



ESRACLE
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ACETALDEHÍDO

PROYECTO FINAL DE CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA



CARLA BELLERA VILAR
EVA FERNÁNDEZ
ÁLVARO SERNA CANTERO
ENRIC DOMÈNECH SELLAS
LUIS RAFAEL LÓPEZ DE LEÓN

TUTOR: OSCAR BENITO

CERDANYOLA DEL VALLÈS, 14 DE JUNIO DE 2010

VOLUMEN

2

CAPÍTULO 4. TUBERÍAS, VÁLVULAS Y BOMBAS
CAPÍTULO 5. SEGURIDAD E HIGIENE
CAPÍTULO 6. MEDIO AMBIENTE
CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA
CAPÍTULO 8. PUESTA EN MARCHA
CAPÍTULO 9. OPERACIÓN DE LA PLANTA



4 TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Índice

4.1. Tuberías.....	4-1
4.1.1. Introducción.....	4-1
4.1.2. Nomenclatura.....	4-1
4.1.3. Aislamiento de tuberías.....	4-4
4.1.4. Accesorios.....	4-5
4.1.5. Listado de líneas.....	4-10
 4.2. Válvulas.....	 4-35
4.2.1. Clasificación de las válvulas.....	4-35
4.2.2. Residuos líquidos.....	4-36
4.2.3. Nomenclatura.....	4-37
4.2.4. Listado de válvulas.....	4-38
 4.3. Bombas y compresores.....	 4-53
4.1.1. Introducción.....	4-53
4.1.2. Selección de bombas.....	4-53
4.1.3. Compresores.....	4-56
4.1.4. Listados de bombas y compresores.....	4-57
4.1.5. Hojas de especificación de bombas.....	4-59

4.1 TUBERÍAS

4.1.1 INTRODUCCIÓN

El dimensionado de tuberías es una parte importante en el diseño de la planta. El criterio seleccionado para dicho diseño está explicado en el apartado del manual de cálculo correspondiente, teniendo como fundamento una velocidad de circulación típica y una pérdida de carga baja.

Éste apartado de la memoria del proyecto hace referencia a todas las líneas del proceso con las correspondientes especificaciones, como son el diámetro nominal, el material, el fluido que circula y su estado físico, su numeración, el caudal, la presión y la temperatura de servicio.

Esta información se puede encontrar en las tablas que están mas adelante, en el apartado 4.1.6.

4.1.2 NOMENCLATURA

Cada tubería tiene una nomenclatura diferente. Dicha nomenclatura sirve para caracterizar las tuberías y comprenderlas mejor. Cada línea lleva escrita una denominación abreviada que consta de cinco grupos de letras y/o nombres con el siguiente significado:

- *Primer grupo*: indica el diámetro nominal de la tubería, en pulgadas.
- *Segundo grupo*: conjunto de letras que indican el tipo de material de construcción de la tubería.

ABREVIACIÓN	MATERIAL
R	Acero AISI 304
PV	PVC

El acero AISI 304 es un acero inoxidable muy útil para evitar la corrosión, mientras que para conducciones en las que circulan fluidos no corrosivos se ha utilizado PVC, como en el caso del agua de refrigeración.

- *Tercer grupo:* nombre de especificación propia de construcción de la tubería que incluye presión, tipos de conexiones, accesorios, etc, según queda descrito en la hoja de especificación correspondiente. Éste código consta de dos cifras, la primera de las cuales indica la presión nominal y la segunda el tipo de brida escogida.

Las bridas son accesorios que se utilizan para conectar tuberías con equipos y accesorios. Hay de dos tipos: bridas soldadas (usadas cuando se trata de fluidos del proceso en condiciones altas de presión, temperatura y corrosión) y las bridas roscadas que son instaladas sin necesidad de soldaduras y se usan en líneas donde circulan fluidos con temperaturas moderadas, baja presión y baja corrosión.

La primera tabla especifica el tipo de brida escogida, la segunda la presión nominal.

Unidad	Tipo de brida	Uso mas frecuente
0	Con cuello para soldar a tope	Condiciones de servicio (vapor)
1	Roscada	Material especial con problemas de soldadura
2	Plana para soldar	Condiciones de servicio no severas
3	Loca con arco	Proceso (desmontaje frecuente)
4	Loca con arco para soldar a tope	Proceso (condiciones de servicio)
5	Loca por tubo rebordeado	Condiciones de servicio poco severas
6	Ciega	Tapas para prevenir ampliaciones

Decenas	PN (Kg/cm ²)
10	2,5
20	6
30	10
40	16
50	25
60	40
70	64
80	100

- *Cuarto grupo:* letras indicativas del fluido que circula. En la tabla siguiente se describen las abreviaciones típicas.

CÓDIGO	Fluido
O	Oxígeno
E	Etileno
GTE	Gases totales de entrada
SCR	Solución de catalizador regenerada
MG	Mezcla gaseosa
ML	Mezcla líquida
ADC	Agua descalcificada
RW	Agua de Recirculación
GPA	Gases de Purga del Absorbedor
GR	Gases de Recirculación
GPD	Gases de Purga de la Destilación
AR	Agua de Refrigeración
VA	Vapor de alta
AP	Agua purgada
PF	Producto final
VC	Vapor condensado
HC	Ácido clorhídrico
SL	Salida lateral de crotonaldehído
MF	Mezcla final
AC	Agua del Chiller
GT	Gases a tratamiento
A	Aire
GD	Gases depurados
SA	Solución ácida
RF	Reactivos fenton
RS	Residuos sólidos
N	Nitrógeno
AD	Agua Depurada
L	Lodos

- *Quinto grupo:* nombre que indica el tramo dentro del área correspondiente.

ABREVIACIÓN	ÁREA
100	Área de almacenamiento de etileno
200	Área de reacción
300	Área de recuperación del catalizador
400	Área de separación
500	Área de purificación
600	Área de acabado
700	Área de almacenaje de acetaldehído
800	Área de tratamiento de gases
900	Área de tratamiento de líquidos
1000	Área de servicios
1100	Área de oficinas
1200	Área de laboratorios
1300	Taller de reparación

4.1.3 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

Según la legislación, la superficie de las tuberías no pueden superar los 50°C. Entonces será necesario aislar todas las tuberías por las que circula un fluido a temperatura superior a 50°C, y también a aquellas que operan a inferior de 5°C.

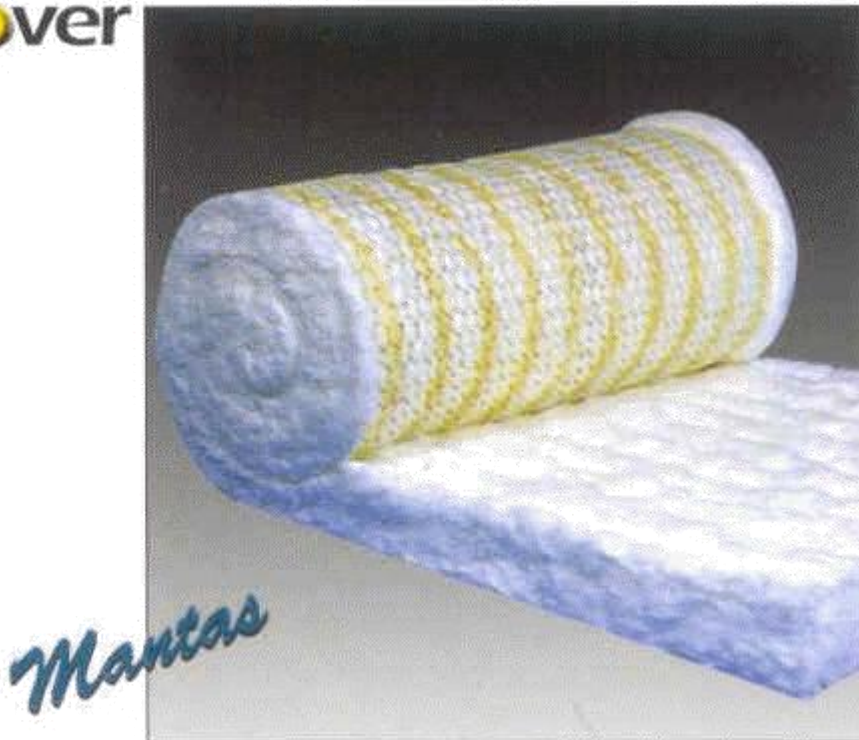
Se ha utilizado la herramienta de Software INDUVER para calcular el espesor de aislante. Este programa permite calcularlo introduciendo el diámetro de la tubería, la temperatura a la cual circula el fluido, la temperatura ambiente, y la temperatura a la cual se desea que la tubería esté por fuera.

Los materiales empleados son:

Manta Telisol

Es una manta de lana de vidrio sin aglomerar y con soporte de malla de acero galvanizado. Se aplica para el aislamiento térmico de calderas, depósitos, tuberías de gran diámetro, hornos y equipos.

ISOVER



Coquillas Isover

Son elementos moldeados de lana de vidrio con forma cilíndrica y estructura concéntrica. Llevan practicada una apertura en su generatriz para permitir su apertura y de esa forma su colocación sobre la tubería.

Se aplica para el aislamiento térmico de tuberías de calefacción y refrigeración, y aislamiento acústico de bajantes.



4.1.4 ACCESORIOS

Se incluyen en esta denominación todos los tipos de accesorios instalados en las tuberías a excepción de las tuberías que se incluyen en un capítulo aparte.

Para simplificar mejor la comprensión de los diagramas de ingeniería, cada accesorio ha de llevar una denominación abreviada que constará de cuatro grupos de letras y/o nombres con el siguiente significado:

- *Primer grupo:* nombre que indica el diámetro nominal.
- *Segundo grupo:* letras que indican el material de construcción.
- *Tercer grupo:* letra que indica el tipo de accesorio.

CODIGO	ACCESORIO
T	Purgador
MI	Mirillas
F	Filtros
SE	Separadores
L	Lubrificadores
PN	Pistón neumático
CH	Cierre hidráulico
DR	Disco de Ruptura
TF	Purgadores con filtro incorporado
TAI	Purgadores de aire
TB	Purgadores de boya

- *Cuarto grupo:* nombre de identificación del accesorio según el área donde se encuentra situada.

LISTADO DE ACCESORIOS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	100
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2	F	R	2"-R-F-101
2	F	R	2"-R-F-102
2	DR	R	2"-R-F-103
2	T	R	2"-R-T-104
2	T	R	2"-R-T-105
2	DR	R	2"-R-DR-106
2	F	R	2"-R-F-107
2	F	R	2"-R-F-108
2	DR	R	2"-R-DR-109
2	F	R	2"-R-F-110
2	F	R	2"-R-F-111
2	T	R	2"-R-T-112
2	DR	R	2"-R-DR-113
2	F	R	2"-R-F-114
2	DR	R	2"-R-DR-115
2	F	R	2"-R-F-116
2	F	R	2"-R-F-117
2	T	R	2"-R-T-118
2	T	R	2"-R-T-119
2	DR	R	2"-R-DR-120
2	F	R	2"-R-F-121
2	F	R	2"-R-F-122
2	DR	R	2"-R-DR-123
2	F	R	2"-R-F-125
2	T	R	2"-R-T-126
2	T	R	2"-R-T-127
2	F	R	2"-R-F-129
2	DR	R	2"-R-DR-130
2	DR	R	2"-R-DR-131
2	T	R	2"-R-T-132
2	F	R	2"-R-F-133
2	F	R	2"-R-F-134
2	DR	R	2"-R-DR-135
2	T	R	2"-R-T-136

LISTADO DE ACCESORIOS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	200
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
10	F	R	10"-R-F-201
10	F	R	10"-R-F-202
20	F	R	20"-R-F-203
20	F	R	20"-R-F-204
3	F	R	3"-R-F-205
3	F	R	3"-R-F-206

LISTADO DE ACCESORIOS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	300
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
4	F	R	4"-R-F-301
4	F	R	4"-R-F-302
0.75	F	R	0,75"-R-F-303
0.75	T	R	0,75"-R-F-304

LISTADO DE ACCESORIOS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	400
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
1.5	F	PV	1,5"-PV-F-401
1.5	F	PV	1,5"-PV-F-402
8	F	R	8"-R-F-403
8	F	R	8"-R-F-408
8	F	R	8"-R-F-404
8	F	R	8"-R-F-405
8	DR	R	8-R-DR-406
8	T	R	8"-R-T-407

LISTADO DE ACCESORIOS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	500
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
4	F	R	4"-R-F-501
4	F	R	4"-R-F-502
3	F	R	3"-R-F-503
3	T	R	3"-R-F-504
5	F	R	5"-R-F-505
F	F	R	5"-R-F-506
8	F	R	8"-R-F-507
8	F	R	8"-R-F-508
10	F	R	10"-R-F-509
10	F	R	10"-R-F-510
8	F	R	8"-R-F-511
8	F	R	8"-R-F-512
8	T	R	8"-R-T-513
8	DR	R	8-R-DR-514
2	T	R	2-R-T-515
2	F	R	2-R-F-516
2	F	R	2-R-F-517

4.1.5 LISTADO DE LÍNEAS

En las tablas siguientes aparecen, agrupadas por áreas las líneas del proceso de la planta. Los datos que se especifican son:

- *DN*: diámetro nominal de la línea en pulgadas.
- *Material*: tipo de material usado para la construcción de la planta.
- *Fluido*: fluido que circula por el interior de la tubería.
- *Estado*: determinación del estado físico (sólido, líquido o gas) en el cual se encuentra el fluido que circula por la tubería.
- *Número de línea*: el primero nombre corresponde al área en el cual se encuentra y el segundo a la numeración dentro de éste área.
- *Tramo*: indica el recorrido de la línea desde el equipo inicial hasta el final.
- *Q*: Caudal que circula por la tubería, expresada en m^3/h .
- *Presión*: presión de trabajo, en bares, y de diseño, que es un 20% más que la de trabajo.
- *Temperatura*: temperatura de trabajo, en $^{\circ}\text{C}$, y de diseño, que es un 10% mas que la de operación.
- *Aislamiento*: se especifica el tipo de aislamiento escogido así como el espesor, en pulgadas.
- *Nomenclatura*: código asignado a la línea siguiendo el criterio del apartado 4.1.2.

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	100	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m ³ /h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
2"	R	E	L	100	CAMIÓN CISTERNA	Línea 101/Línea 105	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-100
2"	R	E	L	101	Línea 100	Línea 102/Línea 103	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-101
2"	R	E	L	102	Línea 101	V-101	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-102
2"	R	E	L	103	Línea 101	Línea 109/Línea 110	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-103
2"	R	E	L	104	V-101	Línea 112	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-104
2"	R	E	L	105	Línea 100	Línea 106/Línea 107	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-105
2"	R	E	L	106	Línea 105	V-102	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-106
2"	R	E	L	107	Línea 105	Línea 113/Línea 115	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-107
2"	R	E	L	108	V-102	Línea 112	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-108
2"	R	E	L	109	Línea 103	Línea 117/Línea 118	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-109
2"	R	E	L	110	Línea 103	V-103	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-110
2"	R	E	L	111	V-103	Línea 116	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-111
2"	R	E	L	112	Línea 104/Línea 108	Línea 116	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-112
2"	R	E	L	113	Línea 107	V-104	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-113
2"	R	E	L	114	V-104	Línea 116	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-114
2"	R	E	L	115	Línea 107	Línea 122/Línea 123	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-115
2"	R	E	L	116	Línea 111/Línea 114	Línea 120	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-116
2"	R	E	L	117	Línea 109	Línea 125/Línea 126	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-117
2"	R	E	L	118	Línea 109	V-105	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-118
2"	R	E	L	119	V-105	Línea 120	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-119

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	100	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
2"	R	E	L	120	Línea 119/Línea 121	Línea 127	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-120
2"	R	E	L	121	V-106	Línea 120	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-121
2"	R	E	L	122	Línea 115	V-106	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-122
2"	R	E	L	123	Línea 115	Línea 128/Línea 130	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-123
2"	R	E	L	124	Línea 117	Línea 131	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-124
2"	R	E	L	125	Línea 117	V-107	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-125
2"	R	E	L	126	V-107	Línea 127	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-126
2"	R	E	L	127	Línea 126/Línea 129	Línea 135	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-127
2"	R	E	L	128	Línea 123	V-108	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-128
2"	R	E	L	129	V-108	Línea 127	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-129
2"	R	E	L	130	Línea 123	Línea 134	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-130
2"	R	E	L	131	Línea 124	V-109	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-131
2"	R	E	L	132	V-109	Línea 135	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-132
2"	R	E	L	133	V-110	Línea 135	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-133
2"	R	E	L	134	Línea 130	V-110	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-134
2"	R	E	L	135	Línea 132/Línea 133	Línea 200	6.14	8	9.6	-58	-73	-	-	2"-R-44-E-135

LISTADO DE TUBERIAS

REV.		0						EsAAcle						
FECHA		21.04.2010						TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	200		-			
APPRV								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO(mm)	
2"	R	E	L	200	Línea 135	PCV-401-A	6.14	4.5	5.4	74	59	Coquillas Isover	30	2"-R-44-E-200
2"	R	E	G-L	201	PCV-401-A	KR-401-A	50.32	4	4.8	-76	-91			2"-R-44-E-201
8"	R	E	G	202	KR-401-A	Línea 210	897.25	4	4.8	135	150	Coquillas Isover	80	8"-R-44-E-202
10"	R	O	G	203	LIMITE DE BATERIA	CO-401-A	1424.7	1	1.2	25	40	-	-	10"-R-44-0-203
6"	R	O	G	204	CO-201-A	HE-201-A	579.4	4	4.8	203.8	218.8	Coquillas Isover	130	6"-R-44-0-204
6"	R	O	G	205	HE-202-A	Línea 210	489.65	4	4.8	135	150	Coquillas Isover	80	6"-R-44-0-205
2.5"	R	MG	G	206	R-201-A	S-301-A	98.02	3	3.6	135	150	Coquillas Isover	60	2,5"-R-44-MG-206
3"	R	ML	L	207	S-301-A	P-301-A	11.44	3	3.6	135	150	Coquillas Isover	60	3"-R-44-ML-207
3"	R	ML	L	208	P-301-A	Línea 300	12.51	9	10.8	135	150	Coquillas Isover	60	3"-R-44-ML-208
12"	R	MG	G	209	Línea 410	Línea 210	2332.38	4	4.8	157.47	172.47	Manta Telisol	100	12"-R-44-MG-209
1.5"	PV	AR	L	211	T. REFRIGERACIÓN	HE-201-A	2.45	1	1.2	30	45	-	-	1,5"-PV-42-AR-210
1.5"	PV	AR	L	212	HE-201-A	T.REFRIGERACIÓN	2.47	1	1.2	40	55	-	-	1,5"-PV-42-AR-211

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	300	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
3"	R	ML	L	300	Línea 208/ Línea 417	CT-301-A	11.99	9	10.8	91	106	Coquillas Isover	40	3"-R-44-ML-300
2 "	R	VA	G	301	CALDERA	CT-301-A	80.95	20	24	213	255.6	Coquillas Isover	110	2"-R-40-VA-301
0.75 "	R	VC	L	302	CT-301-A	CALDERA	0.87	20	24	213	255.6	Coquillas Isover	90	0,75"-R-40-VA-302
4 "	R	SCR	L	303	CT-301-A	P-302-A	26.65	9	10.8	180	195	Coquillas Isover	100	4"-R-44-SCR-303
16"	R	GTE	G	210	Línea 202/Línea 205/Línea 209	R-201-A	4153.58	4	4.8	135	150	Manta Telisol	90	16"-R-44-GTE-304
4 "	R	SCR	L	305	P-301-A	R-201-A	26.65	9	10.8	180	195	Coquillas Isover	100	4"-R-44-SCR-305
28 "	R	MG	G	306	S-301-A	KR-401-A	11133.43	3	3.6	135	150	Manta Telisol	110	28"-R-44-MG-306

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	400	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
36"	R	MG	G	400	KR-401-A	CP-401-A	20367.6		0	117.8	132.8	Manta Telisol	80	36"-R-44-MG-400
24 "	R	MG	G	401	CP-401-A	PCV-402-A	8920.99	3	3.6	115	130	Manta Telisol	70	24-R-44-MG-401
8"	PV	AR	L	402	TORRE DE REFRIGERACIÓN	CP-401-A	109.7	1	1.2	30	45	-	-	8"-R-42-AR-402
8"	PV	AR	L	403	CP-401-A	TORRE DE REFRIGERACIÓN	110.58	1	1.2	40	55	-		8"-PV-42-AR-403
1.5"	R	ML	L	404	CP-401-A	P-401-A	3.11	3	3.6	116	131	Coquillas Isover	50	1,5"-R-44-ML-404
40"	R	MG	G	405	PCV-402-A	CP-402-A	26762.99	1	1.2	111.11	126.11	Manta Telisol	70	40"-R-44-MG-405
18 "	R	MG	G	406	CP-402-A	SA-401-A	11067	1	1.2	50	65	Manta Telisol	40	18"-R-44-MG-406
44 "	R	ML	L	407	CP-402-A	Línea 413	4127.22	1	1.2	50	65	Manta Telisol	40	44-R-44.ML-407
1.5"	R	ML	L	408	P-401-A	Línea 417	3.11	3	3.6	115	130	Coquillas Isover	50	1,5"-R-44-ML-408
20"	R	GR	G	409	SA-401	Línea 410/Línea 411	6910.93	1	1.2	30	45	Manta Telisol	-	20"-R-44-GR-409
20"	R	GR	G	410	Línea 409	CO-202-A	6566.15	1	1.2	30	45	Manta Telisol	-	20"-R-44-GR-410

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	400	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A		TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	
1"	R	GPA	G	411	Línea 409	Tratamiento gases	11.90	1	1.2	31	46	-	-	1"-R-44-GPA-411
8"	R	ML	L	412	SA-401	V-401-A	106.85	1	1.2	40.69	55.69	Coquillas Isover	30	8"-R-44-ML-412
8"	R	ML	L	413	Línea 412/Línea 407	V-401-A	114.90	1	1.2	41.33	56.33	Coquillas Isover	30	8"-R-44-ML-413
8"	R	ML	L	414	V-401-A	P-402-A	114.90	1	1.2	41.33	56.33	Coquillas Isover	30	8"-R-44-ML-414
3"	R	ML	L	415	CT-501	DE-501-A	123.38	1	1.2	70	85	Coquillas Isover	30	3"-R-44-RW-415
0.5"	PV	RW	L	416	Línea 511	Línea 417	0.6	1	1.2	30	45	-	-	0,5"-PV-42-RW-416
3"	PV	RW	L	417	Línea 416/Línea 408	Línea 300	14.027	1	1.2	47.55	62.55	Coquillas Isover	30	3"-PV-42-AR-417
18"	PV	AR	L	418	TORRE DE REFRIGERACIÓN	CP-402-A	471.61	1	1.2	30	45	-	-	18"-PV-42-AR-418
18"	PV	AR	L	419	CP-402-A	TORRE DE REFRIGERACIÓN	475.4	1	1.2	40	55	-	-	18"-PV-42-AR-419

