esto es debido a que en verano la temperatura del tanque y del exterior estará alrededor de los 20° C. Cabe decir también que el cálculo se ha llevado a cabo considerando que el tanque de aceite esté siempre lleno. Es por ello que para estimar un coste real, se considerará que el aceite ocupa la mitad del volumen de todo el tanque y por tanto el precio final será de 12810 €/año. Así pues, en base a este precio se considerará que la caldera representará un coste de 15000 €/año, considerando que el resto se dedica a la desmineralización del agua.

Dado que la construcción del intercambiador también supone un precio, se ha calculado su coste teniendo en cuenta la ecuación siguiente ^{19 [ref 19]} Ec.6.6.4.2:

$$Precio[\$] = 6700 \cdot A[m^2]^{0,65}; \quad \text{Ec.6.6.4.2}$$

Así pues, sabiendo que el área de intercambio necesaria es de 48.7 m², el precio del intercambiador es de 83747 \$, que en euros supone un coste de 65684 €.

6.7 Diseño de las bombas de proceso ^{20 [ref 20]}

Dentro de la parte estudiada en el proyecto, es necesario disponer de un sistema de bombas. En este caso concreto, el sistema de bombas estará compuesto por dos tipos de bombas diferentes: una bomba para hacer la carga/descarga a cisternas y otra bomba que hará el mismo trabajo para llevar el producto a buques.

Estos dos tipos de bombas tendrán características comunes, como el fluido que bombean; pero otras muchas características las diferencian: la potencia que tienen, la velocidad del fluido, tipo de tubería o la magnitud del caudal bombeado. Todos estos factores hacen que las bombas sean diferentes: las bombas para cisternas son autoaspirantes de gran recámara, mientras que la bomba para enviar a buques es una bomba centrífuga de uso general. Decir que para elegir los equipos y sus características, se han hecho unos cálculos (especificados en el anexo A.7) y en estos se han tenido en cuenta todos los factores citados anteriormente.

Las bombas son unos equipos especiales, de uso común e imprescindible dentro de cualquier proceso, por esto mismo es muy importante disponer de ellas en todo momento. Es necesario

¹⁹ Dato proporcionado por el profesor de Simulación de operaciones unitarias Gonzalo Guillén.

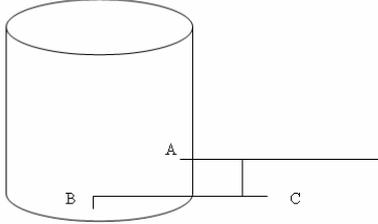
²⁰ Apuntes de la asignatura de 2º Ingeniería Fluidomecánica.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

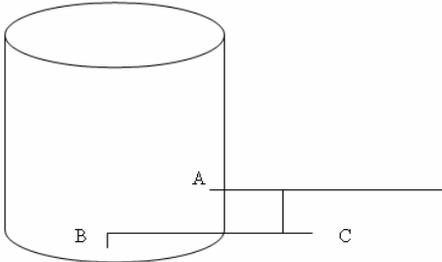
tener siempre una alternativa a cada uno de los equipos, ya que no se puede permitir tener la planta parada por el simple fallo de una bomba. La opción de tener los equipos por duplicado es una solución que se ha tenido en cuenta. Otra opción ha sido disminuir el número de equipos al poner alguna bomba en serie con otra igual para aumentar la potencia. También se ha barajado la posibilidad de tener bombas fijas y otras móviles para utilizarlas en cualquier punto y en sustitución de cualquiera de ellas. Con todas las hipótesis estudiadas, se ha decidido tener en la planta cuatro bombas autoaspirantes de gran recámara que bombeen el aceite para mandarlo a cisternas: dos de ellas trabajarán con aceite de oliva virgen y las otras dos trabajarán con aceite de oliva refinado; y además de estas cuatro bombas, se tendrá una bomba centrífuga de uso general que envíe el producto a barcos. Esta quinta bomba será de mayor capacidad que las otras cuatro, puesto que tiene que bombear más caudal y necesita más energía para funcionar. En las hojas de especificación se muestran con detalle todos los datos de las cinco bombas que se utilizan en la planta.

7 HOJAS DE ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

7.1 Hoja de especificación del tanque T1-A / T2-A

Fabricante	-		
Diámetro	11.64		m
Altura	20		m
Volumen total	2130		m ³
P operación	1		bar
T operación	16		°C
Densidad fluido	914		Kg/m ³
P diseño	1.38		bar
T diseño	20		°C
Test Hidrostático	1.55		bar
Corrosión permitida carcasa	1		mm
Código	DIN	Certificado	Si
Tapa	Semiesférica		
Tipo soporte	-		-
Aislamiento	No		-
Aislamiento Fuego	No		-
Pulido arena	-		-
D. Boca Hombre	610		mm
D. Anillo Refuerzo	1333		mm
Grosor anillo	10.65		mm
Número anillos	11		-
Seismo/Soporte tuberías/Carga de viento	-		-
Peso Vacío	61.55		Tm
Peso Lleno	2019.2		Tm
	Grosor		Material
Cilindro	10.65	mm	Astm A312-TP316L
Tapas	4.76	mm	Astm A312-TP316L
Fuentes	-	mm	Astm A312-TP316L
Servicio	Marca		-
Entrada/Salida producto	A		-
Achique	B		-
Limpieza	C		-
Esquema			

7.2 Hoja de especificación del tanque T3-A

Fabricante		-	
Diámetro	7.76	m	
Altura	10.6	m	
Volumen total	502	m ³	
P operación	1	bar	
T operación	15	°C	
Densidad fluido	914	Kg/m ³	
P diseño	1.38	bar	
T diseño	20	°C	
Test Hidrostático	1.55	bar	
Corrosión permitida carcasa	1	mm	
Código	DIN	Certificado	Si
Tapa		Semiesférica	
Tipo soporte	-	-	
Aislamiento	-	-	
Aislamiento Fuego	-	-	
Pulido arena	Si	-	
D. Boca Hombre	610	mm	
D. Anillo Refuerzo	1333	mm	
Grosor anillo	5.51	mm	
Número anillos	6	-	
Seismo	No	-	
Peso Vacío	11.57	Tm	
Peso Lleno	486.15	Tm	
-	Grosor		Material
Cilindro	5.51	mm	Astm A312-TP316L
Tapas	4.76	mm	Astm A312-TP316L
Fuentes	-	mm	Astm A312-TP316L
Servicio	Marca		-
Entrada/Salida producto	A		-
Achique	B		-
Limpieza	C		-
Esquema			

7.3 Hoja de especificación del intercambiador de calor

Hoja especificación intercambiador		
Datos Compañía		
Nombre:	Aguilar y Salas	
Localización:	Barcelona	
Fecha:	03/05/2009	
Datos Intercambiador:		
Tipo:	Serpentín	
Área (m²):	48.7	
Longitud (m):	175	
Material:	ASTM A312-TP316L	
Diámetro int (m):	0.0779	
Diámetro ext (m):	0.0889	
Grosor (m):	0.055	
Coef. Global U (W/m²°K):	350	
Calor intercambiado (MJ/h):	7486	
Presión diseño (kg/cm²):	4.5	
Presión Operación (kg/cm²):	3	
Datos Fluidos:		
Fluido:	Vapor de agua	Aceite
Cantidad total (Tm/h):	3.49	950
Vapor Sat. (Tm/h):	3.49	0
Líquido (Tm/h):	0	950
Temperatura ent (°K)	413	289
Temperatura sal (°K)	413	293
ΔTln	122	
Densidad (kg/m³):	1.965	914
Viscosidad (N·s/m²):	1.365 E-05	0.01008
Calor específico (J/kg·°K):	2244	1970
Conductividad térmica (W/m·°K):	0.0301	-
Calor latente (kJ/kg):	2145	-
Presión (kg/cm²):	3.68	1.03
Dibujo:		

7.4 Hoja de especificación de la bomba B – 1A

Hoja de especificación de la bomba	Fecha: 30 de abril del 2009
Identificación: B - 1A Planta: ORMEDSA Localización: Gdansk Fabricante: Johnson Pumps	Logo: 
Líquido bombeado	Aceite de oliva
Composición	100% Aceite de oliva
Temperatura (°C) / Presión de vapor (bar)	20 1.0E-05
Densidad (kg/m3) / Viscosidad (St)	914 1.E-06
Caudal: volumétrico (m3/h) / másico (T/h)	84.82 77.53
NPSH disponible (m)	22.76
Aspiración: núm. corriente	1A
Origen / Final	T - 1A B - 1A
DN (in) / Schedule	8 10
Longitud tubería (m)	35
Altura inicial (m) / Altura final (m)	0.8 0
Presión: (mcl)	16.00
Velocidad (m/s) / Reynolds / Factor de fricción (moody)	0.750 1.48E+05 0.018
Pérdidas de carga (m): menores	1.290
Impulsión: núm. corriente	8
Origen / Final	B - 1A Nexo entre vías 1A y 8
DN (in) / Schedule	4 10
Longitud tubería (m)	10
Altura inicial (m) / Altura final (m)	0.5 5
Presión: (mcl)	20.00
Velocidad (m/s) / Reynolds / Factor de fricción (moody)	3 2.97E+05 0.018
Pérdidas de carga (m): menores	24.009
ΔP	4.00
Tipo de bomba: mecanismo / tipo	Autoaspirante Multietapa
RPM	2900
Eficacia (%): total / eje / motor	76.5 90.0 85.0
Pérdidas: fricción en el eje sobre total de pérdidas	0.02
pérdidas mecánicas sobre total de pérdidas	0.015
Potencia nominal motor (kW) 15.7	

7.5 Hoja de especificación de la bomba B – 2A

Hoja de especificación de la bomba	Fecha: 30 de abril del 2009
Identificación: B - 1A Planta: ORMEDSA Localización: Gdansk Fabricante: Johnson Pumps	Logo: 
Líquido bombeado	Aceite de oliva
Composición	100% Aceite de oliva
Temperatura (°C) / Presión de vapor (bar)	20 1.0E-05
Densidad (kg/m3) / Viscosidad (St)	914 1.E-06
Caudal: volumétrico (m3/h) / másico (T/h)	84.82 77.53
NPSH disponible (m)	22.76
Aspiración: núm. corriente	3A
Origen / Final	T - 3A B - 2A
DN (in) / Schedule	8 10
Longitud tubería (m)	35
Altura inicial (m) / Altura final (m)	0.8 0
Presión: (mcl)	16.00
Velocidad (m/s) / Reynolds / Factor de fricción (moody)	0.750 1.48E+05 0.018
Pérdidas de carga (m): menores	1.290
Impulsión: núm. corriente	9
Origen / Final	B - 2A Nexo entre vías 3A y 9
DN (in) / Schedule	4 10
Longitud tubería (m)	10
Altura inicial (m) / Altura final (m)	0.5 5
Presión: (mcl)	20.00
Velocidad (m/s) / Reynolds / Factor de fricción (moody)	3 2.97E+05 0.018
Pérdidas de carga (m): menores	24.009
ΔP	4.00
Tipo de bomba: mecanismo / tipo	Autoaspirante Multietapa
RPM	2900
Eficacia (%): total / eje / motor	76.5 90.0 85.0
Pérdidas: fricción en el eje sobre total de pérdidas pérdidas mecánicas sobre total de pérdidas	0.02 0.015
Potencia nominal motor (kW) 15.7	

7.6 Hoja de especificación de la bomba B – 1B

Hoja de especificación de bomba	Fecha: 30 de abril del 2009		
Equipo: B - 1B Planta: ORMEDSA Localización: Gdansk Fabricante: Johnson Pumps	Logo: 		
Líquido bombeado	Aceite de oliva		
Composición	100% Aceite de oliva		
Temperatura (°C) / Presión de vapor (bar)	20	1.0E-05	
Densidad (kg/m3) / Viscosidad (St)	914	1.E-06	
Caudal: volumétrico (m3/h) / másico (T/h)	250	228.50	
NPSH disponible (m)	16.51		
Aspiración: núm. corriente	-		
Origen / Final	-	Buque	
DN (in) / Schedule	8	10	
Longitud tubería (m)	40		
Altura inicial (m) / Altura final (m)	0.5	-	
Presión: (bar)	16.00		
Velocidad (m/s) / Reynolds / Factor de fricción (moody)	0.750	1.48E+05	0.018
Pérdidas de carga (m): menores	1.290		
Impulsión: núm. corriente	11		
Origen / Final	B - 1B	vías 4 o 12	
DN (in) / Schedule	8	10	
Longitud tubería (m)	110		
Altura inicial (m) / Altura final (m)	0.5	-	
Presión: (bar)	20.00		
Velocidad (m/s) / Reynolds / Factor de fricción (moody)	0.700	1.87E+05	0.018
Pérdidas de carga (m): menores	24.009		
ΔP	4.00		
Tipo de bomba: mecanismo / tipo	Autoaspirante	Multietapa	
RPM	3000		
Eficacia (%): total / eje / motor	76.5	90.0	85.0
Pèrdues: fricción en el eje sobre total de pérdidas	0.02		
pérdidas mecánicas sobre total de pérdidas	0.015		
Potencia nominal motor (kW)	49.9		

8 MANUAL DE SEGURIDAD

La seguridad industrial trata la minimización del riesgo para las personas, instalaciones, productos, servicios y medio ambiente. A continuación se hace un estudio de seguridad de la instalación de Ormedsa.

La seguridad industrial se basa en prevenir y controlar la instalación y mantener un personal cualificado y preparado. La prevención ha de ser continua, desde una prevención inicial hasta una prevención del día a día, en la que las actuaciones y reparaciones que sean necesarias abarquen la totalidad de la instalación. El personal que opere en la instalación ha de ser consciente de su función y tiene que conocer las consecuencias de cada fallo. Los operadores tienen que ser profesionales, formados adecuadamente, implicados en la actividad industrial y con motivación para trabajar al máximo rendimiento.

Para hacer una buena prevención de accidentes, es necesario hacer un análisis de riesgo en el que se siguen unos pasos muy concretos:

- Diseñar las instalaciones.
- Prevención de riesgos.
- Detectar posibles accidentes o zonas peligrosas.
- Respuesta del sistema.
- Planificación.
- Detectar el problema, medir su magnitud y proporcionar soluciones.
- Aprender de los errores y rediseñar la instalación, si fuese necesario.

Desde un punto de vista muy general se podrían cuantificar las causas más frecuentes de los accidentes industriales. El objetivo principal de todas las instalaciones es la seguridad. Para esto se hace el diseño de la instalación con los mayores sistemas de protección, tanto personal como de la propia instalación. La seguridad en la operación y la formación de los operarios es muy importante a la hora de prevenir un accidente. La gestión del proceso y la organización en la planta proporciona un control sobre las competencias de cada persona y delimita la acción de los equipos. Por último, un buen ambiente en la empresa y una buena gestión se ven reflejados en los resultados que se obtienen.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

A la hora de hacer el diseño de la planta se han de tener en cuenta los siguientes procedimientos de diseño:

- Punto de aplicación concreto: condiciones, requisitos, legislación vigente, etc
- Definición concreta de la actividad y competencias exigidas.

8.1 PS 01. Seguridad en el diseño y análisis preliminar

8.1.1 ITS 01-01. Análisis de riesgo

Para hacer un análisis preliminar del riesgo de la planta se tienen que considerar todos los elementos que se tienen en la planta, desde el emplazamiento hasta los equipos e instrumentación. Los principales puntos a tener en cuenta para hacer un análisis de riesgo son los siguientes:

- Describir todo el sistema: Emplazamiento, listas de equipos y estudio HAZOP.
- Identificación de los riesgos: Detección de los fallos y sus consecuencias.
- Tratamiento de datos: Permite hacer estadísticas y prevenir posibles fallos.
- Experiencias anteriores: Permite aprender de los errores anteriores y predecir consecuencias o fallos que tuvieron.
- Identificación de métodos que hagan reducir las consecuencias y la secuencia de sucesos (efecto dominó).
- Otros tipos de análisis: Árbol de fallos, árbol de sucesos, estimar probabilidades.
- Reducción de la probabilidad de fallo: Revisiones periódicas, cambios en un diseño defectuoso, aplicación de nuevas tecnologías y mejoras en el sistema...
- Aplicar el diseño de la instalación con respecto al nivel de riesgo: Si el diseño de una instalación provoca un riesgo algo, se deshecha el diseño.

Una vez se tienen descritos y estudiados todos estos puntos, se empieza a hacer el diseño completo del proyecto; en el que todos estos aspectos tienen su lugar.

8.2 PS 02. Seguridad en la operación

Una vez se han tenido en cuenta la seguridad en el diseño de la planta, se tiene que tener en cuenta la seguridad en el trabajo diario. Este tratamiento diario forma parte tanto del

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

personal que trabaja en la planta como de los propios elementos, como son equipos, tanques, sistemas, operativas... El personal tiene un papel importante en la planta y es muy importante que este personal esté sensibilizado tanto con los detalles de las operativas diarias como con las situaciones de emergencias.

Para conseguir que el personal tenga esa sensibilización, la empresa debe invertir tiempo y dinero en motivar, en formar continuamente y enhacer que los trabajadores participen en la empresa. Con respecto a la formación del personal, es un aspecto necesario que se crea desde la propia terminal. Con la formación no solo se instruye a los trabajadores, también se previene un elevado porcentaje de accidentes, se les da recursos a la hora de responder ante un accidente y se les mantiene al día con respecto a avances y novedades en el sector. Se instruirá al personal de la planta mediante:

- **Cursos:** Dentro de la formación permanente se harán cursos generales para todos los trabajadores y otros más específicos para casos más concretos.
- **Cursos específicos:** Cursos más especializados en las funciones de cada trabajador.
- **Propiedades de los productos que se almacenan.**
- **Operaciones que se hacen dentro de la planta.**
- **Causas y consecuencias de un mal funcionamiento u operación.**
- **Peligros que se pueden dar en la planta.**
- **Entrenamiento y prácticas:** Regularmente hay que hacer prácticas y simulaciones de accidentes para saber qué hacer en cada ocasión. Entrenar al personal con emergencias y situaciones límite son actos para mantener alerta a los operarios y así tener más reciente qué hacer en el caso de imprevistos.

A la hora de hacer el plan de emergencia, es necesario que un equipo de especialistas observadores esté atento al simulacro. Mediante medios audiovisuales (videos, recogida de datos, tiempos de respuesta) se puede valorar la actuación de los operarios y así proponer mejoras y aprender de los errores que se han dado.

8.2.1 ITS 02-01. Seguridad en el caso de emergencia

Las emergencias se pueden clasificar con respecto al grado de importancia que tienen. En la planta estudiada el producto con el que se trata es aceite, aunque también se dispone de agua y vapor de agua que se utilizan en el intercambiador de calor y en las operaciones de

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

limpieza y mantenimiento de la planta. Estas sustancias no son peligrosas ni necesitan de unos sistemas de seguridad especial; por lo tanto la instalación queda clasificada con un riesgo bajo.

No obstante, en caso de accidente hay que seguir un guión concreto y detallado que se muestra en el esquema siguiente. En esta situación concreta, cada acción deberá hacerse de la manera más sensata, rápida y eficaz ya que puede producir un avance o un error a la hora de solucionar la situación de emergencia.

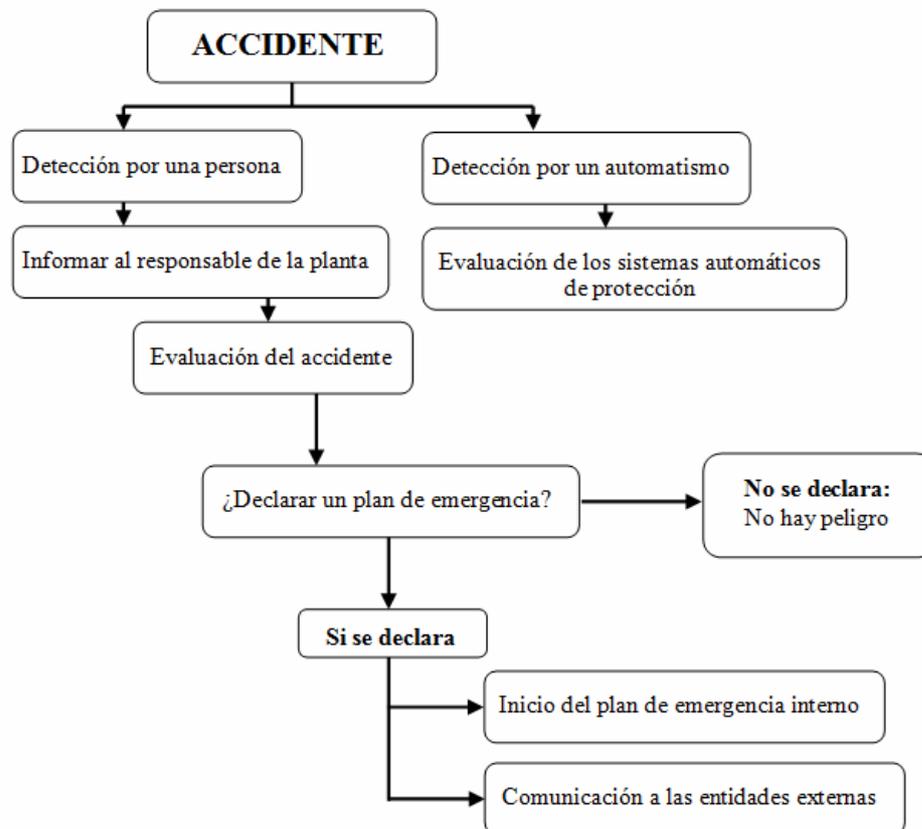


Gráfico ITS 02-01: Procedimiento en caso de accidente.

Planes de emergencia

Cuando se pone en marcha un plan de emergencia, se tiene que parar la actividad industrial en determinadas condiciones de seguridad; teniendo en cuenta los equipos y puntos en los que la emergencia se podría agravar o propagar. Un plan de emergencia debe tener:

- Redes de comunicación con los órganos de emergencia: Bomberos, Policías, Hospitales, Ambulancias...
- Equipos contra incendios de la propia planta y otros sistemas de seguridad.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Comunicación entre los trabajadores de la planta, para estar al corriente de la situación.
- Manual de instrucciones de actuación en caso de accidentes más comunes. Saber qué tiene que hacer cada operador en esa emergencia.

Hay que recordar, que los productos que se tratan en la planta no son peligrosos (se trabaja con aceite de oliva). Es por eso, que todos estos sistemas de emergencia, alarmas y planes tienen que estar regulados para cumplirlos. De manera regular, se pondrán en marcha estos planes como simulacros para tener al personal alerta y entrenado en el caso en que el accidente tuviera lugar. Por lo demás decir que la planta no tendrá unas medidas de seguridad ni unos planes de emergencia tan complejos como lo pueden tener otras planta.

8.2.2 ITS 02-02. Protección de equipos a sobrepresión

Todos los tanques tendrán unos sistemas de protección para evitar que estén afectados por sobrepresión en caso de fallo de emergencia. Para diseñar equipos a presión se tiene que seguir el reglamento ITC-MIE-AP-6. Conforme a este mismo código de diseño se tienen que diseñar todos los elementos que se incluyan en su uso, proporcionándoles una protección especial y aislamiento específico.

8.2.3 ITS 02-03. Iluminación en tanques y cubetos

La iluminación de los tanques y cubetos es diferente del alumbrado general de la planta, por eso se estudia a parte. Debido a la altura de los tanques, se ha decidido que a lo largo del perímetro de los mismos se colocarán las bombillas de señalización necesarias para alcanzar un nivel de iluminación de 50 lux. Con respecto al cubeto, se colocarán unos focos alrededor enfocados al interior. De esta manera se iluminará el fondo del cubeto por si hubiese algún problema durante la noche y además así también señala el comienzo del cubeto; para evitar accidentes.

8.2.4 ITS 02-04. Iluminación del foso de bombas y torres de carga/descarga

Se colocarán en la parte superior del foso de bombas unos fluorescentes comunes de una potencia superior a la normal especiales para exteriores. Dependiendo de la potencia que estos tengan, estarán colocados a una distancia mayor o menor entre ellos; para iluminar el espacio de manera que facilite las operaciones que se tengan que hacer allí cuando la iluminación natural es menor.