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	500	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
10"	R	ML	L	500	DE-501-A	TD-501-A	146.89	1	1.2	82.56	97.56	Coquillas Isover	40	10"-R-44-ML-500
5"	R	GPD	G	501	DE-501-A	Tratamiento gases	322.96	1	1.2	54.32	69.32	Coquillas Isover	30	5"-R-44-GPD-501
2"	R	MF	L	502	CT-502-A	HE-601-A	5.39	1	1.2	20.43	35.43	-	-	2"-R-44-MF-502
6"	R	SL	L	504	TD-501-A	TRATAMIENTO DE LIQUIDOS	49.43	1	1.2	98.98	113.98	Coquillas Isover	50	6"-R-44-SL-504
8"	R	RW	L	505	TD-501-A	Línea 508/Línea 506	101.74	1	1.2	99.89	114.89	Coquillas Isover	50	8"-R-42-RW-505
8"	R	RW	L	506	Línea 505	HE-501-A	73.24	1	1.2	99.89	114.89	Coquillas Isover	50	8"-R-42-RW-506
8"	R	RW	L	507	HE-501-A	HE-502-A	73.24	1	1.2	65	80	Coquillas Isover	30	8"-R-42-RW-507
5"	PV	AP	L	508	Línea 505	TRATAMIENTO DE LIQUIDOS	28.5	1	1.2	99.89	114.89	-	-	5"-PV-42-AP-508
8"	PV	RW	L	509	HE-502-A	V-501-A	68.22	1	1.2	31	46	-	-	8"-PV-42-RW-509
8"	PV	RW	L	510	V-501-A	P-501-A	68.22	1	1.2	31	46	-	-	8"-PV-42-RW-510
8"	PV	RW	L	511	P-501-A	Línea 511/Línea 512	68.22	1	1.2	31	46	-	-	8"-PV-42-RW-511
6"	PV	RW	L	512	Línea 511	Línea 515	57.28	1	1.2	31	46	-	-	6"-PV-42-RW-512

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	500	-				
APPR/V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A		TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	
4"	PV	ADC	L	513	RED DE AGUA	DE-501-A	22.87	1	1.2	30	45	-	-	4"-PV-42-ADC-513
5"	PV	ADC	L	514	RED DE AGUA	Línea 515	42.75	1	1.2	30	45	-	-	5"-PV-42-RW-514
8"	PV	RW	L	515	Línea 512/Línea514	SA-401-A	99.76	1	1.2	31	46	-	-	8"-PV-42-RW-515
8"	R	VA	G	516	CALDERA	TD-501-A	795.68	20	24	213.04	228.04	Coquillas Isover	150	8"-R-40-VA-516
5"	R	VA	G	517	CALDERA	DE-501-A	506.54	20	24	213.04	228.04	Coquillas Isover	140	5"-R-40-VA-517
5"	R	VA	G	518	CALDERA	CT-501-A	506.54	20	24	213.04	228.04	Coquillas Isover	140	5"-R-40-VA-518
2"	R	VC	L	519	CT-501-A	CALDERA	5.44	20	24	213.04	228.04	Coquillas Isover	110	2"-R-40-VC-519
18"	PV	AC	L	520	CHILLER	CT-502-A	381.84	1	1.2	7	22	-	-	18"-PV-42-AC-520
18"	PV	AC	L	521	CT-502-A	CHILLER	383.34	1	1.2	12	27	-	-	18"-PV-42-AC-521
16"	PV	AR	L	522	TORRE DE REFRIGERACIÓN	HE-501-A	474	1	1.2	30	45	-	-	16"-PV-42-AR-522
16"	PV	AR	L	523	HE-501-A	TORRE DE REFRIGERACIÓN	474	1	1.2	40	55	-	-	16"-PV-42-AR-523
22"	PV	AC	L	524	CHILLER	HE-502-A	464.77	1	1.2	7	22	-	-	22"-PV-42-AC-524
22"	PV	AC	L	525	HE-502-A	CHILLER	464.77	1	1.2	12	27	-	-	22"-PV-42-AC-525

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO		Producción acetaldehído				
POR		O-1						AREA		600	-			
APPR'V								LOCALIZACIÓN		Castellbisbal				
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A		TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	
2"	R	MF	L	502	V-502-A	HE-601-A	5.39	1	1.2	20.43	35.43	-	-	2"-R-44-MF-502
2"	PV	AC	L	600	CHILLER	HE-601-A	3.78	1	1.2	7	22	-	-	2"-PV-42-AC-600
2"	PV	AC	L	601	HE-601-A	CHILLER	3.79	1	1.2	12	27	-	-	2"-PV-42-AC-601
2"	R	PF	L	602	HE-601-A	Línea 743	5.31	1	1.2	12	27	-	-	2"-R-44-PF-602

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	700	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h) CAUDAL	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A		TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	
3"	PVC	AC	L	700	Límite de batería	Línea 701/Línea 702	28.63	1	1.2	7	22	-	-	3"-PV-42-700
2.5"	PVC	AC	L	701	Línea 700	Línea 702/Línea 705	16.36	1	1.2	7	22	-	-	2,5"-PV-42-701
2"	PVC	AC	L	702	Línea 701	Línea 703/Línea 707	12.27	1	1.2	7	22	-	-	2"-PV-42-702
1.5"	PVC	AC	L	703	Línea 702	Línea 704/Línea 709	8.18	1	1.2	7	22	-	-	1,5"-PV-42-703
1"	PVC	AC	L	704	Línea 703	Línea 711	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-704
1"	PVC	AC	L	705	Línea 701	Línea 706/Línea 716	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-705
1"	PVC	AC	L	706	Línea 705	V-701	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-706
1"	PVC	AC	L	707	Línea 702	Línea 708/Línea 717	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-707
1"	PVC	AC	L	708	Línea 707	V-702	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-708
1"	PVC	AC	L	709	Línea 703	Línea 704/Línea 710a	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-709
1"	PVC	AC	L	710a	Línea 709	V-703	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-710a
1"	PVC	AC	L	710b	Línea 709	Línea 721b	4,09*	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-710b
1"	PVC	AC	L	711	Línea 704	V-704	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-711
1"	PVC	AC	L	712	V-701	Línea 719b	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-712
1"	PVC	AC	L	713	V-702	Línea 720a	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-713
1"	PVC	AC	L	714	V-703	Línea 721a	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-714
1"	PVC	AC	L	715	V-705	Línea 722a	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-715
1"	PVC	AC	L	716	Línea 705	Línea 719a	4,09*	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-716
1"	PVC	AC	L	717	Línea 707	Línea 720b	4,09*	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-717
1"	PVC	AC	L	718	Línea 704	Línea 722b	4,09*	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-718

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldéhid					
POR		O-1						AREA	700		-			
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
2.5"	PVC	AC	L	719a	Línea 716/Línea 719b	Línea 742	16.36	1	1.2	12	27	-	-	2,5"-PV-42-719a
2.5"	PVC	AC	L	719b	Línea 720b/Línea 712	Línea 719a	16.36	1	1.2	12	27	-	-	2,5"-PV-42-719b
2"	PVC	AC	L	720a	Línea 721b/Línea 713	Línea 720b	12.27	1	1.2	12	27	-	-	2"-PV-42-720a
2"	PVC	AC	L	720b	Línea 717/Línea 720a	Línea 719b	12.27	1	1.2	12	27	-	-	2"-PV-42-720b
1.5"	PVC	AC	L	721a	Línea 714/Línea 722b	Línea 721b	8.18	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-PV-42-721a
1.5"	PVC	AC	L	721b	Línea 710b/Línea 721b	Línea 720a	8.18	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-PV-42-721b
1"	PVC	AC	L	722a	Línea 715	Línea 722b	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-722a
1"	PVC	AC	L	722b	Línea 718/Línea 722a	Línea 721b	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-722b
2"	PVC	AC	L	723	Línea 700	Línea 724/Línea 725b	12.27	1	1.2	7	22	-	-	2"-PV-42-723
1.5"	PVC	AC	L	724	Línea 723	Línea 725/Línea 726	8.18	1	1.2	7	22	-	-	1,5"-PV-42-724
1"	PVC	AC	L	725a	Línea 724	Línea 729/Línea 732	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-725a
1"	PVC	AC	L	725b	Línea 723	Línea 727	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-725b
1"	PVC	AC	L	726	Línea 724	Línea 728/Línea 731	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-726
1"	PVC	AC	L	727	Línea 725b	V-705	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-727
1"	PVC	AC	L	728	Línea 726	V-706	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-728
1"	PVC	AC	L	729	Línea 725a	V-707	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-729
1"	PVC	AC	L	730	Línea 725b	Línea 741	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-730
1"	PVC	AC	L	731	Línea 726	Línea 739	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-731
1"	PVC	AC	L	732	Línea 725a	Línea 737	4.09	1	1.2	7	22	-	-	1"-PV-42-732
1"	PVC	AC	L	733	V-705	Línea 740	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-733

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	700-					
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
1"	PVC	AC	L	734	V-706	Línea 738	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-734
1"	PVC	AC	L	735	V-707	Línea 736	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-735
1"	PVC	AC	L	736	Línea 735	Línea 737	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-736
1"	PVC	AC	L	737	Línea 734/Línea 736	Línea 738	4.09	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-737
1.5"	PVC	AC	L	738	Línea 734/Línea 737	Línea 739	8.18	1	1.2	12	27	-	-	1"-PV-42-738
1.5"	PVC	AC	L	739	Línea 731/Línea 738	Línea 740	8.18	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-PV-42-739
2"	PVC	AC	L	740	Línea 739/Línea 733	Línea 741	12.27	1	1.2	12	27	-	-	2"-PV42-740
2"	PVC	AC	L	741	Línea 730/Línea 740	Línea 742	12.27	1	1.2	12	27	-	-	2"-PV-42-741
3"	PVC	AC	L	742	Línea 719a/Línea 741	a CHILLERS	28.63	1	1.2	12	27	-	-	3"-PV-42-742
1,5"	R	PF	L	743	Línea 602	Línea 744/Línea 755	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-743
1,5"	R	PF	L	744	Línea 743	Línea 746/Línea 745	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-744
1,5"	R	PF	L	745	Línea 744	V-701	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-745
1,5"	R	PF	L	746	Línea 744	Línea 749/Línea 747	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-746
1,5"	R	PF	L	747	Línea 746	Línea 750/Línea 748	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-747
1,5"	R	PF	L	748	Línea 747	V-704	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-748
1,5"	R	PF	L	749	Línea 746	V-702	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-749
1,5"	R	PF	L	750	Línea 747	V-703	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-750
1,5"	R	PF	L	751	V-701	Línea 766	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-751

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldéhid					
POR		O-1						AREA	700	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
1,5"	R	PF	L	752	V-702	Línea 767	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-752
1,5"	R	PF	L	753	V-703	Línea 768	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-753
1,5"	R	PF	L	754	V-704	Línea 770	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-754
1,5"	R	PF	L	755	Línea 743	Línea 758/Línea 756	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-755
1,5"	R	PF	L	756	Línea 755	Línea 759/Línea 757	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-756
1,5"	R	PF	L	757	Línea 756	V-707	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-757
1,5"	R	PF	L	758	Línea 755	V-705	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-758
1,5"	R	PF	L	759	Línea 756	V-706	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-759
1,5"	R	PF	L	760	V-705	Línea 763	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-760
1,5"	R	PF	L	761	V-706	Línea 764	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-761
1,5"	R	PF	L	762	V-707	Línea 765	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-762
1,5"	R	PF	L	763	Línea 760	Línea 764	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-763
1,5"	R	PF	L	764	Línea 763/Línea 761	Línea 765	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-764
1,5"	R	PF	L	765	Línea 762/Línea 764	Línea 769	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-765
1,5"	R	PF	L	766	V-701	Línea 767	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-766
1,5"	R	PF	L	767	Línea 766/Línea 752	Línea 768	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-767

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	700	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
1,5"	R	PF	L	768	Línea 767/Línea 754	Línea 769	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-768
1,5"	R	PF	L	769	Línea 768/Línea 765	Línea 770	10.63	1	1.2	12	27	-	-	1,5"-R-44-PF-769
1,5"	R	PF	L	770	Línea 754/Línea 769	Camiones	10.63	1	1.2	12	27	-	-	2"-R-44-N-770
2"	R	N	G	771	Límite de batería	Línea 772/Línea 773	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-771
2"	R	N	G	772a	Línea 771	Línea 780/Línea 772b	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-772a
2"	R	N	G	772b	Línea 772a	Línea 774/V-702	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-772b
2"	R	N	G	773	Línea 771	Línea 776/Línea 778	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-773
2"	R	N	G	774	Línea 772b	Línea 775/Línea 781	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-774
2"	R	N	G	775	Línea 774	V-704	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-775
2"	R	N	G	776	Línea 773	Línea 777/Línea 779	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-776
2"	R	N	G	777	Línea 776	V-707	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-777
2"	R	N	G	778	Línea 773	V-705	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-778
2"	R	N	G	779	Línea 776	V-706	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-779
2"	R	N	G	780	Línea 772a	V-701	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-780
2"	R	N	G	781	Línea 772b	V-702	154,28 *	1	1.2	20	35	-	-	2"-R-42-N-781
2"	R	N	G	782	Línea 774	V-703	154,28 *	2	2.4	21	36	-	-	2"-R-42-N-782

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	800	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
6"	R	GT	G	800	Línea 411/Línea 501	CC-801	1143	1	1.2	40	55	-	-	6"-R-44-GT-800
28"	R	A	L	801	Límite de batería	CC-801	23900	1	1.2	30	45	-	-	28"-R-44-A-801
44"	R	GT	G	802	CC-801	KR-801	97584	1	1.2	1281	1296			44"-R-44-GT-802
3"	R	VC	L	803	Límite de batería	KR-801	22.51	20	24	213	228	Coquillas Isover	120	3"-R-44-ADC-803
8"	R	VA	G	804	KR-801	Calderas	2092.79	20	24	213	228	Coquillas Isover	150	8"-R-44-VA-804
34"	R	GT	G	805	KR-801	HE-801	3716	1	1.2	213	228	Manta Telisol	180	34"-R-44-GT-805
6"	R	ADC	G	806	Límite de batería	HE-801	119	1	1.2	30	45	-	-	6"-R-44-ADC-806
6"	R	AR	G	807	HE-801	Límite de batería	119	1	1.2	110	125	Coquillas Isover	60	6"-R-44-AR-807
28"	R	GT	G	808	HE-801	SA-801	23920	1	1.2	40	55	-	-	28"-R-44-GT-808
28"	R	GD	G	809	SA-801	XE-801	23920	1	1.2	40	55	-	-	28"-R-44-GD-809
6"	R	SA	L	810	SA-801	Límite de batería	89.5	1	1.2	30	45	-	-	6"-R-44-SA-810
6"	R	ADC	L	811	Límite de batería	SA-801	89.5	1	1.2	30	45	-	-	6"-R-44-ADC-811
28"	R	GD	G	812	XE-801	Atmosfera	23920	1	1.2	40	55	-	-	28"-R-44-GD-812

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAACLE								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	900	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
5"	R	AP	L	900a	TD-901	Línea 900b/Línea 901	62	1	1.2	99.9	114.9	Coquillas Isover	50	5"-R-44-AP-900b
2"	R	AP	L	900b	TD-901	KR-901	2	1	1.2	99.9	114.9	Coquillas Isover	40	2"-R-44-AP-900b
5"	R	AP	L	901	KR-901	HE-902	57	1	1.2	99.9	114.9	Coquillas Isover	50	4"-R-44-AP-901
8"	R	AP	L	902	Línea 903/Línea 928/Línea 810	V-901	147	1	1.2	40	55	-	-	8"-R-44-AP-902
4"	R	AP	L	903	HE-902	Línea 902	57	1	1.2	99.9	114.9	Coquillas Isover	50	4"-R-44-AP-903
18"	R	AP	G	904	KR-901	TD-901	10015	1	1.2	99.9	114.9	Manta Telisol	60	18"-R-44-AP-904
3,5"	R	VA	G	905	CALDERA	KR-901	408.6	20	24	213	228	Coquillas Isover	130	3,5"-R-40-VA-905
1,5"	R	VC	L	906	KR-901	CALDERA	4.39	20	24	213	228	Coquillas Isover	100	1,5"-R-40-VC-906
8"	R	AP	L	907a	V-901	Línea 936	147	1	1.2	40	55	-	-	8"-R-44-AP-907a
8"	R	AP	L	907b	V-901	Línea 936	207	1	1.2	40	55	-	-	8"-R-44-AP-907a
1"	R	AP	L	908	TD-901	CT-901	2.1	1	1.2	99.9	114.9	Manta Telisol	30	1"-R-44-AP-908
1"	R	AP	L	909	CT-901	V-904	2.1	1	1.2	95	110	Coquillas Isover	30	1"-R-44-AP-909
5"	R	AP	L	504	TD-501	Línea 912	49.43	1	1.2	99	114	Coquillas Isover	50	5"-R-44-AP-504
1"	R	AP	L	910	V-904	TD-901	2.1	1	1.2	95	110	Coquillas Isover	30	1"-R-44-AP-910
4"	R	AP	L	911	V-904	Línea 912	46.57	1	1.2	95	110	Coquillas Isover	40	4"-R-44-AP-911
6"	R	AP	L	912	Línea 504/Línea 911	HE-901	96	1	1.2	99	114	Coquillas Isover	50	6"-R-44-AP-912

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	900	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
14"	R	AR	L	913	TORRE DE REFRIGERACIÓN	CT-901	550	1	1.2	30	45	-	-	14"-PV-40-AR-913
14"	R	AR	L	914	CT-901	TORRE DE REFRIGERACIÓN	554	1	1.2	40	55	-	-	14"-PV-40-AR-914
6"	R	AR	L	915	TORRE DE REFRIGERACIÓN	HE-901	100.88	1	1.2	30	45	-	-	6"-PV-40-AR-915
6"	R	AR	L	916	HE-901	TORRE DE REFRIGERACIÓN	96	1	1.2	40	55	-	-	6"-PV-40-AR-916
6"	R	AP	L	917	HE-901	R-901	0	1	1.2	40	55	-	-	6"-R-44-AP-917
1"	R	RF	S	918	Tornillo sin fin	R-901	-	1	1.2	25	40	-	-	1"-R-44-RF-918
1"	R	RF	S	919	SI-901	Tornillo sin fin	-	1	1.2	25	40	-	-	1"-R-44-RF-919
1"	R	RF	L	920	V-905	R-901	-	1	1.2	25	40	-	-	1"-R-44-RF-920
1"	R	RF	L	921	V-906	V-902	-	1	1.2	25	40	-	-	1"-R-44-RF-921
6"	R	AP	L	922	R-901	V-902	97	1	1.2	40	55	-	-	6"-R-44-AP-922
6"	R	AP	L	923	V-902	V-903	98	1	1.2	40	55	-	-	6"-R-44-AP-923
1"	R	RF	L	924	V-907	V-903	-	1	1.2	25	40	-	-	1"-R-44-RF-924
6"	R	AP	L	925	V-903	SF	99	1	1.2	40	55	-	-	6"-R-44-AP-925
3"	R	RS	S	926	SF-901	CF-901	11.15	1	1.2	25	40	-	-	3"-R-44-RS-926
6"	R	AP	L	927	SF-901	Línea 928/Línea 929	87.85	1	1.2	40	55	-	-	6"-R-44-AP-927

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	900	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
5"	R	AP	L	928	Línea 927	Línea 902	60	1	1.2	40	55	-	-	5"-R-44-AP-928
3"	R	AP	L	929	Línea 927	RB-901	27.85	1	1.2	40	55	-	-	3"-R-44-AP-929
5"	R	O	G	930	Atmosfera	RB-901	-	1	1.2	40	55	-	-	5"-R-44-O-930
4"	R	AD	L	931a	R-901	Línea 931c/Línea 931c	29.6	1	1.2	40	55	-	-	4"-R-44-AD-931a
4"	R	AD	L	931b	Línea 931a	MB-901	29.6	1	1.2	40	55	-	-	4"-R-44-AD-931b
4"	R	AD	L	931c	Línea 931a	MB-902	29.6	1	1.2	40	55	-	-	4"-R-44-AD-931c
3"	R	AD	L	932a	MB-901	Línea 932c	26.25	1	1.2	40	55	-	-	4"-R-44-AD-932a
3"	R	AD	L	932b	MB-902	Línea 932c	26.25	1	1.2	40	55	-	-	3"-R-44-AD-932b
3"	R	AD	L	932c	Línea 932a/Línea 932b	Línea 936	26.25	1	1.2	40	55	-	-	3"-R-44-AD-932c
1"	R	L	L	933a	Línea 935a	Línea 933c	1.75	1	1.2	40	55	-	-	1"-R-44-L-933a
1"	R	L	L	933b	Línea 935b	Línea 933c	1.75	1	1.2	40	55	-	-	1"-R-44-L-933b
1"	R	L	L	933c	Línea 933a/Línea 933b	CF-902	1.75	1	1.2	40	55	-	-	1"-R-44-L-933c
1"	R	AD	L	934a	CF-902	A colector principal	3.675	1	1.2	40	55	-	-	1"-R-44-AD-934a
2"	R	RS	S	934b	CF-902	A gestor	8.575	1	1.2	40	55	-	-	2"-R-44-RS-934b
2.5"	R	L	L	935a	MB-901	Línea 940a	14	1	1.2	40	55	-	-	2,5"-R-44-L-935a
2.5"	R	L	L	935b	MB-902	Línea 940b	14	1	1.2	40	55	-	-	2,5"-R-44-L-935b

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle									
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído						
POR		O-1						AREA	900	-					
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal						
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA	
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO	
2"	R	L	L	935c	Línea 940a/Línea 940b	RB-901	12.25	1	1.2	40	55	-	-	2"-R-44-L-935	
10"	R	AP	L	936	Línea 932/Línea 907	Colector	18.65	1	1.2	40	55	-	-	10"-R-44-AP-936	
10"	R	AR	L	937	TORRE DE REFRIGERACIÓN	HE-902	315	1	1.2	30	45	-	-	10"-R-42-AR-937	
10"	R	AR	L	938	HE-902	TORRE DE REFRIGERACIÓN	317	1	1.2	40	55	-	-	10"-R-42-AR-938	
1"	R	RF	L	939	V-909	R-901	-	1	1.2	25	40	-	-	1"-R-42-AR-939	
2"	R	L	L	940a	Línea 935a	Línea 935c	12.25	1	1.2	40	55	-	-	2"-R-44-L-940a	
2"	R	L	L	940b	Línea 935b	Línea 935c	12.25	1	1.2	40	55	-	-	2"-R-44-L-940b	
1"	R	AD	L	941	CF-901	A colector principal	10.82	1	1.2	40	55	-	-	1"-R-44-AD-L-941	
2"	R	RS	S	942	CF-901	A gestor	0.33	1	1.2	40	55	-	-	2"-R-44-RS-942	