8.2.5 ITS 02-05. Reglamentación de iluminación²¹ [ref 21]

Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

8.2.6 ITS 02-06. Puesta a tierra²² [ref 22]

Un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos a tierra, para evitar que se dañen los equipos en caso de corriente transitoria peligrosa. Los objetivos de un sistema de puesta a tierra son:

- Proporcionar seguridad a las personas.
- Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, facilitando y garantizando la correcta operación de los dispositivos de protección.
- Establecer la permanencia, de un potencial de referencia, al estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación.

Mediante la puesta a tierra se consigue que en la instalación no haya diferencias de potenciales peligrosas; además de permitir el paso de las corrientes de origen atmosférico.

La puesta a tierra general se hace por medio de electrodos verticales (barras) de cobre que suelen tener un tamaño de 0.02m de diámetro y 2m de longitud. Los elementos como el cubeto, los tanques, el foso de bombas o las torres de carga tienen una puesta a tierra especial. Está formada por una malla o reticulado de cobre reforzado con electrodos verticales que les dan más seguridad. Toda la instalación está hecha de cobre porque es un material con gran resistencia a la humedad y a la acción química que produce el terreno.

Como el resto de la instalación, la puesta a tierra también requiere de mantenimiento y control; ya que factores atmosféricos y de terreno pueden afectar y acelerar el proceso natural de oxidación, debilitando su función y pudiendo llegar a anularla. Por eso es importante que cada cierto tiempo se le haga una puesta a punto.

8.2.7 ITS 02-07. Red de emergencia

Tal y como se ha dicho antes, la terminal de Ormedsa dispone de una fuente de energía eléctrica de generación propia para uso en caso de emergencia. La instalación está formada

²¹ http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=1997/08669

²² http://www.procobre.com/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/junio/conductores/unidad4.pdf

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

por un electrógeno de emergencia por combustión de gasoil de 300CV capaz de suministrar 380V con un objetivo de conseguir la potencia suficiente para mantener la planta operativa.

Esta red de emergencia suministra energía, en caso de fallo de la red, a los equipos contra incendios y al foso de bombas, ya que son imprescindibles en una situación de emergencia. De la misma manera, también proporciona energía a la parte de iluminación de las oficinas, los alrededores de la planta y al alumbrado de emergencia (pulsadores de alarmas, circuitos y comunicaciones internas/externas de la terminal y del SCI).

8.3 PS 03. Clasificación de peligrosidad de productos

Debido a que el único producto que se trata en la planta es aceite de oliva (virgen o refinado) y que el aceite no está considerado un producto químico peligroso; esta parte no entra dentro del estudio, porque no se puede aplicar.

8.4 PS 04. Medidas de protección contra incendios^{23 [ref 23] 24 [ref 24]}

Los incendios pueden llegar a presentarse en la empresa y para hacerles frente es necesario estar capacitados y además conocer las medidas de prevención y control de incendios. Por eso, la mayoría de empresas consideran este riesgo e implementan un programa de prevención y control. Para la buena gestión de los planes de prevención, es muy importante la participación de todos los trabajadores de la empresa y mantenerlos también en una formación continua que les haga partícipes.

A pesar de que la rapidez a la hora de actuar ante un incendio es muy importante, si no se dispone de los medios necesarios, no sirve de nada. Por eso en los siguientes puntos se explican las facilidades técnicas que dispone la planta en cuanto a los sistemas contra incendios.

Debido a que los productos que se almacenan en la planta (aceite de oliva y aceite de oliva refinado) no tienen productos con tendencia a la combustión, y más teniendo en cuenta las condiciones de almacenamiento que se tienen en Polonia; los sistemas de protección contra incendios serán los más básicos. Se dispondrá únicamente de los sistemas contra incendios necesarios con respecto a los productos almacenados.

²³ http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_leg.pdf

²⁴ <http://www.la-fortaleza.com/incendio.htm>

8.4.1 ITS 04-01. Red de distribución de agua

La red de distribución de agua es la proveniente del tanque nodriza de 50m³. De aquí se distribuirá a los sistemas que necesiten el agua que son los Sprinklers de la torre de carga, a los BIE's y a los hidrantes.

En los sistemas a los que no llega este sistema de agua, también hay protección contra incendios. Estos casos son los edificios administrativos y oficinas, que están equipados con extintores. En todos estos lugares se dispone de un sistema de extintores de diferentes capacidades dependiendo de las necesidades del lugar. Las especificaciones de los extintores se describen más adelante. Un esquema de la red de distribución de agua se puede ver en los planos del Layout 2-B.

8.4.2 ITS 04-02. Sprinklers^{25 [ref 25]}

Los Sprinklers son rociadores que descargan el agua en forma de semiesfera en gotas muy pequeñas. Cubren una superficie variable en función del tipo de riego que emiten. Cada Sprinklers automático posee un cuerpo, una tobera de descarga, el deflector y un elemento fusible. El fusible puede ser un líquido dentro de un bulbo de vidrio y esta parte es la más importante porque hace tres funciones:

- Actúa por temperatura detectando el fuego como un detector térmico.
- Extingue las llamas, porque al activarse descarga el líquido que contiene.
- Después de actuar debe cerrar la válvula que le proporciona el agua contra incendios.

Los Sprinklers que se han elegido para la planta son *Sprinklers C2 Viking*. Este modelo se utilizará en la torre de carga y las dimensiones de estos equipos se muestran en el Anexo A.8.

8.4.3 ITS 04-03. BIE's y extintores^{26 [ref 26]}

Las redes interiores de Bocas de Incendios Equipadas (BIE's) constituyen las instalaciones contra incendios situadas dentro de los edificios. Según el edificio y sus características se elige un tipo de BIE's u otro. Las que se dispondrán en la planta son del *modelo 425320 de Parsi*, ya que estas ofrecen la ventaja de tener en el mismo cajón una

²⁵ http://www.construmatica.com/construpedia/Sprinklers_Autom%C3%A1ticos

²⁶ <http://www.parsi-pci.com/utdfs/ws-488/Assets/BIE%20parsi%20y%20armario%20extintor.pdf>

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

manguera contra incendios y un extintor de polvo; permitiendo su uso para las diferentes ocasiones. Las características de estos equipos están descritas en el Anexo A.8.

Para distribuir los BIE's a lo largo de los edificios, se hará de forma que la distancia entre uno y otro nunca sea menor de 25m y tampoco sea nunca mayor de 50m. De esta manera y teniendo también en cuenta la magnitud del edificio, se colocarán más o menos conjuntos.

8.4.4 ITS 04-04. Hidrantes^{27 [ref 27]}

Los hidrantes que se disponen en la terminal son de columna seca, concretamente el modelo *Supertifón* de Anber. Algunas de las características más importantes que tienen estos equipos son que sus bocas de salida son inclinadas, evitando el colapso de las mangueras; tiene un sistema antiheladas para afrontar las bajas temperaturas de invierno y cierran asegurando la estanqueidad. El resto de datos de los equipos se muestran en el Anexo A.8, junto con el resto de SCI.

8.4.5 ITS 04-05. Duchas y lavaojos^{28 [ref 28]}

Aunque en la planta no se trate con productos especialmente peligrosos, es obligatorio que se disponga de una red de duchas y lavaojos para utilizarlos si el personal de la planta tuviese algún contacto con el producto. El modelo que se tendrá en la planta es el 5025 del fabricante *Carlos Arbolés*. Este equipo tiene una segunda válvula termostática que se pone en funcionamiento si la temperatura del agua de salida sube por encima de los 35°C, manteniéndola en un rango constante. El esquema de este equipo se muestra en el Anexo A.8.

8.5 PS 05. Sistemas de protección personal^{29 [ref 29]}. **Salud laboral**

De la misma manera que se ha dicho antes, la planta tiene un riesgo bajo y, por tanto, el personal de la planta también tendrá un riesgo bajo en su trabajo diario. Se entiende por ropa de protección la que sustituye o cubre a la ropa personal y que está diseñada para proporcionar protección personal, evitando lesiones en el cuerpo por agresiones externas y limitando riesgos para la salud. Habitualmente, el uso de ropa de protección disminuye la productividad y aumenta la incomodidad del trabajador. También puede reducir la calidad del proceso porque limita la precisión e incrementa las tasas de error. Aunque la mejor solución

²⁷ <http://www.anber.es/>

²⁸ http://www.carlosarboles.com/esp/duchas/catalogo_desc.asp?keyCat=57&key2=331&keyRuta=esp&keyIdiom a=1&keyNomCat=Duchas/Lava%20Ojos%20con%20Agua%20Templada

²⁹ <http://www.duerto.com/normativa/ropa.php>

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

es seleccionar el grado adecuado de protección necesaria con respecto a la actividad del trabajador.

8.5.1 ITS 05-01. Equipos de Protección Individual (EPI)

La configuración de la ropa protectora varía mucho en función del uso a que vaya destinada. No obstante, los elementos normales son casi siempre similares a las prendas de uso común: pantalones, chaleco, casco, botas y guantes. La ropa protectora frente a riesgos químicos o fuegos suele ser de confección más especializada. Normalmente, la ropa de protección se clasifica con respecto a la función de riesgo para cuya protección está destinada. En el caso concreto de nuestra planta, la ropa de protección debería ser una mezcla entre la que ofrece resistencia al frío y la intemperie y la de alta visibilidad.

Con respecto a la ropa frente al frío y la intemperie, suele estar constituida por textiles naturales o sintéticos recubiertos por una capa de material impermeable (PVC o Poliuretanos) o bien tejidos sometidos a algún tipo de tratamiento para lograr una protección específica. Teniendo en cuenta que las temperaturas invernales en Gdansk (Polonia) donde se ubica la planta son muy bajas, las prendas deben tener unas protecciones especiales:

- Coeficiente de aislamiento térmico: Aislamiento desde la piel hasta la superficie externa de la prenda.
- Permeabilidad al aire (0 a 3): Nivel de impermeabilidad de la prenda.
- Resistencia evaporativa: Nivel de respirabilidad de la prenda.
- Resistencia a la penetración del agua (0 a 3): Nivel de impermeabilidad de la prenda.

Es importante que el empleado esté visible en cualquier situación, sobretodo si hubiese una situación de riesgo; por eso la importancia de la ropa de alta visibilidad. Estas prendas son visibles bajo cualquier tipo de luz diurna o haz de luz artificial. Esto se consigue porque suelen estar confeccionadas con materiales fluorescentes o capaces de reflejar la luz. Los usuarios deben tener en cuenta el entorno en que se desarrolla su actividad para determinar cuál es el tipo de protección necesario y seleccionar el color que proporcione el mejor contraste.

Con todos estos datos, se ha decidido que los operarios serán los empleados que más uso hagan de estas ropas de protección. Tendrán unos pantalones y un abrigo específicos con materiales reflectantes para que puedan ser vistos con facilidad. En el caso de los directivos

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

de la empresa, tendrán un abrigo igual que los operarios para que lo lleven puesto a la hora de acceder a la parte de las instalaciones en la que se precise su uso (toda la planta a excepción del interior de las oficinas). Todos los empleados tendrán que llevar puesto un casco de protección y los que estén presentes en las operaciones de carga-descarga de producto deberán llevar también unas gafas de protección transparentes. Los encargados de la supervisión y montaje de las mangueras en la carga-descarga deberán usar unos guantes de protección con materiales resistentes a riesgos de tipo mecánico (rasgaduras, cortes, esfuerzos...)

8.6 PS 06. Estudio de seguridad

El primer paso para hacer un estudio de seguridad es identificar de manera concreta y rigurosa cada uno de los puntos en los que se puede producir un accidente. Para hacer este análisis se pueden hacer distintos estudios.

- **Cualitativos:** Estudios que no entran en cálculos de los riesgos, sino se basan en análisis críticos de las posibles situaciones de emergencia. El método más utilizado es el HAZOP (Hazard and Operability Analysis) siendo además el que hemos estudiado en el proyecto.
- **Semicuantitativos:** Estudios basados en hacer una clasificación de los accidentes dependiendo de su potencial para ocasionar otros daños posteriores (efecto *Dominó*).
- **Cuantitativos:** Estudios que cuantifican el riesgo de una instalación, mediante la frecuencia y las consecuencias de los accidentes, así como determinar las distancias entre los focos de emergencias y las zonas de vulnerabilidad.

8.6.1 ITS 06-01. Estudio HAZOP

Información general y objetivos ^{30 [ref 30]}

El HAZOP (Hazard and Operability Analysis), también conocido como Análisis Funcional de Operabilidad (AFO), es un técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, accidentes y problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación de un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya se

³⁰ http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/HAZOP.htm

RD 1254/99 donde se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas “palabras guía”.

El análisis HAZOP presenta el siguiente esquema:

- Elección de un equipo.
- Definir las funciones deseadas del equipo incluidas las conducciones y aparatos o servicios auxiliares asociados al mismo.
- Elección de una línea de conducción.
- Definir la función deseada de esta línea de conducción.
- Usar la primera “palabra guía”.
- Formular la posible desviación, determinar las causas, examinar las consecuencias, determinar la peligrosidad y proponer medidas necesarias.
- Repetir el punto anterior para las desviaciones definidas con la “palabra guía” y cambiar también la “palabra guía”.
- Revisar que el análisis del equipo está completo.
- Hacer el mismo análisis con los diferentes equipos de la planta.

Definición del área de estudio y metodología de análisis

Antes de ponerse a desarrollar el estudio, se tiene que definir el objetivo y alcance del análisis, de los límites físicos que tiene la instalación o proceso que se quiere estudiar.

Después del paso previo, el siguiente paso es seleccionar los elementos o puntos críticos que se van a estudiar, que suelen corresponder con cada línea de flujo. De manera secuencial y repetitiva se van aplicando las palabras guía a cada una de las condiciones de operación del proceso, sustancias y variables que intervienen en el proceso. Cambiando las palabras guía y las desviaciones se van haciendo las diferentes variaciones de las situaciones que se pueden dar en la planta y así se va generando el estudio HAZOP.

Definición de los nudos

Los nudos corresponden a cada una de los puntos que se localizan en el proceso y que se estudian en la matriz de riesgos. Cada nudo se tiene que identificar, numerar correlativamente para facilitar la mejor ubicación dentro del proceso. Para poder localizar mejor cada uno de estos puntos, es imprescindible basarse en el P&ID de la planta y a partir de allí hacer el estudio.

Aplicación de las palabras guía

Palabra guía	Definición	Parámetros del proceso
NO	Negación del parámetro estudiado	Temperatura, Presión, Nivel, Caudal (estos son los parámetros que se estudian aunque hay muchos más)
MENOS	Disminución significativa del parámetro.	
MÁS	Aumento significativo del parámetro	

Tabla ITS 06-01: Definición de los nudos del estudio HAZOP

Definición de las desviaciones a estudiar

Para cada nudo que se plantea en el análisis, se le asigna una palabra guía y a esta una desviación. Para que el estudio sea lo más completo, se estudian todas las combinaciones posibles haciendo iteraciones entre las palabras guía y las desviaciones que estas tienen. Como en todas las combinaciones, se descartan las opciones que no son viables y estas no se estudian.

Una vez se tienen las desviaciones, se estudian las posibles causas y las consecuencias que se pueden llegar a dar en cada nudo. Después de tener esta parte, se proponen mejoras para que los accidentes y las consecuencias no se lleguen a dar.

Sesiones HAZOP

El estudio HAZOP es un estudio que se tiene que hacer en grupo, ya que hacerlo de manera individual no tiene mucho sentido. El hecho de que las ideas, nudos, posibles causas, consecuencias, peligros o mejoras sean dichas en grupo, ayuda a hacer que este estudio tenga una mayor calidad. Hacer el estudio en grupo ayuda a que sea más completo, a que tenga más opciones y a que todos los miembros hayan colaborado en él.

En las sesiones HAZOP, se comentaban los nudos, las palabras guía, las desviaciones y entre todos se pensaba cuáles podían ser las causas, las consecuencias y cómo se pueden evitar que el hecho se produzca otra vez.

Requisitos y limitaciones

El método HAZOP como herramienta de análisis y estudio presupone tres hipótesis, sin las cuales el estudio no tiene validez:

- La instalación tiene que estar *bien diseñada*: Se tiene que basar en la experiencia que tienen otras instalaciones, el completo conocimiento de los procesos implicados y la aplicación de las normas y códigos por los que la empresa se rige.
- La instalación debe estar hecha con los *materiales adecuados*: Los materiales deben elegirse en función a la utilidad que se les va a dar y a las condiciones de trabajo de los equipos.
- No se consideran como causas de desviación las *condiciones normales de operación* ni la carencia de protección a la hora de hacer el trabajo.

Estudio del HAZOP en la terminal de Ormedsa

El estudio del HAZOP se encuentra en el anexo A.9

9 MANUAL DE OPERACIÓN

9.1 PO 01. Puesta en marcha

Esta operación se llevará a cabo para garantizar el perfecto estado de todos los equipos de la instalación antes de realizar cualquier operación. Para ellos se realizarán una serie de pruebas que confirmen las características de cada equipo. Éstas son las que se muestran a continuación:

9.1.1 ITO 01-01. Comprobación de la instalación

En primer lugar se comprobará que todos los equipos e instrumentación están situados e instalados correctamente. Esto se hará con ayuda del diagrama P&ID. También se comprobarán una serie de factores como son:

- Verificar la completa disposición de todos los equipos e instrumentación que aparece en el P&ID.
- Comprobar que el nivel de aceite y engrasado es el correcto en todas las válvulas y motores de la instalación.
- Verificar que no hay obstrucción en ninguna válvula para evitar posibles deformaciones en los tanques y las tuberías.
- Comprobar que los automatismos de todas las válvulas funcionan correctamente.

9.1.2 ITO 01-02. Prueba hidrostática

Se realizará sobre los tanques de almacenamiento de aceite de oliva virgen y de aceite de oliva refinado. Ésta consiste en:

- Llenar al 50% de capacidad los tanques para comprobar el asentamiento. Se dejará durante 24h y se tomarán datos sobre el asentamiento.
- A continuación se llenará hasta un 75% de capacidad. También se dejará durante 24h y se volverá a tomar nota.
- Finalmente se llenará hasta su 100% de capacidad. Se dejará 24, 48 o 72h, hasta que el asentamiento sea definitivo y el tanque quede totalmente fijo.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Todo este proceso se realizará para comprobar que no sufre ninguna fuga ni deformación o anomalía y que por tanto está dispuesto a ser llenado con aceite.

También se hará la prueba sobre todas las tuberías de la instalación, por donde circulará agua a una presión de $7,5 \text{ kg/cm}^2$. Se hace a una presión superior para asegurarse que a la presión de trabajo (presión atmosférica) el producto circulará correctamente. En el caso poco probable de haber una fuga en las tuberías se repararía y se analizaría íntegramente para asegurar su buen funcionamiento. Una vez finalizada la prueba, se evacuaría el agua hacia la estación depuradora de aguas residuales y se purgaría la línea utilizando el PIG (su funcionamiento se muestra en el apartado vaciado de línea).

9.2 PO 02. Operaciones de carga y descarga

9.2.1 ITO 02-01. Descarga del buque

Una vez el buque ha llegado a Gdansk, se procede a su descarga. En primer lugar, el encargado (si estuviera ausente sería un operario con los conocimientos necesarios) se pondrá en contacto con el capitán para comprobar que la documentación de la mercancía transportada está en orden. Si todo es correcto, se procederá a la descarga del aceite en los tanques de la planta. Cabe decir que siempre en primer lugar se descargará el aceite de oliva virgen extra y en segundo lugar el aceite de oliva refinado, para evitar así una posible contaminación del primero. Esta operación se realizará por medio de dos operarios que estarán en contacto continuo con el personal de abordaje y con la sala de control de la terminal por medio de walkies. Dado que se dispone de 6 tanques de almacenamiento en el cubeto (4 grandes de 2130m^3 y 2 pequeños de 502m^3 cada uno), 3 de ellos se utilizarán para el aceite de oliva virgen y los 3 restantes para el aceite de oliva refinado.

Dado que se necesitará un perfecto estado de la línea de descarga desde el buque hasta el tanque, se realizará en primer lugar una prueba para comprobar que no hay contaminación en la línea. Así pues, los pasos a seguir para llevar a cabo esta comprobación serán los siguientes:

- Se tomará una muestra del aceite de los tanques del buque para comprobar que está en especificación.
- Se abrirá la válvula del buque y permanecerá cerrada la válvula V-38 y se volverá a tomar una muestra. Esto se hace para cerciorarse de que el estado de la línea del buque

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

sea óptimo. En cualquier caso, se conectarán las mangueras de articulación y se procederá al trasvase del aceite dentro de la planta.

- Se abrirá la válvula V-38 mientras el resto permanecen cerradas. Se toma una muestra del aceite y así se comprueba el buen estado de las mangueras de articulación.
- Se abrirán las válvulas V-55, V-12 y se envía el aceite hasta la próxima toma de muestra, situada en V-16 (la cual permanecerá cerrada) donde se hará una inspección analítica del aceite.
- A continuación se conectará una manguera (previamente lavada con agua y secada) que unirá el colector con la válvula V-16.
- Se abrirán entonces las válvulas V0-01, V-16 y V-15 y permanecerán cerradas el resto. Así pues empezará el trasvase del aceite del buque al tanque T-1A. Cuando haya una cantidad de 10 m³, se cerrará la válvula V0-01 y se abrirá V-03, para tomar una muestra del aceite y cerciorarse que el tanque no estaba contaminado. Si es correcto se procederá al llenado del tanque T-2A.
- Para ello se cerrarán V-15, V-16 y V0-01 y se conectará por medio de manguera la válvula V-16 con el colector.
- A continuación se abrirán entonces V-16, V-14 y V0-02 y se empezará el trasvase al tanque T-2A.
- Cuando haya una cantidad igual a 10m³ o algo superior, se tomará una muestra y por tanto se cerrará V0-02 y se abrirá V-06, para cerciorarse que el tanque no estaba contaminado.

Una vez se han hecho estas comprobaciones y obteniendo los resultados esperados, el proceso de descarga del buque está listo para llevarse a cabo. Cabe decir que se realizará una muestra por goteo de forma continua, en la toma de muestra situada al lado de la válvula V-55, justo antes de la manguera. Esto es debido a que el buque dispone de varios tanques de almacenamiento y podría darse el caso que algunos estuvieran contaminados. Así pues, se tendrá un control continuo de la calidad del aceite que se trasvasa a los tanques.

9.2.2 ITO 02-02. Descarga del buque en caso de contaminación

Dado que el aceite es de consumo humano, es muy importante que sus propiedades sean las deseadas. Es por ello que se realizará una exhaustiva gestión del aceite que esté contaminado. Seguidamente se muestran las operaciones a llevar a cabo.

Contaminación del aceite en el buque

Puede darse el caso que el aceite venga contaminado desde el buque. Esto se debería probablemente a que ha habido mala mar durante del viaje y el barco ha escorado. En caso de no estar bien cerradas las tapas de los tanques, entraría entonces agua de mar en ellos y contaminará el aceite. Dado que la densidad del agua de mar es mayor que la del aceite, ésta se depositaría en el fondo de los tanques. El procedimiento a seguir en este caso es el siguiente:

- Se conectará la manguera a la línea del buque y también la manguera que conecta V-16 con el colector.
- Se abrirá V0-03, V-55, V-12, V-13 y V-16 y permanecerán el resto cerradas y se procederá al llenado del tanque T-3A.
- Cada 3 minutos se cerrará V-55 y se tomará una muestra del aceite. En caso de seguir contaminado se seguirá trasvasando al tanque T-3A.
- En el caso que el aceite esté en especificación (o en su defecto se haya llenado el tanque T-3A, dato sabido gracias al controlador de nivel), se conectará la manguera uniendo V-16 con el colector y se abrirá V0-01 y se procederá al llenado el tanque T-1A.

Cabe decir que el aceite contaminado y almacenado en el tanque T-3A se tratará de vender más barato en caso que los parámetros de éste sean aptos para el consumo humano. En caso negativo se enviará a planta para refinarlo y venderlo como tal.

Contaminación en las líneas de la terminal

En caso de que en algún tramo de la línea el aceite no estuviera en especificación, se realizaría el siguiente procedimiento con el fin de almacenar el aceite contaminado en el tanque T-3A:

Línea 11'-AOV-4-SS

- En caso de estar contaminada la línea 11'-AOV-4-SS, se conectará la manguera uniendo V-16 y el colector.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Se abrirá V0-03, V-13, V-40, V-39, V-15, V-16, V-12, V-55 y V-38 y se llenará el tanque T-3A.
- Cada 3 minutos se comprobará el estado del aceite. Para ello se cerrará V-16 y se tomará la muestra.
- Si el aceite sigue contaminado se seguirá introduciendo en el tanque T-3A.
- En caso de estar en especificación se cerrará V-13 y se abrirá V-15.
- Se abrirá V0-01, permaneciendo el resto cerradas y se procederá al llenado del tanque T-1A con el aceite no contaminado.

Líneas 1A, 2A y 3A

- En caso de estar contaminadas las líneas 1A o 2A, se seguirá el proceso de llenado de los tanques T-1A o T-2A respectivamente.
- Cada 3 minutos se cerrará V0-01 o V0-02 y V-01 o V-04 (tratándose del tanque T-1A o T-2A respectivamente) y se tomará una muestra del aceite, manteniendo V-01 o V-04 (según el tanque) cerrada y así cerciorarse que se toma la muestra del aceite proveniente de la tubería y no del tanque de almacenamiento.
- En caso de estar en especificación, se cerrará V-55 y se realizará el trasvase del aceite contaminado del tanque T-1A o T-2A hacia el tanque T-3A.
- Una vez finalizado éste, se procederá al llenado del tanque T-1A (después de haber sido limpiado) con el aceite en especificación.

9.2.3 ITO 02-03. Operativa de descarga

En todos los procesos que se lleven a cabo siempre tomará el control del proceso el receptor, en este caso la propia terminal. Ésta será la que de instrucciones sobre el caudal de bombeo y estará en contacto continuo con el capitán del buque y operarios. Así pues, para llenar los tanques T-1A y T-2A teniendo en cuenta que ya se han llevado a cabo las acciones previas, se sigue este procedimiento (Operativa de trasiegos plano 5):

- Se abrirán V0-01, V-14, V-15, V-16, V-12, V-55 y V-38, manteniendo el resto de válvulas cerradas y se dará orden de poner en funcionamiento la bomba del buque.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Cuando el tanque T-1A esté lleno hasta su 97% de capacidad (dato que se conocerá por el medidor de nivel), el medidor de nivel LIA enviará señal a sala de control y desde allí cerrará la válvula VO-01.
- Se cerrará V0-01 y V-14 y se abrirá V0-02 y V-39 (el resto estarán cerradas) y se realizará el llenado del tanque T-2A con el aceite que quede por descargar.

Una vez descargado el aceite de oliva virgen se procederá a la descarga del aceite de oliva refinado, siguiendo exactamente el mismo proceso que para el aceite de oliva virgen. Una vez descargados los dos tipos de aceites, se hará uso del PIG, siguiendo las instrucciones que se muestran a continuación.

9.2.4 ITO 02-04. Vaciado de la línea

Para cerciorarse de que no queda aceite en las tuberías se utilizará el PIG o el nitrógeno. Para su uso se sigue el procedimiento que se muestra a continuación (véase OP 3: Limpieza, del plano 5):

- Se conectará una manguera que une V-10 con V-17.
- Se abrirán las válvulas V0-02, V-39, V-15, V-16, V-10 y V-11 y se cerrarán el resto.
- Se inyectará nitrógeno a presión para que el PIG circule desde la estación de envío hasta la estación receptora, de tal modo que el aceite circulará hacia el tanque T-2A.
- Una vez vaciada la línea 4, se inyectará nitrógeno a presión de nuevo para enviar el PIG a la estación de envío.

Para vaciar las líneas 1A, 2A y 3A, se realizará otro procedimiento que se explica a continuación:

- Se conectará una manguera que une las válvulas V-18 con V-26.
- Se abrirán V-25, V-26 y V-18 y según el tanque donde se desee introducir el aceite que ha quedado en las tuberías, se abrirá (manteniendo el resto cerradas): V0-03 y V-13 (para el tanque T-3A), V0-02 y V-40 (para el tanque T-2A) y V0-03, V-14, V-39 y V-40 (para el tanque T-3A).
- Acto seguido se inyectará el nitrógeno a presión, enviándose el aceite al tanque deseado.

9.2.5 ITO 02-05. Traslase de tanques

Para realizar el traslado de aceite desde un tanque hacia otro (para poner un ejemplo desde el tanque T-1A hacia el tanque T-3A) se realizará el siguiente proceso:

- Se conectará la línea 3A a la aspiración de la bomba B-1A.
- Se asegurará de que V-21 y V-23 permanecen cerradas y se abrirán las válvulas V0-01, V-15, V-20, V-22, V-13 y V0-03.
- Se pondrá en marcha la bomba B-1A.
- Cuando el nivel de aceite sea inferior al nivel de la válvula V0-01, ésta se cerrará y se abrirá la válvula de achique V-01, y se seguirá el traslado del aceite.
- Una vez finalizado el traslado, se parará la bomba B-1^a y se limpiará la línea 1A.

Cabe decir que el traslado de los tanques siempre se podrá realizar ya que el foso de bombas está situado 800mm por debajo del nivel de pavimento, con lo cual siempre habrá una pendiente positiva hacia el foso.

9.2.6 ITO 02-06. Carga del buque

Dado que también se enviará el aceite por medio de buque a los compradores de éste, se ha confeccionado un manual a seguir:

- Se conectará por medio de manguera la válvula V-15 a la aspiración de la bomba B-1B (válvula V-30) y la válvula V-16 a la impulsión de la misma bomba B-1B (a la válvula V-33). Se conectará también la manguera a la línea del buque.
- Se asegurará que permanecen cerradas V-31 y V-32 y se abrirán las válvulas V0-01, V-15, V-30, V-33, V-16, V-12 y V-55 permaneciendo el resto de válvulas cerradas.
- Se pondrá en marcha la bomba B-1B y una vez circule el aceite, se tomará una muestra de éste manteniendo V-38 cerrada para confirmar con el capitán que la línea de la terminal no está contaminada.
- A continuación se abrirá V-38 y se comenzará el traslado del aceite.
- En cuanto el LIA detecte la cantidad estipulada de envío de aceite al buque, se enviará una señal a la sala de control, desde allí se avisa al operario para que cierre manualmente la válvula.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Finalmente, se utilizará el PIG según se ha indicado en el apartado vaciado de línea para devolver el aceite al tanque.

Este proceso se llevará a cabo siguiendo las instrucciones del capitán del buque ya que es el receptor del producto.

9.2.7 ITO 02-07. Inicio de carga de cisternas

- En primer lugar la cisterna estacionará en la zona de carga/descarga.
- Seguidamente se comprobará que el motor del camión está parado y frenado.
- Se conectará la puesta a tierra, se abrirán las tapas de la cisterna y se comprobará de forma visual que la cisterna no esté contaminada ni tenga impurezas, para así evitar problemas en cuanto a las características del aceite.
- Se conectará el brazo de carga a esta a la cisterna.
- Se abrirá VO-06, V-35, V-23, V-20, V-15 y V0-01 y se asegurará que V-21 y V-22 permanecen cerradas.
- Se pondrá en la báscula la cantidad de aceite a trasvasar y se pondrá en marcha la bomba B-1A.
- Cuando el nivel de aceite del tanque T-1A esté al mismo nivel de la válvula V0-01, ésta se cerrará y se abrirá la válvula de achique V-01, para asegurarse del trasvase completo de todo el aceite del tanque.

9.2.8 ITO 02-08. Finalización de la carga de cisternas

- Cuando se haya cargado todo el aceite estipulado, la báscula enviará una señal y la válvula VO-04 se cerrará.
- Se desconectará la puesta a tierra.
- Se desconectará el brazo de carga.
- Se cerrarán las válvulas V0-01, V-35, V-23, V-20 y V-15.
- Se firmará la orden que acredite la carga de la cisterna y habrá finalizado la operación.

9.2.9 ITO 02-09. Inicio de la descarga de cisternas

Puede darse el caso de haber devoluciones en las cisternas, ya sea porqué el aceite no estaba en especificación, o por haber un numero equivocado de cisternas o cualquier otro problema que suponga una devolución. Por ello se ha elaborado un manual a seguir:

- La cisterna estacionará en la zona de carga/descarga.
- Se comprobará que el motor de la cisterna esté parado y frenado.
- Se conectará la muestra a tierra.
- Se tomará una muestra del aceite que contiene la cisterna para comprobar que está en especificación tal y como se entregó.
- Se conectará por medio de manguera la aspiración de la bomba B-1A (válvula V-21) con la cisterna (válvula V-37).
- Se abrirán las válvulas V0-01, V-15, V-22 y V-21, habiendo asegurado que V-20 y V-23 permanecen cerradas.
- Se pondrá en marcha la bomba B-1A, creándose el vacío en la manguera.
- Se abrirá lentamente la válvula V-37.

9.2.10 ITO 02-10. Finalización de la descarga de cisternas

- Se cerrará la válvula V-37.
- Se parará la bomba B-1A.
- Se desconectará la puesta a tierra.
- Se cerrarán las válvulas V-21, V-22, V-15 y la de pie de tanque V0-01.
- Se desconectará la manguera.
- Se firmará la orden que acredite la descarga de cisterna y habrá finalizado la operación.

Cabe decir que para la carga/descarga de cisternas, no hace falta pesar los camiones en la báscula puesto que ésta está situada al lado de la torre de carga y que por tanto se ve continuamente el peso de la carga que lleva el camión.

9.3 PO 03. Distribución del producto

Con todo el aceite almacenado, se procede a su distribución. Cabe decir que se tiene compradores distribuidos en distintas ciudades alrededor de Gdansk, como son Elblag, Slupsk, Torun, Varsovia y Poznan y también en la península Noruega, como es la ciudad de Malmo y a los cuales se les venderá el aceite durante los dos primeros años de funcionamiento de la planta. Después de estos se realizarán cambios en la distribución del aceite teniendo en cuenta otros factores, como son la demanda del aceite por otros posibles compradores, el estudio económico que se haya llevado a cabo y las posibles alternativas viables que surjan durante estos dos primeros años. En cuanto al funcionamiento durante los dos primeros años, la distribución se realizará como se muestra a continuación: el 40% del aceite, resultando ser 1900 Tm, se enviará a planta mediante un rack ya construido, por lo cual no hace falta calcular el precio de construcción. El 60% restante (2850 Tm) se enviará a los compradores citados anteriormente según se puede ver en la siguiente tabla. Es importante decir que la empresa Ormedsa no pagará el transporte ya que esto lo hará el comprador y por tanto no se tendrán en cuenta los gastos que pueda ocasionar el uso de camiones cisterna, ferrocarril o buque.

	Elblag	Slupsk	Torun	Varsovia	Poznan	Malmo
Transporte	Cisterna	Cisterna	Cisterna	FFCC	Cisterna	Buque
Frecuencia	Mensual	Mensual	Mensual	Cada 2 meses*	Mensual	Cada 2 meses*

Tabla PO.03: Ciudades de distribución del aceite y frecuencia de transporte.

*Un mes se enviará a Varsovia y el siguiente mes a Malmo y así sucesivamente.

Así pues, la cantidad estipulada inicialmente para la distribución del aceite mensualmente será de 2000 Tm de aceite para buque y 850 Tm para cisternas los meses impares. Los meses pares será una cantidad de 1200 Tm para el ferrocarril y 1650 Tm para las cisternas.

9.3.1 ITO 03-01. Por cisternas

Dado que las cisternas pueden almacenar un máximo de 25 Tm de aceite, se ha procedido al cálculo del tiempo de carga de una cisterna, mostrado éste en la tabla siguiente:

Aceite (Tm)	ρ (Tm/m³)	Aceite (m³)	Bomba cisterna (m³/h)	Tiempo (h)
25	0.92	27	80	0.3

Tabla ITO 03-01: Tiempo de carga de una cisterna.

Teniendo en cuenta el tiempo dedicado a la administración y documentos que conlleva la carga de un camión cisterna, se ha considerado un tiempo máximo para cada cisterna de 1

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

hora. Por tanto, al día se considera que se podrán cargar 8 cisternas como mínimo (por si hubiera algún imprevisto). Así pues se utilizarán, como máximo, 66 cisternas cada mes.

9.3.2 ITO 03-02. Por Ferrocarril

La cantidad que un ferrocarril puede transportar es de 600 Tm de producto, ya que dispone de 10 vagones y en cada uno de estos caben 60 Tm de aceite. Teniendo en cuenta que la bomba que suministra el aceite al ferrocarril trabaja a un caudal de 120m³/h, se ha procedido al cálculo del tiempo que se tardaría en enviar el producto a un vagón del tren, siendo éste el mostrado en esta tabla:

Aceite (Tm)	ρ (Tm/m ³)	Aceite (m ³)	Bomba cisterna (m ³ /h)	Tiempo (h)
60	0.92	65	80	0.5

Tabla ITO 03-02: Tiempo de carga de un vagón de ferrocarril.

Considerando los trámites para el envío de aceite y los 10 vagones de cada tren, se considera un tiempo máximo de carga de 12 horas cada ferrocarril.

9.3.3 ITO 03-03. Por buque

Para el buque la cantidad suministrada es de 2000 Tm. A éste se le envía el aceite por medio de una bomba que trabaja a un caudal de 250 m³/h. Así pues, el tiempo de llenado de éste se ha considerado de 11 h habiéndole sumado el tiempo destinado a los trámites de la documentación y el tiempo requerido para el análisis de las tomas de muestra, que es de 2 horas aproximadamente. A continuación se muestra una tabla donde se puede ver el tiempo requerido para la carga de ferrocarril.

Aceite (Tm)	ρ (Tm/m ³)	Aceite (m ³)	Bomba cisterna (m ³ /h)	Tiempo (h)
2000	0.92	2174	250	7.2

Tabla ITO 03-03: Tiempo de carga del buque de transporte.

9.4 PO 04. Paradas de la empresa Ormedsa

La empresa Ormedsa no tiene estipulada una parada anual. Esto se debe a que dados los pocos equipos de los que dispone, se ha creído que se podrá realizar la limpieza y mantenimiento durante los mismos días de funcionamiento. Así pues, se comprobarán y limpiarán todas las bombas, válvulas e intercambiadores que haya en la instalación, así como las tuberías y tanques. En el caso de que algún equipo no estuviera como es debido, se reparará lo antes posible y teniendo en cuenta la importancia que éste suponga. A continuación se explica los procedimientos a seguir para la limpieza:

9.4.1 ITO 04-01. Limpieza de las tuberías

Por la mayoría de tuberías solo circula un tipo de aceite de oliva (o bien aceite de oliva virgen o bien aceite de oliva refinado), aun así puede darse el caso que se contaminen por algún agente externo. Es por ello que se limpiarán una vez al año como mínimo para mantener las características del aceite. El proceso a seguir será por tanto:

- Cerciorarse que las tuberías que se van a limpiar están vacías.
- Se conectará una manguera de nitrógeno.
- El nitrógeno circulará limpiando las tuberías hacia los tanques de almacenamiento de aceite.

9.4.2 ITO 04-02. Limpieza de bombas

Una vez desmontadas se comprobará que los rodamientos de éstas funcionen perfectamente. En el caso que haya un rodamiento averiado se tratará de reparar o bien sustituir por otro de las mismas características. También se limpiarán los filtros y se cambiará su aceite o grasa, según convenga. Se limpiará el filtro de su motor y también se verificarán sus rodamientos, además de limpiar el filtro del motor. Una vez comprobadas y limpiadas (tanto el motor como la bomba) se volverán a acoplar alineándolas perfectamente.

9.4.3 ITO 04-03. Limpieza de válvulas

Las válvulas también se desmontarán y se comprobará su estado íntegramente. Tal y como se indica en el apartado de mantenimiento, en las válvulas se revisará que no haya ninguna fuga, se engrasarán como es debido y se les realizará pruebas de presión e hidrostáticas.

En el caso de las válvulas automáticas, se comprobará que sus mecanismos y automatismos funcionan correctamente, así como asegurar que su estanqueidad es la esperada.

9.4.4 ITO 04-04. Limpieza de los tanques

Se realizará siempre entre dos operarios. Uno de ellos estará dentro del tanque a limpiar mientras el otro permanece fuera por si tuviera que prestarle ayuda en algún momento. En primer lugar los operarios deberán pedir al encargado el permiso de limpieza del tanque en cuestión. A continuación se asegurarán que éste está desgasificado y aireado y que hay una presencia de un 21% de oxígeno como mínimo. Una vez asegurados estos factores el operario

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

entrará en el tanque y quitará todas las impurezas que pueda haber. A continuación se hará uso del Butterworth hasta que el tanque esté limpio por completo.

Después de la limpieza del tanque, se aprovechará también para comprobar el estado del intercambiador de serpentín que hay dentro. Se comprobará que no tiene ninguna fuga y que no presenta indicios de corrosión. Se analizará por medio de transductores el grosor del mismo, para asegurar que está en perfecto estado para seguir funcionando, y que la transferencia de calor se realizará de la forma esperada.

9.5 PO 05. Actuación en casos de emergencia

Según los accidentes que puedan ocurrir en la terminal de almacenamiento de aceite, se deberán seguir unas normas que a continuación se exponen.

9.5.1 ITO 05-01. Rotura del rack

Puede darse el caso que el rack que comunica la terminal del puerto de Gdansk con la planta de refinado sufra una rotura. En ese caso no se podrá enviar el de aceite a ésta tal y como se había pensado. Para solucionar el problema, se utilizarán camiones cisterna que transportarán el aceite desde la terminal hasta la planta durante el tiempo que conlleve la reparación del rack.

9.5.2 ITO 05-02. Desbordamiento del aceite en el cubeto

Puede darse el caso que haya un desbordamiento del aceite en su cubeto de retención. Dado que el aceite es un producto muy resbaladizo, no acudirá el personal dentro del cubeto para solventar el problema ya que podrían sufrir accidentes. El problema se solucionará con el uso de las bombas autoaspirantes. Éstas enviarán el aceite a tantos camiones cisterna como sea necesario y se tomará una muestra del aceite que transporta cada uno de ellos. En caso de estar contaminado, se enviará a la planta para que sea refinado y venderlo como tal. En caso de estar en especificación, se venderá a los compradores contratados.

9.5.3 ITO 05-03. Sobrepresión en las líneas

Puede darse el caso que haya una sobrepresión en las tuberías como consecuencia de la descarga de cisternas. Es por ello que para despresurizar las líneas se abrirá la válvula V-02, V-05 o V-08 (según convenga) manteniendo cerradas las válvulas de pie de tanque V0-01, V0-02 o V0-03 respectivamente. Esta sobrepresión en las líneas se trasladará por tanto a los

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

tanques, la cual se eliminará con el uso del sistema de alivio de presión. Su funcionamiento se puede ver en el plano 7.

9.5.4 ITO 05-04. Incendio

En el caso que haya un incendio en la terminal de almacenamiento de aceite, se pararán todas las operaciones que se estén llevando a cabo para dedicarse única y exclusivamente a la extinción del fuego. Ello se hará por medio de los hidrantes y extintores que hay instalados en toda la instalación.

9.5.5 ITO 05-05. Rotura de válvulas, bombas, tanques e intercambiadores

En el funesto caso que haya una rotura de algún equipo, se deberá informar de inmediato al jefe de planta. Se procederá a su reparación lo antes posible y se realizarán las operaciones que se crean oportunas según la importancia del equipo estropeado.

En caso que haya una rotura en el tubo de serpentín, se cerrará la válvula V0-05 por acción del controlador de presión diferencial presostato, ya que esta rotura causará una diferencia de presión en la salida del tubo. A continuación se realizará un trasvase del aceite hacia otro tanque con el fin de poder mantener el aceite a una temperatura de 20° C. Con el tanque vacío se procederá a la reparación del tubo de serpentín.

En caso que la bomba B-1A o B-2A sufra una rotura, ésta quedará totalmente inutilizable y se utilizará la otra como sustitución durante el tiempo que conlleva su reparación. Dado que se dispone de una sola bomba para cargar el aceite en el buque (B-1B), siempre se revisará que funcione correctamente unos días antes de la llegada de éste para evitar posibles problemas.

En el caso que una válvula se estropeará, se trataría su reparación con máxima prioridad ya que podría ocasionar posteriores desbordamientos. Según la válvula que sea y las circunstancias que se den en ese momento, se tomará una decisión en cuanto a las acciones a tomar con el aceite que circule por dicha tubería.

Dado que la cantidad máxima de aceite que se puede almacenar es de unos 9520 m³ (la mitad para el aceite de oliva virgen y la otra mitad para el aceite de oliva refinado), en el caso que hubiera una rotura en un tanque, éste quedaría inutilizable hasta su reparación, pudiendo utilizar el resto de tanques para el almacenamiento.

10 MANUAL DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL ^{31 [ref 31]}

A medida que la globalización ha ido haciéndose hueco en la sociedad actual, el medio ambiente ha tomado una parte de la sociedad, de las empresas, de los consejos y protocolos. En la actualidad está presente en cada actividad, tanto industrial como cotidiana, mediante leyes, normas y regulaciones.

En el caso concreto de la empresa, el medio ambiente también tiene su sitio representado por el Programa de Ecogestión y Auditoría EMAS de la Unión Europea y más recientemente por la norma ISO 14001. Esta norma es la principal referencia para la gestión ambiental en todo tipo de organizaciones en el mundo y actualmente se ha consolidado como modelo internacional, relegando al programa EMAS, antes citado.

Según lo que dice la propia norma de sí misma, esta "...especifica los requisitos de dicho sistema de gestión ambiental. Se ha escrito para ser aplicable a todos los tipos y tamaños de las organizaciones y para ajustarse a condiciones geográficas, culturales y sociales. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones, especialmente de la alta dirección". Las características generales de una norma pueden concretarse en:

- Accesibilidad al público.
- Elaboración consensuada por todas las partes interesadas.
- Está basada en resultados de experiencia y de desarrollos tecnológicos.
- Es siempre un documento voluntario que contiene especificaciones técnicas (aunque algunas de ellas adquieren *a posteriori* carácter obligatorio como referencia legal).
- Está aprobada por un organismo reconocido.

Los beneficios que aporta la gestión ambiental son tan amplios que van desde el ámbito legal, evitando multas y sanciones, llegando hasta la sociedad, diferenciando nuestro producto del resto de mercado. Los clientes son los que tienen en sus manos elegir un producto u otro a la hora de comprar, y ahora cada vez más el aspecto medioambiental es un factor que se tiene en cuenta en el mercado.

³¹ https://www.usc.es/econo/RGE/Vol%2011_2/Castelan/op5.pdf

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Nadie dijo que este cambio iba a ser favorable desde el primer momento; adaptarse tiene una inversión y un coste. Aunque estos se palián con ayudas que lanzan los gobiernos. Pero, a pesar de estos pequeños inconvenientes, el medio ambiente está de moda y las ventajas que se ofrecen son mucho más numerosas que los inconvenientes que se puedan encontrar en un principio.

10.1 PGMA 01. Auditoría interna

10.1.1 ITMA 01-01. Objetivo

Una auditoría interna que se encargue de las revisiones del Sistema de Gestión Medio Ambiental (SGMA) es un órgano fundamental dentro de la empresa. Ormedsa dispondrá de esta herramienta con la intención de evaluar objetiva, sistemática y periódicamente si los objetivos de medio ambiente dispuestos inicialmente se llevan a cabo de manera correcta.