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	1000	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
16 "	PVC	AR	L	1001	TR-1001	Línea 1025	698	1	1.2	30	45	-	-	16"-PVC-42-AR-1001
16 "	PVC	AR	L	1002	TR-1002	Línea 1026	698	1	1.2	30	45	-	-	16"-PVC-42-AR-1002
16 "	PVC	AR	L	1003	TR-1003	Línea 1027	698	1	1.2	30	45	-	-	16"-PVC-42-AR-1003
16 "	PVC	AR	L	1004	TR-1004	Línea 1028	698	1	1.2	30	45	-	-	16"-PVC-42-AR-1004
16 "	PVC	AR	L	1005	TR-1005	Línea 1029	698	1	1.2	30	45	-	-	16"-PVC-42-AR-1005
6 "	PVC	AR	L	1006	TR-1001	Línea 1014	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1006
6 "	PVC	AR	L	1007	TR-1002	Línea 1013	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1007
6 "	PVC	AR	L	1008	TR-1003	Línea 1012	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1008
6 "	PVC	AR	L	1009	TR-1004	Línea 1011	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1009
6 "	PVC	AR	L	1010	TR-1005	Línea 1011	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1010
10 "	PVC	AR	L	1011	Línea 1010	Línea1009	200	1	1.2	30	45	-	-	10"-PVC-42-AR-1011
10 "	PVC	AR	L	1012	Línea 1008/Línea 1011	Línea 1013	300	1	1.2	30	45	-	-	10"-PVC-42-AR-1012
12 "	PVC	AR	L	1013	Línea 1007/Línea 1012	Línea 1014	400	1	1.2	30	45	-	-	12"-PVC-42-AR-1013
12 "	PVC	AR	L	1014	Línea 1013/Línea 1006	V-1001	400	1	1.2	30	45	-	-	12"-PVC-42-AR-1014
12 "	PVC	ADC	L	1015	V-1001	Línea 1016	400	1	1.2	30	45	-	-	12"-PVC-42-ADC-1015
12 "	PVC	AR	L	1016	Línea 1015	Línea 1020/Línea 1017	400	1	1.2	30	45	-	-	12"-PVC-42-AR-1016
8 "	PVC	AR	L	1017	Línea 1016	Línea 1019/Línea 1018	200	1	1.2	30	45	-	-	8"-PVC-42-AR--1017
6 "	PVC	AR	L	1018	Línea 1017	TR-1005	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR--1018
6 "	PVC	AR	L	1019	Línea 1017	TR-1004	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR--1019
11 "	PVC	AR	L	1020 a	Línea 1016	Línea 1020 b	400	1	1.2	30	45	-	-	11"-PVC-42-AR-1020a
6 "	PVC	AR	L	1020 b	Línea 1020 a	TR-1003	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1020b
10 "	PVC	AR	L	1021	Línea 1020 a	Línea 1023/Línea 1022	300	1	1.2	30	45	-	-	10"-PVC-42-AR-1021

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldéhid					
POR		O-1						AREA	1000	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
6"	PVC	AR	L	1022	Línea 1021	TR-1002	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1022
6"	PVC	AR	L	1023	Línea 1021	TR-1001	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1023
5"	PVC	ADC	L	1024	V-1001	Línea 1025	71.5	1	1.2	30	45	-	-	5"-PVC-42-AR-1024
18"	PVC	AR	L	1025	Línea 1001	Línea 1024	769.5	1	1.2	30	45	-	-	18"-PVC-42-AR-1025
32"	PVC	AR	L	1026	Línea 1001/Línea 1002	Línea 1027	1467.5	1	1.2	30	45	-	-	32"-PVC-42-AR-1026
28"	PVC	AR	L	1027	Línea 1026/Línea 1003	Línea 1028	2165.5	1	1.2	30	45	-	-	28"-PVC-42-AR-1027
32"	PVC	AR	L	1028	Línea 1027/Línea 1004	Línea 1029	1432	1	1.2	30	45	-	-	32-PVC-42-AR-1028
32"	PVC	AR	L	1029	Línea 1028/Línea 10005	Límite de batería	2863.5	1	1.2	30	45	-	-	32"-PVC-42-AR-1029
3"	PVC	ADC	L	1030	V-1001	Tratamiento de aguas	71.5	1	1.2	30	45	-	-	3"-PVC-42-AR-1030
32"	PVC	AR	L	1031	Límite de batería	Línea 1033/Línea 1032	2864	1	1.2	40	55	-	-	32"-PVC-42-AR-1031
18"	PVC	AR	L	1032	Línea 1031	TR-1005	716	1	1.2	40	55	-	-	18"-PVC-42-AR-1032
32"	PVC	AR	L	1033	Línea 1031	Línea 1034/Línea 1034	2864	1	1.2	40	55	-	-	32"-PVC-42-AR-1033
18"	PVC	AR	L	1034	Línea 1033	TR-1004	716	1	1.2	40	55	-	-	18"-PVC-42-AR-1034
28"	PVC	AR	L	1035	Línea 1033	Línea 1037/Línea 1036	2148	1	1.2	40	55	-	-	28"-PVC-42-AR-1035
18"	PVC	AR	L	1036	Línea 1035	TR-1003	716	1	1.2	40	55	-	-	18"-PVC-42-AR-1036
24"	PVC	AR	L	1037	Línea 1035	Línea 1039/Línea 1038	1432	1	1.2	40	55	-	-	24"-PVC-42-AR-1037
18"	PVC	AR	L	1038	Línea 1037	TR-1002	716	1	1.2	40	55	-	-	18"-PVC-42-AR-1038
18"	PVC	AR	L	1039	Línea 1037	TR-1001	716	1	1.2	40	55	-	-	18"-PVC-42-AR-1039
6"	PVC	ADC	L	1040a	Límite de batería	V-1000	100	1	1.2	30	45	-	-	6"-PVC-42-AR-1040a
10"	PVC	AC	L	1040b	CH-1008	Línea 1063	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PVC-42-AR-1040b
10"	PVC	AC	L	1041	CH-1007	Línea 1062	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1041

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	1000	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h) CAUDAL	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A		TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
10"	PVC	AC	L	1042	CH-1006	Línea 1061	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1042
10"	PVC	AC	L	1043	CH-1005	Línea 1060	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1043
10"	PVC	AC	L	1044	CH-1004	Línea 1059	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1044
10"	PVC	AC	L	1045	CH-1003	Línea 1058	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1045
10"	PVC	AC	L	1046	CH-1002	Línea 1057	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1046
10"	PVC	AC	L	1047	CH-1001	Línea 1048	267	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1047
32	PVC	AC	L	1048	Línea 1047/Línea 1057	Límite de batería	1982	1	1.2	7	22	-	-	32"-PV-42-AC-1048
6"	PVC	AC	L	1049	CH-1008	Línea 1088	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1049
6"	PVC	AC	L	1050	CH-1007	Línea 1087	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1050
6"	PVC	AC	L	1051	CH-1006	Línea 1086	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1051
6"	PVC	AC	L	1052	CH-1005	Línea 1085	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1052
6"	PVC	AC	L	1053	CH-1004	Línea 1084	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1053
6"	PVC	AC	L	1054	CH-1003	Línea 1083	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1054
6"	PVC	AC	L	1055	CH-1002	Línea 1082	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1055
6"	PVC	AC	L	1056	CH-1001	Línea 1081	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1056
26"	PVC	AC	L	1057	Línea 1046/Línea 1058	Línea 1048	1982	1	1.2	7	22	-	-	26"-PV-42-AC-1057
24"	PVC	AC	L	1058	Línea 1059/Línea 1045	Línea 1057	1715	1	1.2	7	22	-	-	24"-PV-42-AC-1058
22"	PVC	AC	L	1059	Línea 1044/Línea 1060	Línea 1058	1448	1	1.2	7	22	-	-	22"-PV-42-AC-1059
20"	PVC	AC	L	1060	Línea 1045/Línea 1061	Línea 1059	1181	1	1.2	7	22	-	-	20"-PV-42-AC-1060
18"	PVC	AC	L	1061	Línea 1042/Línea 1062	Línea 1060	914	1	1.2	7	22	-	-	18"-PV-42-AC-1061
16"	PVC	AC	L	1062	Línea 1041/Línea 1063	Línea 1061	647	1	1.2	7	22	-	-	18"-PV-42-AC-1062

LISTADO DE TUBERÍAS

REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldéhid					
POR		O-1						AREA	1000		-			
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
12"	PVC	AC	L	1063	Línea 1040b/Línea 1078	Línea 1062	380	1	1.2	7	22	-	-	12"-PV-42-AC-1063
28"	PVC	AC	L	1064	Límite de batería	Línea 1065/Línea 1066	2254	1	1.2	12	27	-	-	28"-PV-42-AC-1064
10"	PVC	AC	L	1065	Línea 1065	CH-1001	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1065
28"	PVC	AC	L	1066	Línea 1064	Línea 1068/Línea 1067	2254	1	1.2	12	27	-	-	28"-PV-42-AC-1066
10"	PVC	AC	L	1067	Línea 1066	CH-1002	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1067
26"	PVC	AC	L	1068	Línea 1066	Línea 1070/Línea 1069	1932	1	1.2	12	27	-	-	26"-PV-42-AC-1068
10"	PVC	AC	L	1069	Línea 1068	CH-1003	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1069
24"	PVC	AC	L	1070	Línea 1068	Línea 1072/Línea 1071	1610	1	1.2	12	27	-	-	24"-PV-42-AC-1070
10"	PVC	AC	L	1071	Línea 1070	CH-1004	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1071
22"	PVC	AC	L	1072	Línea 1070	Línea 1074/Línea 1073	1288	1	1.2	12	27	-	-	22"-PV-42-AC-1072
10"	PVC	AC	L	1073	Línea 1072	CH-1005	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1073
18"	PVC	AC	L	1074	Línea 1072	Línea 1076/Línea 1075	966	1	1.2	12	27	-	-	18"-PV-42-AC-1074
10"	PVC	AC	L	1075	Línea 1074	CH-1006	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1075
16"	PVC	AC	L	1076a	Línea 1074	Línea 1077/Línea 1076b	644	1	1.2	12	27	-	-	16"-PV-42-AC-1076a
10"	PVC	AC	L	1076b	Línea 1076a	CH-1007	322	2	1.4	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1076b
10"	PVC	AC	L	1077	Línea 1076a	CH-1008	322	1	1.2	12	27	-	-	10"-PV-42-AC-1077b
6"	PVC	AC	L	1078	Línea 1079	Línea 1063	113	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1078
6"	PVC	AC	L	1079	V-1002	Línea 1078	113	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1079

LISTADO DE TUBERÍAS

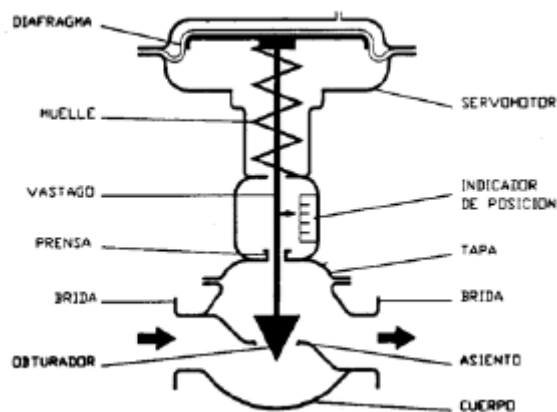
REV.		0	REV.		0	EsAAcle								
FECHA		21.04.2010	FECHA		26.05.2010			TRABAJO	Producción acetaldehído					
POR		O-1						AREA	1000	-				
APPR'V								LOCALIZACIÓN	Castellbisbal					
DN	MATERIAL	FLUIDO	ESTADO	LINEA	TRAMO		Q (m³/h)	PRESIÓN (BAR)		TEMPERATURA (°C)		AISLAMIENTO		NOMENCLATURA
					DESDE	A	CAUDAL	TRABAJO	DISEÑO	TRABAJO	DISEÑO	TIPO	GRUESO	GRUESO
6"	PVC	AC	L	1080	V-1002	Tratamiento de aguas	113	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1080
6"	PVC	AC	L	1081	Línea 1056	Línea 1082	100	1	1.2	7	22	-	-	6"-PV-42-AC-1081
8"	PVC	AC	L	1082	Línea 1055/Línea 1081	Línea 1083	200	1	1.2	7	22	-	-	8"-PV-42-AC-1082
10"	PVC	AC	L	1083	Línea 1054/Línea 1082	Línea 1084	300	1	1.2	7	22	-	-	10"-PV-42-AC-1083
12"	PVC	AC	L	1084	Línea 1053/Línea 1083	Línea 1085	400	1	1.2	7	22	-	-	12"-PV-42-AC-1084
14"	PVC	AC	L	1085	Línea 1052/Línea 1084	Línea 1086	500	1	1.2	7	22	-	-	14"-PV-42-AC-1085
16"	PVC	AC	L	1086	Línea 1051/Línea 1085	Línea 1087	600	1	1.2	7	22	-	-	16"-PV-42-AC-1086
18"	PVC	AC	L	1087	Línea 1050/Línea 1086	Línea 1088	700	1	1.2	7	22	-	-	18"-PV-42-AC-1087
18"	PVC	AC	L	1088	Línea 1049/Línea 1087	V-1002	700	1	1.2	7	22	-	-	18"-PV-42-AC-1088

4.2 VÁLVULAS

Las válvulas son dispositivos mecánicos para controlar, retener, regular, o dar paso a cualquier fluido entubado.

Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador.

Se compone básicamente del cuerpo y del servomotor.



4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS

Se pueden clasificar en dos grupos:

- *Válvulas todo o nada:* únicamente pueden permitir o impedir el paso del fluido por la tubería pero no pueden regular el caudal. Son dispositivos que tapan completamente la sección del tubo cuando están cerradas, pero un poco abiertas ofrecen la mínima resistencia al paso del fluido (las pérdidas de carga son mínimas). En la industria química, mayoritariamente se usan válvulas de bola y de mariposa.
- *Válvulas de regulación:* aumentan o disminuyen el grado de abertura, el caudal que circula aumenta o disminuye. El recorrido del obturador ha de ser lento para permitir diferentes caudales, siendo las pérdidas de

carga mayores que en el primer tipo de válvulas. Éste tipo de válvulas se usan en el control de la planta, siendo la mas empleada la de asiento.

4.2.2 SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS

Válvula de mariposa

El cuerpo es un anillo cilíndrico en cuyo interior está colocado un disco que puede efectuar un giro máximo de 90° , cerrando completamente o permitiendo el paso máximo del fluido. En la selección de la válvula es importante considerar las presiones diferenciales correspondientes a las posiciones de completa apertura y de cierre.

Se necesita una fuerza grande del actuador para accionar la válvula en caso de una caída de presión elevada.

Se emplea en el control de grandes caudales de fluidos a baja presión.



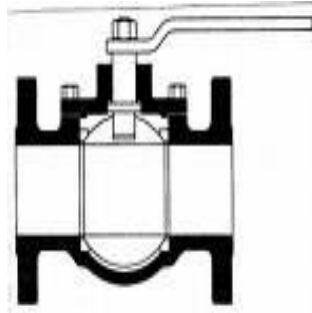
Válvula de bola

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica donde se aloja un obturador en forma de bola. El obturador presenta un taladro del mismo tamaño que la tubería. Al girar la bola sobre un eje perpendicular al taladro se consigue pasar desde la situación de válvula totalmente abierta a cerrada. El ángulo de giro es de 90° . Se emplean como válvulas todo o nada.

Buscando las mejores cualidades de regulación se da al obturador un corte en "V". Se usan frecuentemente en fluidos negros o fluidos con

gran cantidad de sólidos en suspensión. Una válvula de bola típica es la válvula de macho.

Una válvula típica es la *válvula de macho* que tiene un macho de forma cilíndrica o troncocónica con un orificio transversal igual al diámetro interior de la tubería.



4.2.3 NOMENCLATURA

Para facilitar la identificación de las diferentes válvulas (de proceso) de la planta, todas ellas han sido identificadas siguiendo una determinada nomenclatura. Ésta denominación consta de cuatro grupos de letras o cifras, siendo su significado el siguiente:

- Primer grupo: cifra que identifica el diámetro nominal de la válvula, que coincide con el diámetro nominal de la tubería donde va instalada
- Segundo grupo: letra que especifica el material de construcción de la válvula, que coincide con el de la tubería.
- Tercer grupo: letra que identifica el tipo de válvula. Ésta nomenclatura solo es válida para las válvulas del proceso ya que las de control siguen una nomenclatura propia.

ABREVIACIÓN	TIPO DE VÁLVULA
B	Válvula de bola
P	Válvula de Mariposa
S	Válvula de Seguridad
R	Válvula de Retención
Z	Válvula de tres vías
E	Válvula de asiento
VR	Válvula rotativa
PVC	Válvula reductora autopilotada
HV	Válvula todo o nada automática
CV	Válvula de control

- Cuarto grupo: nombre de identificación de la válvula según el área donde se encuentra situada (la tabla es la misma que en el apartado de tuberías).

4.2.4 LISTADO DE VÁLVULAS

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	100
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2	B	R	2"-R-B-102
2	B	R	2"-R-B-103
2	B	R	2"-R-B-104
2	B	R	2"-R-B-105
2	R	R	2"-R-R-106
2	B	R	2"-R-B-107
2	B	R	2"-R-B-108
2	R	R	2"-R-R-109
2	B	R	2"-R-B-110
2	B	R	2"-R-B-111
2	B	R	2"-R-B-112
2	B	R	2"-R-B-113
2	B	R	2"-R-B-115
2	R	R	2"-R-R-116
2	B	R	2"-R-B-117
2	B	R	2"-R-B-118
2	R	R	2"-R-R-119
2	B	R	2"-R-B-120
2	B	R	2"-R-B-121
2	B	R	2"-R-B-122
2	B	R	2"-R-B-123
2	B	R	2"-R-B-125
2	B	R	2"-R-B-126
2	B	R	2"-R-B-127
2	B	R	2"-R-B-129
2	B	R	2"-R-B-130
2	B	R	2"-R-B-131
2	B	R	2"-R-B-132
2	R	R	2"-R-R-133
2	B	R	2"-R-B-134
2	B	R	2"-R-B-135
2	R	R	2"-R-R-136
2	B	R	2"-R-B-137
2	B	R	2"-R-B-138
2	B	R	2"-R-B-139
2	B	R	2"-R-B-140
2	B	R	2"-R-B-141
2	R	R	2"-R-R-142
2	B	R	2"-R-B-143
2	B	R	2"-R-B-144
2	R	R	2"-R-R-145
2	B	R	2"-R-B-146
2	B	R	2"-R-B-147
2	B	R	2"-R-B-148
2	B	R	2"-R-B-149

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	100
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2	B	R	2"-R-B-150
2	B	R	2"-R-B-151
2	B	R	2"-R-B-152
2	B	R	2"-R-Z-156
2	B	R	2"-R-B-157
2	B	R	2"-R-B-158
2	B	R	2"-R-B-159
2	R	R	2"-R-R-160
2	B	R	2"-R-B-161
2	B	R	2"-R-B-162
2	R	R	2"-R-R-163
2	B	R	2"-R-B-164
2	B	R	2"-R-B-165
2	B	R	2"-R-B-166
2	B	R	2"-R-B-167
2	B	R	2"-R-B-169
2	B	R	2"-R-B-170
2	B	R	2"-R-B-171
2	B	R	2"-R-B-172
2	B	R	2"-R-B-173
2	B	R	2"-R-B-174
2	B	R	2"-R-B-175
2	R	R	2"-R-R-176
2	B	R	2"-R-B-177
2	B	R	2"-R-B-178
2	R	R	2"-R-R-179
2	B	R	2"-R-B-180
2	B	R	2"-R-B-183
2	B	R	2"-R-B-184
2	B	R	2"-R-B-185
2	B	R	2"-R-B-186
2	R	R	2"-R-B-187
2	B	R	2"-R-B-188
2	B	R	2"-R-B-189
2	R	R	2"-R-R-190
2	B	R	2"-R-B-191
2	B	R	2"-R-B-192
2	B	R	2"-R-B-193
2	B	R	2"-R-B-194
2	B	R	2"-R-B-196
2	B	R	2"-R-B-197
2	B	R	2"-R-B-198
2	B	R	2"-B-R-199
2	R	R	2"-R-R-1001
2	B	R	2"-R-B-1002

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	100
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2	B	R	2"-R-B-1003
2	R	R	2"-R-B-1004
2	B	R	2"-R-B-1005
2	B	R	2"-R-B-1006
2	B	R	2"-R-B-1007
2	B	R	2"-R-B-1008
2	B	R	2"-R-B-1009
2	B	R	2"-R-B-1010
2	B	R	2"-R-B-1011
2	B	R	2"-R-B-1012
2	B	R	2"-R-B-1013
2	R	R	2"-R-R-1014
2	B	R	2"-R-B-1015
2	B	R	2"-R-B-1016
2	R	R	2"-R-R-1017
2	B	R	2"-R-B-1018
2	B	R	2"-R-B-1019
2	B	R	2"-R-B-1020
2	B	R	2"-R-B-1021
2	B	R	2"-R-B-1023
2	R	R	2"-R-R-1024
2	B	R	2"-R-B-1025
2	B	R	2"-R-B-1026
2	R	R	2"-R-R-1027
2	B	R	2"-R-B-1028
2	B	R	2"-R-B-1029
2	B	R	2"-R-B-1030
2	B	R	2"-R-B-1031
2	B	R	2"-R-B-1032
2	B	R	2"-R-B-1033
2	B	R	2"-R-B-1034

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	200
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2	B	R	2"-R-B-202
2	B	R	2"-R-B-203
8	M	R	8"-R-M-204
8	M	R	8"-R-M-205
8	M	R	8"-R-M-206
10	M	R	10"-R-M-207
10	R	R	10-R-R-208
10	M	R	10-R-M-209
10	M	R	10-R-M-210
10	R	R	10-R-R-211
10	M	R	10-R-M-212
6	M	R	6-R-M-213
6	M	R	6-R-M-214
6	M	R	6-R-M-215
1.5	B	PV	1,5"-PV-B-216
1.5	B	PV	1,5"-PV-B-217
1.5	B	PV	1,5"-PV-B-218
2.5	B	R	2,5"-R-B-219
2.5	B	R	2,5"-R-B-220
2.5	B	R	2,5"-R-B-221
3	B	R	3"-R-B-222
3	R	R	3"-R-R-223
3	B	R	3"-R-B-224
3	B	R	3"-R-B-225
3	R	R	3"-R-R-226
3	B	R	3"-R-B-227