Para hacer este seguimiento se tiene que comparar la situación actual de la empresa con la situación medio ambiental fijada al principio. Una vez definidos los criterios que se han de evaluar, se tiene que comprobar la situación actual completa (mediante bases de datos, valoraciones de resultados, entrevistas a los trabajadores, inspecciones *in situ* de la planta), comparar estos resultados con los criterios iniciales de la planta, estudiar más concretamente las discordancias de resultados y comunicar los resultados a la empresa.

10.2 PGMA 02. Aguas

Este procedimiento habla de las gestiones que se hacen a las aguas de la terminal de Ormedsa; teniendo en cuenta que estas gestiones se hacen con la mayor seguridad para los operarios y con respeto hacia el medio ambiente.

10.2.1 ITMA 02-01. Recogida de aguas: Red de drenaje

La red de drenaje de la planta recoge aguas diferentes, desde las lluvias hasta las aguas con las que se limpian los tanques. La red está formada por sumideros con filtros para recoger los sólidos y por conductos que guían las aguas.

Antes de abocar las aguas a la red general se tienen que tratar para que tengan los parámetros dentro de los límites establecidos. Se hace una diferenciación entre las aguas que tienen peligro de estar contaminadas y las aguas limpias; tratando las primeras con una atención mayor y se analiza la Demanda Química de Oxígeno (DQO, valores inferiores a 700 ppm).

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Si las aguas analizadas se exceden de los límites, se mandan a la EDAR para hacerles un tratamiento más intensivo.

10.2.2 ITMA 02-02. EDAR

Cuando un vertido de agua residual llega a un cauce, crea varios efectos no deseados sobre él, como son la acumulación de partículas sólidas en suspensión que ocasionarían el taponamiento de la tubería, la formación de malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto...etc. Es por ello que se necesita una EDAR en la terminal del puerto.

Ésta se ha situado en la parte central inferior de la instalación, a 10 metros de la puerta de salida de emergencia. Le llegarán tres tuberías, dos de aguas contaminadas procedentes una de la zona de envasado, del cubeto de aceite y de vino, y la otra será de aguas pluviales. En estas tres tuberías se hará un análisis de los parámetros del agua y según sus resultados, se enviará a la red de aguas municipales (en el caso que cumpla la ley) o se depurará en la EDAR para después ser vertida en el mar. Es importante decir que en el caso que un camión cisterna volcara, la cantidad de compuestos orgánicos sería muy elevada. Por este motivo se ha habilitado una manguera por la que se recogerá el aceite mediante una bomba y se enviará a la planta de refinado en caso de no estar en especificación. A continuación se muestra un esquema de la EDAR en la figura ITMA 02-02.

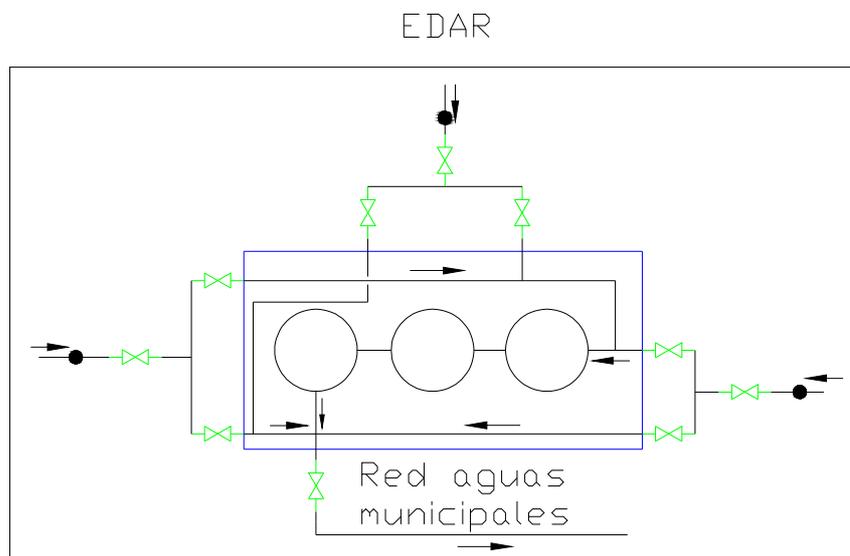


Figura ITMA 02-02: Esquema de la EDAR.

Cabe decir que en el plano 9 se puede ver un esquema gráfico de todo el funcionamiento que se lleva a cabo en la planta depuradora de aguas. Seguidamente se explican estos pasos:

Primera etapa

En este proceso se separarán las impurezas y el aceite que pueda haber en la corriente de agua. Este proceso se realizará mediante un decantador simple de forma cilíndrica. En él entrará la corriente de agua y por la fuerza de la gravedad las impurezas decantarán en la parte inferior de éste.

A su vez, también se separará el aceite del agua. Este proceso se realizará en el mismo decantador y su procedimiento consiste en inyectar aire por la parte inferior para facilitar la separación entre el agua y el aceite. Una vez estén separados, el aceite obtenido se enviará a una planta reaprovechadora de aceite, las impurezas sedimentadas en el fondo del decantador se separarán a parte y el agua seguirá el tratamiento que se explica a continuación.

Segunda etapa

El agua separada en la etapa anterior se enviará a un depósito nodriza donde se almacenará para enviarla después a otro batch donde se realizará la floculación. Este tratamiento tiene relación con los fenómenos de transporte dentro del líquido para que las partículas hagan contacto. En este proceso se añadirá el floculante adecuado para la formación de puentes químicos entre las partículas de modo que se forma una malla de coágulos, la cual sería tridimensional y porosa. Con este proceso se formarían una serie de partículas coaguladas suficientemente grandes y pesadas como para sedimentar.

A continuación, se enviarán por medio de bombas las dos fases obtenidas a un filtro mecánico donde se separarán por una parte los coágulos y por la otra la corriente de agua, que pasará a otro batch.

Tercera etapa

La corriente de agua se enviará a un tercer batch con un filtro de arena. En este se separarán las partículas sólidas de 20 micras de tamaño que hayan quedado en suspensión en el agua. De esta manera se evita que la arena u otros materiales sólidos taponen la tubería o la erosionen.

Cuarta etapa

Separadas pues las partículas en suspensión, se enviará el agua a un último batch para eliminar los compuestos orgánicos en el agua. El funcionamiento se basa en realizar la retención de los contaminantes al pasar el agua por un lecho filtrante compuesto por carbón activo.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Al acabar este último proceso se tomará una muestra del agua, comprobando que la DQO no sea superior a 700 ppm. En caso de no tener los parámetros idóneos, el agua se hará recircular hacia los batch adecuados, utilizando las válvulas automatizadas que se pueden ver en el plano 9. Una vez se haya conseguido esto, el agua podrá enviarse directamente a la mar.

10.2.3 ITMA 02-03. Válvulas precintadas

En la planta se dispone de unas válvulas precintadas, cuyo objeto es garantizar la seguridad de las acciones correspondientes a su uso o apertura. Contienen una pequeña tarjeta donde indican varios datos como la última fecha de apertura. Estas válvulas solo se pueden abrir con el consentimiento del responsable de planta y están situadas en el final del tratamiento de depuración de aguas (antes de enviarlas al alcantarillado) y en la red de drenaje de aguas pluviales y otras posibles contaminadas.

10.2.4 ITMA 02-04. Reutilización de aguas pluviales

Las aguas pluviales se almacenan en un tanque que está dentro de la estación EDAR, y se utilizan para trabajos que no necesiten agua con una pureza muy elevada; como son los trabajos de jardinería de la planta.

10.3 PGMA 03. Residuos sólidos

La planta de Ormedsa no contiene gran cantidad de residuos sólidos, pero está obligada a tratar los pocos que tiene.

10.3.1 ITMA 03-01. Recogida de residuos sólidos

Los residuos sólidos que se tienen en la planta se dividen en:

- Fangos de la estación depuradora.
- Residuos de material de oficina: Papel, cartón, toner, cartuchos de tinta, pequeños plásticos...
- Residuos de los trabajadores fuera del material de oficina: Residuos metálicos, latas, bandejas, residuos orgánicos, residuos urbanos...
- Material de laboratorio: Vidrios de laboratorio, material de las pruebas y muestras...
- Otros; Pilas, baterías, ordenadores, material informático...

Estos residuos se recogen y clasifican según lo expuesto.

10.3.2 ITMA 03-02. Gestión de los residuos

Estos residuos son gestionados por empresas externas a Ormedsa, que los recogen de nuestra planta y los gestionan. Los fangos de la EDAR se tratan y se reutilizan como abonos agrícolas. Los residuos similares a los urbanos, se separan en la planta de la misma manera que se hace en casa: Papel y cartón, vidrios, plásticos y materia orgánica.

10.4 PGMA 04. Emisiones a la atmósfera

La planta no tiene emisiones peligrosas ni graves a la atmósfera; porque trata únicamente con aceite. Simplemente se tiene en cuenta para no producir ruidos excesivos ni molestos para la actividad de nuestros trabajadores, ni para las otras empresas vecinas.

10.5 PGMA 05. Ahorro energético

Mediante la optimización de algunos procesos y una integración energética, se puede ahorrar bastante energía en la planta.

10.5.1 ITMA 05-01. Climatización de edificios

Polonia es un país más frío que España; por eso hay que aprovechar el calor al máximo sin llegar a derrocharlo. En invierno se mantendrá una temperatura nunca mayor de 21°C y en verano se evitará el uso de sistemas de refrigeración, puesto que las condiciones climatológicas aseguran un ambiente alrededor de los 25°C.

10.5.2 ITMA 05-02. Iluminación

Para minimizar costes innecesarios y gastos excesivos, la iluminación de la planta será la mínima posible. En cuanto a la parte exterior de la planta, correspondiente a la zona de carga/descarga y foso de bombas, se dispondrá de una iluminación de 500lux; mientras que en la iluminación interior se dispondrán de fluorescentes de 100lux.

El reglamento que regula los umbrales mínimos de iluminación es el Real Decreto 486/1997, el cual se ha tenido en cuenta para tomar esta decisión.

11 MANUAL DE LA GESTIÓN DE CALIDAD

El manual de gestión de la calidad habla de la calidad como objetivo prioritario de la empresa para satisfacer las necesidades de los clientes. Se tiene que proporcionar a los clientes lo que estos quieren además de actuar siempre dentro de los límites de calidad que la empresa tiene como objetivo. Con este manual se definen las actividades a cumplir para llegar al grado de calidad deseado y las actividades que inciden en la gestión de la calidad.

11.1 PGQ 01. Alcance de la gestión de la calidad

La gestión de la calidad toca todos los temas que tengan que ver con la calidad final del producto y el trato que recibe el cliente para crear satisfacción y confianza haciendo que vuelva a confiar en la empresa. Los principales puntos de la gestión de la calidad son:

- Proporcionar satisfacción a los clientes.
- Obtener ventajas competitivas, con respecto a los competidores.
- Mantener el producto final dentro de las especificaciones del mercado.
- Identificar y modificar cualquier problema de calidad en el producto o en su cadena de producción antes de este llegue al cliente.
- Corregir las deficiencias del producto lo antes posible y asumir las consecuencias que un producto defectuoso haya podido causar al cliente.
- Desarrollar y promover el proceso de formación de los empleados.
- Mantener un buen clima con el cliente, los intermediarios y los empleados para así hacer más fácil el trabajo y la relación entre ellos.
- Planificar, distribuir, revisar y registrar las tareas que se hagan en la planta para así mantener un conjunto en la ejecución de los proyectos en el que la calidad del producto esté siempre presente.

Es importante que este sistema sea revisado con frecuencia, tanto por auditorías externas como internas; para evitar las desviaciones del sistema y asegurar que se cumplen los objetivos dispuestos en un principio.

11.1.1 ITQ 01-01. Referencias ^{32 [ref 32]}

La familia de normas ISO 9000 son normas de "calidad" y "gestión continua de calidad", establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad sistemática, que esté orientada a la producción de bienes o servicios. Se componen de estándares y guías relacionados con sistemas de gestión y de herramientas específicas como los métodos de auditoría.

Los principales beneficios son mejorar la satisfacción del cliente y mantener la calidad que se ofrece a los clientes. Por eso, las normas ISO de las cuáles la planta toma referencia son las normas ISO-9001-2008.

11.1.2 ITQ 01-02. Gestión de stocks

En la estación de almacenamiento es importante que no se tengan muchos stocks para que no se pierdan las propiedades del producto, para que se obtengan los máximos beneficios posibles y para que estos stocks no sean un problema para la planta.

Para llevar un buen control de la planta, se hará un albarán como documento de entrega del producto, estará firmado por el administrativo, por el operario que realiza la operación de carga/descarga y por el chofer del camión, que asegura la completa limpieza e higiene dentro de la cisterna; y tendrá un número de registro para tener un buen control.

³² <http://www.normas9000.com/que-es-iso-9000.html>

12 MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

Con el principal objetivo de mantener en buen estado las instalaciones tanto de la planta como de la estación de descarga, se debe tener en cuenta y diseñar un buen plan de mantenimiento. Actualmente con la apertura de los mercados y con el alto nivel de competencia se debe usar un mantenimiento de todos los elementos de forma continua y preventiva para evitar bajadas de rendimiento o paradas imprevistas. El mantenimiento es una actividad industrial imprescindible y muy importante ya que la producción de cada empresa depende directamente de la eficacia de su mantenimiento.

El mantenimiento no es nada más que la puesta a punto y la revisión de todos los elementos que intervienen en cualquier operación. Cuando hablamos del mantenimiento de una planta química este se complica debido a la misma complejidad de todos los elementos involucrados. Un factor muy importante para realizar un buen mantenimiento es la documentación y la formación.

En el pasado los técnicos observaban el comportamiento de ciertos elementos para realizar predicciones, pero debido a todo el avance tecnológico y a un aumento de la complejidad de muchos equipos no basta con eso, se deben guardar datos que conformen un historial. Estos datos garantizan la trazabilidad de las operaciones, por lo que se puede hacer un seguimiento hacia atrás de todas las operaciones realizadas para mantener en buenas condiciones un sistema. Si en vez de mirar hacia atrás se hace hacia delante se llamarán proyecciones.

Para tomar las mejores decisiones se tendrán en cuenta dos factores básicos:

- Diagnóstico sistemático de plantas industriales, para detectar y localizar fallos de componentes, de controladores y de sensores.
- Auditoría de calidad de las instalaciones industriales, que incluye: recopilación de información relevante para el mantenimiento, toma de datos sobre el rendimiento, creación y selección de indicadores; y formulación de recomendaciones justificadas y priorizadas.

Los datos pueden ser guardados con cualquier base de datos relacional, aunque por mayor seguridad en este caso serán almacenados con una de profesional.

Un buen mantenimiento representa serias ventajas, como:

- Disminución de costes de operación.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Optimización de recursos.
- Incremento de la eficiencia del producto.

Puntos clave e imprescindibles para un buen mantenimiento, son:

- Reducción máxima de fallos y de costes de fabricación.
- Uso de técnicas y programas especializados.

Se puede decir que el mantenimiento será realizado por el personal interno debido a que se puede realizar una perfecta combinación de los trabajos existentes con el mantenimiento. La herramienta principal serán programas informáticos de tratamiento de datos, el estudio predictivo, la planificación y la coordinación de los equipos profesionales. Estos puntos representan claves del éxito del mantenimiento industrial.

12.1.1 Objetivos

Algunos objetivos fundamentales a seguir son los siguientes:

- Mantenimiento permanente de los equipos e instalaciones en su mejor estado, para evitar los tiempos de parada.
- Reparaciones de emergencia, empleando métodos más fáciles de reparación.
- Prolongación de la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Proyección de las mejoras en la maquinaria y equipos para reducir las posibilidades de daño y rotura.
- Control del coste directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, personal, servicios, etc.
- Realizar inspecciones sistemáticas y periódicas de todas las instalaciones.

12.1.2 Protocolo de actuación

Las acciones correspondientes al mantenimiento se pueden dividir en diferentes partes. En primer lugar todas las acciones previstas por la planificación, en segundo término todas aquellas imprevistas como averías y fallos. Para realizar cualquier acción, se necesitarán unos permisos de trabajo firmados por el supervisor interno de mantenimiento, además de seguir el protocolo de actuación que indica todos los pasos a seguir, todo el proceso será facilitado por los programas de gestión que facilitarán el proceso en todo lo posible.

12.1.3 Mantenimiento aplicable

Existen diferentes tipos de mantenimiento para aplicar, cada uno con una finalidad y una función diferente. A continuación se describen de forma detallada.

12.1.3.1 Mantenimiento correctivo

Es el mantenimiento que se realiza de urgencia debido normalmente a alguna avería que puede representar un peligro para cualquier elemento de su alrededor, proceso, trabajador, etc.

Se encuentran dos tipos de mantenimiento correctivo:

- Recambio: Consiste en la sustitución de una pieza o varias piezas en mal estado por otras de nuevas.
- Reparación: La reparación conlleva más tiempo, por lo tanto más coste mano de obra y menos en material.

Debido a que este tipo de mantenimiento es totalmente imprevisto se debe tener en cuenta que puede suceder en cualquier momento, por lo tanto el equipo retén que se encuentra siempre disponible para atender la descarga del buque, también se ocupará del mantenimiento correctivo en caso de necesidad. Un factor importante es tener una buena disponibilidad de piezas para no prolongar los tiempos de espera para disponer de un equipo.

12.1.3.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la comprobación y sustitución de las diferentes partes de equipos para así evitar que lleguen a colapsarse y estropearse, de esta forma se consigue ahorrar tiempo y dinero.

Hay diversas maneras de efectuar este tipo de mantenimiento, dependiendo sobretodo del equipo que se trate.

- Tomar una muestra del parámetro a revisar y evaluar su estado, usado sobretodo cuando el recambio (ya sea aceite o una pieza) sea muy caro, si está muy deteriorado se cambiará y sino seguirá su función.
- Cambiar la pieza o el elemento en revisión cada cierto tiempo aunque su estado le permita seguir actuando. Normalmente se actúa así cuando la pieza de recambio o el producto tiene un valor relativamente bajo por lo que no sale a cuenta realizar ninguna inspección o análisis.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Ciertos equipos e instrumentos se rigen por una normativa que obliga a pasar unas revisiones y a cambiar ciertas cosas en unos periodos determinados.

Para el mantenimiento preventivo se diseñará un plan de acción, que se puede ver más adelante, donde se definirán los tiempos de revisión para cada tipo de equipo, se debe tener en cuenta que estos intervalos van definidos por el fabricante y que se pueden variar levemente.

12.1.3.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar posibles fallos de un componente de una maquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base a un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Por ejemplo la medición de las vibraciones de los cojinetes, la temperatura de las conexiones eléctricas o la resistencia de ciertos aislamientos.

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se logra mediante la toma de lecturas.

Existen diversas técnicas aplicadas a este tipo de mantenimiento:

- **Análisis de vibraciones:** Consiste en la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan.
- **Análisis de lubricantes:** Existen diferentes tipos de análisis, dependiendo de la necesidad, del tipo de aceite, etc. Este método, muy utilizado sobretodo en las bombas, tiene una gran repercusión económica en equipos grandes, ya que representa una gran ventaja ante la posibilidad de cambiar directamente el aceite.
- **Análisis por ultrasonido:** Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos, por ejemplo, la fricción en maquinas rotativas, la detección de fugas en válvulas y las pérdidas de vacío entre otras cosas.
- **Termografía:** La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. Esta

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

técnica es muy útil debido a que la gran mayoría de problemas y averías en el entorno industrial están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser monitorizados.

12.1.4 Programa de mantenimiento

A continuación se muestra una tabla con las inspecciones inicialmente programadas, respetando la normativa y según conveniencia también de la empresa.

Instalaciones	Periodicidad
Iluminación	Inspección Anual
Alarmas	Inspección Trimestral
Tomas de tierra	Inspección Anual
Ducha y lavaojos	Inspección Semestral
Equipos	Periodicidad
Sprinklers	Inspección Trimestral
Mangueras	Inspección Semestral
Extintores	Inspección Trimestral
EPI's	Inspección Semestral
Purgas y válvulas	Inspección Trimestral
Engrasado bombas	Inspección Trimestral
Otros	Periodicidad
Pinturas	Inspección Anual
Corrosión	Inspección Semestral

Tabla 12.1.4. Programa de mantenimiento

12.1.4.1 Mantenimiento crítico

En el apartado siguiente se puede encontrar de forma más exhaustiva el mantenimiento que recibirán los equipos más delicados e importantes de la planta, con los que se les debe tener un cuidado especial debido a su carácter crítico, por lo tanto su periodicidad será más corta, se deberá predecir todo el material necesario con anterioridad y normalmente se actuará de la manera que indica el fabricante.

12.1.4.1.1 Mantenimiento de válvulas

Teniendo en cuenta el coste y la importancia de las válvulas se debe considerar un elemento crítico y su mantenimiento tiene que ser más exhaustivo. El mantenimiento se diferenciará en varias partes y las válvulas se someterán a revisiones periódicas de corto plazo.

- Se realizarán pruebas para detectar fugas de producto.
- Se engrasarán las partes necesarias periódicamente.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Se someterán a pruebas de presión e hidrostáticas.

12.1.4.1.2 Mantenimiento de válvulas automáticas y de seguridad

Este tipo de válvulas tiene una función y una mecánica similar a las anteriores pero su mantenimiento debe ser algo diferente. Este tipo de instrumento debe ser desmontado completamente y comprobar sus piezas de forma completa, con especial atención al sistema de cierre. Finalmente se harán pruebas completas.

12.1.4.1.3 Mantenimiento de controladores e indicadores

Normalmente los controladores e indicadores llevan una garantía de operabilidad que nos garantiza su funcionamiento y su exactitud, aun así todos deben pasar un mantenimiento mínimo que consistirá simplemente en ser limpiados y protegidos correctamente de forma periódica, finalmente se realizarán pruebas eléctricas.

12.1.4.1.4 Mantenimiento de mangueras

El principal objetivo en el mantenimiento de las mangueras es evitar que puedan provocar la contaminación del producto debido a su suciedad, que estén parcial o completamente obstruidas o que tengan alguna fuga. La mangueras serán sometidas a pruebas de presión periódicas y serán limpiadas de forma exhaustiva cada vez que sea requerido.

12.1.4.1.5 Mantenimiento de brazos de carga

Los brazos de carga son instrumentos que requieren un mantenimiento aplicado, debido a que es una parte con engranajes que se usan a menudo será necesario un engrase periódico así como revisiones mecánicas y pruebas de estanqueidad para comprobar que el producto no fuga.

12.1.4.1.6 Mantenimiento de bombas

En el caso de esta estación de descarga los equipos más críticos que se encuentra son las bombas. Para su mantenimiento se realizarán las siguientes tareas:

- Control de las vibraciones.
- Análisis del aceite para comprobar su estado, si se ha degradado se sustituirá por aceite nuevo
- Comprobación de los mecanismos y los engranajes básicos.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Limpieza exhaustiva y engrase de las piezas durante cada inspección, en especial de los rodamientos.
- Controlar parámetros de estos equipos como el ruido, temperatura, presión de descarga, etc.

13 GESTIÓN DE LA PLANTA Y RECURSOS HUMANOS

La empresa Ormedsa está formada por una plantilla de 11 trabajadores distribuidos de la siguiente manera: 7 de estos trabajadores serán operarios, habrá un jefe de operaciones, un encargado, un administrativo y el director de la planta. La función que cada uno desempeñará es la siguiente:

13.1 Administrativo

Se encargará de llevar al día todo lo referente a la administración de documentos de la empresa, realizará las llamadas externas e internas necesarias y llevará el control del flujo de aceite en la empresa, tanto el que entra proveniente de los buques como el que se enviará por medio de camiones cisterna, ferrocarril y buques. Sus tareas concretas serán:

- Mantener el funcionamiento del sistema informático para la gestión de la terminal, incluyendo todo lo referente a stocks, altas y bajas, archivos generados por la carga/descarga de aceite...etc.
- Controlar el presupuesto.
- Colaborar con el encargado y jefe de planta para la compra y contratación de servicios externos.
- Preparar informes económicos.
- Recibir, tramitar y archivar los documentos comerciales.
- Recibir formación continuada sobre posibles mejoras en cuanto a la organización de la empresa.
- Ayudar al encargado, jefe de operaciones y/o director de la terminal en mejoras sobre la organización de la empresa y en cualquier tema relacionado con su gestión.

13.2 Operarios

Realizarán todas las tareas de mantenimiento de la empresa, controlando el óptimo funcionamiento todos los equipos de la instalación (bombas, válvulas, intercambiadores) y de sus parámetros (presión y temperatura). Se encargarán de hacer el trasvase del aceite entre los buques, los camiones cisterna y los tanques de almacenamiento. Cabe decir que al menos uno de ellos tendrá conocimientos de administración para llevar las cuentas de carga y descarga de

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

aceite y otro de ellos será capaz de realizar las tareas del encargado, en caso que éste no estuviera presente. Los operarios deberán:

- Participar en todas las actividades de formación que organice la empresa Ormedsa.
- Respetar y cumplir todas las normas de seguridad, control de accesos...etc.
- Informar periódicamente al encargado sobre la realización y estado de las tareas.
- Recibir formación continuada sobre el funcionamiento de equipos, medidas seguridad...etc.

13.3 Encargado

Deberá realizar el intercambio de documentación necesaria con el capitán del buque para el trasvase del aceite. Se encargará de organizar y distribuir el trabajo a los operarios y se preocupará de que lleven a cabo su función. . Sus tareas serán:

- Controlar las devoluciones de los clientes.
- Revisar los documentos que se generan en la empresa Ormedsa.
- Participar en la elaboración del programa de formación de los trabajadores.
- Proponer distintas acciones para la mejora.
- Elaborar y actualizar los listados de proyectos.
- Distribuir y archivar los planos.

13.4 Jefe de operaciones

El jefe de operaciones será quien sustituya al director de la terminal cuando esté ausente. Sus tareas serán:

- Verificar y resolver la no conformidad detectada en el aceite, procesos y sistema de calidad y sus posteriores procedimientos.
- Realizar el diseño del programa de formación de los trabajadores conjuntamente con el director de la terminal y lo actualizará y revisará periódicamente.
- Archivar los registros de formación del personal.
- Proponer distintas acciones preventivas para la mejora en la realización de los trabajos.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Aprobará los documentos que se generan en la empresa Ormedsa.

13.5 Director

El director es el máximo responsable de la terminal y el último responsable de la gestión económica. Éste deberá:

- Definir la política y objetivos de empresa y realizar un seguimiento y mantenimiento del sistema.
- Aprobar, declarar y potenciar el carácter obligatorio del seguimiento de los manuales.
- Aprobar y diseñar el programa de formación de los trabajadores (conjuntamente con el jefe de operaciones).
- Comprobar que la empresa cumple los requerimientos legales.
- Realizar una vigilancia permanente sobre la evolución de la empresa.
- Diseñar y evaluar los contratos con los clientes.
- Actuar como representante legal de la compañía.

14 ESTUDIO ECONÓMICO ³³ [ref 33]

El estudio económico de un proyecto es una de las partes más importantes de éste (sino la más importante) ya que será el que determine si el proyecto es viable o no. Para ello se hará un balance de todos los costes que éste implica, teniendo en cuenta los gastos e ingresos que tiene la empresa, con los siguientes objetivos:

- Conocer el volumen de inversión que se debe hacer.
- Determinar los costes fijos y variables que tiene la empresa.
- Determinar el Cash flow de la empresa, así como los beneficios antes y después de los impuestos.
- Conocer el momento en el que la empresa habrá amortizado la inversión.

Cabe decir que la empresa Ormedsa tiene disponible un terreno dedicado a una posible ampliación, con lo cual en el futuro cabrá la posibilidad de expandir los beneficios económicos de ésta.

Para todo ello se ha hecho un desglose de los costes de la empresa, como se ve a continuación.

14.1 Coste del personal

Teniendo en cuenta la tarea que cada trabajador realiza, se les ha asignado un sueldo u otro, atendiendo a la responsabilidad que ésta conlleva. Es importante decir que los trabajadores recibirán 14 pagas anuales (12 mensuales y 2 pagas extras). A continuación se expone la siguiente tabla con el sueldo de cada trabajador.

Tipo	Cantidad	Sueldo mensual	Sueldo anual	Coste laboral
Operario	7	1876.32	26268.48	34937.08
Administrativos	1	1326.52	18571.28	24699.80
Encargado	1	2857.39	40003.46	53204.60
Jefe Operaciones	1	3426.41	47969.74	63799.75
Director	1	4642.83	64999.62	86449.49
			Total	263090

Tabla 14.1: Coste del personal de la empresa.

³³ Datos para el estudio económico proporcionado por los profesores del PFC en sus charlas del principio de cuatrimestre y complementados por el tutor Josep Enric Mañé.

14.2 Capital directo

El capital directo está formado por los distintos elementos que integra la base de la terminal. Estos se exponen en la siguiente tabla:

Instalación	Precio (€)
Obra civil	1.255.500
Tanques	2347500
Pintura	42000
Instrumentación (válvulas, control...etc)	123500
Tuberías:	
De 8"	66.000
De 6"	39.000
De 4"	4.500
Bombas	36000
SCI	75.000
Brazo de carga	36000
Báscula	84.000
Torre de carga	110000
Instalación eléctrica	230.000
EDAR	300.000
Caldera	178.000
Trámites administrativos	90.000
Proyecto	120.000
Grupo electrógeno	32500
Total	5.169.500

Tabla 14.2: Capital directo.

A continuación se expone lo que cada instalación citada incluye:

- La parte de obra civil incluye las oficinas y almacén, así como las redes de drenaje. Implica un 30% de toda la inversión.
- La parte de tanques incluye todos los servicios de estos y las tuberías hasta el foso de bombas. Cabe decir que los tanques de 2130 m³ de capacidad tienen un precio de 485000 € cada uno y los de 502 m³ de 220000 €. En el precio ya se incluye el coste del serpentín, cuyo valor es de unos 66000€.
- El material de acero inoxidable no se pintará, por tanto esta parte solo corresponde a la suportación, tuberías, foso de bombas y la torre de carga.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- La instrumentación incluye la parte informática, actuadores de válvulas y los sistemas de medición de nivel de los tanques.
- En la terminal habrá tuberías de 8'' con un precio de 220 €/m, 6'' de 130 €/m y 4'' con un precio de 90 €/m. Cabe decir que las tuberías de 8'' y 6'' son las que van al atraque y se considera una longitud de 300 m. Las tuberías de 4'' se han considerado que tienen una longitud de 50 m. La soldadura estará hecha con el método TIG, ya que es un sistema que no requiere material de aportación y por tanto queda una soldadura perfecta.
- El coste de las bombas es de 36000 €, ya que la bombas a buque tienen un valor de 18000 € y las bombas a cisterna un coste de 4500 € y se dispone de 4.
- El SCI incluye el tanque nodriza de agua de 50 m³, todo el anillo perimetral del sistema, así como los extintores, hidrantes y accesorios de éstos.
- En lo que al brazo de carga se refiere, es importante decir que se será de acero inoxidable, dado que se está tratando con productos alimentarios y por tanto es muy importante que no se contaminen.
- Las básculas tendrán un precio de 42000 € cada una, donde se incluye la instalación electrónica e instrumentación.
- La instalación eléctrica incluye todo lo referente a la alimentación de bombas, equipos y todo el alumbrado.
- Por lo que a la caldera se refiere, se incluye la misma caldera, su instrumentación y toda la red de vapor.

Todos estos factores, hacen que la inversión total tenga un valor de 5,169,500 €.

14.3 Amortización

Una vez obtenido el valor total del capital de inversión, se procede al cálculo de la amortización de la Terminal. Éste se ha hecho según la siguiente ecuación:

$$Amortización = \frac{Capital - Valor Residual}{Vida};$$

Ec.14.3.1-A

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Cabe decir que como valor residual se ha estimado un 10% del coste de obra civil (125550) y un 5% de los equipos (117375). Teniendo en cuenta que se ha decidido amortizar la Terminal en 20 años, el valor de la amortización quedará como:

$$Amortización = \frac{5169500 - 125550 - 117375}{20} = 246329€ \quad \text{Ec.14.3.1-B}$$

También es importante definir el significado de amortización de reversión, el cual permite indemnizarnos del la 25ª parte del capital de inversión cuando finaliza el periodo de concesión establecido, que son 15 años.

Así pues, el valor de la amortización de reversión será de 206780 €.

14.4 Costes variables

Los servicios integrantes de la terminal se pueden dividir en dos grupos, los costes variables y los costes fijos. Cabe decir que todos los costes de Ormedsa se han considerado variables, salvo los intereses del capital de inversión a pagar el primer año, que se han considerado fijos para facilitar los cálculos. Como costes variables hay:

14.4.1 Consumos

En este apartado se encuentran los gastos producidos por el consumo de gasoil, de agua (tanto para servicio como para el SCI) y de electricidad. Cabe decir que la potencia consumida está alrededor de los 26000 kW al año.

Tipo	Consumo (Ud./año)	Precio (€/Ud.)	Precio (€/año)
Agua (m ³)	3000	1,68	2840
Electricidad (kW)	26000	0,05	1300
Gasoil (m ³)	1	902	902
N ₂ (Nm ³)	14667	0,15	2200
		Total	7242

Tabla 14.4.1: Consumo.

14.4.2 Carretilla

Dado que en toda terminal suele ser necesario el transporte de materiales o equipos pesados, se debe disponer de una carretilla. Ésta por tanto se alquilará y se deberá pagar un precio de 900 €/año.

14.4.3 Mantenimiento

El mantenimiento es una tarea importante en una terminal, ya que todos los equipos deben estar en el mejor estado posible durante su funcionamiento. Para ello, se ha dedicado un 2% de la inversión durante el primer año de funcionamiento de la terminal.

Dado que el estado de los equipos empeora a medida que funcionan, se ha decidido ir incrementando el porcentaje dedicado a este apartado, de tal modo que el 12º año de funcionamiento de la terminal el valor del coste de mantenimiento será el 5% de la inversión y tendrá un valor de 258475 €.

Así pues, el primer año se dedica un 2% de la inversión y cada año se le añadirá un 0,25% hasta llegar al 5% de la inversión en 12 años. Este porcentaje se mantendrá constante después del 12º año.

14.4.4 Tasas

Por el hecho de establecer una terminal, se debe pagar tasas portuarias y tasas municipales. Las primeras tienen un valor de 18500 €/año y las segundas un coste de 6800 €/año.

14.4.5 Seguro

Se ha creído necesario asegurar el aceite que se está almacenando ya que si por accidente se perdiera una cantidad importante, el coste que ello supondría sería muy elevado. Así pues, la cantidad a pagar será de 75000 €/año.

14.4.6 Intereses

El coste total de la inversión es de 5,169,500 €. Esta cantidad será aportada en un 60 % por el banco y con un interés del 4%. El 40% restante lo aportarán los accionistas de Ormedsa, con un interés del 8%.

Teniendo en cuenta estos valores, el interés que habrá que pagar cada año es de 0.056 %. Cabe decir que por facilitación en los cálculos, el primer año de intereses se ha considerado como coste fijo, el resto de años serán costes variables.

14.5 Ingresos

La capacidad de almacenamiento de aceite de la empresa Ormedsa es de 9520 m³, ya que hay 4 tanques de 2130 m³ y otros 2 de 502 m³.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Se ha establecido un precio de alquiler de 12.6 €/m³ y mes. Este viene definido por dos precios medios, que son los siguientes:

- Se ha considerado un precio de alquiler de tanque a 10 €/m³ y mes, teniendo en cuenta como referencia lo estipulado en el mercado actual y el correspondiente como máximo a cuatro rotaciones anuales. Así pues, los ingresos generados a raíz de este se muestran en la ecuación 14.5.1:

$$9640m^3 \cdot 10 \frac{\text{€}}{m^3, \text{mes}} \cdot 12 \text{meses} = 1156800\text{€} \quad \text{Ec.14.5.1}$$

- A partir de estas cuatro rotaciones, se establece un precio adicional de 2.6 €/m³. Teniendo en cuenta este dato, los ingresos generados según este precio adicional son los siguientes, mostrados en la ecuación 14.5.1:

$$9640m^3 \cdot 2,6 \frac{\text{€}}{m^3, \text{mes}} \cdot 12 \text{meses} = 300768\text{€} \quad \text{Ec.14.5.1}$$

Cabe decir que este precio adicional es tan elevado ya que también se incluye la facturación estimada de las horas extras de los trabajadores en la descarga de buques.

Con estos datos y sumando las dos ecuaciones anteriores, se obtiene el valor total de los ingresos anuales, que es de 1457568 €.

14.6 Evaluación global

Una vez obtenidos todos los valores que forman parte del coste de la terminal, se procede al cálculo de la rentabilidad de ésta.

En primer lugar, se introduce el valor total de los costes fijos, costes variables, amortización, amortización de reversión e ingresos. A continuación, se ha multiplicado por 1,03 los costes variables, ya que se ha supuesto un incremento del IPC del 3%. El valor de los ingresos se ha multiplicado por el 80% del 3%, para satisfacer las peticiones del cliente. Una vez hecho esto, se calcula el valor del beneficio bruto.

14.6.1 Beneficio bruto

La ecuación para el cálculo del beneficio bruto se muestra a continuación:

$$\text{BeneficioBruto} = \text{Ingresos} - \text{CostesFijos} - \text{CostesVar.} - \text{Amort} - \text{Amort.Rev.} \quad \text{Ec.14.6.1}$$

Con este valor obtenido, se calculará los impuestos que se debe pagar.

14.6.2 Impuestos

La ecuación para el cálculo de los impuestos se muestra en Ec.14.6.2:

$$\boxed{Im\ puestas = BeneficioBruto \cdot 0,35;} \quad Ec.14.6.2$$

A continuación se procede al cálculo del cash de operaciones:

14.6.3 Cash de operaciones

La ecuación de cálculo es la siguiente:

$$\boxed{CashOperaciones = BeneficioBruto + Amortización - Im\ puestas} \quad Ec.14.6.3$$

14.6.4 Cash flow

Con el cash de operaciones calculado, se calcula el cash flow, que se define como el grado de liquidación de la inversión de una empresa. Este calcula de la siguiente manera:

$$\boxed{CashFlow = CashOperaciones + CapitalDirecto + Inventario} \quad Ec.14.6.4$$

Con el cash flor calculado, se calculará el cash flow descontado.

14.6.5 Cash flow descontado

Aplicando un interés del 1%, 2%, 4% y 5% se calculará el cash flow descontado, siguiendo la estructura del Excel realizado y que es muestra más adelante.

Con todos estos valores calculado en cada año, se buscará el valor del VAN y el TIR. Estos se muestran en el apartado siguiente:

14.6.6 VAN (Valor Actual Neto)

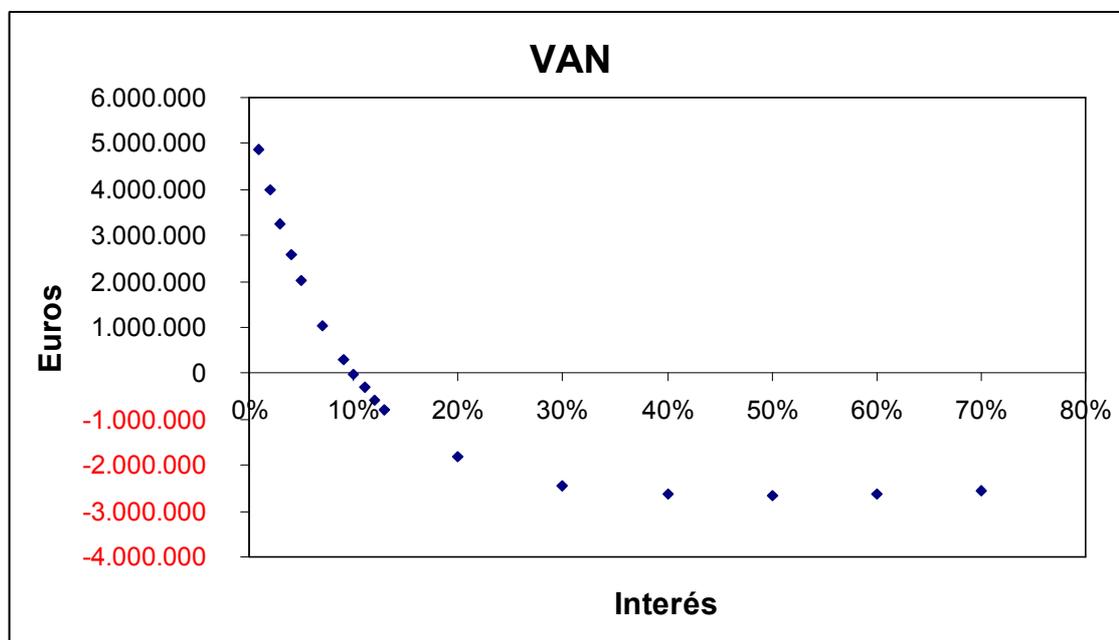
Este valor consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que generará el proyecto, descontando a un cierto tipo de interés i . Para conocer la viabilidad de un proyecto se busca el interés para un valor de $VAN=0$. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$\boxed{VAN = \sum \frac{I_n - E_n}{(1+i)^n};} \quad Ec.14.6.6$$

Donde:

- I_n : Ingresos.
- E_n : Costes.
- N. Nombre de períodos considerados.
- $I_n - E_n$: Flujos de caja estimados de cada período.
- i : Tipo de interés.

Así pues, cabe decir que si $VAN > 0$ el proyecto será viable, mientras que si $VAN < 0$ el proyecto no lo será. A continuación se muestra una gráfica sobre la evolución del VAN:



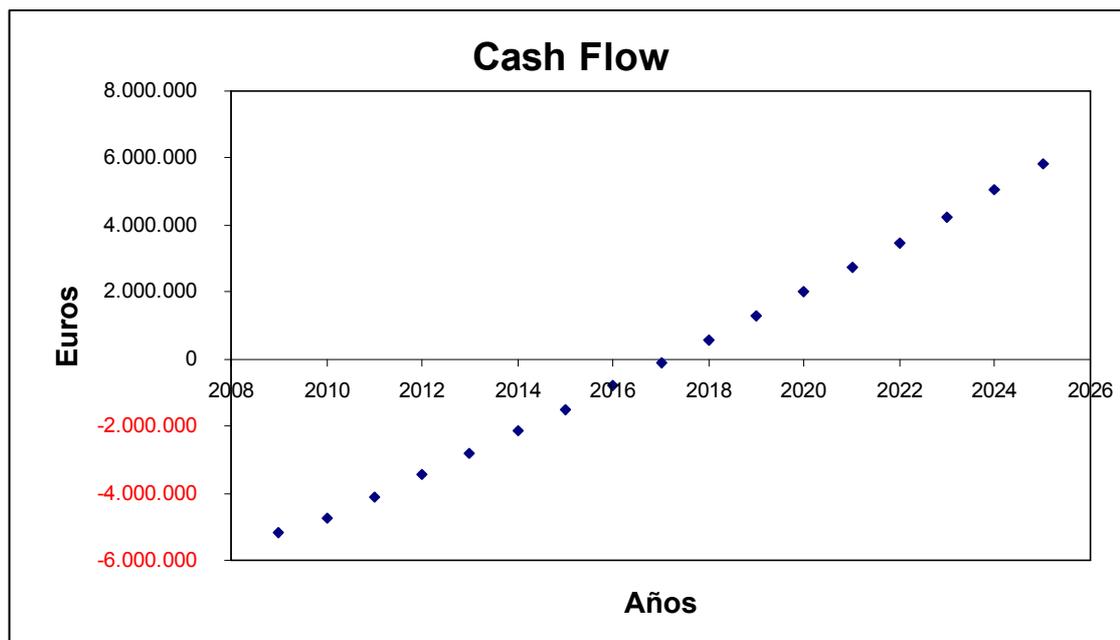
Gráfica 14.6.6: Evolución del VAN.

14.6.7 TIR (Tasa Interna de Retorno)

El TIR se define como la tasa de interés con la cual el Valor Actual Neto es igual a 0. En este caso, el interés correspondiente al $VAN = 0$ está alrededor del 9.88%.

A continuación se muestra una gráfica sobre la evolución del cash flow. En esta se puede ver que será positivo a partir del 8º año, correspondiente al 2018.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia



Gráfica 14.6.7: Evolución del cash flow.

Así pues, viendo los resultados obtenidos, cabe decir que es muy importante ampliar la capacidad de almacenamiento de aceite lo antes posible, ya que con ello se obtendrían beneficios mayores y los costes que supondría la ampliación no serían muy elevados.

15 CONCLUSIONES DEL PROYECTO

Una vez hecho el proyecto se ha creído conveniente sacar conclusiones de los puntos más importantes. Estas se organizan de la misma manera que van apareciendo las tareas en el informe; de la misma manera que están organizados también los anexos.

- El diagrama de Gantt es una herramienta muy útil a la hora de organizar el proyecto. Las tareas propuestas en un principio se han ido siguiendo según lo diseñado inicialmente, ajustándose lo mayor posible al diagrama. Pero a lo largo del tiempo se han visto modificadas y su fecha de finalización se ha alargado en el tiempo. Es una labor de todo el grupo que las tareas se lleven al día y hacerlas lo mejor posible desde el primer día para evitar modificaciones y revisiones que siempre son costosas y retrasan el trabajo posterior.
- Este proyecto se podría tener lugar a cabo si una empresa tuviese interés en llevarlo a cabo. Por eso es muy importante que las normas y códigos de diseño que se utilicen sean recientes y estén estandarizados.
- Teniendo en cuenta que el producto que se almacena es un producto alimentario como el aceite de oliva, la seguridad a tener en cuenta en la planta será relativamente baja, además se debe considerar que los equipos usados para transportar, almacenar y tratar el producto deben ser aptos para un posterior consumo humano.
- La calidad del aceite y de todos los equipos con los que esté en contacto tiene que ser óptima en todo momento, poniendo especial cuidado a las operaciones y manipulación del producto.
- La zona donde se ha situado la estación de descarga no representa una amenaza sísmica, también se ha realizado un estudio climatológico para prever las condiciones que deberá soportar todas las instalaciones.
- El tipo de aceite que se transportará a la estación de descarga en un principio será 50% aceite virgen y 50% aceite refinado, dependiendo del mercado y de la salida de cada uno este porcentaje podrá variar. También el número de tanques dedicados a cada tipo de aceite como la cantidad de aceite enviado directamente a la planta de refino del interior de Gdansk.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- Los equipos que se han diseñado en la planta tienen una capacidad y una potencia superior a la necesaria en el inicio de la puesta en marcha. Esto es debido a que la planta está diseñada para tener una ampliación de capacidad tan pronto como sea posible. Además en la propia extensión de la terminal ya se ha dejado un espacio para llevar a cabo esta ampliación.
 - Se dispone de seis tanque en la planta: cuatro tanques grandes tienen una capacidad de 2130m^3 , cada uno, y los otros dos tanques pequeños tienen una capacidad de 502m^3 , también cada uno. Por lo tanto, la capacidad total inicial de la planta será de 9520m^3 .
 - El intercambiador de calor es del tipo serpentín, el caudal del vapor de agua saturado utilizado en el intercambiador es de 3490kg/h y según el estudio el intercambiador solo trabajará 120h/mes .
 - En la planta se dispone de un sistema de bombas compuesto por cinco bombas autoaspirantes FreFlow 65-155 que bombearán el aceite a cisternas con un caudal de $80\text{m}^3/\text{h}$ y una bomba CombChem DIN 24.256 que enviará el producto a buques con un caudal de $250\text{m}^3/\text{h}$.
- En la planta es obligatorio tener manuales que indiquen cómo gestionar la empresa. Los manuales que se han hecho son cinco: Seguridad, Operación, Medio Ambiente, Calidad y Mantenimiento.
- En la planta se dispone de una plantilla formada por once empleados distribuidos como: un director, un jefe de planta, un encargado, un administrativo y siete operarios. Entre ellos pueden hacer las operaciones que se den en la planta, el mantenimiento, la gestión, el tratamiento de las aguas residuales y residuos de la planta y la puesta a punto y limpieza de los tanques para las operaciones posteriores. En el caso de ampliación de la planta no sería necesario duplicar la plantilla sino ampliarla con respecto a las nuevas necesidades que se tuviesen.
- Del estudio económico, en primer lugar y quizá la conclusión más importante a la que se ha llegado, es la importancia que tiene realizar una ampliación de almacenamiento del aceite de oliva lo antes posible. Con ello se aumentarían notablemente los beneficios y se mejoraría el retorno de la inversión. Cabe decir que se obtendrán beneficios a partir del octavo año de funcionamiento de esta, es decir, en el 2018.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

- En cuanto al transporte, cabe decir que es más económico utilizar camiones cisterna desde Lérida a Tarragona y un buque desde Tarragona hasta Gdansk. El uso del ferrocarril solo será viable cuando la distancia a recorrer sea mayor de 400 km, sino deberá utilizarse cisternas.
- Al transportar el producto en buque se debe tener un equipo de retén que esté preparado en todo momento para recibirlo y descargarlo debido al gran coste que supone tener ese buque amarrado en el puerto.
- La optimización del transporte del producto tiene una importancia fundamental debido a que su coste repercutirá proporcionalmente al coste del producto final.
- El aceite vendido podrá ser transportado por cisterna, tren o buque dependiendo su destino y el cliente, teniendo en cuenta que el precio variará.