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	300
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2	B	R	2"-R-B-301
2	B	R	2"-R-B-302
2	B	R	2"-R-B-303
4	M	R	4"-R-M-304
4	R	R	4"-R-R-305
4	M	R	4"-R-M-306
4	M	R	4"-R-M-307
4	S	R	4"-R-R-308
4	M	R	4"-R-M-309
4	M	R	4"-R-M-310
4	M	R	4"-R-M-311
4	M	R	4"-R-M-312
0.75	B	R	0,75"-R-B-313
0.75	R	R	0,75"-R-B-314
0.75	B	R	0,75"-R-B-315
0.75	B	R	0,75"-R-B-316

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	400
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
8	M	R	8"-R-M-401
8	M	R	8"-R-M-402
8	M	R	8"-R-M-403
24	M	R	24"-R-M-404
24	M	R	24"-R-M-405
24	M	R	24"-R-M-406
1.5	B	R	1,5"-R-B-407
1.5	R	R	1,5"-R-R-408
1.5	B	R	1,5"-R-B-409
1.5	B	R	1,5"-R-B-410
1.5	R	R	1,5"-R-R-411
1.5	B	R	1,5"-R-B-412
18	M	PV	18"-PV-M-413
18	M	PV	18"-PV-M-414
18	M	PV	18"-PV-M-415
18	M	R	18"-R-M-416
18	M	R	18"-R-M-417
18	M	R	18"-R-M-418
1	B	R	1"-R-B-419
1	B	R	1"-R-B-420
1	B	R	1"-R-B-421
20	M	R	20"-R-M-422
20	R	R	20"-R-R-423
20	M	R	20"-R-M-424
20	M	R	20"-R-M-425
20	R	R	20"-R-R-426
20	M	R	20"-R-M-427
8	M	R	8"-R-M-428
8	M	R	8"-R-M-429
8	M	R	8"-R-M-430
8	M	R	8"-R-M-431
8	R	R	8"-R-R-432
8	M	R	8"-R-M-433
8	M	R	8"-R-M-434
8	R	R	8"-R-R-435
8	M	R	8"-R-M-436
8	M	R	8"-R-M-437
8	R	R	8"-R-R-438
8	M	R	8"-R-M-439
8	M	R	8"-R-M-440
8	R	R	8"-R-R-441
8	M	R	8"-R-M-442

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	500
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
5	M	R	5"-R-M-501
5	M	R	5"-R-M-502
5	M	R	5"-R-M-503
4	M	R	4"-R-M-504
4	R	R	4"-R-R-505
4	M	R	4"-R-M-506
4	M	R	4"-R-M-507
4	R	R	4"-R-R-508
4	M	R	4"-R-M-509
3	B	R	3"-R-B-510
3	B	R	3"-R-B-511
3	B	R	3"-R-B-512
2	B	R	2"-R-B-513
2	R	R	2"-R-R-514
2	B	R	2"-R-B-515
2	B	R	2"-R-B-516
5	M	R	5"-R-M-517
5	M	R	5"-R-M-518
5	M	R	5"-R-M-519
10	M	R	10"-R-M-520
10	R	R	10"-R-R-521
10	M	R	10"-R-M-522
10	M	R	10"-R-M-523
10	R	R	10"-R-R-524
10	M	R	10"-R-M-525
6	M	R	6"-R-M-526
6	M	R	6"-R-M-527
6	M	R	6"-R-M-528
8	M	R	8"-R-M-529
8	M	R	8"-R-M-530
8	M	R	8"-R-M-531
8	M	R	8"-R-M-532
8	R	R	8"-R-R-533
8	M	R	8"-R-M-534
8	M	R	8"-R-M-535
8	R	R	8"-R-R-536
8	M	R	8"-R-M-537
16	M	PV	16"-PV-M-538
16	M	PV	16"-PV-M-539
16	M	PV	16"-PV-M-540
22	M	PV	22"-PV-M-541
22	M	PV	22"-PV-M-542
22	M	PV	22"-PV-M-543
1	S	R	1"-R-S-544
22	M	PV	22"-PV-M-545

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	500
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
22	M	PV	22"-PV-M-546
22	M	PV	22"-PV-M-547
2	B	R	2"-R-B-548
2	B	R	2"-R-B-549
2	B	R	2"-R-B-550
2	B	R	2"-R-B-551
2	R	R	2"-R-R-552
2	B	R	2"-R-B-553
2	B	R	2"-R-B-554
2	B	R	2"-R-B-555
2	R	R	2"-R-R-556
2	B	R	2"-R-B-557
1	S	R	1"-R-S-558
5	M	R	5"-R-M-559
5	M	R	5"-R-M-560
5	M	R	5"-R-M-561
5	M	R	5"-R-M-562
5	M	R	5"-R-M-563
5	M	R	5"-R-M-564
5	M	R	5"-R-M-565
5	M	R	5"-R-M-566
5	M	R	5"-R-M-567
8	M	R	8"-R-M-568
8	M	R	8"-R-M-569
8	M	R	8"-R-M-570
8	M	R	8"-R-M-571
8	R	R	8"-R-R-572
9	R	R	8"-R-R-573
6	R	R	6"-R-M-574
6	R	R	6"-R-M-575
6	R	R	6"-R-M-576

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	600
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2"	B	R	2"-R-B-601
2"	B	R	2"-R-B-602
2"	B	R	2"-R-B-603

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	700
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
2"	B	R	2"-R-B-701
2"	B	R	2"-R-B-702
2"	B	R	2"-R-B-703
1,5"	B	R	1,5"-R-B-704
1,5"	B	R	1,5"-R-B-705
1,5"	B	R	1,5"-R-B-706
2"	B	R	2"-R-B-707
2"	B	R	2"-R-B-708
2"	B	R	2"-R-B-709
1,5"	B	R	1,5"-R-B-710
1,5"	B	R	1,5"-R-B-711
1,5"	B	R	1,5"-R-B-712
1,5"	B	R	1,5"-R-B-713
1,5"	B	R	1,5"-R-B-714
1,5"	B	R	1,5"-R-B-715
2"	B	R	2"-R-B-716
2"	B	R	2"-R-B-717
2"	B	R	2"-R-B-718
1,5"	B	R	1,5"-R-B-719
1,5"	B	R	1,5"-R-B-720
1,5"	B	R	1,5"-R-B-721
8"	M	R	8"-R-M-722
8"	M	R	8"-R-M-723
8"	M	R	8"-R-M-724
8"	M	R	8"-R-M-725
8"	M	R	8"-R-M-726
8"	M	R	8"-R-M-727
8"	M	R	8"-R-M-728
8"	M	R	8"-R-M-729
2"	B	R	2"-R-B-730
2"	B	R	2"-R-B-731
2"	B	R	2"-R-B-732
1,5"	B	R	1,5"-R-B-733
1,5"	B	R	1,5"-R-B-734
1,5"	B	R	1,5"-R-B-735
2"	B	R	2"-R-B-736
2"	B	R	2"-R-B-737
2"	B	R	2"-R-B-738
1,5"	B	R	1,5"-R-B-739
1,5"	B	R	1,5"-R-B-740
1,5"	B	R	1,5"-R-B-741

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	700
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
8"	M	R	8"-R-M-742
8"	M	R	8"-R-M-743
1,5"	B	R	1,5"-R-B-744
1,5"	B	R	1,5"-R-B-745
1,5"	B	R	1,5"-R-B-746
8"	M	R	8"-R-M-747
8"	M	R	8"-R-M-748
8"	M	R	8"-R-M-749
2"	B	R	2"-R-B-750
2"	B	R	2"-R-B-751
2"	B	R	2"-R-B-752
2"	B	R	2"-R-B-753
2"	B	R	2"-R-B-754
2"	B	R	2"-R-B-755

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	800
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
28"	M	R	28"-M-R-801
28"	M	R	28"-M-R-802
28"	M	R	28"-M-R-803
3"	M	R	3"-M-R-804
3"	M	R	3"-M-R-805
3"	M	R	3"-M-R-806
6"	M	R	6"-M-R-807
6"	M	R	6"-M-R-808
6"	M	R	6"-M-R-809
6"	M	R	6"-M-R-810
6"	M	R	6"-M-R-811
6"	M	R	6"-M-R-812
6"	M	R	6"-M-R-813
28"	M	R	6"-M-R-814

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	900
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
14"	M	R	14"-R-M-901
14"	M	R	14"-R-M-902
14"	M	R	14"-R-M-903
6"	M	R	6"-R-M-904
6"	M	R	6"-R-M-905
6"	M	R	6"-R-M-906
1"	B	R	1"-R-B-907
1"	B	R	1"-R-B-908
1"	B	R	1"-R-B-909
1"	B	R	1"-R-B-910
1"	B	R	1"-R-B-911
1"	B	R	1"-R-B-912
1"	B	R	1"-R-B-913
1"	B	R	1"-R-B-914
1"	B	R	1"-R-B-915
5"	M	R	5"-R-B-916
5"	M	R	5"-R-B-917
5"	M	R	5"-R-B-918
10"	M	R	10"-R-M-919
10"	M	R	10"-R-M-920
10"	M	R	10"-R-M-921
6"	M	R	6"-R-M-922
6"	M	R	6"-R-M-923
6"	M	R	6"-R-M-924
5"	M	R	5"-R-M-925
5"	M	R	5"-R-M-926
5"	M	R	5"-R-M-927
5"	M	R	5"-R-M-928
5"	M	R	5"-R-M-929
5"	M	R	5"-R-M-930

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	1000
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
18"	M	PVC	18"-M-PVC-1001
18"	M	PVC	18"-M-PVC-1002
18"	M	PVC	18"-M-PVC-1003
18"	M	PVC	18"-M-PVC-1004
18"	M	PVC	18"-M-PVC-1005
16"	M	PVC	16"-M-PVC-1006
16"	M	PVC	16"-M-PVC-1007
16"	M	PVC	16"-M-PVC-1008
16"	M	PVC	16"-M-PVC-1009
16"	M	PVC	16"-M-PVC-1010
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1011
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1012
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1013
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1014
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1015
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1016
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1017
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1018
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1019
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1020
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1021
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1022
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1023
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1024
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1025
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1026
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1027
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1028
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1029
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1030
5"	M	PVC	5"-M-PVC-1031
5"	M	PVC	5"-M-PVC-1032
5"	M	PVC	5"-M-PVC-1033
12"	M	PVC	12"-M-PVC-1034
12"	R	PVC	12"-R-PVC-1035
12"	M	PVC	12"-M-PVC-1036
12"	M	PVC	12"-M-PVC-1037
12"	R	PVC	12"-R-PVC-1038
12"	M	PVC	12"-M-PVC-1039

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	1000
APPR'V		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1040
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1041
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1042
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1043
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1044
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1045
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1046
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1047
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1048
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1049
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1050
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1051
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1052
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1053
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1054
10"	M	PVC	10"-M-PVC-1055
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1056
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1057
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1058
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1059
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1060
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1061
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1062
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1063
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1064
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1065
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1066
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1067
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1068
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1069
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1070
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1071
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1072
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1073
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1074
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1075
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1076
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1077
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1078
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1079
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1080
6"	R	PVC	6"-R-PVC-1081
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1082
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1083

LISTADO DE VÁLVULAS			
REV.	0	EsAAcle	
FECHA	21.04.2010	TRABAJO	Producción acetaldehído
POR	O-1	AREA	1000
APPRV		LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
DN	TIPO	MATERIAL	NOMENCLATURA
6"	R	PVC	6"-R-PVC-1084
6"	M	PVC	6"-M-PVC-1085

4.3 BOMBAS Y COMPRESORES

4.3.1 INTRODUCCIÓN

En este proyecto se han diseñado y calculado diversas bombas para impulsar los fluidos presentes

Todas las bombas de la planta están dobladas para así garantizar que no haya problemas con el proceso.

En todos los casos hay una válvula anti-retorno a la entrada de la bomba para así evitar que el fluido retroceda. También hay un filtro que se instala con el fin de evitar que entren dentro de la bomba impurezas sólidas

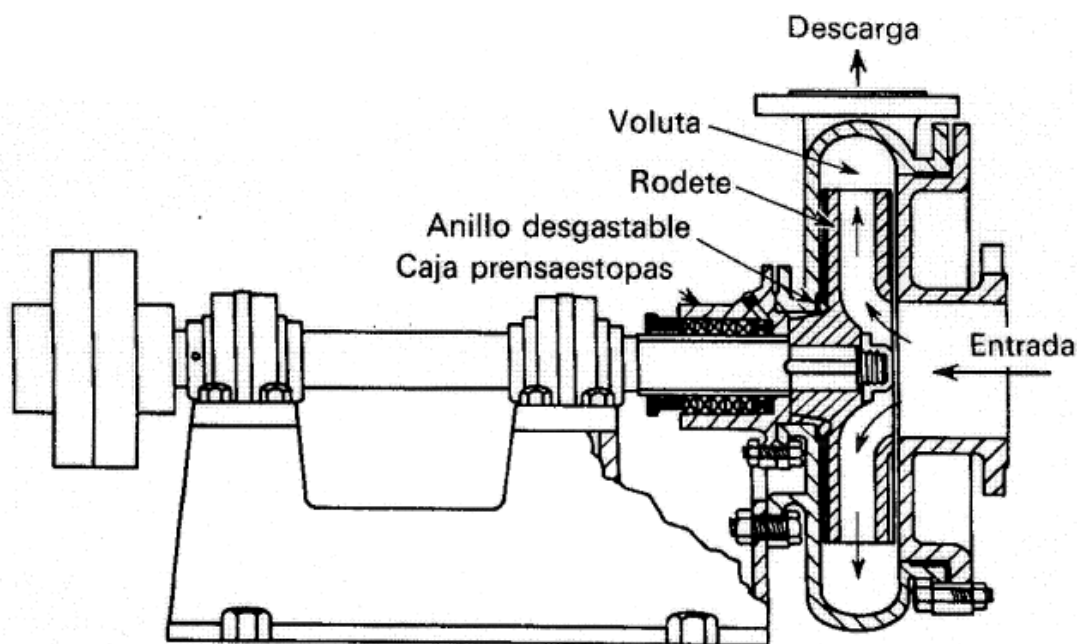
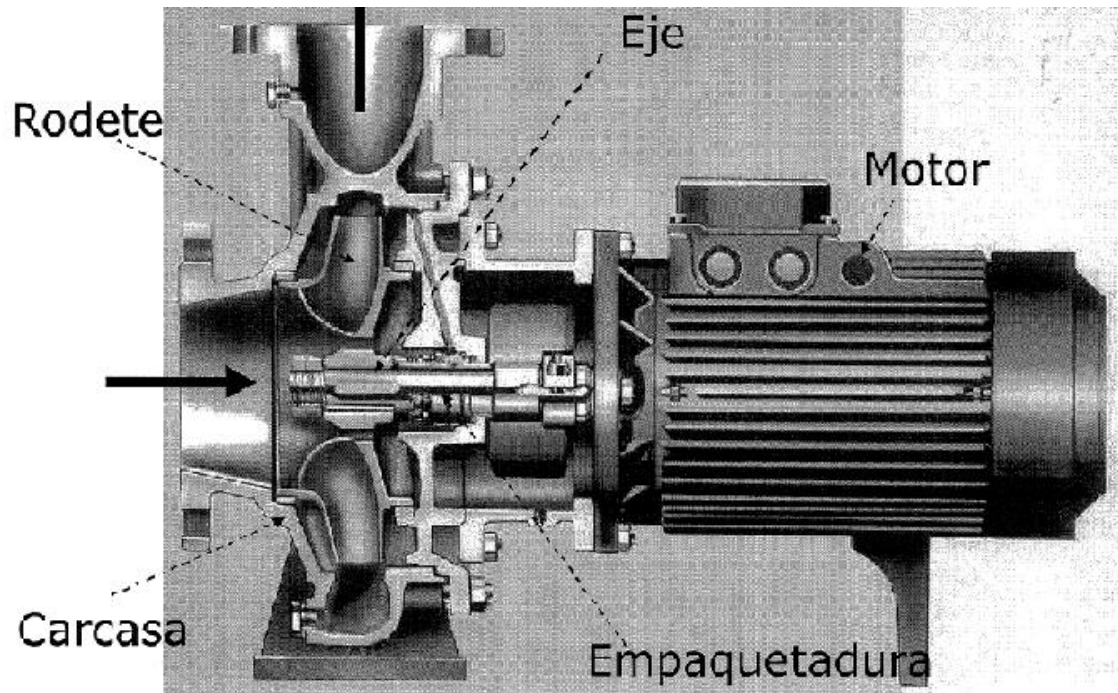
4.3.2 SELECCIÓN DE BOMBAS

Hay varios tipos de bombas en el mercado (cinéticas, de desplazamiento positivo, especiales...).

Dentro del grupo de bombas cinéticas destacan las centrífugas; el fluido entra libremente a la bomba mientras se va acelerando, de manera que ésta energía cinética la que coge el fluido es la que se convierte en presión a la salida.

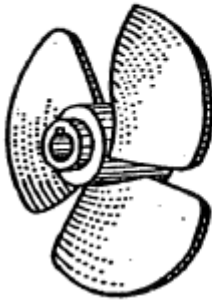
En este proyecto se han elegido bombas centrífugas por varios motivos:

- Los líquidos que circular por las conducciones no tienen mucha viscosidad.
- Se regulan mas fácilmente con el motor que regula la velocidad de giro.
- Son las más comunes en el mercado.



Las bombas centrífugas constan de un motor que se conecta a la red eléctrica general de la planta, de un rodete que gira sobre un eje, y de una carcasa que lo cubre.

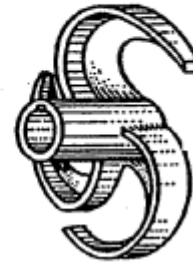
RODETES RADIALES O CENTRÍFUGOS



Flujo Axial



Flujo Mixto



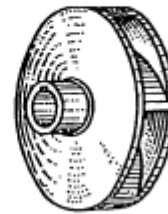
Flujo Radial



Abierto

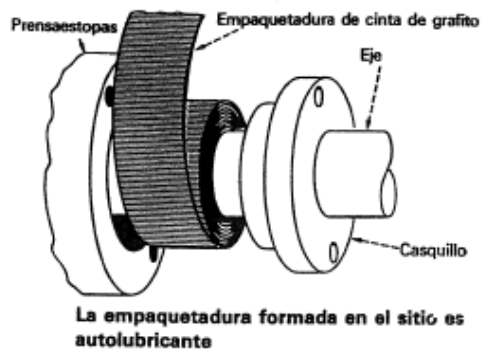
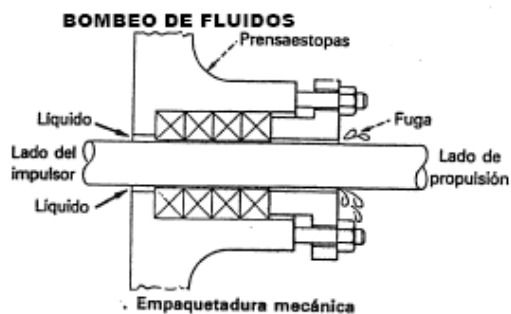


Semiabierto



Cerrado

Existen otros dispositivos auxiliares como son los prensaestopas y las empaquetaduras cuya misión es sellar y mantener aislado el interior con el exterior de la bomba ya que al girar a muchas revoluciones es fácil que se escape algo de líquido de dentro de la bomba.



4.3.3 COMPRESORES

Al igual que las bombas, los compresores son dispositivos diseñados para aumentar la presión. La diferencia es que en este caso aumenta la presión de fluidos no compresibles, tales como vapores y gases.

Por tanto, se reduce el volumen específico del fluido mientras pasa a través del equipo, hecho que hace que la temperatura aumente considerablemente.

También como ocurría con las bombas, existen varios tipos de compresores: de desplazamiento positivo, cinético y especial (eyectores).

En este proyecto, los compresores que se han diseñado han sido de tipo cinéticos; son los más empleados en la industria química por su construcción sencilla y el escaso mantenimiento que requieren.

Los compresores diseñados en la planta son en una sola etapa.

Los valores de potencia que se describen en la tabla siguiente se han calculado según las ecuaciones del manual de cálculo,

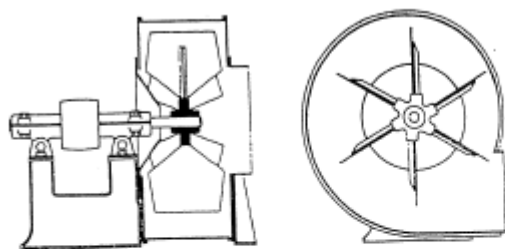


FIG. 6-37. Straight-blade, or steel-plate, fan.

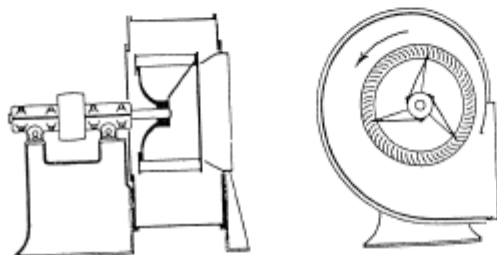


FIG. 6-38. Forward-curved-blade, or "Sirocco"-type, fan.

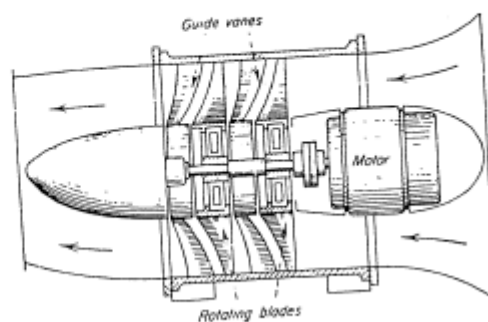


FIG. 6-40. A two-stage axial-flow fan.

4.3.4 LISTADO DE BOMBAS Y COMPRESORES

LISTADO DE BOMBAS												
REV.		0										
FECHA		11.05.2010					TRABAJO	Producción acetaldehído				
POR		O-1					AREA					
APPR"V							LOCALIZACIÓN	Castellbisbal				
ÁREA	ÍTEM	DUPLICADA	TRAMO		Δz (m)	L(m)	ΔP (Pa)	Q(m ³ /h)	v(m/s)	P(kW)	NPSHd(m)	NPSHr(m)
			DESDE	A								
200	P-201-A/B	Si	S-301	HE-301	3	44	123037	11,44	1,83	1,62	3,48	2,87
300	P-301-A/B	Si	HE-301	R-201	2	26	119315	26,65	1,78	3,78	3,95	3,35
400	P-401-A/B	Si	CP-401	Línea 408	0	12	115179	3,11	1,71	0,44	2,89	2,28
400	P-402-A/B	Si	HE-501	DE-501	12	33	480570	114,9	1,88	33,18	4,98	4,37
500	P-501-A/B	Si	Red Agua	SA-401	11	95	115283	42,75	1,59	6,06	4,26	3,65
500	P-502-A/B	Si	DE-501	TD-501	1	18	222191	146,89	2,42	20,83	5,18	4,56
500	P-503-A/B	Si	Red Agua	DE-501	12	100	221467	22,87	2,26	3,24	3,87	3,26
500	P-504-A/B	Si	CT-502	TD-501	12	5	61001	5,39	1,26	0,76	3,12	2,51
500	P-505-A/B	Si	V-501	Línea 511	0	75	168013	68,22	1,63	9,67	4,57	3,98
200	CO-201-A/B	Si	Límite de batería	HE-201	0	270	455962	640,68	23,84	185,04	-	-
400	CO-401-A/B	Si	SA-401	R-201	0	70	55728	6566,15	22,66	182,12	-	-
500	CO-501-A/B	Si	Caldera	DE-501	0	100	149961	506,54	17,43	95,24	-	-
500	CO-502-A/B	Si	Caldera	TD-501	0	100	149961	795,68	19,35	97,66	-	-

4.3.5 HOJAS DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS

Se ha escogido el catálogo de bombas de la marca ITUR.

A continuación se muestran las curvas características de estas bombas. Hay de dos tipos; con frecuencia de giro de 1.500 r.p.m y de 3.000 r.p.m.

En las primeras gráficas se muestra la relación carga-caudal para cada una; conocida dicha relación se escoge el modelo de bomba necesaria para cada bomba:

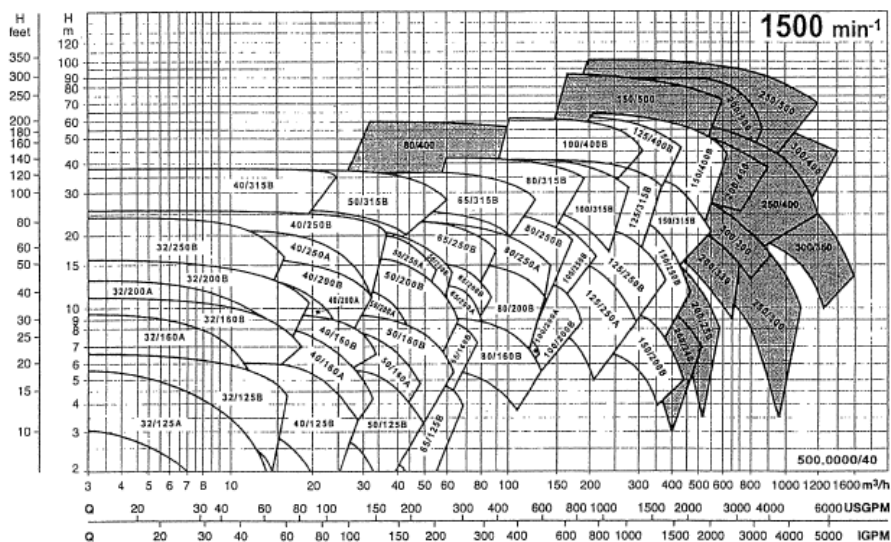
serie IN

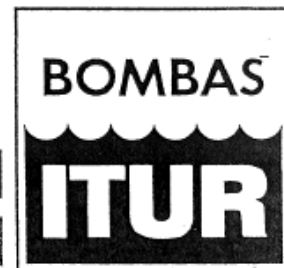
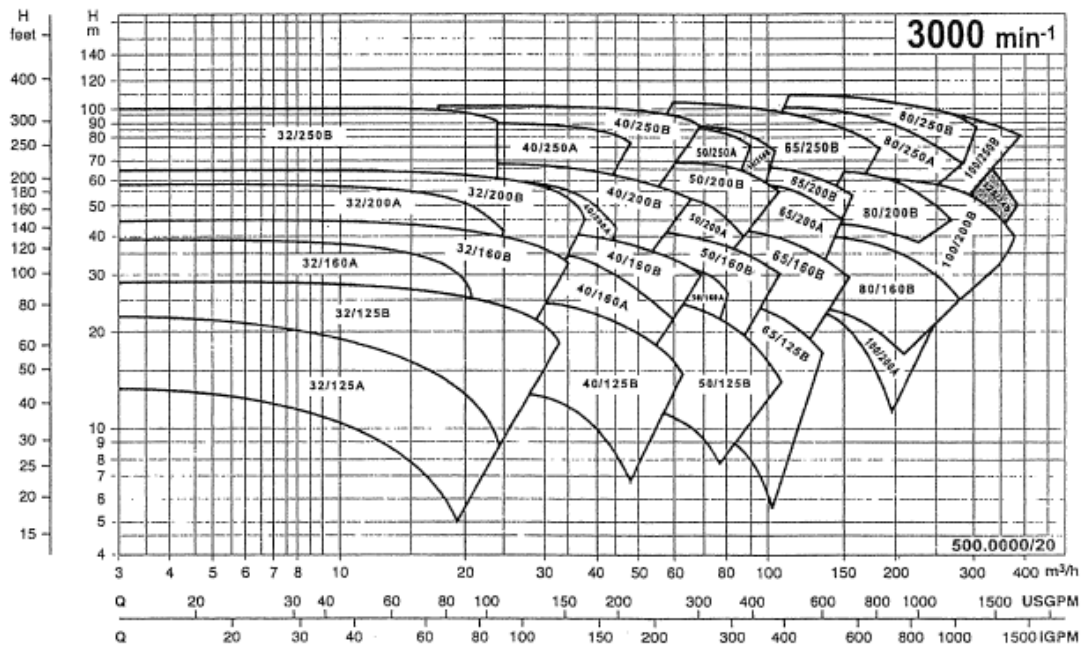
(DIN-24 255 / NF.E. 44 111)

BOMBEO DE FLUIDOS

50 Hz

Curvas características.
Characteristics curves.
Courbes caractéristiques.





Una vez elegida el modelo de bomba se puede calcular la potencia, el rendimiento y el NPSH requerido.

A continuación se muestran unas tablas para diversos modelos.

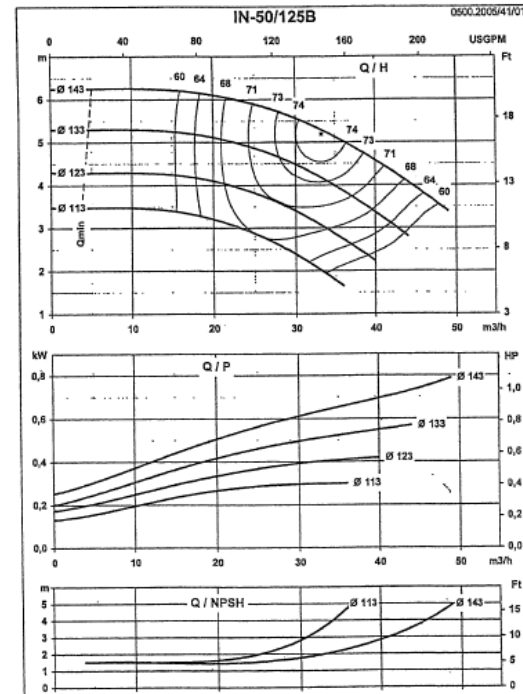
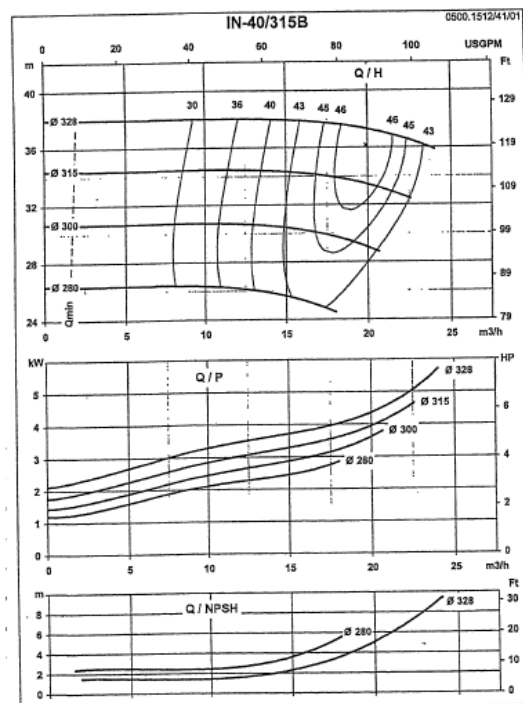
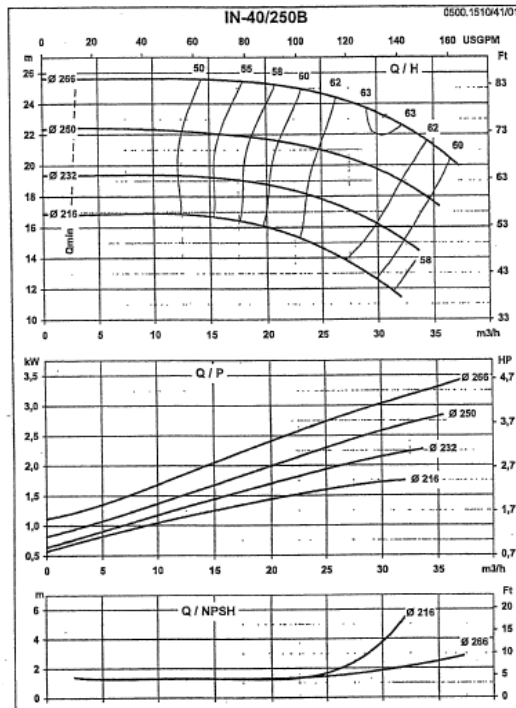
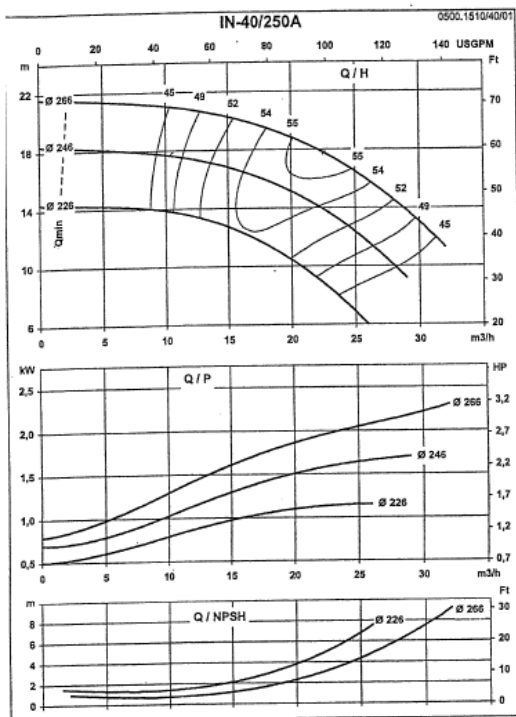
A pesar de todo, la potencia y el NPSH calculados que se han descrito en las tablas se han calculado como viene indicado en el manual de cálculos, pudiendo ayudar a comparar dichos valores con los de las gráficas.



BOMBEO DE FLUIDOS

1500 min⁻¹

50 Hz



Válidas para densidad = 1 Kg/dm³ y viscosidad = 1 mm²/s
 Valid for density = 1 Kg/dm³ and viscosity = 1 mm²/s
 Valable pour densité = 1 Kg/dm³ et viscosité = 1 mm²/s

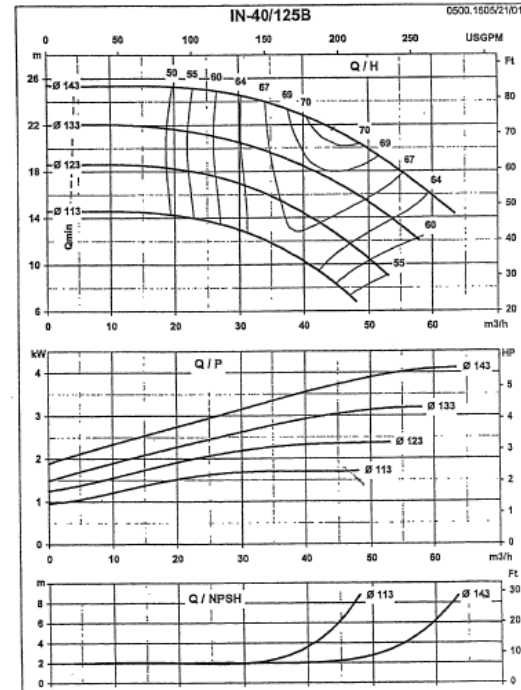
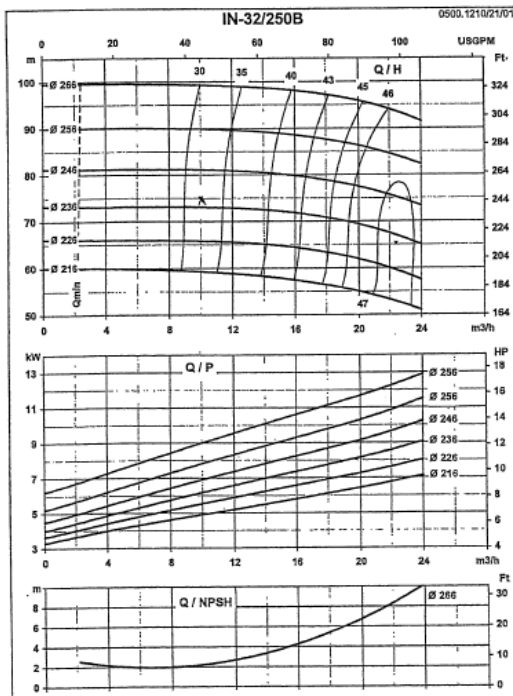
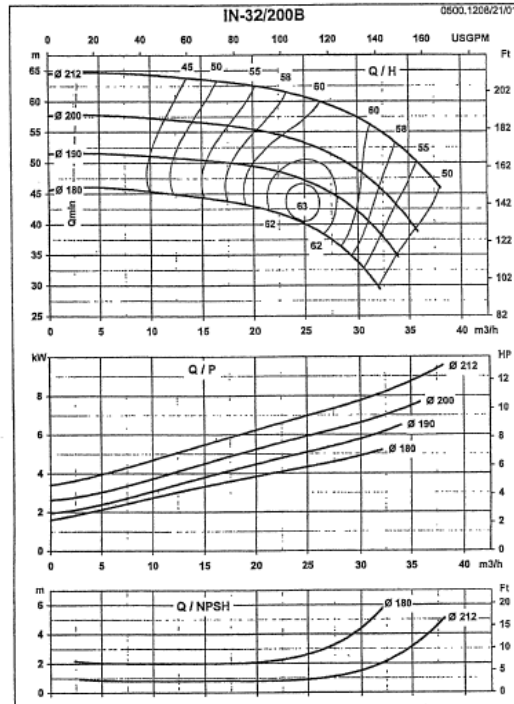
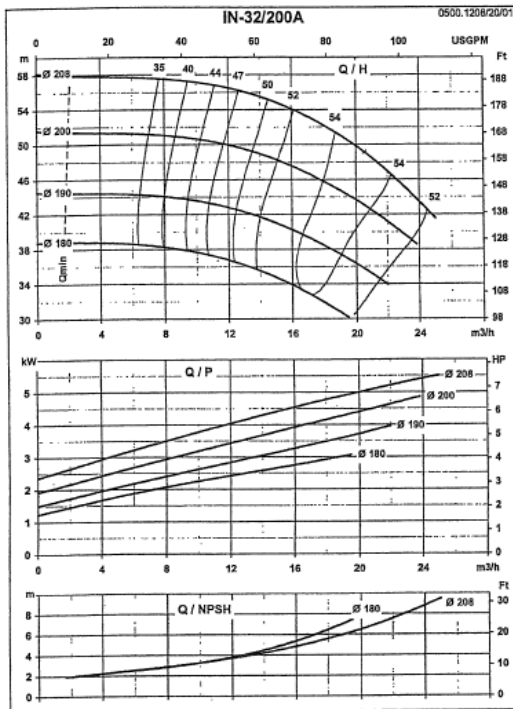
Caudal y rendimiento garantizado según DIN 1944 grado III
 Delivery flow & efficiency guaranteed according to DIN 1944 grade III
 Débit et rendement garanti suivant DIN 1944 degré III



BOMBEO DE FLUIDOS

3000 min⁻¹

50 Hz



Válidas para densidad = 1 Kg/dm³ y viscosidad = 1 mm²/s
 Valid for density = 1 Kg/dm³ and viscosity = 1 mm²/s
 Valable pour densité = 1 Kg/dm³ et viscosité = 1 mm²/s

• Caudal y rendimiento garantizado según DIN 1944 grado III
 • Delivery flow & efficiency guaranteed according to DIN 1944 grade III
 • Débit et rendement garanti suivant DIN 1944 degré III

						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		200	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-201 A/B							
2	SERVICIO	Recirculación del separador S-301							
3	TIPO	32/200B ITUR 1500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Mezcla líquida							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	135						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.159						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	923						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	11.44						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	13.72 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g	4.21						
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g	3						
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar	1.21						
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m	13.4						
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m	3.4						
23	Potencia	kW	1.6	Continuo					
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Interior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		300	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-301 A/B							
2	SERVICIO	Recirculación del intercambiador H-301							
3	TIPO	40/250B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Mezcla líquida							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	100						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.161						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	912						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	26.65						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	31.98 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g		10.17					
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g		9					
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar		1.17					
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m		13.1					
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m		4.0					
23	Potencia	kW		3.8	Continuo				
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Interior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		400	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-401 A/B							
2	SERVICIO	Recirculación del condensador parcial CP-401							
3	TIPO	32/200A ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Mezcla líquida							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	100						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.165						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	996						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	3						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	3.73 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g	4.13						
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g	3						
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar	1.13						
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m	11.6						
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m	2.9						
23	Potencia	kW	0.4	Continuo					
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Interior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		400	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-402 A/B							
2	SERVICIO	Impulsar del V-501 al HE-501							
3	TIPO	100/400B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Mezcla líquida							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	41						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.5481						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	985						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	114.9						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	137.88 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g		5.74					
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g		1					
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar		4.74					
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m		49.1					
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m		5.0					
23	Potencia	kW		33.2	Continuo				
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Interior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

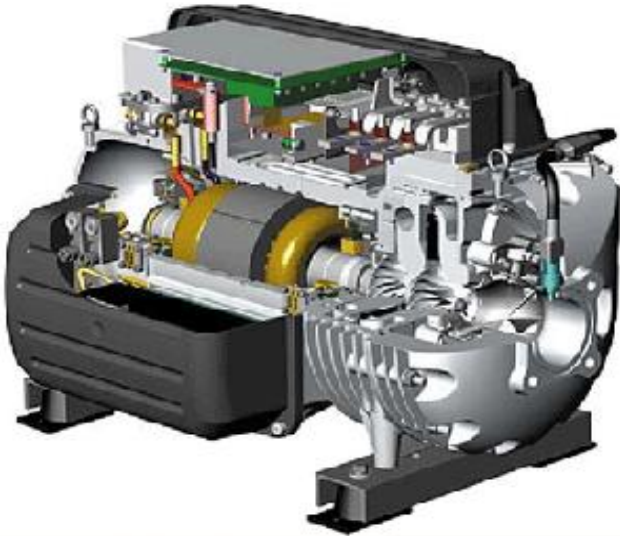
						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		500	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-501 A/B							
2	SERVICIO	Impulsar al SA-402							
3	TIPO	85/125B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Agua de red							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	30						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.79						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	1004						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	42.75						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	51.3 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g		1.33					
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g		1					
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar		0.33					
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m		3.4					
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m		4.3					
23	Potencia	kW		6.1	Continuo				
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Exterior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

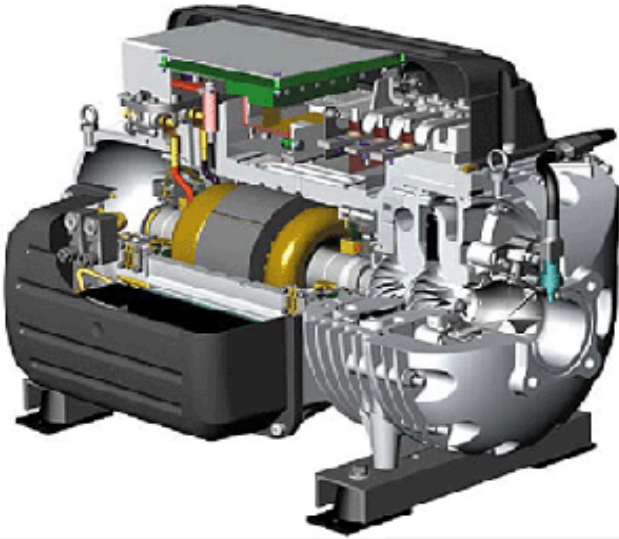
						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		500	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-502 A/B							
2	SERVICIO	Impulsar de DE-501 a TD-501							
3	TIPO	125/250B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR						2	
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Mezcla líquida							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C				82			
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP				0.25			
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³				954			
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h				146.89			
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h				176.26 (1)			
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g				3.19			
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g				1			
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar				2.19			
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m				23.4			
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m				5.2			
23	Potencia	kW				20.8		Continuo	
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Exterior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA				INOX-304			
29		RODETE				INOX-304			
30		EJE				INOX-304			
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

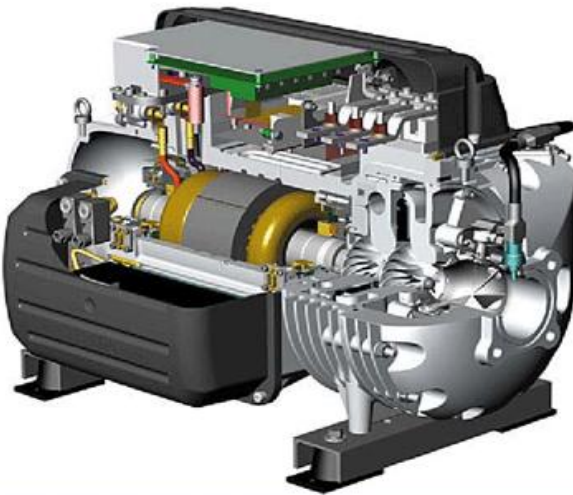
						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		500	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPROV						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-503 A/B							
2	SERVICIO	Impulsar a DE-501							
3	TIPO	40/250B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Agua de red							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	30						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.79						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	1004						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	22.87						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	27.44 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g		3.18					
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g		1					
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar		2.18					
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m		22.2					
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m		3.9					
23	Potencia	kW		3.2	Continuo				
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Exterior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