16 BIBLIOGRAFÍA

[ref. 01]

<http://www.oficinascomerciales.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=631182>

[ref. 02] <http://www.staypoland.com/gdansk-es.htm>

[ref. 03] Las fotos de los planos tanto de Gdansk como de Tarragona están sacadas del GoogleMaps.

[ref. 04] Notas sectoriales. “El mercado de aceite de oliva en Polonia” ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior). Junio 2007.

[ref. 05] Datos proporcionados por el tutor de proyecto Josep .Enric Mañé.

[ref. 06] Dato proporcionado por RENFE (precio del ferrocarril).

[ref. 07] <http://www.jotankers.com/FleetList/JoPalm/tabid/99/Default.aspx>

[ref. 08] http://www.tutiempo.net/clima/GDANSK_PORT_PN/01-2008/121400.htm

[ref. 09] Normas y códigos de diseño utilizados a lo largo del proyecto.

[ref. 10] www.anber.es/

[ref. 11]

www.parsi-pci.com/utcfs/ws-488/Assets/BIE%20parsi%20y%20armario%20extintor.pdf

[ref. 12] Información proporcionada por el tutor Josep Enric Mañé

BOE num.112 del 10 de Mayo del 2001, pág. 16851.

[ref. 13] Apuntes de la asignatura “Elements de Control”.

[ref. 14] API Standard 650. Diseño de tanques.

[ref. 15] “El empleo del frío en la industria de la alimentación”. R. Plank, Rafael Usón, H Engerth. (pág.455)

[ref. 16] ITC-MIE-APQ-001.

Alm. PP. QQ. JEM.2006. Rev04, pág. 20.

[ref. 17] Datos sustraídos de la asignatura Simulación de Operaciones unitarias (precio del vapor de agua).

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Datos sustraídos de la asignatura Oficina Tècnica a l'enginyeria química (diámetros tuberías y Sch).

Información proporcionada por el profesor de Operaciones básicas de separación Laureano Jiménez.

Información proporcionada por el profesor de Ingeniería Térmica Manel Vallès.

Yunus A. Çengel, 'Transferencia de calor', 2ª Edición. McGraw Hill, pág. 730.

[ref. 18] http://www.babcock-wanson.es/hi/calderas_pirotubulares.htm

[ref. 19] Dato proporcionado por el profesor de Simulación de operaciones unitarias Gonzalo Guillén.

[ref. 20] Apuntes de la asignatura de 2º Ingeniería Fluidomecánica.

[ref. 21] Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=1997/08669

[ref. 22] Puesta a tierra del sistema

http://www.procobre.com/archivos/pdf/download_biblioteca/MX/junio/conductores/unidad4.pdf

[ref. 23] www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_leg.pdf

[ref. 24] www.la-fortaleza.com/incendio.htm

[ref. 25] www.construmatica.com/construpedia/Sprinklers_Autom%C3%A1ticos

[ref. 26]

www.parsi-pci.com/utcfs/ws-488/Assets/BIE%20parsi%20y%20armario%20extintor.pdf

[ref. 27] www.anber.es/

[ref. 28]

www.carlosarboles.com/esp/duchas/catalogo_desc.asp?keyCat=57&key2=331&keyRuta=esp&keyIdioma=1&keyNomCat=Duchas/Lava%20Ojos%20con%20Agua%20Templada

[ref. 29] www.duerto.com/normativa/ropa.php

[ref. 30] http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/HAZOP.htm

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

RD 1254/99 donde se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

[ref. 31] www.usc.es/econo/RGE/Vol%2011_2/Castelan/op5.pdf

[ref. 32] www.normas9000.com/que-es-iso-9000.html

[ref. 33] Datos para el estudio económico proporcionado por los profesores del PFC en sus charlas del principio de cuatrimestre y complementados por el tutor Josep Enric Mañé.

17 ANEXO A.1: Cálculo de precio de transporte

Los cálculos se han realizado a partir de los precios obtenidos en € por tonelada métrica transportada y por kilómetro recorrido. Estos valores, así como las distancias que se deben recorrer, se exponen en las tablas X.1 y X.2:

PRECIOS			
Cisterna (€/Tm*km)	Tren (€/Tm*km)	Buque (€/Tm)	Dcho. Importación (€/Tm)
0.39 ³⁴	0.23*	5.15 ^[1]	1.25 ^[1]

Tabla A.1.1: Precios de los transportes^[1].

*Para trayectos cortos. Para trayectos largos es de 0,054 €/Tm*km [1].

DISTANCIAS (km)	
Tarragona-Lleida	Tarragona-Gdansk
90	2432

Tabla A.1.2: Distancias a recorrer.

Para el cálculo del transporte con cisternas, basta con multiplicar el precio por las toneladas a transportar, que son 4750 Tm y el kilometraje que se recorrerá. También se debe tener en cuenta que se pagará la vuelta del conductor. Este cálculo se hace con las siguientes ecuaciones, desde Lérida-Tarragona en primer lugar y desde Tarragona-Gdansk en segundo lugar:

$$0.39 * 4750 * 90 + 0.39 * 90 = 166760 \text{ €} \quad \text{Ec.A.1.1}$$

$$0.39 * 4750 * 2432 + 0.39 * 2432 + 1.25 * 4750 = 4512166 \text{ €} \quad \text{Ec.A.1.2}$$

Para el cálculo del precio por ferrocarril y por vía marítima hay que tener en cuenta otros valores además de los anteriores. En el ferrocarril cabe decir que se deberá pagar el contrato, que tiene un valor de 3000 € por trayecto (uno de ida y otro de vuelta) y que el precio es para la carga y también para la descarga, por tanto se deberá multiplicar dos veces. Este cálculo se realiza de la siguiente manera, en primer lugar desde Lleida-Tarragona y después desde Tarragona-Gdansk:

$$0.23 * 4750 * 90 + 3000 + 0.23 * 4750 * 90 + 3000 = 202650 \text{ €} \quad \text{Eq.A.1.3}$$

$$(0.054 * 4750 * 2432 + 3000) * 2 + 1.25 * 4750 = 1259554 \text{ €} \quad \text{Ec.A.1.4}$$

Finalmente, se realiza el cálculo del transporte por vía marítima. Para ello hay que tener en cuenta las tasas a pagar por el uso del buque, que son 7550 €^[1] (incluye practicaje,

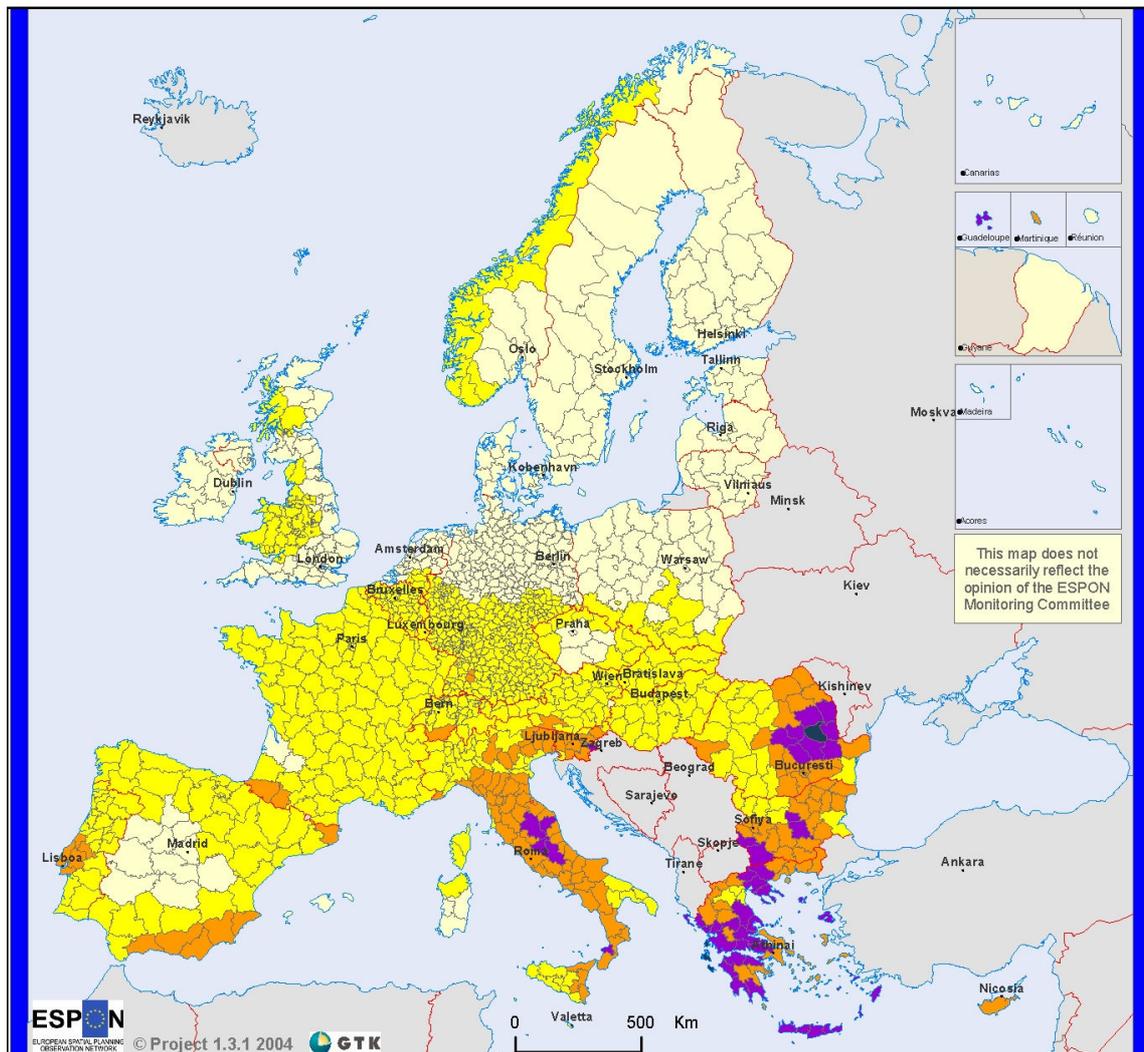
³⁴ [1] Dato proporcionado por el tutor de proyecto J.Enric Mañé Loran.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia amarradotas, tarifas portuarias de atraque y servicios y gestión de residuos). Este cálculo se muestra en la Ec. A.1.5:

$$5.15 * 4750 + 7550 * 2 + 1.25 * 4750 = 45500 \text{ €} \quad \text{Ec.A.1.5.}$$

Por tanto, según estos cálculos, los transportes más económicos a utilizar serán los camiones cisterna desde Lérida hasta Tarragona y los buques desde Tarragona hasta Gdansk.

18 ANEXO A.2: Mapa sísmico Europeo



Earthquake hazard potential

Potential classification

	Very low hazard
	Low hazard
	Moderate hazard
	High hazard
	Very high hazard
	Non ESPON space

The hazard classification is based on the average value of the peak ground acceleration (pga)/acceleration of gravity (%) in a NUTS 3 area.

Origin of the data: © EuroGeographics Association for the administrative boundaries
Pga data © Global Seismic Hazard Assessment Program
Source: ESPON Data Base

La referencia de esta figura se encuentra en la siguiente web:

www.preventionweb.net/english/professional/maps/v.php?id=3825

19 ANEXO A.3: Distancias mínimas de la instalación

Las distancias que aquí se muestran se han extraído utilizando el BOE del 10 de Mayo del 2001, Pág. 16851. Es importante insistir en que se ha hecho el estudio considerando que la terminal se establece en territorio español, a pesar de saber que se situará en Gdansk.

En primer lugar, se utiliza el Cuadro II-1, para encontrar la distancia mínima requerida entre cada instalación. Seguidamente se aplica el factor de reducción por capacidad, que se encuentra en el Cuadro II-2. En este caso se hace uso del coeficiente 0.95, ya que la capacidad de esta planta de almacenamiento está entre 20000m³ y 50000m³. Seguidamente, se debería aplicar el coeficiente multiplicador, que se encuentra en el Cuadro II-3, y el coeficiente de reducción por protecciones adicionales, en el Cuadro II-4. Dado que el aceite no es un producto peligroso, no se ha creído necesario aplicar ni uno ni otro. Cabe decir que se ha puesto una medida de seguridad de nivel 1 para extinguir incendios que son los hidrantes, de tal manera que se reducirá la distancia entre el cubeto y la pared a 7.5 metros. Así pues, por lo que al resto se refiere solo se ha multiplicado por 0.95 los valores del Cuadro II-1. A continuación se exponen estos resultados en esta tabla:

	Torre de carga	EDAR	Foso bombas	Almacén
Torre de carga	/	14.25	14.25	14.25
EDAR	-	-	19	20
Foso bombas	-	-	/	19

Tabla A.3.1: Distancias mínimas en metros entre las instalaciones fijas.

	Oficinas	Vallado	Rec.Clase D
Torre de carga	14.25	14.25	9.5
EDAR	20	20	9.5
Foso bombas	19	14.25	/
Almacén	/	/	14.25
Oficinas	-	/	14.25
Vallado	-	-	7.5
Rec.Clase D	-	-	3

Tabla A.3.2: Distancias mínimas en metros entre las instalaciones fijas.

20 ANEXO A.4: Cálculo del volumen del cubeto

En primer lugar, se ha calculado el volumen mínimo que el cubeto debería tener para mayor seguridad y prevenir cualquier accidente. Este se calcula según la fórmula:

$$V_{\text{cubeto}} = 1,15 \cdot V_1 + V_{2(h)} + V_{3(h)} + V_{4(h)} + V_{5(h)} + V_{6(h)} ; \quad \text{Ec.A.4.1}$$

Siendo V_1 el tanque de capacidad mayor (en este caso cualquiera de los 4 más grandes) y $V_{2(h)}$ el volumen ocupado por el tanque hasta la altura del cubeto, (en este caso de 3m.) y así sucesivamente. El valor de 1.15 se debe a que se ha creído necesario añadir un 10% de volumen del tanque con capacidad V_1 para prevenir el incremento de volumen en caso de inundación de aceite, para así afrontar posibles desbordamientos en caso de accidente. El 5% restante está motivado por la elevación de los tanques respecto a la cota 0 de cubeto, para así permitir el mantenimiento de la vena líquida al foso de bombas³⁵.

Sabiendo pues la fórmula que se utilizará, se muestra en la siguiente tabla los valores de los radios, alturas y volúmenes de los tanques que habrá que tener en cuenta en la Ec.A.4.2

VOLUMENES TANQUES ACEITE		
V 1 [m ³]	Radio [m]	Altura [m]
2130	5,82	20
V 2,3,4(h) [m ³]	Radio [m]	Altura [m]
319	5,82	3
V 5,6(h) [m ³]	Radio [m]	Altura [m]
142	3,88	3

Tabla A.4.1: Valores de radios, alturas y volúmenes de los tanques del cubeto.

Así pues, el valor del volumen mínimo que el cubeto debe tener es de:

$$V_{\text{cubeto}} = 1,15 \cdot 2130 + 319 \cdot 3 + 142 \cdot 2 = 3691 \text{ m}^3; \quad \text{Ec.A.4.2}$$

Una vez obtenido este valor, se procede al cálculo del volumen real del cubeto. Éste tendrá un valor igual al producto de sus lados por la altura, que será de 3 metros. Sus lados son $A = 41.45\text{m}$. y $B = 30.69\text{m}$. Estos se han calculado dejando una distancia entre cada tanque de 3m, según el BOE num. 112 del 10 de Mayo del 2001 pág (X), teniendo en cuenta que los diámetros de los tanques son de 11,64m y de 7,76m, y sabiendo que la distancia entre los tanques y la pared, la cual es de 2,2 m se ha ido modificando hasta obtener un volumen superior al volumen mínimo. Finalmente, el volumen del cubeto es por tanto de 3816 m^3 .

³⁵ Alm.PP.QQ.JEM.2006.Rev04, pàg 20.

21 ANEXO A.5: Diseño de los tanques

Para hacer el cálculo de los tanques de almacenamientos se ha seguido la guía de API 650. Allí estaban explicados los pasos a seguir para calcular los espesores del cuerpo, los accesorios obligatorios del tanque, el techo y su forma... En este anexo se muestran todos y cada uno de esos cálculos y los resultados se pueden ver al final en una tabla, además en el apartado 6.4 está el diseño de los tanques de almacenamiento y en los apartados 7.1 y 7.2 están sus hojas de especificación.

- **Paso 1: Cálculo de los espesores del cuerpo**

Para hacer los cálculos antes se han determinado algunos puntos importantes en el diseño de los tanques. Estos se muestran en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor	Unidades
Capacidad del tanque	2130	m ³
Altura del tanque	20000	mm
Radio del tanque	5820	mm
Diámetro	11640	mm
Corrosión Permisible	0.1	mm
Material	ASTM A312-TP-316-L	
Presión de diseño	1.38	bar
Test hidrostático	1.55	Kg/cm ²
Fluido a almacenar	Aceite de oliva	
Densidad relativa	0.914	
Dimensiones de la placas	Ancho 1829	mm
	Largo 6096	mm
Número de placas	Ancho	11 unidades
	Largo	6 unidades
Espesor mínimo del tanque	4.76	mm

Tabla A.5.1: Datos iniciales para el cálculo de los tanques.

Lo primero que hay que hacer, una vez definidos estos parámetros, es calcular los espesores de los anillos que forman el cuerpo del tanque. En la guía se cita que el espesor mínimo que tiene el tanque depende del diámetro nominal del tanque. Según la tabla 2.2 del API 650, el espesor mínimo del tanque es de *4.76mm*.

Teniendo en cuenta estos valores, y utilizando las fórmulas de la guía: se van calculando los grosores que tendrán las placas del cuerpo del tanque.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

○ Cálculo de los espesores de los anillos

Para calcular el espesor de este primer anillo y de todos los siguientes, se utiliza el "Método de un pie", explicado en la guía. Consiste en calcular primero el espesor que deberá tener la placa por condiciones de diseño y añadirle a este valor el espesor que le corresponde por la prueba hidrostática. Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$td = \frac{0.0005 * D * (H - 30.48)G}{Sd} + C.A. \tag{Ec.A.5.1}$$

Ecuación para calcular el espesor por condiciones de diseño.

$$tt = \frac{0.0005 * D * (H - 30.48)}{St} \tag{Ec.A.5.2}$$

Ecuación para calcular el espesor por prueba hidráulica.

$$tr = td + tt \tag{Ec.A.5.3}$$

Ecuación del espesor total de la placa; siendo la suma de los anteriores.

Los parámetros que se utilizan en las fórmulas se explican en la siguiente tabla.

Parámetro	Explicación
td	Espesor por condiciones de diseño
tt	Espesor por prueba hidráulica
tr	Espesor total de la placa
D	Diámetro de la placa
H	Altura del tanque
G	Densidad relativa del aceite
Sd	Esfuerzo de diseño
St	Esfuerzo de prueba hidrostática
C.A.	Corrosión permisible

Tabla A.5.2: Explicación de los parámetros de las ecuaciones.

A continuación se hace un ejemplo del cálculo del grosor del primer anillo.

$$td = \frac{0.0005 * D * (H - 30.48) * G}{Sd} + C.A.$$

$$td = \frac{0.0005 * 1130 * (2000 - 30.48) * 0.913}{1.41} + 0.16 = 0.8795cm$$

$$tt = \frac{0.0005 * D * (H - 30.48)}{St}$$

$$tt = \frac{0.0005 * 1130 * (2000 - 30.48)}{1.58} = 0.7033cm$$

$$tr = td + tt$$

$$tr = 0.8795 + 0.7033 = 15.83cm$$

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Estos cálculos se repiten en todos los anillos que componen el tanque. Los 9 primeros anillos tienen un espesor superior al mínimo exigido. Los siguientes 2, tienen un espesor menor y por eso mismo se les aplica el espesor mínimo requerido. La siguiente tabla muestra los resultados de los espesores de todos los anillos.

Anillo	Espesor calculado	Espesor real
Primer anillo	15.83 mm	16 mm
Segundo anillo	14.51 mm	15 mm
Tercer anillo	13.19 mm	13 mm
Cuarto anillo	11.86 mm	12 mm
Quinto anillo	10.54 mm	11 mm
Sexto anillo	9.22 mm	9 mm
Séptimo anillo	7.90 mm	8 mm
Octavo anillo	6.58 mm	7 mm
Noveno anillo	5.26 mm	5 mm
Décimo anillo	3.94 mm	5 mm
Undécimo anillo	2.62 mm	5 mm

Tabla A.5.3: Espesor de los anillos del tanque.

- **Paso 2: Cálculo y selección del espesor del fondo**

Una vez que se tienen ya los espesores de los anillos del cuerpo, se pasa a calcular el espesor de la placa del fondo del tanque. El espesor mínimo del fondo viene especificado en la tabla 2.1 del API 650 y el valor mínimo es 6.35mm.

Para calcular el grosor del fondo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Sh = \frac{0.0005 * D * (H - 30.48) * G}{t} \tag{Ec.A.5.4}$$

$$Sh = \frac{0.0005 * 1130 * (2000 - 30.48) * 0.913}{0.635} = 17.5133cm$$

Al ser mayor que el valor mínimo de espesor del fondo del tanque, se le aplicará este valor.

- **Paso 3: Cálculo y selección de la estructura**

Debido a que el tanque de almacenamiento es bastante grande, tiene un diámetro considerable; el techo que se le colocará es de tipo esférico.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Para calcular la estructura del techo del tanque, se tienen que diseñar los largueros del techo y la distancia que hay entre ellos. De dispondrá de largueros interiores y exteriores

○ Larguero Interior

Primero se tiene que calcular el número de largueros según la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N * D * \text{Sen}\left(\frac{360}{2 * N}\right)}{l} \tag{Ec.A.5.5}$$

$$n = \frac{5 * 619.3 * \text{sen}\left(\frac{360}{2 * 5}\right)}{96.1} = 31.96$$

En este caso salen 31.96 largueros, lo que pasa es que se redondea siempre a un número múltiplo de 5; en este caso sería 35 largueros.

Después se tiene que calcular la separación entre largueros según la siguiente fórmula.

$$l = \frac{N * D * \text{Sen}\left(\frac{360}{2 * N}\right)}{n} \tag{Ec.A.5.6}$$

$$l = \frac{5 * 619.3 * \text{sen}\left(\frac{360}{2 * 5}\right)}{35} = 87.74$$

La separación entre los largueros interiores será de 87.74 mm.

Y a continuación se hace el cálculo entre los largueros exteriores.