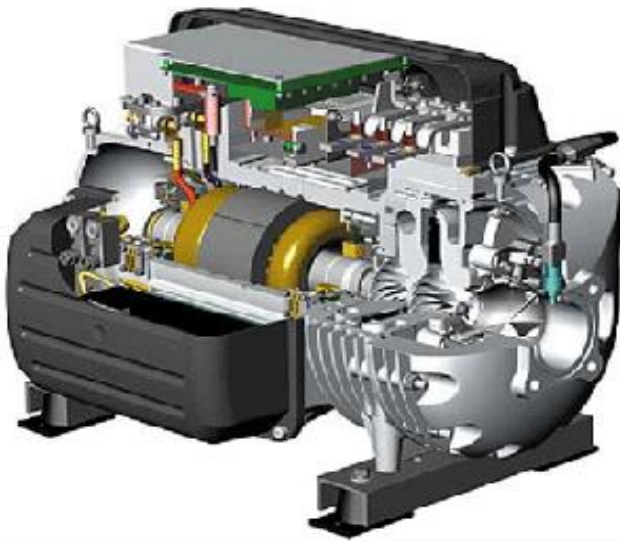
						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		500	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPROV						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-504 A/B							
2	SERVICIO	Recircular a TD-501							
3	TIPO	100/200 B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Acetaldehído							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C		99					
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP		100/200 B ITUR 1.500 r.p.m					
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³		771.9					
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h		101.7					
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h		122.04 (1)					
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g		1.6					
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g		1					
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar		0.6					
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m		7.9					
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m		3.2					
23	Potencia	kW		5.4		Continuo			
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Exterior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA		INOX-304					
29		RODETE		INOX-304					
30		EJE		INOX-304					
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

						BOMBA CENTRÍFUGA			
REV.	0					ÁREA		500	
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	P-505 A/B							
2	SERVICIO	Recircular de V-501							
3	TIPO	65/250B ITUR 1.500 r.p.m							
4	NO. DE BOMBAS	2							
5	EN OPERACIÓN	1							
6	ESPERA	1							
7	FUNCIONAMIENTO	MOTOR		2					
8		TURBINA							
9		OTRAS							
10	LÍQUIDO BOMBEADO	Waste water							
11	CASO DE OPERACIÓN	Diseño							
12	TEMPERATURA BOMBEO (T)	°C	30						
13	VISCOSIDAD (@ T)	cP	0.709						
14	PRESIÓN DE VAPOR (@ T)	bar a							
15	DENSIDAD (@ T)	kg/m ³	1004						
16	CAUDAL NORMAL	m ³ /h	68.22						
17	CAUDAL DE DISEÑO	m ³ /h	81.26 (1)						
18	PRESIÓN DE DESCARGA Normal/Diseño	bar g	2.65						
19	PRESIÓN DE SUCCIÓN Normal/Diseño	bar g	1						
20	PRESIÓN DIFERENCIAL Normal/Diseño	Bar	1.65						
21	CARGA DIFERENCIAL Normal/Diseño	m	16.8						
22	NPSH MÍNIMO DISPONIBLE Normal/Diseño	m	4.6						
23	Potencia	kW	1.6	Continuo					
24	FLUJO MÍNIMO CIRCULANTE								
25	CORROSIÓN O EROSIÓN	No							
26	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	No							
27	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	Exterior							
28	MATERIAL DE DISEÑO	CARCASA	INOX-304						
29		RODETE	INOX-304						
30		EJE	INOX-304						
31	NOTAS								
32	(1) Sobredimensionado 20%								
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

						COMPRESOR			
REV.	0					ÁREA	200		
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído		
POR	O-1					CLIENTE	-		
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.									
1	ITEM	CO-201				CANTIDAD	2		
2	SERVICIO	Impulsión oxígeno							
3	TIPO	centrífugo				LUBRICACIÓN (Si/No)	Si		
4	OPERACIÓN:Cont./Intermit.	CONTÍNUO				OPERANDO	1	ESPERA	1
5	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	EXTERIOR				ALTURA SOBRE EL NIVEL	0	m	
6	CARCASA CUBIERTA (SI/NO)	SI				FUNCIONAMIENTO (Motor/Turbina)	MOTOR		
7	SERVICIOS ALTERNATIVOS								
8	VAPOR Nº								
9	TEMPERATURA					20			
10	PRESIÓN (barg)					1			
11	TEMPERATURA ASPIRACIÓN (°C)					20			
12	TEMPERATURA DESCARGA (°C)					30			
13	PRESIÓN DESCARGA (barg)					4.5			
14	RELACIÓN DE COMPRESIÓN					4.5			
15	Nº DE ETAPAS					1			
16	FLUJO MÁSICO (kg/h)					3180			
17	FLUJO VOLUMÉTRICO (@ NC) (m3/h)					2390			
18	FLUJO VOLUMÉTRICO (aspiración)								
19	Cp/Cv								
20									
21									
22	NOTAS								
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									

						COMPRESOR				
REV.	0					ÁREA	400			
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído			
POR	O-1					CLIENTE	-			
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal			
REV.										
	1	ITEM	CO-401			CANTIDAD	16			
	2	SERVICIO	Recirculación al reactor							
	3	TIPO	centrífugo			LUBRICACIÓN (Si/No)	Si			
	4	OPERACIÓN: Cont./Intermit.	CONTÍNUO			OPERANDO	1	ESPERA	1	
	5	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	EXTERIOR			ALTURA SOBRE EL NIVEL	0	m		
	6	CARCASA CUBIERTA (SI/NO)	SI			FUNCIONAMIENTO (Motor/Turbina)	MOTOR			
	7	SERVICIOS ALTERNATIVOS								
	8	VAPOR N°								
	9	TEMPERATURA				130				
	10	PRESIÓN (barg)				3				
	11	TEMPERATURA ASPIRACIÓN (°C)				130				
	12	TEMPERATURA DESCARGA (°C)				136				
	13	PRESIÓN DESCARGA (barg)				3.55				
	14	RELACIÓN DE COMPRESIÓN				1.18	1.45			
	15	N° DE ETAPAS				1				
	16	FLUJO MÁSICO (kg/h)				7650				
	17	FLUJO VOLUMÉTRICO (@ NC) (m3/h)				2909				
	18	FLUJO VOLUMÉTRICO (aspiración)								
	19	Cp/Cv								
	20									
	21									
	22	NOTAS								
	23									
	24									
	25									
	26									
	27									
	28									
	29									
	30									
	31									
	32									
	33									
	34									
	35									
	36									
	37									
	38									
	39									
	40									
	41									
	42									
	43									
	44									

						COMPRESOR				
REV.	0					ÁREA	500			
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído			
POR	O-1					CLIENTE	-			
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal			
REV.										
1	ITEM	CO-502				CANTIDAD	2			
2	SERVICIO									
3	TIPO	centrífugo				LUBRICACIÓN (Si/No)	Si			
4	OPERACIÓN:Cont./Intermit.	CONTÍNUO				OPERANDO	1	ESPERA	1	
5	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	EXTERIOR				ALTURA SOBRE EL NIVEL	0	m		
6	CARCASA CUBIERTA (SI/NO)	SI				FUNCIONAMIENTO (Motor/Turbina)	MOTOR			
7	SERVICIOS ALTERNATIVOS									
8	VAPOR N°									
9	TEMPERATURA					213				
10	PRESIÓN	(barg)				20				
11	TEMPERATURA ASPIRACIÓN	(°C)				213				
12	TEMPERATURA DESCARGA	(°C)				217				
13	PRESIÓN DESCARGA	(barg)				21.5				
14	RELACIÓN DE COMPRESIÓN					1.08				
15	N° DE ETAPAS					1				
16	FLUJO MÁSIKO	(kg/h)				7186				
17	FLUJO VOLUMÉTRICO (@ NC)	(m3/h)				795				
18	FLUJO VOLUMÉTRICO (aspiración)									
19	Cp/Cv									
20										
21										
22	NOTAS									
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										

						COMPRESOR				
REV.	0					ÁREA	500			
FECHA	Abril 10					PLANTA	Producción de acetaldehído			
POR	O-1					CLIENTE	-			
APPR V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal			
REV.										
	1	ITEM	CO-501			CANTIDAD	2			
	2	SERVICIO	Impulsar vapor							
	3	TIPO	centrífugo			LUBRICACIÓN (Si/No)	Si			
	4	OPERACIÓN:Cont./Intermit.	CONTÍNUO			OPERANDO	1	ESPERA	1	
	5	LOCALIZACIÓN (Interior/Exterior)	EXTERIOR			ALTURA SOBRE EL SUELO	0	m		
	6	CARCASA CUBIERTA (SI/NO)	SI			FUNCIONAMIENTO (Motor/Turbina)	MOTOR			
	7	SERVICIOS ALTERNATIVOS								
	8	VAPOR N°								
	9	TEMPERATURA					213			
	10	PRESIÓN (barg)					20			
	11	TEMPERATURA ASPIRACIÓN (°C)					213			
	12	TEMPERATURA DESCARGA (°C)					217			
	13	PRESIÓN DESCARGA (barg)					21.5			
	14	RELACIÓN DE COMPRESIÓN					1.08			
	15	N° DE ETAPAS					1			
	16	FLUJO MÁSICO (kg/h)					4575			
	17	FLUJO VOLUMÉTRICO (@ NC) (m3/h)					506.58			
	18	FLUJO VOLUMÉTRICO (aspiración)								
	19	Cp/Cv								
	20									
	21									
	22	NOTAS								
	23									
	24									
	25									
	26									
	27									
	28									
	29									
	30									
	31									
	32									
	33									
	34									
	35									
	36									
	37									
	38									
	39									
	40									
	41									
	42									
	43									
	44									

5 SEGURIDAD E HIGIENE

5.1. INTRODUCCIÓN.....5-3

5.2. PRINCIPALES RIESGOS DE LA INDUSTRIA.....5-4

5.2.1.- Riesgo de incendio

5.2.2. Riesgo de explosión.

5.2.3.- Riesgo de fuga.

5.3. SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS....5-6

5.3.1- Envasado

5.3.2- Etiquetado

5.3.3- Fichas de seguridad de productos, reactivos y subproductos

5.4. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....5-7

5.4.1. Introducción

5.4.2. Normativa aplicable

5.4.3. Incompatibilidad de las sustancias

5.4.4. Distancias de seguridad normalizadas en el área de tanques

5.4.5. Instalaciones de carga y descarga

5.4.6. Seguridad en el parque de tanques

5.5. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES.....5-15

5.5.1.- Ventilación

5.5.2.- Señalización

5.5.3.- Iluminación

5.5.4.- Pasillos peatonales

5.5.5.- Prevención de derrames

5.5.6.- Duchas y lavaojos

5.5.7.- Botiquines

5.6. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.....5-19

5.6.1.- Protectores de la cabeza

5.6.2.- Protectores de la cara y ojos

- 5.6.3.- Protector auditivo
- 5.6.4.- Protección de las vías respiratorias
- 5.6.5.- Protección de manos y brazos
- 5.6.6.- Zapatos de seguridad
- 5.6.7.- Protección total del cuerpo
- 5.6.8.- Logística

5.7 SEÑALIZACION.....5-21

- 5.7.1 Definiciones
- 5.7.2 Color de seguridad
- 5.7.3 Tipos de señales
- 5.7.4 Señalización de tuberías

5.8 SISMIIDAD.....5-36

5.9 TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.....5-37

5.10 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....5-37

- 5.10.1. Introducción
- 5.10.2. Tipo de establecimiento industrial
- 5.10.3. Sectores de incendio
- 5.10.4. Evaluación del nivel de riesgo intrínseco
- 5.10.5. Inspecciones periódicas
- 5.10.6. Medios de protección contra incendios

5.1. INTRODUCCIÓN

La seguridad en una planta química es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la mayoría de los casos en que se tratan sustancias que, por sus propiedades, tienen un alto grado de peligrosidad. La importancia que se le da a la seguridad explica porqué la industria química se caracteriza por tener pocos accidentes, y cuando uno de ellos se produce suele tener graves consecuencias.

La secuencia accidental que, de manera completa o incompleta se suele producir es:

Emisión: puede generar efectos tóxicos, incendios y/o explosiones según la naturaleza de las sustancias emitidas, ya sea por vertido de líquidos, vapores o gases.

Incendios: combustión (de diferentes formas) de los fluidos confinados o emitidos, generando radiación térmica perjudicial, cuando éstos son inflamables.

Explosión: es anterior a la emisión o posterior al incendio. Genera ondas de sobrepresión que son perjudiciales. Además, hay que sumar los efectos negativo que puede provocar por la emisión de proyectiles.

Estos accidentes pueden afectar a las personas, a los bienes materiales y al medio ambiente, tanto dentro como fuera del recinto de la planta donde se producen.

La seguridad e higiene se basa en la prevención de accidentes, que pueden ocasionar graves daños a personas, instalaciones o medio ambiente, así como las medidas de actuación para poder minimizar los efectos de posibles accidentes.

5.2. PRINCIPALES RIESGOS DE LA INDUSTRIA

5.2.1.- RIESGO DE INCENDIO

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede ser extremadamente peligrosa para los seres vivos y las estructuras.

Los elementos necesario para que exista "fuego" deben ser siempre tres: combustible, comburente y temperatura. Si uno de estos tres elementos no se encuentra presente no habrá fuego. Es uno de los criterios básicos utilizados para combatirlo, eliminar uno cualquiera de estos tres elementos.

Para que exista fuego, también es necesario, no sólo que se encuentren presentes estos tres elementos sino que su presencia responda a determinados parámetros.

Para que el fuego progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego".

Mientras exista energía suficiente, combustible y oxígeno en las proporciones necesarias, el fuego continuará, solamente se extinguirá cuando se consuma uno de los tres componentes, sus parámetros estén fuera de los valores necesarios o intencionalmente se elimine uno de ellos.

5.2.2. RIESGO DE EXPLOSIÓN.

Una explosión es la liberación en forma violenta de energía química, normalmente acompañada de altas temperaturas y de la liberación de gases.

Una explosión causa ondas expansivas en los alrededores donde se produce.

Las explosiones se pueden categorizar como deflagraciones si las ondas son subsónicas y detonaciones si son supersónicas (ondas de choque).

Según el lugar dónde se produzca la explosión se puede distinguir entre dos tipos:

- **Explosiones confinadas:** Este tipo de explosiones se producen cuando ha habido una fuga de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada (recipiente). Si el gas se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra una fuente de ignición, entonces tiene lugar la explosión. Causas como un fallo en el equipo de regulación y alivio de la presión, reducción del grueso de la pared del equipo debido a la corrosión o reducción de la resistencia del recipiente por defectos en su estructura, pueden originar este tipo de explosiones.

- **Explosiones no confinadas:** Las nubes de vapor no confinadas se generan a partir de la fuga de una cantidad determinada de un vapor combustible o bien de un líquido a partir del cual se forma el vapor.

Uno de los peores accidentes que se pueden dar en la industria química o en el transporte de sustancias peligrosas es las bleves, las cuales se describen como una explosión súbita de vapor en expansión de un líquido que esta hirviendo.

Las condiciones para la existencia de una bleva son las siguientes:

- Calentamiento excesivo del líquido.
- Bajada súbita de la presión en el recipiente.
- Ebullición nucleada en toda la masa del líquido.

Las principales causas que originan una bleva son:

- El fuego que calienta un recipiente.
- Llenado por encima del nivel máximo de producto en el recipiente.
- Reacciones fuera de control (runaway).
- Colisiones.
- Accidentes de tránsito (camiones cisterna).

5.2.3.- RIESGO DE FUGA.

Las fugas y derrames de productos químicos son riesgo debido a la posibilidad de incendio de éstos, a su posible extensión por la planta si no se confinan correctamente. De la misma forma, son peligrosas porque conllevan la explosión de líquidos nocivos o tóxicos al medio afectando de esta manera a personas y medio ambiente.

Para los accidentes con fugas de productos tóxicos o inflamables, se establecen diferentes medidas protectoras que se pueden clasificar en tres tipos:

- Medidas protectoras destinadas a disminuir la frecuencia o probabilidad de que suceda un posible accidente.
- Medidas protectoras destinadas a disminuir o mitigar el alcance de las nubes una vez producido el accidente.

- Medidas protectoras destinadas a disminuir los efectos y las consecuencias de las nubes, mediante la protección activa y pasiva de los sujetos que pueden quedar dentro del alcance del gas tóxico o inflamable.

5.3. SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

5.3.1- ENVASADO

Los envases para la comercialización de sustancias peligrosas deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Estar diseñados y fabricados de tal modo que no sean posibles pérdidas de contenido (siempre que no dispongan de dispositivo especiales de seguridad).
- Los materiales con los que estén fabricados y sus cierres no deberán ser atacables por el contenido, ni formar combinaciones peligrosas con el cierre.
- Los envases y cierres deberán ser fuertes y sólidos.
- Los recipientes con un sistema de cierre reutilizable habrán de estar diseñados de forma que pueda cerrarse el envase varias veces sin pérdida de su contenido.
- Las sustancias muy tóxicas, tóxicas o corrosivas que puedan llegar al público en general, deberán disponer de un cierre de seguridad para niños y llevar una indicación de peligro detectable al tacto.

5.3.2. ETIQUETADO

Todo producto químico, sustancia o preparado, clasificado como peligroso debe incluir en su envase una etiqueta bien visible que es la primera información básica que recibe el usuario sobre los peligros inherentes al mismo y sobre las precauciones a tomar en su manipulación.

5.3.3. FICHAS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS, REACTIVOS Y SUBPRODUCTOS.

Las fichas de seguridad son útiles para conocer todos los compuestos que se manipulan en la planta. Estas son importantes en el momento de, decidir las

condiciones de trabajo (manipulación de las sustancias, almacenamiento de las sustancias, condiciones de operación, etc.), decidir las medidas de seguridad para disminuir riesgos y evitar posibles accidentes, y la actuación en caso de producirse un accidente.

5.4. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

5.4.1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de producción, las materias primeras y las sustancias auxiliares, los productos intermedios y los acabados, han de ser almacenados. El almacenamiento incorrecto de las sustancias peligrosas puede originar graves daños y riesgos para las personas y el Medio Ambiente.

5.4.2. NORMATIVA APLICABLE

NTP 635 Clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas

RD-379/2001 Reglamento de almacenamiento de productos químicos

5.4.3. INCOMPATIBILIDAD DE LAS SUSTANCIAS

Ciertas sustancias o ciertas clases de sustancias pueden reaccionar violentamente entre sí, por lo tanto, no se han de almacenar conjuntamente, sobre todo a partir de ciertas cantidades.

En la figura siguiente se pueden observar las incompatibilidades entre sustancias peligrosas que nos indica que productos se pueden almacenar juntos y cuales no. Esta tabla ha de cumplirse siempre.

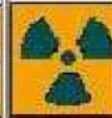
						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	0
	+	-	+	-	0	+

Figura 5.4. 1.Incompatibilidades entre sustancias peligrosas.

5.4.4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD NORMALIZADAS EN EL ÁREA DE TANQUES

Las distancias de seguridad se han determinado según las norma de almacenamiento de productos químicos. Se ha aplicado la APQ-1.

Para obtener las distancias mínimas es necesario utilizar la siguiente tabla:

1	(1)										
2	(3) 20	(2)									
3.1	60	(4) 30	(6)								
3.2	30	(4) 15	(6)	(6)							
3.3	30	(4) 15	(6)	(6)	(6)						
3.4	10	(4) 10	(6)	(6)	(6)	(6)					
4.1	60	(5) 30	(7) 30	(7) 30	(7) 30	(7) 30	(2)				
4.2	30	(5) 20	(7) 30	(7) 20	(7) 15	(7) 15	(12) 30	(2)			
4.3	20	(5) 15	(7) 25	(7) 20	(7) 15	(7) 10	(2)	(2)	(2)		
5	30	(5) 15	30	20	15	10	30	20	15	(1)	
6	(1)	30	60	30	20	20	60	20	15	30	(1)
7	(1)	20	60	30	20	15	40	20	15	20	(8)
8	(1)	20	60	30	25	10	30	30	25	20	20
9	(1)	15	30	20	15	10	30	20	15	(9) 20	(8)
10	(1)	20	60	30	25	10	60	(10) 40	(10) 20	20	(8)
11	(1)	30	100	60	40	20	100	60	30	40	(8)
	1	2	3,1	3,2	3,3	3,4	4,1	4,2	4,3	5	6

Figura 5.4. 2. Distancia en metros entre instalaciones fijas de superficie en almacenamientos con capacidad superior a 50.000 m³

(1) No es objeto de este Reglamento

(2) Sin requerimiento especial de distancias.

(3) Pertenecientes al parque de almacenamiento

(4) Salvo las bombas para transferencia de productos susceptibles de ser almacenados en el mismo cubeto, en cuyo caso es suficiente que estén situados fuera del cubeto. (En casos especiales, por ejemplo, por reducción del riesgo, y para clase D, las bombas podrían situarse dentro del cubeto.)

(5) Salvo las bombas de transferencia propias de esta instalación.

(6) Aplicar el artículo 18

(7) Salvo los recipientes auxiliares de alimentación o recepción directa del cargadero con capacidad inferior a 25 m³ que pueden estar a distancias no inferiores a: Clase A = 15 m, clase B = 10 m y clases C y D = 2 m.

- (8) Ver Reglamento de Aparatos a Presión.
- (9) Si el vallado es de obra de fábrica u hormigón y de altura no inferior a 1,5 m esta distancia no necesita ser superior a 10 m.
- (10) Respecto a la vía del ferrocarril de la que se derive un apartadero para carga o descarga de vagones cisterna, esta distancia puede reducirse a 15 m con un vallado de muro macizo situado a 12 m del cargadero y altura tal que proteja la instalación.
- (11) Las distancias entre tanques de almacenamiento y otras instalaciones se considerarán individualmente en función de la clase del producto almacenado en cada tanque y no de la clasificación global del cubeto.
- (12) Solamente se requerirá esta distancia cuando se opere simultáneamente en ambos cargaderos con emisión de vapores en alguno de ellos.

- 1. Unidades de proceso.
- 2. Estaciones de bombeo y compresores.
- 3.1 Recipientes de almacenamiento. Clase A (Paredes del tanque).
- 3.2 Recipientes de almacenamiento. Clase B (Paredes del tanque).
- 3.3 Recipientes de almacenamiento. Clase C (Paredes del tanque).
- 3.4 Recipientes de almacenamiento. Clase D (Paredes del tanque).
- 4.1 Cargaderos. Clase A.
- 4.2 Cargaderos. Clase B.
- 4.3 Cargaderos. Clases C y D.
- 5. Balsas separadoras.
- 6. Zonas de fuego abierto.
- 7. Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes.
- 8. Estaciones de bombeo de agua contra incendios.
- 9. Vallado de la planta.

10. Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas.

11. Locales y establecimientos exteriores de pública concurrencia.

5.4.5. INSTALACIONES DE CARGA Y DESCARGA

La instalación presente en nuestra planta será del tipo transvase entre unidades de transporte y los almacenamientos. Las instalaciones de estos cargaderos tendrán adaptados su diseño y criterios de operación a los requisitos de la reglamentación sobre transporte, carga y descarga de mercancías peligrosas.

5.4.5.1. Requisitos generales

- Debería evitarse, en la medida de lo posible, la emisión a la atmósfera de vapores de líquidos tóxicos, en todo caso, controlar los niveles de emisión para cumplir con la normativa vigente.
- La instalación dispondrá de un sistema para que, una vez terminada la operación de carga/descarga se puedan vaciar los brazos de carga y mangueras de productos que pudieran contener, y de medios adecuados para protegerlos, en número y capacidad suficientes.
- Las mangueras/brazos de carga que se utilicen en las operaciones de carga y descarga de líquidos tóxicos serán revisadas periódicamente por el personal de la instalación para comprobar su estado y, al menos cada año, sufrirán una prueba de presión y deformación, de acuerdo con las normas aplicables o las recomendaciones del fabricante, para asegurarse de la permanencia de sus características originales.
- Las operaciones de carga/descarga se realizarán de acuerdo con lo dispuesto en la normativa de carga y descarga para el transporte de mercancías peligrosas (ADR).

5.4.5.2. Requisitos específicos

- Cada sustancia tendrá un puesto de descarga de camiones cisterna. Su disposición será tal que cualquier derrame accidental fluya rápidamente hacia un sumidero, situado fuera de la proyección vertical del vehículo, el cual se conectará con la red de aguas contaminadas o a un recipiente o balsa de recogidas, sin que afecte a otros puestos de descarga ni otras instalaciones.

Se deberá evitar que los productos derramados puedan alcanzar las redes públicas de alcantarillado.

- Los cargaderos de camiones se situarán de forma que los camiones que a ellos se dirijan o que de ellos procedan puedan hacerlo por caminos de libre circulación.
- La carga y descarga de camiones cisterna deberá realizarse con el motor del camión parado.
- Los camiones cisterna se dispondrán, en la medida de lo posible, en el cargadero de forma que puedan efectuar su salida sin necesidad de maniobra.

Los accesos serán amplios y bien señalizados.

- Los medios de transporte estacionados a la espera deberán situarse de modo que no obstaculicen la salida de los que estén cargando o descargando, ni la circulación de los medios para la lucha contra incendios.

5.4.5.3. Requisitos aplicables a los productos de la clase B1:

- La estructura del puesto de carga, las tuberías y el tubo buzo, deberán estar interconectados eléctricamente entre sí y a una puesta a tierra mediante un conductor permanente. Junto a cada puesto de carga o descarga existirá un conductor flexible permanentemente conectado por un extremo a la citada red de puesta a tierra y por otro a una pieza de conexión de longitud suficiente para conectar la masa de la cisterna del camión o del vagón correspondiente con anterioridad y durante las operaciones de carga y descarga, estableciendo una indicación con alarma o enclavamiento que garantice el correcto contacto de la pieza de conexión al vehículo.

- Para evitar el efecto de las corrientes parásitas se tomarán disposiciones especiales tales como la colocación de juntas aislantes entre los railes del cargadero y los de la red general.
- El llenado será por el domo de los camiones cisterna. El brazo de carga deberá ir provisto de un tubo buzo que puede ser de acero o de material no férrico, cuyo extremo será de metal blando, que no produzca chispas en el acero de la cisterna. En cualquier caso, la extremidad del tubo se hará conductora y estará conectada eléctricamente a la tubería fija de la carga.
- El tubo buzo deberá tener una longitud suficiente para alcanzar el fondo de la cisterna y estará construido de manera que se limite su posibilidad de elevación en el curso de la operación de llenado.
- La boquilla deberá tener una forma que evite salpicaduras.

5.4.6. SEGURIDAD EN EL PARQUE DE TANQUES

5.4.6.1. Sistema de venteo y alivio de presión

Todo recipiente deberá disponer de sistemas de venteo o alivio de presión para prevenir la formación de vacío o presión interna, de tal modo que se evite la deformación del mismo como consecuencia de las variaciones de presión producidas por efecto de los llenados, vaciados o cambios de temperatura. Este sistema deberá ser dirigido hacia un lugar seguro.

Los venteos normales de los tanques de almacenamiento de nuestro parque de tanques han sido dimensionados de acuerdo con las reglamentaciones técnicas vigentes sobre la materia.

Las salidas de venteos terminarán por encima del nivel normal de nieve y podrán llevar codos u otros dispositivos para minimizar la entrada de materiales extraños. Se evitará obstruir las tuberías de venteo con mecanismos que den lugar a un aumento de la presión de descarga.

En los tanques de etileno y acetaldehído se hará un venteo con nitrógeno, ya que el contacto del benceno con el aire puede producir mezclas explosivas.

Aprovechamos de esta forma el nitrógeno utilizado para conseguir una atmósfera inerte.

5.4.6.2. Atmósfera inerte

En los almacenamientos de superficie para líquidos de la subclase B1, en tanques de techo fijo, se reduce el riesgo de incendio por medio de protección con gas inerte. Aplicaremos esta medida de seguridad en los tanques de acetaldehído y evitar que se pueda dar una mezcla explosiva con el oxígeno del aire. Esta protección deberá mantenerse en servicio permanente.

Hay que elegir un tipo de atmósfera inerte en función del producto almacenado: se deberá comprobar que no existe incompatibilidad entre el producto almacenado y el tipo de gas inerte utilizado. Teniendo esto en cuenta, el gas inerte que se utilizará será el nitrógeno.

El sistema de atmósfera inerte que utilizaremos será de aspiración de gas inerte desde un depósito de nitrógeno que es suministrado por una empresa externa.

El conducto de entrada de gas inerte se conectará en el techo del recipiente de almacenamiento.

El sistema se dotará de los elementos de control y regulación necesarios que garanticen el funcionamiento permanente, así como de una alarma que avise de su fallo.

El suministro de gas inerte y el gas contenido en el recipiente de almacenaje deberán ser analizados periódicamente para comprobar el contenido del oxígeno y/o de los componentes que pudieran ser peligrosos. Igualmente deberá analizarse y efectuar una purga, en caso necesario, cada vez que la alarma detecte que haya podido entrar aire del exterior.

5.4.6.3. Cubetos de retención

Los recipientes de superficie para almacenamientos de líquidos inflamables y combustibles deberán disponer de un cubeto de retención. Éstos evitan la dispersión de un líquido peligroso en caso de pérdida o fuga de éste.

En todos los cubetos los recipientes no deben estar dispuestos en más de dos filas. Es preciso que cada fila de recipientes tenga adyacente una calle o vía de acceso que permita la intervención de la brigada de lucha contra incendios.

El fondo del cubeto tendrá una pendiente de forma que todo el producto derramado escurra rápidamente hacia una zona del cubeto lo más alejada posible de la proyección de los recipientes, de las tuberías y de los órganos de mando de la red de incendios.

En nuestra planta tendremos dos parques de tanques, uno para las materias primas y uno para los productos acabados. Cada uno tiene equipos de seguridad específicos en función del riesgo que suponen.

5.5. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES.

Como norma general se prohibirá el acceso al personal no autorizado. La prohibición estará anunciada mediante un letrero bien visible y legible.

5.5.1.- VENTILACIÓN

Los almacenamientos e instalaciones de carga y descarga o transvase dispondrán necesariamente de ventilación, natural o forzada, para evitar que se superen las concentraciones máximas admisibles en las condiciones normales de trabajo.

Cuando se encuentren situados en el interior de edificios, la ventilación se canalizará a un lugar seguro del exterior mediante conductos exclusivos para tal fin, teniéndose en cuenta los niveles de emisión a la atmósfera admisibles. Cuando se emplee ventilación forzada, ésta dispondrá de un sistema de alarma en caso de avería.

Aquellos locales en los que existan fosos o sótanos donde puedan acumularse los vapores dispondrán en dichos fosos o sótanos de una ventilación forzada, adecuada para evitar tal acumulación.

5.5.2.- SEÑALIZACIÓN

En el almacenamiento y, sobre todo, en áreas de manipulación se colocarán, bien visibles, señales normalizadas, según establece el Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, que indiquen claramente la presencia de líquidos tóxicos, además de los que pudieran existir por otro tipo de riesgo. Sobre el recipiente fijo constará el nombre del producto.

5.5.3.- ILUMINACIÓN

El almacenamiento estará convenientemente iluminado cuando se efectúe manipulación de líquidos tóxicos, cumpliendo la legislación vigente sobre las materias.

5.5.4.- PASILLOS PEATONALES

En las zonas de producción, debido al alto riesgo que supone una industria química al trabajar con productos químicos inflamables, se habilitarán pasillos peatonal, debidamente señalizados y ubicados, a seguir por el personal, cuando se dirijan a su puesto de trabajo o se dirijan a otra zona, para evitar que pasen por zonas peligrosas donde su acceso es restringido.

Estos pasillos peatonales nunca deberán estar bloqueados por elementos obsoletos que dificulten su sentido de circulación.

5.5.5.- PREVENCIÓN DE DERRAMES

Para evitar proyecciones de líquido tóxico por rebosamiento tanto de recipientes como de cisternas en operaciones de carga o descarga se adoptarán las siguientes medidas de prevención de derrames:

- **En recipientes:**

El sistema de protección en recipientes dependerá del tipo de instalación; de modo que se garantice que no haya sobrellenos de los recipientes por medio de dos elementos de seguridad independientes; por ejemplo, indicadores de nivel y alarma independiente de alto nivel. La válvula de bloqueo podrá ser de accionamiento automático o manual.

En instalaciones portuarias se admitirá la observación constante del nivel del recipiente por operario conectado por radioteléfono o medio de comunicación eficaz con quien accione la válvula de bloqueo.

- **En cisternas:**

Se tendrán en cuenta las disposiciones al respecto establecidas en el Real Decreto sobre carga/descarga de materias peligrosas. Cuando se realice carga por boca abierta, se utilizará tubo buzo hasta el fondo de la cisterna.

- **En mangueras y brazos de carga:**

Se evitará el goteo en los extremos de los mismos. Caso de producirse, se recogerá adecuadamente.

5.5.6.- DUCHAS Y LAVAOJOS

Se instalarán duchas y lavaojos en las inmediaciones de los lugares de trabajo, fundamentalmente en áreas de carga y descarga, llenado de bidones, bombas, juntos de toma de muestras y laboratorios. Las duchas y lavaojos no distarán más de 10 metros de los puestos de trabajo indicados y estarán libres de obstáculos y debidamente señalizados.

5.5.7.- BOTIQUINES

Los botiquines pueden ser cualquier armario, caja o maleta que puedan contener los medicamentos y el material sanitario necesario para poder atender y aliviar pequeñas molestias, síntomas leves o trastornos menores, en las condiciones necesarias.

Sea cual sea el recipiente del material sanitario tendrá que estar convenientemente identificado y señalizado.

En distintos puntos de la empresa, se ubicarán botiquines para hacer frente a primeros auxilios, tales como, posibles quemaduras, cortes, etc..., los cuales estarán en un lugar idóneo con temperatura y humedad poco elevadas y protegido de la luz directa del sol.

Los botiquines se situarán en los siguientes lugares:

- Uno a cada uno de los servicios en las oficinas.
- Uno al taller mecánico.

Los botiquines tienen que estar siempre cerrados pero tienen que tener un sistema de apertura fácil. Estos botiquines deberán estar provistos de todo el material necesario para la realización de curas, por parte del personal formado en primeros auxilios.

El botiquín deberá contener los siguientes elementos:

- Medicamentos: alcohol, agua oxigenada, povidona yodada, analgésicos y antitérmicos, laxantes, antiácidos, cicatrizantes, etc.
- Material sanitario: algodón hidrófilo, gasas estériles, vendas de diferentes tamaños, vendas elásticas, esparadrapo, tiritas, tijeras de punta redonda, pinzas, termómetro, etc...
- Listado de teléfonos de urgencia: Bomberos de la Generalitat, Centro de Información Toxicológica BCN, Centro de Información Toxicológica Madrid, Mossos d' Esquadra, Guardia Civil y Policía.

En los botiquines nunca debe haber medicamentos caducados ni material sanitario en mal estado. Por este motivo, debe realizarse una revisión periódica del contenido de los botiquines como mínimo dos veces al año por el médico de la empresa, si existe, el cual deberá llevar un control de los botiquines y reponer los medicamentos o el material sanitario que falte en cada uno de ellos.

5.6. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.

Un equipo de protección individual (EPI) es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Se excluyen de la definición:

- La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
- Los equipos de los servicios de socorro y salvamente.
- Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
- Los aparatos portátiles para la detección y señalización de los riesgos y de los factores de molestias.

5.6.1.- PROTECTORES DE LA CABEZA

Cascos de protección contra choques e impactos. Habrá uno por trabajador y se adquirirá 50 más para abastecer a posibles visitas. Será obligatoria su utilización en toda la planta excepto en laboratorios y oficinas.

5.6.2.- PROTECTORES DE LA CARA Y OJOS

- Gafas de montura “universal”: habrá una por trabajador y 50 más para abastecer a posibles visitas. Será obligatoria su utilización en toda la planta excepto oficinas.
- Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).

5.6.3.- PROTECTOR AUDITIVO

Debido al ruido generado en la empresa, el cual representa un contaminante físico muy importante y que puede producir graves daños a los trabajadores, se dispondrá de protectores auditivos de uso obligatorio en las zonas de la empresa donde el nivel de ruido supere los 90 dB.

Para la determinación del ruido generado en la empresa, se puede contratar los servicios de un servicio de prevención externo, el cual en función de las diferentes sonometrías realizadas en los diferentes puestos de trabajo de las distintas zonas de producción y en función del nivel de ruido alcanzado, puede proponer diferentes alternativas o medidas correctoras para disminuir el nivel de ruido. Si no quiere contratar a un servicio de prevención externo, el nivel de ruido se puede medir mediante un sonómetro, por parte del responsable de seguridad de la empresa.

5.6.4.- PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Equipos filtrantes frente a gases y vapores.

5.6.5.- PROTECCIÓN DE MANOS Y BRAZOS

- Guantes contra las agresiones químicas.
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico
- Guantes contra las agresiones de origen térmico.

5.6.6.- ZAPATOS DE SEGURIDAD

Los zapatos de seguridad protegen las partes inferiores del cuerpo (pies) delante de cualquier tipo de golpe o desplome de algún objeto pesado. Su uso es obligatorio para todos los trabajadores durante su jornada laboral excepto, los empleados de oficinas. Si alguno de ellos bajase a producción deberá usar dichos zapatos de seguridad para poder desplazarse por las distintas zonas de la planta.

5.6.7.- PROTECCIÓN TOTAL DEL CUERPO

- Equipos de protección contra las caídas de altura.
- Ropa de protección contra las agresiones químicas. Situados en la sala de reacción y en el parque de tanques.

- Ropa de protección contra bajas temperaturas. Situados en las cercanías del tanque de acetileno y en puntos diferentes.

5.6.8.- LOGÍSTICA

Para facilitar la correcta reposición de los EPI que sea necesario utilizar sería conveniente crear y mantener un archivo de todos los EPI en el que se recojan datos tales como: fecha de fabricación, fecha de adquisición, condiciones de uso, número de utilizaciones (en caso necesario), fecha de caducidad, distribuidor autorizado, etc.

De cara a proceder a las sustituciones y reposiciones que sean necesarias conforme a las indicaciones del fabricante del equipo.

5.7. SEÑALIZACION

5.7.1 DEFINICIONES

El Real Decreto 485/1997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, definiendo la señalización de seguridad y salud en el trabajo como una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.

Ampliando lo anterior, la señalización es una técnica de seguridad al ser una medida de prevención, control, técnica u organizativa de protección que por sí sola nunca elimina el riesgo, al ir conjuntamente con una formación e información previa por parte del empresario al trabajador como el comportamiento delante de diferentes riesgos, localización e identificación de ciertos medios y/o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

La necesidad de señalar surge como consecuencia de la evaluación de los riesgos, luego el empresario es el encargado de seleccionar y adquirir las señales más adecuadas para implementar en la planta. Además a fin de optimizar la acción

preventiva de las señales, se debe redactar una serie de instrucciones sobre los siguientes puntos:

- Ubicación de la señalización: zonas de empresa y/o tipo de operación.
- Correcta interpretación de cada una de las señales.
- Limitaciones de uso (si las hay).
- Instrucciones de mantenimiento y reposición de las señales.

Este último punto se refiere a que las señales deben tener un programa de mantenimiento, revisiones periódicas para controlar su correcto estado, aplicación, limpieza, reparación y sustitución.

La señalización en el lugar de trabajo se puede clasificar de la siguiente manera:

- Señales en forma de panel:
 - Advertencia
 - Prohibición
 - Obligación
 - Lucha contra incendios
 - Salvamento o socorro
- Señales luminosas
- Señales acústicas
- Comunicaciones verbales
- Señales gestuales

Las señales ópticas (panel y luminosas) son las más importantes, efectivas y las más usadas.

Las situaciones en las que se debe señalar son:

- El acceso a todas aquellas zonas o locales en los que por su actividad se requiera la utilización de equipos de protección individual.
- Las zonas o locales que por la actividad que se realiza en los mismos ya sea por los equipos o instalaciones que en ellos existan, requieren para su acceso que el personal este especialmente autorizado.
- Todo el centro de trabajo, para que los trabajadores conozcan las situaciones de emergencia y/o instrucciones de protección en su caso.
- Equipos de lucha contra incendios, salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de primeros auxilios.
- Cualquier otra situación consecuente de la evaluación de riesgos y medidas implantadas (o de la no existencia de las mismas).

5.7.2 COLOR DE SEGURIDAD

El color de seguridad es un color que tiene un significado en relación con la seguridad y salud en el trabajo. El color de contraste como su nombre lo indica, es un color que permite la percepción del color de seguridad si este se aplica sobre un color de fondo que dificulte su percepción. A continuación se muestra una tabla que indica los colores de seguridad, colores de contraste, con sus significados e indicaciones de uso:

Tabla 5.7. 1. Colores de seguridad, colores de contraste y sus significados e indicaciones de uso en la industria.

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
Rojo	Blanco	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
		Peligro-alarma.	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.

		Material y equipos de lucha contraincendios.	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro	Señal de advertencia.	Atención, precaución, verificación.
Azul	Blanco	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Blanco	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
		Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.

Es decir, respecto a las señales indicativas mediante texto cuando se trate de informar sobre situaciones de peligro, se utilizarán letras blancas sobre fondo rojo o letras negras sobre fondo amarillo. En la prevención y extinción de incendios, se utilizará texto de letras blancas sobre fondo rojo. Se emplearán letras blancas sobre fondo verde en indicaciones de salvamento o socorro.

5.7.3 TIPOS DE SEÑALES

El Real Decreto 485/1997 proporciona las siguientes definiciones en cuanto a tipos de señales que se pueden encontrar en nuestra planta:

- a) **Señal de prohibición:** una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- b) **Señal de advertencia:** una señal que advierte de un riesgo o peligro.
- c) **Señal de obligación:** una señal que obliga a un comportamiento determinado.
- d) **Señal de salvamento o de socorro:** una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- e) **Señal indicativa:** una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas en las letras a) a d).

- f) **Señal en forma de panel:** una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- g) **Señal adicional:** una señal utilizada junto a otra señal de las contempladas en el párrafo f) y que facilita informaciones complementarias.
- h) **Señal luminosa:** una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa. Algunas señales en forma de panel deberán llevar pigmentos fotoluminiscentes o dotarse de fuentes propias de energía que garanticen su funcionamiento en caso de la interrupción del sistema de alumbrado convencional, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro eléctrico.
- i) **Señal acústica:** una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- j) **Comunicación verbal:** un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.
- k) **Señal gestual:** un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

Este real decreto no contempla la señalización olfativa, táctil ni afecta al transporte por carretera ni ferrocarril.

5.7.3.1 Señales en forma de panel

Estas señales se instalarán en un lugar de emplazamiento iluminado, accesible y fácilmente visible ya sea próximo al riesgo, en el objeto a señalar o en el acceso a la zona de riesgo. No se utilizarán muchas señales próximas entre sí para evitar la disminución de la eficacia de la señalización y deben retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba. A continuación se ejemplifican los tipos de señales:

- **Señales de advertencia:** son de forma triangular con un pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo debe cubrir el 50% como mínimo de la superficie de la señal) y bordes negros. Las señales de materias nocivas o irritantes, son una excepción al tener el fondo de color naranja.



Figura 5.7. 1. Señales de advertencia.

Las señales de advertencia que se pueden observar en la figura 5.7.1, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, representan:

Materias inflamables, materias explosivas, materias tóxicas, materias corrosivas, materias radiactivas, cargas suspendidas, vehículos de manutención, riesgo eléctrico, peligro en general, radiaciones láser, materias comburentes, radiaciones no ionizantes, campo magnético intenso, riesgo de tropezar, caída a distinto nivel, riesgo biológico, baja temperatura, materias nocivas o irritantes.

- **Señales de prohibición:** son de forma redonda con un pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo debe cubrir el 35% como mínimo de la superficie de la señal).



Figura 5.7. 2. Señales de prohibición

Las señales de prohibición que se pueden observar en la figura 5.7.2, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, representan:

Prohibido fumar, prohibido fumar y encender fuego, prohibido pasar a los peatones, prohibido apagar con agua, entrada prohibida a personas no autorizadas, agua no potable, prohibido a los vehículos de manutención, no tocar.

- **Señales de obligación:** son de forma redonda con un pictograma blanco sobre fondo azul (el azul debe cubrir el 50% como mínimo de la superficie de la señal).



Figura 5.7. 3. Señales de obligación.

En la figura 5.7.3 se pueden ver las siguientes señales de obligación, de izquierda a derecha:

Protección obligatoria de la vista, protección obligatoria de la cabeza, protección obligatoria del oído, protección obligatoria de las vías respiratorias, protección obligatoria de los pies, protección obligatoria de las manos, protección obligatoria del cuerpo, protección obligatoria de la cara, protección individual obligatoria contra caídas, vía obligatoria para peatones, obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional).

- **Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:** son de forma rectangular o cuadrada, llevan un pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo debe cubrir el 50% como mínimo de la superficie de la señal).