○ Larguero Exterior

De la misma manera que en los largueros interiores, se tienen que calcular cuántos largueros forman la parte exterior.

$$n = \frac{N * D * \text{Sen}\left(\frac{360}{2 * N}\right)}{l} \tag{Ec.A.5.7}$$

$$n = \frac{5 * 1013.7 * \text{sen}\left(\frac{360}{2 * 5}\right)}{109.8} = 45.78$$

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Como se han calculado, serán 45.78 largueros, pero de la misma manera que en el anterior cálculo se redondea al múltiplo de 5 más cercano que sea superior; en este caso 50 largueros.

La siguiente parte es calcular la separación entre largueros, que se hace con la misma fórmula que en el cálculo anterior.

$$l = \frac{5 * 1013.7 * \text{sen}\left(\frac{360}{2 * 5}\right)}{50} = 100.54$$

$$l = \frac{N * D * \text{Sen}\left(\frac{360}{2 * N}\right)}{n}$$

Ec.A.5.8

La separación ente largueros será de 100.54 mm, tal y como se ha calculado.

• **Paso 4: Cálculo y selección del grosor del techo**

Según el API-650, el grosor de la placa del techo del tanque se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{(1.1) * (A) * (\tan \theta)}{D^2} + 0.08 * t_h$$

Ec.A.5.9

Y los parámetros que utiliza son los siguientes:

Parámetro	Explicación
P	Presión interna del tanque [KPa]
A	Área que resiste la peso del techo del tanque [mm ²]
Θ	Ángulo entre el techo y la línea horizontal [°]
tan Θ	Tangente del ángulo anterior
D	Diámetro del tanque [m]
th	Grosor nominal del tanque [mm]

Tabla A.5.4: Explicación de los parámetros para la ecuación Ec.A.5.9.

Este cálculo se ha hecho teniendo por iteración de los parámetros. Variando el ángulo entre el techo y la línea, el grosor de la chapa no variaba mucho. Hemos considerado que la chapa debería tener un grosor similar al de la última virola del tanque. En este caso se ha fijado el grosor y ha dado que el ángulo buscado tiene un valor de 14.1°.

• **Paso 5: Bocas de hombre**

En el tanque se tienen que poner dos bocas de hombre, una en la envolvente del tanque y otra en el techo del mismo. Ambas bocas de hombre tienen el mismo diámetro de 24’’ o

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

610mm. En lo que se diferencian es en algunos parámetros que se especifican en la siguiente tabla:

BOCA DE HOMBRE DEL TECHO						
Espesor mínimo del cuello y del refuerzo	Radio aprox.	Placa refuerzo		Diámetro Interior Armado Registro		Espesor mínimo del cuello
		Diámetro	Ancho	IDr	IDp	
4.76	4.76	1372	1651	676	610	4.76
BOCA DE HOMBRE DE LA SEGUNDA VIOLA						
Espesor mínimo del cuello y del refuerzo	Radio aprox.	Placa refuerzo		Diámetro Interior Armado Registro		Espesor mínimo del cuello
		Diámetro	Ancho	IDr	IDp	
17.46	17.46	1333	1581	574	610	6.35

Tabla A.5.5: Datos de las bocas de hombre de los tanques grandes.

Los datos de las bocas de hombre se han obtenido del API-650, tabla 1.5.3. “Dimensiones de entradas de hombre de 610mm”. Se han elegido estas medidas porque son las que más se acercan a nuestras necesidades.

- **Paso 6: Carga del tanque**

Para tener los datos de las hojas de especificación de los tanques se ha calculado el peso del tanque, tanto vacío como lleno de aceite de oliva. Los datos básicos para este cálculo de muestran en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor
Altura del tanque	20.12 [m]
Longitud del tanque	36.58 [m]
Volumen del tanque	21.42 [m ³]
Grosor medio de las capas	0.0107 [m]
Material del tanque	ASTM A312-TP316L
Densidad del material	7850 [Kg/m ³]
Densidad del aceite	917 [Kg/m ³]

Tabla A.5.6: Datos para el cálculo de la carga del tanque vacío y lleno.

El cálculo sigue los pasos que se muestran en las siguientes ecuaciones:

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

$$\text{SuperficiePlaca} = \text{Longitud} * \text{Altura} = 36.58 * 20.12 = 735.87m^2$$

$$\text{VolumenMaterial} = \text{SuperficiePlaca} * \text{GrosorMedio} = 735.87 * 0.0107 = 7.84m^3$$

$$\text{PesoTanqueSolo} = \text{VolumenMaterial} * \text{Densidad} = 7.84 * 7850 / 1000 = 61.55Tm$$

$$\begin{aligned} \text{PesoTanqueLleno} &= \text{PesoTanqueSolo} + \text{VolumenAceite} * \text{DensidadAceite} = \\ &= 61.55 + 2141.85 * 914 / 1000 = 2019.20Tm \end{aligned}$$

Como se puede comprobar en el cálculo, el tanque grande lleno pesará 2019.20 Tm.

- **Cálculo de los tanques pequeños**

El cálculo de los tanques pequeños sigue los mismos pasos que se han seguido para hacer estos tanques grandes.

22 ANEXO A.6: Diseño del intercambiador de calor

Para el diseño del intercambiador de calor de serpentín situado en el fondo de los tanques de almacenamiento de aceite, se han seguido los pasos que seguidamente se muestran:

En primer lugar se necesitan varios datos bibliográficos tanto del producto que se almacena como del componente que aportará el calor necesario, en este caso vapor de agua. Estos datos se proporcionan en la siguiente tabla:

Cp (J/kg°K)		Conductividad (W/m2°K)		ρ (kg/m3)
Aceite	Vapor	Vapor	Acero	Vapor
1970	2244 ³⁶	0,0301 ^[3]	53	1,965 ^[3]

Tabla A.6.1-A

μ (N·s/m2)	Entalpia vap (kJ/kg)	Dint (m)	Dext (m)	Grosor (m)
Vapor	Fluido	Tubo	Tubo	Tubo
1,365E-05 ^[3]	2145 ^[3]	0,0779	0,0889	0,0055

Tabla A.6.1-B

Seguidamente se procede al cálculo de la cantidad de calor necesaria para mantener el tanque a una temperatura de 20 °C. Este cálculo se ha realizado teniendo en cuenta que como máximo habrá una diferencia de temperatura entre el tanque y el exterior de unos 20° C aproximadamente. Teniendo en cuenta este dato y dada la elevada capacidad de los tanques, se ha considerado que el tanque perderá 3° C cada 30 h.

Teniendo en cuenta este dato, se ha hecho el diseño del intercambiador para que solo funcione 5 horas al día, manteniendo así la temperatura del tanque alrededor de los 20°C. Así pues, sabiendo que en el tanque hay 4750 Tm (cuando está lleno), se divide por 5 (horas) para saber la cantidad que se desea mantener a temperatura constante (950000kg/h) y a su vez el calor que se debe aportar. Esto se muestra en la ecuación A.6.6:

$$Q \left[\frac{MJ}{h} \right] = \frac{m \left[\frac{kg}{h} \right] \cdot Cp \left[\frac{kJ}{kg^\circ K} \right] \cdot \Delta T}{1000} = 950000 \cdot 1,97 \cdot 4 = 7486 \frac{MJ}{h}; \quad \text{Ec.A.6.6}$$

³⁶ Yunus A. Çengel, ‘Transferencia de calor’, 2ª Edición. McGraw Hill, pág. 730

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Una vez se ha obtenido el calor que se debe aportar, se procede al cálculo del caudal necesario de vapor de agua que circulará por el intercambiador. Éste se ha hecho con la siguiente fórmula (Ec.A.6.7):

$$q \left[\frac{kg}{h} \right] = \frac{Q \left[\frac{kJ}{h} \right]}{\lambda \left[\frac{kJ}{kg} \right]} = \frac{7486000}{2145} = 3490 \frac{kg}{h} \quad \text{Ec.A.6.7}$$

Una vez se sabe el caudal de vapor que se utilizará (3490 kg/h), se procede al cálculo del área necesaria del intercambiador. Cabe decir que se ha estimado un valor de coeficiente global de transferencia de calor $U=350 \text{ W/m}^2\text{K}^{37}$ encontrado bibliográficamente y que las temperaturas de entrada y salida de los fluidos son las mostradas en la tabla A.X., así como la ecuación para el cálculo de la diferencia de temperatura logarítmica (Ec. A.6.8):

$$\Delta T \ln = \frac{\Delta T1 - \Delta T2}{Ln \left(\frac{\Delta T1}{\Delta T2} \right)}; \quad \text{Ec.A.6.8}$$

Donde $\Delta T1$ es la diferencia entre la temperatura de entrada del vapor de agua y la temperatura del aceite a la que se pondrá en marcha el intercambiador (16°C), y $\Delta T2$ es la diferencia entre la temperatura de salida del vapor de agua y la temperatura final del aceite (20°C).

T aceite ent (°C)	T vapor ent (°C)	T aceite sal (°C)	T vapor sal (°C)
16	140	20	140
$\Delta T 1$		$\Delta T 2$	
124		120	
$\Delta T \ln$			
122			

Tabla A.6.2: Temperaturas de entrada y salida de los fluidos.

Una vez se saben estos valores, se utilizará la ecuación Ec.A.6.9 para saber el área de intercambio necesaria:

$$A [m^2] = \frac{Q \left[\frac{J}{s} \right]}{U \left[\frac{W}{m^2 \circ K} \right] \cdot \Delta T \ln} = \frac{2079444}{350 \cdot 122} = 48,7 m^2 \quad \text{Ec.A.6.9}$$

³⁷ Yunus A. Çengel, ‘Transferencia de calor’, 2ª Edición. McGraw Hill, pág. 730

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Finalmente, se calcula la longitud del tubo de serpentín del intercambiador. Esto se hace por medio de la ecuación Ec.A.6.10:

$$Longitud[m] = \frac{A[m^2]}{2 \cdot \pi \cdot r_{ext}} = \frac{48,7}{2 \cdot \pi \cdot 0.0445} = 175m \quad \text{Ec.A.6.10}$$

23 ANEXO A.7: Cálculos de las bombas

Los siguientes cálculos hacen referencia a los hechos para decidir qué bombas se utilizarán en el proceso. A continuación se muestran los cálculos hechos para una de las bombas, en este caso para la bomba que envía a cisternas. Las otras dos bombas, la de barcos y la de ferrocarril, tienen unos cálculos similares a estos aunque cambiando algunos datos como el diámetro de la tubería, caudal de impulsión, longitudes de las tuberías...

A continuación se muestra una tabla con los datos iniciales a tener en cuenta para hacer los cálculos de los equipos.

Parámetro	Valor
Densidad del aceite	914 kg/m ³
Viscosidad cinemática	1.008*10 ⁻⁶ cSt
Velocidad de flujo de aspiración	0.707 m/s
Velocidad de flujo de impulsión	3 m/s
Longitud de la tubería anterior	35 m
Longitud de la tubería posterior	14.25m (foso de bombas - torre de carga)
Datos de la tubería de aspiración	Schedule 40 8inch
Datos de la tubería de impulsión	Schedule 40 6inch
Datos del caudal	85 m ³ /h

Tabla A.6.1: Datos iniciales para los cálculos de la bomba de cisternas.

Los cálculos están organizados paso por paso. A continuación se explican cada uno de ellos; y el cálculo sería el mismo para los otros dos tipos de bombas.

- **Paso 1: Cálculo del área de la tubería**

$$Area = \frac{Caudal}{VelocidadFlujo}$$

Ec.A.7.1

$$Aspiración \rightarrow \frac{CaudalAspiración}{VelocidadFlujoAspiración} = \frac{0.0222m^3 / s}{0.707m / s} = 0.0314m^2$$

$$Impulsión \rightarrow \frac{Caudal Impulsión}{VelocidadFlujo Impulsión} = \frac{0.0222m^3 / s}{3m / s} = 0.0079m^2$$

El área se mide en m².

- **Paso 2: Cálculo del diámetro interior**

$$D_{int} = \left(\frac{Area * 4}{\Pi} \right)^{0.5}$$

Ec.A.7.2

$$Aspiración \rightarrow \sqrt{\frac{0.0314m^2 * 4}{\Pi}} = 0.2$$

$$Im pulsión \rightarrow \sqrt{\frac{0.15m^2 * 4}{\Pi}} = 0.15$$

El diámetro interior se mide en m.

- **Paso 3: Cálculo del número de Reynolds**

$$NR = \frac{VelocidadFlujo * D_{int}erior}{Visco.media} = \frac{V * D_{int}}{viscmd}$$

Ec.A.7.3

$$Aspiración \rightarrow \frac{0.707m/s * 0.2m}{1.01e-6m^2/s} = 140348.27$$

$$Im pulsión \rightarrow \frac{3m/s * 0.15m}{1.01e-6m^2/s} = 297619.05$$

El número de Reynolds es un coeficiente adimensional

- **Paso 4: Cálculo del coeficiente de fricción**

Como los dos son regímenes son turbulentos, para calcular el coeficiente de fricción se puede utilizar el diagrama de Moody, aunque la fórmula de Swamee&Jane es más exacta en estos casos.

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\varepsilon)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Règim turbulent
100 < D / ε < 10⁶
5000 < Re < 10⁸

Swamee & Jain, 1976.

Ec.A.7.4

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

$$Aspiración \rightarrow f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 * \left(\frac{0.2}{4.6 - 5} \right)} + \frac{5.74}{140348.27^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0182$$

$$Impulsión \rightarrow f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 * \left(\frac{0.15}{4.6e - 5} \right)} + \frac{5.74}{297619.05^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0180$$

El coeficiente de fricción es un parámetro adimensional.

- **Paso 5: Cálculo del coeficiente de fricción de la superficie**

Este coeficiente mide las pérdidas por fricción que se producen en la superficie interna que tiene la tubería.

$$H_{sf} = \frac{f * (long.tuber / D_{int}) * V^2}{2 * g}$$

Ec.A.7.5

$$Aspiración \rightarrow \frac{0.0182 * \left(\frac{35}{0.2} \right) * 0.707^2}{2 * 9.81} = 0.0812$$

$$Impulsión \rightarrow \frac{0.018 * \left(\frac{10}{0.15} \right) * 1.58^2}{2 * 9.81} = 0.0965$$

Estas pérdidas se miden en m.

- **Paso 6: Cálculo de pérdidas menores**

Las pérdidas menores son las ocasionadas por accidentes que hay en el recorrido del líquido. En el caso de la bomba que la envía aceite a cisternas, los accidentes que provocan pérdidas menores son los siguientes:

Accidente	Número de accidentes	Longitud equivalente en metros
Perdida de carga a la salida del tanque	1	2.21e-3
Válvula de asiento	8	0.340
Codo Standard 90°	10	0.3

Tabla A.7.2: Accidentes y longitudes equivalentes de la bomba de carga a cisternas.

Las pérdidas menores no varían las pérdidas que tiene la bomba, pero de todas maneras se han de suponer unos accidentes algo por encima de los mínimos necesarios porque en cualquier momento puede haber un imprevisto que perturbe las tuberías. Por eso, se han de tomar estas medidas.

Todas las medidas de longitud equivalente se expresan en metros.

- **Paso 7: Pérdidas por fricción**

Las pérdidas por fricción son la suma de las pérdidas que hay en la superficie del flujo y las pérdidas menores.

Para calcularlas se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_f = \text{pérdidas}_{\text{menores}} + \text{fricción}_{\text{superficie}}$$

Ec.A.7.6

$$\text{Aspiración} \rightarrow 1.1563m + 0.0812m = 1.2374m$$

$$\text{Im pulsión} \rightarrow 4.2186m + 0.0965m = 4.3151m$$

A pesar de que solo es necesario calcular las pérdidas en la aspiración para calcular los datos de la bomba, también se hace el cálculo de todos los parámetros también para la impulsión, aunque no sean necesarios.

Las pérdidas se miden en metros, de la misma manera que el resto de las pérdidas.

- **Paso 8: Presión de los tanques**

Se necesita saber cuáles son las presiones a las que están sometidos los tanques. La presión del tanque que almacena el aceite es la atmosférica y mediante la siguiente fórmula, se transforma la presión a *Pascales*, la unidad necesaria para hacer el cálculo.

$$h_{sp} = \frac{p_{abs}}{\gamma} \left[\frac{N/m^2}{N/m^3} = m \right]$$

Ec.A.7.7

$$\text{Aspiración} \rightarrow \frac{196133 \text{ pas}}{914 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.102 \frac{\text{kg/m}^2}{\text{pas}}} = 21.812 \text{m}$$

$$\text{Impulsión} \rightarrow \frac{294120 \text{ pas}}{914 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.102 \frac{\text{kg/m}^2}{\text{pas}}} = 32.823 \text{m}$$

El dato de presión inicial se tenía en *atmósferas*, se ha pasado a *Pascales* y mediante un factor de conversión, se ha pasado la presión de *Pascales* a *kg/m²*. Con esto, la presión de los tanques supone una altura medible en metros.

- **Paso 9: Altura del líquido del tanque**

Es muy importante tener en cuenta la altura del líquido, puesto que es un aspecto muy importante a la hora de saber la potencia que tendrá la bomba. Si el tanque está lleno, la fuerza que tienen que hacer la bomba para mover el fluido es mucho menor que la fuerza que tenga que hacer la bomba para moverlo en el caso en el que el tanque esté prácticamente vacío.

Por eso se propone la peor situación de todas, cuando el tanque tiene muy poco líquido. En este caso se ha propuesto que la altura del líquido sea de 0.2 metros.

- **Paso 10: Presión de vapor del líquido a la temperatura de operación**

El aceite que se maneja en la planta, trabaja alrededor de unos 20°C cuando se le bombea. Se ha encontrado la presión que ejerce el líquido a esta temperatura y, mediante conversión de unidades, se ha calculado la presión deseada en metros de columna de líquido.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Como este dato de la presión de vapor es muy pequeño, tener en cuenta que el aceite empieza a producir vapor a más de 180°C; el dato de esta presión es prácticamente insignificativo.

$$Aspiración \rightarrow 0.001kPa * \frac{1000Pa}{1kPa} * \frac{0.01019716kg/m}{Pa} * \frac{1}{914kg/m^3} = 1.1156e - 6m$$

- **Paso 11: NPSH**

El NPSH (Net Positive Suction Heat) o Altura Neta Positiva de Aspiración, es la diferencia entre la presión en un punto concreto y la presión de vapor del líquido. La expresión que se utiliza en los cálculos es la siguiente:

$$NPSH_a = h_{sp} + h_s - h_f - h_{vp} \quad \text{Ec.A.7.8}$$

Donde los parámetros son los siguientes:

h_{sp} es la presión de los tanques.

h_s es la altura del líquido en el tanque.

h_f son las pérdidas por fricción del fluido.

h_{vp} es la presión del vapor del líquido a la temperatura de bombeo.

Antes se han mostrado estos resultados, además de los cálculos completos. Teniendo en cuenta el dato tan pequeño de la presión de vapor a la temperatura de operación, este se ha despreciado.

$$Aspiración \rightarrow 21.812 + 0.2 - 1.2374 = 20.844m$$

Con respecto al NPSH, el anterior resultado corresponde al valor mínimo requerido. La planta tiene que disponer de una potencia un poco mayor por si hay algún imprevisto. Por eso se calcula el NSPH disponible, con la siguiente fórmula:

$$NPSH_{disponible} = 1.1 * NPSH_a \quad \text{Ec.A.7.9}$$

$$Aspiración \rightarrow 1.1 * 20.844m = 22.929m$$

- **Paso 12: Elección de una bomba**

Con los datos de un caudal, la velocidad del flujo y la altura que proporciona la bomba, se decide qué tipo de bomba se utilizará en el proceso. Estas condiciones y características de

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

los equipos se han obtenido de diversos catálogos consultados³⁸. Y con esta información se ha determinado que las bombas serán:

Bomba	Tipo
Bomba de carga a cisternas	FreFlow Bomba centrífuga autoaspirante
Bomba de carga a buques	CombiChem Bomba centrífuga

Tabla A.7.3: Explicación de las bombas y los tipos de bombas.

- Paso 13: Potencia de la bomba**

La potencia de la bomba indica el trabajo que hace la bomba por unidad de tiempo. Para calcularlo, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$Potencia_{bomba} = \frac{cabal[m^3 / h] * (NPSH_{impulsión} - NPSH_{aspiración})}{36 * \epsilon_{bomba}} \quad Ec.A.7.10$$

$$P(kW) = \frac{Q \cdot \Delta P}{36 \cdot \epsilon} \quad Ec.A.7.11$$

Donde:

El caudal de la bomba se mide en m³/h.

Se calcula la variación del NPSH disponible (impulsión menos aspiración).

La eficiencia de la bomba es del 60%.

$$Potencia = \frac{80 * (49.552 - 20.844)}{36 * 0.6} = 106.324$$

La eficiencia del 50% es un dato incierto porque se tiene que multiplicar la eficiencia de la bomba por la del motor, según la siguiente fórmula:

$$Eficiencia_{Global} = \epsilon * \epsilon_{motor} \quad Ec.A.7.12$$

$$Eficiencia_{Global} = 0.6 * 0.85 = 0.51$$

³⁸ **Worthington** Bombas Químicas. D-Line.

FreFlow Bombas Centrífugas Autoaspirantes.

Goliath Bombas Autoaspirantes; para líquidos cargados, espesos y gaseosos.

JohnSon Pump: Bombas centrífugas autoaspirantes.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

El último paso es calcular la potencia del motor de la bomba. En esta parte es necesaria la potencia del eje de la bomba. Es calcula con:

$$Potencia_{motor} = \frac{potencia_{Eje}}{\epsilon_m}$$

Ec.A.7.13

$$Potencia_{motor} = \frac{106.324}{0.51} = 208.479kW$$

• **Paso 14: Consumo de la bomba**

El consumo de la bomba es el último cálculo de todos. Para hacerlo se necesitan varios parámetros que se muestran en la siguiente tabla: número de horas que trabaja la planta al año (y también por mes y por semana, si se quiere), caudal de impulsión de la bomba, volumen que tiene que impulsar...

Estos datos se muestran a continuación:

Parámetro	Valor
Caudal de impulsión	80 m ³ /h
Horas de trabajo al año	480
Meses de trabajo al año	12
Días de trabajo al año	48 horas (si trabajase en continuo 10h/día sin parar)
Semanas de trabajo al año	9.6 semanas (si trabajase en continuo 10h/día sin parar)
Volumen de los tanques de aceite	4x2000 m ³ 2x500 m ³

Tabla A.7.4: Datos utilizados para el cálculo del consumo de la bomba.

$$CapacidadCisterna = 25Tm$$

$$n^{\circ} Cisternas_{mes} = 128Cisternas_{mes}$$

$$TiempoDescarga_{cisterna} = \frac{25m^3}{80m^3/h} = 0.3125h$$

$$TiempoDescarga_{mes} = 0.3125 \frac{h}{cist} * 128 \frac{cist}{mes} = 40h / mes$$

$$TiempoDescarga_{dia} = \frac{40 \frac{h}{mes}}{22 \frac{días}{mes}} = 1.818h / día$$

$$TiempoDescarga_{año} = 40 \frac{h}{mes} * 12 \frac{meses}{año} = 480h / año$$

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

Para los cálculos de las otras bombas, se han seguido exactamente los mismos pasos; únicamente cambiando algunos parámetros como:

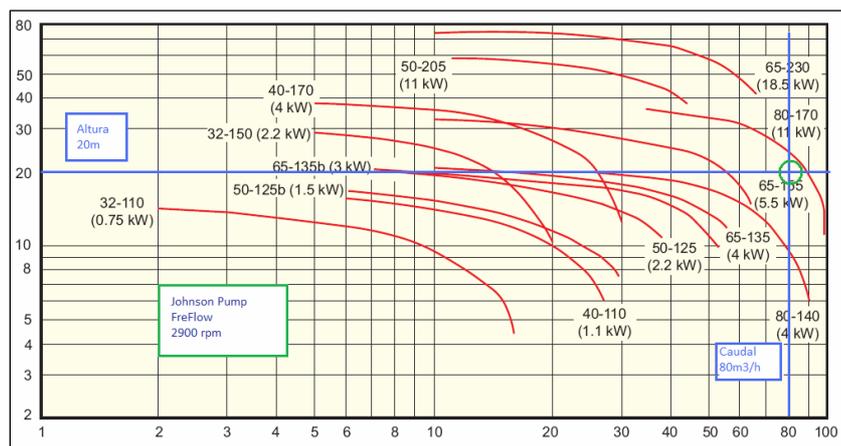
- El caudal y la velocidad de impulsión
- El diámetro de las tuberías
- Fricción pérdidas en la superficie
- Altura del líquido de los tanques
- ...

Esto es lo que hace variar el NPSH y la potencia de las bombas.

• **Paso 15: Elección de la bomba**

Tras revisar varios catálogos de bombas, se ha decidido que las bombas que se dispondrán en la planta serán del fabricante de bombas Johnson Pump. En las siguientes figuras se muestran los gráficos de las bombas elegidas en la planta.

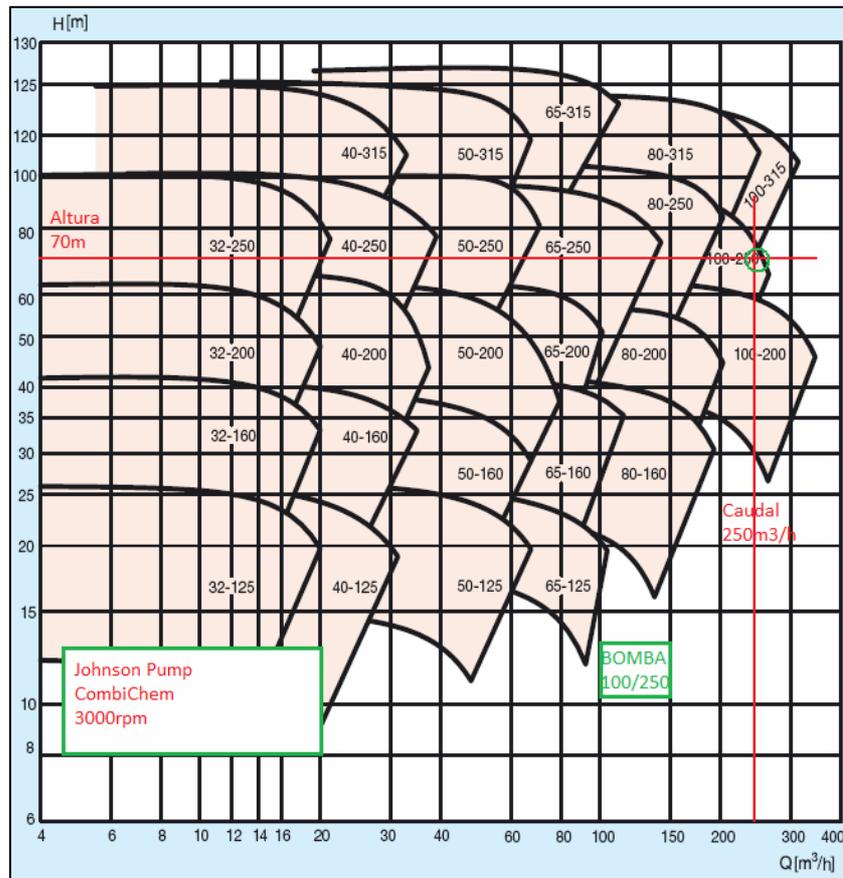
Esta primera gráfica (Gráfica A.7.1.) muestra los datos de la bomba de cisternas. Es una bomba Autoaspirante especificada según Johnson Pump como FreFlow 65-155 Pump; y trabaja a un caudal de 80m³/h y alcanza una altura de 20m.



Gráfica A.7.1. Datos de la bomba FreFlow 65-155.

La segunda gráfica (gráfica A.7.2) muestra los datos de la bomba que envía aceite a buques. También es del fabricante Johnson Pump y es una bomba DIN 24.526, especificada como CombiChem 100-250, capaz de trabajar a un caudal de 250 m³/h y alcanzar una altura de 40 m.

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia



Gráfica A.7.2. Datos de la bomba CombiChem 100-250.

En las hojas de especificación se muestran todos los datos de las bombas.

- **Paso 16: Diseño de las bombas de buque**

Estos pasos anteriores son los pasos concretos para hacer el cálculo de las bombas de cisternas (las bombas FreFlow 65-155). Para hacer el cálculo de las bombas del buque (CombiChem 100-250 DIN 24.256) se siguen los mismos pasos pero se van cambiando los parámetros para adecuarlas a las necesidades.

24 ANEXO A.8: Elementos de Protección contra Incendios

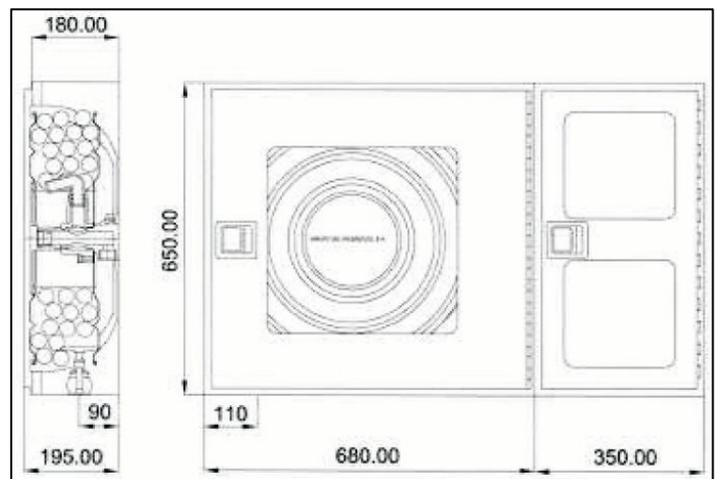
- Sprinklers



Este modelo de Sprinklers es de respuesta rápida y supresión incipiente. Gracias a su gran orificio, es apto para almacenes o torres de carga, como es este caso. Su factor K permite disponer de densidades de riego adecuadas con las especificaciones iniciales.

Figura A.8.3. Esquema de los Sprinklers de la planta

- BIE's y extintores



Figuras A.3.4/5: Esquema y datos de las BIE's y extintores de la planta.

El modelo de Bocas de Incendio Equipadas (BIE's) que se dispondrán en la planta es una combinación de estas con unos extintores de polvo. Este equipo permite tener al alcance en un mismo sitio ambos recursos para disponer de cada uno de ellos en el momento necesario. Las dimensiones de estos equipos se muestran en el esquema anterior.

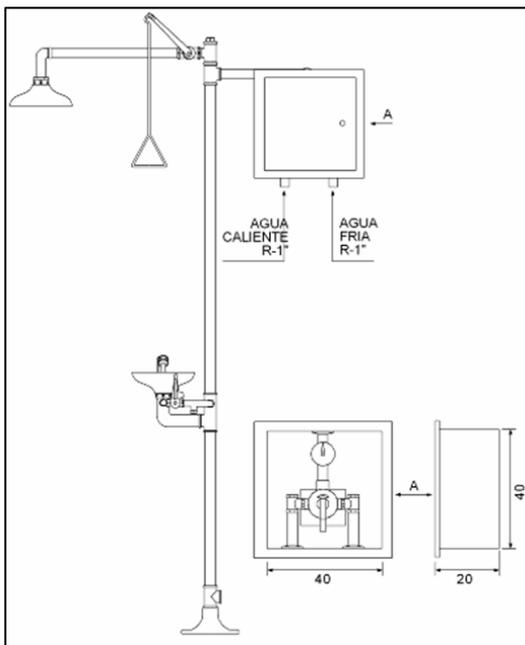
- **Hidrantes**



Los hidrantes que se tienen en el la planta son de la marca Anber y el modelo que más cumplía los requisitos de la planta es el *Supertifón*. Este modelo es de columna seca para evitar que se hiele el agua que contiene en la columna en invierno. Dispone además de las bocas de salida inclinadas para evitar el colapso de mangueras, cierran con perfecta estanqueidad y dispone de un sistema antirrotura por el que, en caso de impacto, rompe la unión con el cuerpo liberando al obturador.

Figura A.4.6: Esquema de los hidrantes Anber modelo "Supertifón".

24.1 Duchas y lavaojos



El conjunto de ducha y lavaojos que se dispone en la planta es del fabricante Carlos Arbolés. El modelo concreto es el 5025, que proporciona agua templada gracias a un sistema de válvulas termostáticas que regulan la temperatura del agua.

La siguiente figura muestra un esquema de este equipo.

Figura A.8.7: Esquema de las duchas y lavaojos.

25 ANEXO A.9: Estudio de seguridad. HAZOP

25.1 HAZOP Bomba: Carga de Cisternas/FFCC/Buques

Nudo	Palabra guía	Desviación	Posibles Causas	Consecuencias	Respuesta del sistema
Bomba	No	Caudal	<ul style="list-style-type: none"> - Filtro de tubería obstruido. - Fuga importante. - Válvula cerrada (V-20, V-25, V-30 o anteriores a la aspiración desde la salida del tanque). - Tanque vacío (T-1A/B, T-2A/B o T-3A/B) - Rotura del sistema de alimentación a la bomba. - Fallo de alimentación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobrecalentamiento de la bomba por falta de caudal. - Pérdida de caudal por la fuga de la tubería con riesgo de contaminación y daño en la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parar de inmediato el funcionamiento de la bomba. - Revisión periódica de las bombas, tuberías, válvulas. - Indicador de nivel del tanque. - Parada de la bomba mediante sistema de control.
Bomba	Menos	Caudal	<ul style="list-style-type: none"> - Fuga. - Obstrucción parcial a la salida del tanque. - Válvula no abierta completamente (V-20, V-25, V-30 o anteriores a la aspiración desde la salida del tanque). - Funcionamiento defectuoso de la bomba. - Obstrucción del filtro de la bomba. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se llega al caudal requerido. - Entrada de aire a la bomba y/o en las tuberías. - Bajada de la presión en las tuberías. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar que el funcionamiento del sistema de válvulas es correcto. - Mirar si alguna de ellas no está abierta completamente y abrirla (V-20, V-25, V-30 o anteriores a la aspiración desde la salida del tanque). - Revisión periódica de las tuberías y del filtro de aspiración de la bomba. - Colocar indicadores de caudal.

Tabla A.9.1. HAZOP Bomba: Carga a Cisternas/FFCC/Buques

25.2 HAZOP Tanque: Carga del tanque

Nudo	Palabra guía	Desviación	Posibles Causas	Consecuencias	Respuesta del sistema
Tanque	Más	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Cierre defectuoso de la válvula de entrada (VO-01, VO-02 o VO-03) - Error en el equipo de medición del nivel y/o alarmas. - No se ha tenido en cuenta si el tanque contenía o no líquido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la cantidad de producto en el tanque. - Posibles daños en la estructura del tanque y derrames, si hubiese un nivel excesivamente elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrumpir inmediatamente la carga al tanque. - Revisión periódica de las válvulas y de los indicadores de nivel. - Descargar producto del tanque
Tanque	Menos	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> - No se suministra la cantidad de producto fijada. - Obstrucción de la válvula de entrada (VO-01, VO-02 o VO-03) - Fuga en el tanque. - Error en la medición del nivel y/o alarmas. 	<ul style="list-style-type: none"> - El tanque se puede vaciar, en caso de fuga. - Error en la bomba de carga. - Error al contabilizar el stock. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrumpir la operación de carga, revisar el tanque y el sistema de llenado. - Revisar el indicador de nivel y las alarmas.
Tanque	Más	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Efecto de la radiación externa a la que está sometido el tanque. - Fallo en el sistema de calentamiento. - Fuga del líquido caliente del intercambiador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas en el tanque (T-1A/B, T-2A/B y/o T-3A/B). - Pérdidas de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cerrar la válvula de entrada de vapor del intercambiador de calor. - Revisión el intercambiador, set point, energía suministrada. - Revisión del estado del tanque.
Tanque	Menos	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo en el sistema de calefacción del tanque, válvula cerrada. - Bajada extrema de la temperatura exterior al tanque y aumento de la viscosidad. - Fuga de producto. - Fallo en el sensor de temperatura del tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en las propiedades del aceite. Puede llegar a echar a perder una gran cantidad del producto. - Obstrucción de los conductos, válvulas y bombas que traten con el aceite. - Fallo en el intercambiador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento inmediato del setpoint del intercambiador de calor para proporcional la temperatura necesaria al producto. - Revisión del intercambiador, válvulas, tanque y sensores de temperatura.

Tabla A.9.2. HAZOP Tanque: Carga del tanque.

25.3 HAZOP Tanque: Descarga del tanque

Nudo	Palabra guía	Desviación	Posibles Causas	Consecuencias	Respuesta del sistema
Tanque	Más	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Mal funcionamiento de la válvula de salida (VO-01, VO-02 o VO-03) y/o de la bomba de carga (B-1A/B, B-2A/B, B-3A). - Obstrucción a la salida del tanque. - Fallo del sensor del nivel. - Fallo de alimentación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajada del ritmo de descarga, pérdida de tiempo en la operativa. - Problemas en la gestión de stocks. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrumpir la operación de descarga del tanque y buscar el fallo del sistema. - Planificar el mantenimiento preventivo de los equipos de nivel y válvulas de los tanques (T-1A/B, T-2A/B y/o T-3A/B) para evitar fallos.
Tanque	Menos	Nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo en la válvula de salida del tanque (VO-01, VO-02 o VO-03). - Fuga en el tanque (T-1A/B, T-2A/B y/o T-3A/B). - Fallo en el sensor de nivel del tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> - El tanque (T-1A/B, T-2A/B y/o T-3A/B) se puede vaciar, en caso de fuga. - Se estropea la bomba (B-1A/B, B-2A/B, B-3A) por falta de líquido en la aspiración. - No llega el producto al destino. - Daños ambientales. - Daños personales (accidente de algún operario). 	<ul style="list-style-type: none"> - Cerrar la válvula de salida del tanque (VO-01, VO-02 o VO-03) y revisar todo el sistema de carga por si hubiese algún fallo en el circuito. - Revisar el indicador de nivel.
Tanque	Más	Temperatura	En este caso; serían las mismas, causas, consecuencias y respuestas del sistema que en la parte de carga.		
Tanque	Menos	Temperatura			

Tabla A.9.3. HAZOP Tanque: Descarga del tanque.

25.4 HAZOP Zona de Carga: Operaciones hechas en la zona de carga

Nudo	P. guía	Desviación	Posibles Causas	Consecuencias	Respuesta del sistema
Zona de Carga	No	Caudal	<ul style="list-style-type: none"> - Filtro de tubería obstruido. - Fuga importante. - Válvula cerrada (V-15, V-39, V-40, V-41 o cualquiera de los conductos anteriores). - Tanque (T-1A/B, T-2A/B o T-3A/B) vacío. - Rotura del sistema de alimentación a la bomba. - Fallo de alimentación eléctrica. - Fallo en el sistema de mangueras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre calentamiento de la bomba (B-1A/B, B-2A/B o B-3A) por falta de caudal. - Pérdida de caudal por la fuga de la tubería con riesgo de contaminación y daño en la planta. - No se lleva a cabo (u ocasiona retrasos en) la operativa de carga/descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parar de inmediato el funcionamiento de la bomba (B-1A/B, B-2A/B o B-3A). - Revisión periódica de las bombas, tuberías, válvulas. - Indicador de nivel del tanque. - Parada de la bomba mediante sistema de control.
Zona de Carga	Menos	Caudal	<ul style="list-style-type: none"> - Fuga en los sistemas de mangueras o en el tanque. - Obstrucción parcial a la salida del tanque. - Válvula no abierta completamente (V-20, V-25, V-30 o cualquiera desde la salida del tanque) - Funcionamiento defectuoso de la bomba (B-1A/B, B-2A/B o B-3A). - Obstrucción del filtro de la bomba. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se llega al caudal requerido. - Entrada de aire a la bomba. - Bajada de la presión en las tuberías de la aspiración de las bombas (B-1A/B, B-2A/B o B-3A). - Fallo en el sistema de entrega de producto. - Fallos posteriores en la operativa de los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir completamente la válvula de salida del tanque (VO-01, VO-02 o VO-03). Comprobar que su funcionamiento sea correcto. - Revisión periódica de las tuberías y del filtro de aspiración de la bomba. - Comprobar que la apertura de la válvula es correcta. - Colocar indicadores de caudal.
Zona de Carga	En lugar de...	Producto	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo en la infraestructura y el sistema de conductos, en cómo están colocadas las mangueras. - Error a la hora de cargar el tanque con el producto erróneo. - Fallo al conectar el sistema de bombas con el tanque erróneo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cargar el producto no deseado. - Tener que repetir la operativa de carga/descarga para hacer bien el pedido. - Pérdida de tiempo y dinero tanto para el cliente como para la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el sistema de conductos y comprobar que están bien conectados. - Detectar con qué producto se está tratando antes de hacer cualquier movimiento. - Hacer una comprobación inicial antes de poner en marcha la operativa carga/descarga.

Tabla A.9.4. HAZOP Zona de Carga: Operaciones hechas en la zona de carga.

Resumen del proyecto

A continuación se presenta el resumen del proyecto final de carrera llamado “Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia”. Es muy importante decir, que por falta de conocimientos sobre la cultura polaca y la reglamentación que allí se utiliza, se ha decidido realizar el estudio como si la terminal se estableciera en territorio español. Lo que nos ha llevado a tomar esta decisión ha sido que Polonia entró hace relativamente poco tiempo a la Unión Europea (entró en el año 2004) y poco a poco se tiene que ir amoldando a la normativa que se rige en la unión. La legislación que se tiene en España tiene vigencia solo dentro de nuestras fronteras, pero de alguna manera es muy cercana a la legislación que se tienen en el resto de los países europeos. Por eso, si la planta finalmente se llevase a cabo, tendría que estar diseñada y regulada por normativas que se acercan a la que actualmente está en vigor en el nuestro país.

Para hacer posible el estudio y poder al final presentar nuestro proyecto se siguieron diferentes pasos, desde los más fundamentales e importantes para empezar el diseño hasta los más concretos y específicos para dar forma a todos los detalles de la planta. A continuación se van a explicar brevemente cada uno de ellos para así tener una idea global de en qué consiste el estudio.

Etapas Preliminares

En primer lugar, se fijó la cantidad y el tipo de aceite que se debería almacenar, basándonos en documentos oficiales sobre el mercado del aceite en Polonia. Una vez fijada la cantidad de 57000 Tm/año, dividida al 50% entre aceite de oliva virgen y aceite de oliva refinado; se pasó al cálculo del precio que supone el transporte del aceite desde Lérida (donde se encuentra la planta de producción y refinado de aceite) hasta Gdansk. Este estudio se ha realizado para cerciorarse de que la implantación de la terminal saldría rentable al cabo de los años, como se puede comprobar más adelante.

Otro de los apartados iniciales que se hizo fue un estudio completo de la localización en Polonia. No solo se tenía que decidir una ciudad, sino también cerciorarse de que Polonia era un país con suficientes expectativas de mercado como para hacer que la terminal fuese rentable. Se buscaron datos del consumo de aceite en Polonia y se determinaron las

Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia

especificaciones de mercado allí; concluyendo que el aceite de oliva es un bien de consumo ocasional y reservado a platos especiales, a diferencia de las costumbres que se tienen aquí.

El último punto del apartado inicial fue planificar el trabajo de todo el proyecto. Una vez se hubo terminado se comparó la planificación inicial con el trabajo real y el tiempo que en realidad se dedicó a hacer las tareas, sacando como conclusión que se hizo una buena planificación y que el trabajo se llevó al día, generalmente.

Desarrollo del Proyecto

Una vez hecho esto, se empezó el diseño de la terminal. Lo primero que se diseñó fue el layout de la planta teniendo en cuenta las distancias mínimas requeridas por ley (MIE APQ), y las dimensiones de los tanques (teniendo como base su método de construcción). Otro paso a continuación fue diseñar el cubeto de los tanques y colocar en la planta inicial todos los servicios que necesita una terminal para entrar en funcionamiento: EDAR, oficinas, torres de cargas, foso de bombas, SCI, redes de drenaje; además de unos terrenos de ampliación que decidimos reservar para el futuro.

Una vez que se terminó de ubicar completamente la terminal, se pasó a hacer el diseño de los planos. Estos planos han tenido muchas revisiones y modificaciones durante la realización del proyecto. Los planos proporcionan un esquema visual de la planta y muestran desde la instrumentación, el control y la totalidad de los equipos hasta las diferentes alternativas que se tuvieron en cuenta a la hora de hacer las operaciones y trasiegos en la planta.

A la par que se diseñaban los diagramas de la planta, se hacía también el diseño de los equipos que allí se necesitaban. En el proyecto se diseñó el sistema de bombas, los tanques de almacenamiento, el cubeto (mencionado antes) y el intercambiador de calor que disponen todos los tanques; además de diseñar también el sistema de tuberías, la instrumentación y el control (aunque estos tres últimos sin llegar a concretar tanto como los equipos del antes mencionados). Para finalizar con esta parte, se hicieron también las hojas de especificación de los equipos más importantes de la planta (los tanques, las bombas y el intercambiador de calor).

Manuales de la planta

Con los planos en mano, se realizaron los manuales de los que está compuesto el proyecto y que los trabajadores de la planta deberán conocer, tener acceso y seguir al pie de la letra. En el proyecto se hicieron cinco manuales que son: Seguridad, Operación, Medioambiente, Calidad y Mantenimiento.

En el manual de seguridad se trató de la seguridad en el diseño, en las operaciones que se llevan a cabo en la planta, la clasificación de productos que se tienen en la terminal, las medidas de protección contra incendios, equipos de protección individual y por último un estudio de seguridad (estudio HAZOP).

En cuanto al manual de operación, en él se detallaron todas y cada una de las operaciones que se hacían en la planta; desde la puesta en marcha, operaciones de carga-descarga, hasta la distribución del producto, las paradas de la terminal y las actuaciones a tener en cuenta el casos de emergencia.

En el manual de gestión medioambiental se creyó conveniente diseñar una auditoría interna que regulase y controlase la empresa y su actividad; además de estudiar detalladamente los contaminantes principales (en aguas, emisiones atmosféricas y residuos) y proponer un plan de ahorro energético para minimizar consumos y maximizar ahorros.

El manual de gestión de la calidad proponía como objetivo el satisfacer a los clientes proporcionándoles un producto competitivo, que cumpla las condiciones especificadas por el mercado, que llegue en perfectas condiciones a los clientes y que rectifique los fallos antes de llegar al consumidor. Además de esto, se le dio una importancia especial a la formación de la plantilla y a la gestión de stocks; para que la empresa goce de un buen ambiente de trabajo y maximice sus beneficios.

Por último, el manual de mantenimiento de la planta define los tipos de mantenimiento que se aplicarán en la planta, de ahí se proponen los diferentes programas de mantenimiento y por último se presta más atención al mantenimiento de algunos equipos, como son las bombas o el intercambiador de calor.

Estudio económico

Finalmente, la última tarea en llevarse a cabo fue el estudio económico, ya que para ello se necesitaba saber todos los componentes de los que la terminal está compuesta. Se tuvo en cuenta desde el coste del personal, el capital directo, la amortización o los costes variables; hasta los ingresos para llegar a una evaluación global y obtener así la conclusión más importante del proyecto.

Para finalizar decir que este proyecto se puede considerar como una aplicación práctica y conjunta de todos los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas de esta carrera. De hecho es una práctica en la que muchos alumnos se encontrarán en un futuro próximo y por ello se ha considerado importante dedicarle mucho tiempo a su realización.

Para finalizar el resumen de nuestro proyecto, se considera oportuno decir que el último de los objetivos que representa este trabajo es aprender a trabajar en un ambiente de grupo de manera cooperativa, ordenada y en la que la mutua colaboración sea constante durante todo este proceso para así alcanzar los conocimientos y la calificación deseada.

Fran Magarolas Maldonado

Jesús Griñó Carmona

Evelyn Camacho Fantoba

Grupo 4 ETIQI



Análisis económico para la implantación de un centro de distribución de aceite de oliva en Polonia by [Camacho Fantoba, Evelyn Mañé Loran, Enric](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](#).

Puede hallar permisos más allá de los concedidos con esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>