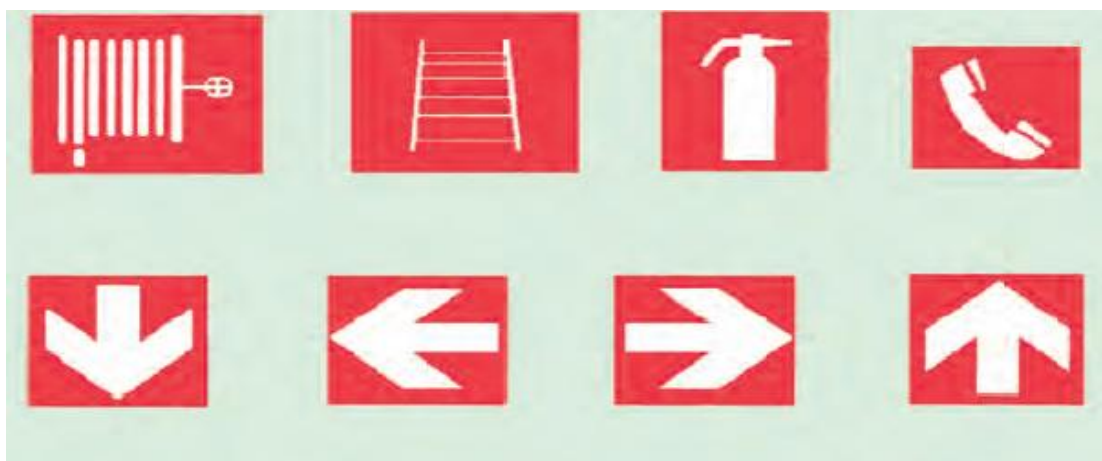


Figura 5.7. 4. Señales de equipos contra incendios.

Las señales de equipos contra incendios representadas en la figura 5.7.4, de izquierda a derecha son:

Manguera para incendios, escalera de mano, extintor, teléfono para la lucha contra incendios, direcciones que deben seguirse.

- **Señales de salvamento o socorro:** son de forma rectangular o cuadrada con un pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

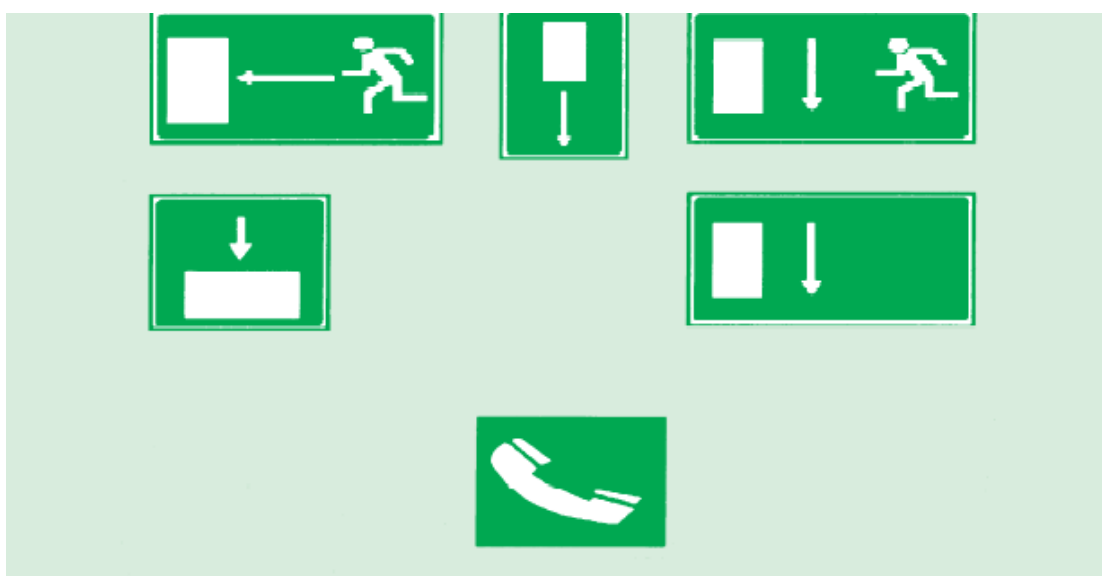


Figura 5.7. 5. Señales de salvamento o socorro.

En la figura 5.7.5. se observan las siguientes señales de salvamento o socorro, de izquierda a derecha:

Vías/ salidas de socorro, teléfono de salvamento, direcciones que deben seguirse, primeros auxilios, camilla, ducha de seguridad, lavado de ojos.

5.7.3.2 Señales luminosas y acústicas

Señales luminosas: las características y requisitos de las señales luminosas son:

1. La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
2. La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.
3. Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
4. No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente. Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.
5. Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

Señales acústicas: las características y requisitos de las señales acústicas son:

1. La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
2. El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales. No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

3. Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
4. El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

5.7.3.3 Comunicaciones verbales

Las características y requisitos de las comunicaciones verbales son:

1. La comunicación verbal se establece entre un locutor o emisor y uno o varios oyentes, en un lenguaje formado por textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas, eventualmente codificados.
2. Los mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible; la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas del o de los oyentes deberán bastar para garantizar una comunicación verbal segura.
3. La comunicación verbal será directa (voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado).
4. Las personas afectadas deberán conocer bien el lenguaje utilizado, a fin de poder pronunciar y comprender correctamente el mensaje verbal y adoptar en función de este, el comportamiento apropiado en el ámbito de la seguridad y la salud.
5. Si la comunicación verbal se utiliza en lugar o como complemento de señales gestuales, se utilizaran palabras como:
 - Comienzo: para indicar la toma de mando.
 - Alto: para interrumpir o finalizar un movimiento.
 - Fin: para finalizar las operaciones.
 - Izar: para izar una carga.
 - Bajar: para bajar una carga.
 - Avanzar, retroceder, a la derecha, a la izquierda: para indicar el sentido de un movimiento (el sentido de estos movimientos debe, en su caso, coordinarse con los correspondientes códigos gestuales).
 - Peligro: para efectuar una parada de emergencia.
 - Rápido: para acelerar un movimiento por razones de seguridad

5.7.3.4 Señales gestuales

Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.

La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.

Los gestos utilizados, por lo que respecta a las características indicadas anteriormente, podrán variar o ser más detallados que las representaciones mostradas a continuación, a condición de que su significado y comprensión sean, por lo menos, equivalentes.

1. La persona que emite las señales, denominada «encargado de las señales», dará las instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado «operador».
2. El encargado de las señales deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.
3. El encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.
4. Si no se dan las condiciones previstas en el apartado 2, se recurrirá a uno o varios encargados de las señales suplementarias.
5. El operador deberá suspender la maniobra que esté realizando para solicitar nuevas instrucciones cuando no pueda ejecutar las órdenes recibidas con las garantías de seguridad necesarias.
6. Accesorios de señalización gestual. El encargado de las señales deberá ser fácilmente reconocido por el operador y llevará uno o varios elementos de identificación apropiados tales como chaqueta, manguitos, brazal o casco y, cuando sea necesario, raquetas. Los elementos de identificación indicados serán de colores vivos, a ser posible iguales para todos los elementos, y serán utilizados exclusivamente por el encargado de las señales.

El conjunto de gestos codificados que se incluye no impide que puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idénticas maniobras.

A continuación se presentan unos ejemplos de señales gestuales:

a) Movimientos horizontales:

**Figura 5.7. 6. Señales gestuales: movimientos horizontales**

En la figura 5.7.6, podemos observar distintos movimientos horizontales, de izquierda a derecha:

Hacia la derecha (con respecto al encargado de las señales), hacia la izquierda (con respecto al encargado de las señales), distancia horizontal.

b) Peligro:

**Figura 5.7. 7. Señales gestuales: Movimientos de peligro.**

En la figura 5.7.7, observamos la señal gestual de peligro (alto o parada de emergencia).

Además los gestos pueden referirse a movimientos rápidos o lentos.

5.7.3.5 Otras señales

- **Riesgos de caídas, choques y golpes: las características son:**

1. Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda según lo dispuesto en el apartado anterior o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.
2. La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.
3. La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:



- **Vías de circulación: las características son:**

1. Cuando sea necesario para la protección de los trabajadores, las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. La delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.
2. Las vías exteriores permanentes que se encuentren en los alrededores inmediatos de zonas edificadas deberán estar delimitadas cuando resulte necesario, salvo que dispongan de barreras o que el propio tipo de pavimento sirva como delimitación.

- **Tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento de sustancias y preparados peligrosos: las características son:**

1. Los recipientes y tuberías visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos deberán ser etiquetados según lo dispuesto en la misma. Se podrán exceptuar los recipientes utilizados durante corto tiempo y aquellos cuyo contenido cambie a menudo, siempre que se tomen medidas alternativas adecuadas, fundamentalmente de formación e información, que garanticen un nivel de protección equivalente.
2. Las etiquetas se pegarán, fijarán o pintarán en sitios visibles de los recipientes o tuberías. En el caso de éstas, las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería en número suficiente, y siempre que existan puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones, en su proximidad. La información de la etiqueta podrá complementarse con otros datos, tales como el nombre o fórmula de la sustancia o preparado peligroso o detalles adicionales sobre el riesgo.
3. El etiquetado podrá ser sustituido por las señales de advertencia contempladas en el anexo III, con el mismo pictograma o símbolo; en el caso del transporte de recipientes dentro del lugar de trabajo, podrá sustituirse o complementarse por señales en forma de panel de uso reconocido, en el ámbito comunitario, para el transporte de sustancias o preparados peligrosos.
4. Las zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o preparados peligrosos deberán identificarse mediante la señal de advertencia apropiada, de entre las indicadas anteriormente, o mediante la etiqueta que corresponda, de acuerdo con la normativa mencionada en el apartado 1, colocadas, según el caso, cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo. Ello no será necesario cuando las etiquetas de los distintos embalajes y recipientes, habida cuenta de su tamaño, hagan posible por sí mismas dicha identificación.

El almacenamiento de diversas sustancias o preparados peligrosos puede indicarse mediante la señal de advertencia «peligro en general».

En el caso de un equipo fuera de servicio, este tendría que llevar una señal de advertencia de “peligro en general” junto a otra señal de texto de letras negras sobre

fondo amarillo indicando “equipo fuera de servicio. No usar”.

- **Equipos de protección contra incendios: las características son:**

1. Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo o predominantemente rojos, de forma que se puedan identificar fácilmente por su color propio.
2. El emplazamiento de los equipos de protección contra incendios se señalará mediante el color rojo o por una señal en forma de panel de las indicadas anteriormente. Cuando sea necesario, las vías de acceso a los equipos se mostrarán mediante las señales indicativas adicionales especificadas en dicho anexo.

- **Situaciones de emergencia:**

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal. A igualdad de eficacia podrá optarse por una cualquiera de las tres; también podrá emplearse una combinación de una señal luminosa con una señal acústica o con una comunicación verbal.

- **Maniobras peligrosas:**

La señalización que tenga por objeto orientar o guiar a los trabajadores durante la realización de maniobras peligrosas que supongan un riesgo para ellos mismos o para terceros se realizará mediante señales gestuales o comunicaciones verbales. A igualdad de eficacia podrá optarse por cualquiera de ellas, o podrán emplearse de forma combinada.

5.7.4 SEÑALIZACIÓN DE TUBERÍAS

Para la señalización de las tuberías se aplica la norma DIN-2403, al estar más actualizada que la norma UNE-1063, en la cual según el fluido que circule por la tubería esta tendrá un color identificativo u otro.

A fin de evitar posibles errores o confusiones, las tuberías por las que circulen fluidos peligrosos estarán identificadas y señalizadas especialmente en las

válvulas y puntos de regulación y control. Si por estas circulan fluidos líquidos, deben tener señalizados el sentido de circulación de los mismos y si las canalizaciones contienen fluidos a diversas presiones, se señala la magnitud de la presión de los fluidos.

5.8. SISMISIDAD

En la norma de construcción sismorresistente (anexo del real decreto 997/2002) se establecen las condiciones técnicas que han de cumplir las estructuras de edificación dentro del territorio español, delante de fenómenos sísmicos, para evitar consecuencias graves para la seguridad y salud de las personas, pérdidas económicas y propiciar la conservación de los servicios básicos para la sociedad. Esta norma se aplica al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta.

A efectos de esta norma, las construcciones se clasifican en:

- Importancia moderada: tienen una probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros.
- Importancia normal: cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- Importancia especial: cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

Nuestra planta estaría categorizada como una construcción de importancia especial al ser una instalación industrial donde intervienen sustancias peligrosas y originar una catástrofe en presencia de un terremoto, además según el anexo 1 de esta norma, Castellbisbal tiene una aceleración sísmica básica (a_b) igual a 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad). Por lo tanto la aplicación de esta norma es obligatoria.

5.9. TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Para el transporte de mercancías peligrosas por carretera en el territorio español se aplicaría el real decreto 551/2006, para el transporte por ferrocarril el real decreto 412/2001 y para el transporte internacional por carretera el acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercaderías peligrosas.

Estas normas proporcionan las condiciones que deben seguir la empresa de transporte y/o el transportista para llevar a cabo un transporte seguro y eficiente hacia o desde la planta.

5.10. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

5.10.1 INTRODUCCIÓN

Para definir los medios de protección contra incendios nos basaremos en el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

El objetivo es establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar respuesta adecuada y en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes. Y de esa manera, también facilitar el máximo posible la intervención de los equipos exteriores.

5.10.2. TIPO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

- a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- b) Su nivel de riesgo intrínseco.

5.10.2.1. Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

Las muy diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se consideran reducidas a:

- *Establecimientos industriales ubicados en un edificio:*

TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean éstos de uso industrial ya de otros usos.

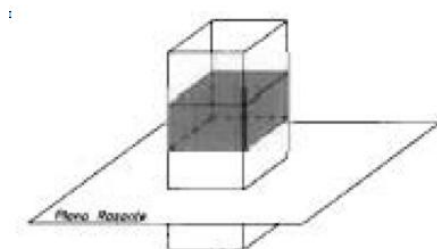


Figura 5.10.2. 1. Establecimiento industrial de tipo A.

TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean éstos de uso industrial o bien de otros usos.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.

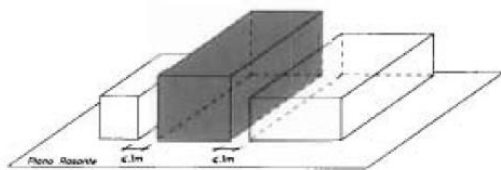


Figura 5.10.2. 2.Establecimiento industrial de tipo B.

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

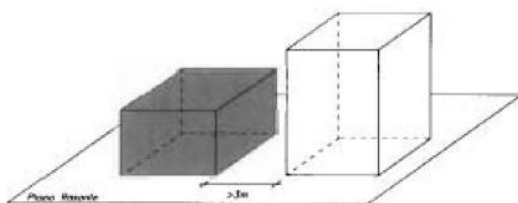


Figura 5.10.2. 3.Establecimiento industrial de tipo C.

- *Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:*

TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por 100 de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

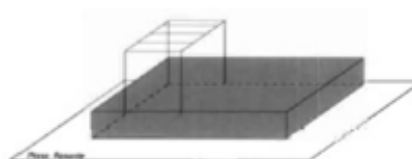
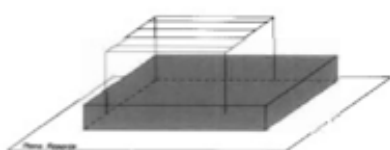


Figura 5.10.2. 4. Establecimientos industriales de tipo C y D.

5.10.1 SECTORES DE INCENDIO

Según esta norma aplicable a zonas administrativas y laboratorios, se compartimentaran los edificios de la empresa en sectores de incendio, delimitados por sus elementos constructivos y por el riesgo de incendio en cada sector. Los sectores de incendio son:

- Zona de almacenamiento de etileno.
- Zona de almacenamiento de acetaldehído.
- Zona de proceso.
- Zona de tratamiento de gases.
- Zona de tratamiento de líquidos
- Zona de servicios
- Zona de oficinas.
- Zona de taller, comedor, vestuarios, laboratorios.

De acuerdo con la configuración y ubicación con relación a su entorno, este establecimiento es del **TIPO C**, el cual se define como un establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio, o varios en su caso, que está a una distancia mayor de 3 metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

5.10.4. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Para determinar los mecanismos de protección contra incendios a instalar en la planta, se debe calcular en primer lugar el nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendio.

La tabla 5.10.1, extraída del RD 2267/2004 de 3 de diciembre, determina el nivel de riesgo intrínseco de una zona en función de la densidad de carga de fuego de la misma.

Tabla 5.10.4. 1. Nivel de riesgo intrínseco por área de zona de incendio.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s \leq$	$13600 < Q_s$

5.3.1.1. Cálculo de la densidad de carga de fuego de cada zona.

Para explicar el cálculo de la densidad de carga de fuego se mostrará como ejemplo dicho cálculo realizado para la zona de proceso:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a, \text{ ecuación 5.1}$$

Donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio (MJ/m² o Mcal/m²)

- q_i = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i)

(MJ/m² o Mcal/m²)

- S_i = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego q_i diferente, (m²)

- C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio (m²).

- R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio

5.10.4.2. Niveles de riesgo de fuego en cada zona del establecimiento industrial.

Los niveles de riesgo intrínseco obtenidos en cada zona del caso estudiado son los siguientes:

Tabla 5.10.4. 2. Nivel de riesgo intrínseco por área de zona de incendio.

ZONA	Área (m ²)	Nivel de riesgo intrínseco
Almacenamiento etileno	3200	8 (Alto)
Almacenamiento acetaldehído	2000	8 (Alto)
Área de proceso	7000	6 (Alto)
Área de laboratorios	515	2 (Bajo)
Área de parking	2785	1 (Bajo)
Área de vestuarios	160	1 (Bajo)
Área de taller	329	1 (Bajo)
Área de tratamiento de líquidos	2000	1 (Bajo)

Área de tratamiento de gases	2000	1 (Bajo)
Área de servicios	2000	1 (Bajo)

Según los resultados, se han obtenido diferentes niveles de riesgo. Para determinar los medios de protección contra incendios, se toma el nivel más desfavorable, que será el nivel ALTO.

Los niveles de riesgo determinados anteriormente determinan qué tipo de configuraciones son permitidas para los distintos edificios y, a su vez, delimitan la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio considerado en la planta.

En la planta estudiada **se respetan los niveles máximos de construcción** establecidos por la normativa antiincendios.

5.10.5 INSPECCIONES PERIÓDICAS.

La planta estudiada corresponde a un establecimiento industrial de riesgo alto, y por tanto, según el artículo 7 del Real Decreto, se deberá realizar una inspección periódica cada dos años.

En dicha inspección deberá comprobarse que:

- No se han producido cambios en la actividad de la planta ni modificaciones.
- Se mantiene la tipología de establecimiento industrial, las zonas de riesgo y el riesgo de cada una.
- Los sistemas de protección contraincendios.

5.10.6 MEDIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

5.10.6.1. Sistemas automáticos de detección de incendios.

Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática del incendio, así como la puesta en marcha automática de aquellas secuencias del plan de alarma incorporadas a la central de detección.

•Tipos de detectores

Los detectores son los elementos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan: gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detectan se denominan:

- Detector de gases de combustión iónico (humos visibles o invisibles).
- Detector óptico de humos (humos visibles).
- Detector de temperatura:
 - Fija.
 - Termovelocimétrico.
- Detector de radiaciones:
 - Ultravioleta.
 - Infrarroja (llama).

En esta planta no se instalará ningún detector automático, ya que según la normativa los detectores térmicos que deberíamos colocar se sustituyen por rociadores de agua.

5.10.6.2 Sistemas manuales de detección de incendios.

Todas las áreas de la planta deben estar dotadas de sistemas manuales de detección de incendios, de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Se situarán junto a la salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

En la planta se han instalado los siguientes sistemas manuales de detección de incendios por zonas:

ZONA	Número de sistemas de detección manual de incendios
Almacenamiento etileno	5
Almacenamiento acetaldehído	3
Área de proceso	6
Área de laboratorios	2
Área de parking	0
Área de vestuarios	1
Área de taller	2
Área de tratamiento de líquidos	3
Área de tratamiento de gases	3
Área de servicios	5

5.10.6.3 Sistemas de comunicación de alarma.

Se instarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial. La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por “emergencia parcial” o por “emergencia general”, y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

5.10.6.4. Sistemas de abastecimiento de agua contraincendios.

A continuación, se aplicarán para el cálculo de los sistemas de abastecimiento de agua contraincendios tanto el R.D. 2267/2004 de protección contra incendios en establecimientos industriales como las ITC-MIE-APQ-001 (áreas de almacenamiento de acetaldehído y crotonaldehído) e ITC-MIE-APQ-10 (área de almacenamiento de etileno), con el objetivo de cuantificarlos y poder determinar la cantidad de agua de la que se debe disponer para su abastecimiento. Asimismo, se tendrá en cuenta el Código Técnico de Edificación para la protección contra incendios en el edificio de tipo no industrial.

Se entiende como abastecimiento de agua, al conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general de incendios destinados a asegurar, para una o varias instalaciones específicas de protección, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

El abastecimiento de agua deberá estar reservado exclusivamente para el sistema de protección contra incendios y bajo el control del propietario del sistema. Permitirá alimentar más de una instalación específica de protección, siendo capaz

de asegurar simultáneamente los caudales y presiones de cada instalación en el caso más desfavorable durante el tiempo autonomía requerido.

El caudal y reserva de agua necesaria para la protección de incendios se calcula como:

- **Caudal** = Suma de caudales requeridos para BIE (Q_B) + y para hidrantes (Q_H)
- **Reserva de agua** = Suma de reserva de agua necesaria para BIE (R_B) + y para hidrantes (R_H)

5.10.6.4.1. Determinación del caudal de agua requerido.

A continuación, se calculará el caudal de agua necesario para las áreas de producción y de almacenamiento de acetaldehído según lo establecido en la ITC-MIE-APQ1 para líquidos inflamables y la ITC-MIE-APQ-10 para depósitos criogénicos (zona de almacenamiento de etileno).

- **ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE ETILENO**

El etileno se encuentra almacenado en tanques criogénicos siendo el volumen total a almacenar de 1105780 litros, volumen comprendido en el intervalo de aplicación de la ITC-APQ-10. Por este motivo, se tendrá en cuenta esta instrucción técnica a la hora de tomar las correspondientes medidas de protección contra incendios.

Como la capacidad total de los tanques es superior a 60000 litros se deberá colocar una toma de agua con capacidad de 3L/min/m² del depósito. Así, el caudal de agua necesaria para la protección de uno de los tanques será:

$$Q_{agua} = 3 \frac{L}{\min \cdot m^2} \cdot 150,0 m^2 = 450 \frac{L}{\min} = 27 \frac{m^3}{h}$$

Como se trata de 10 tanques:

$$Q_{agua} = 270 \frac{m^3}{h}$$

- **ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE ACETALDEHIDO**

Según la tabla IV.1. de la ITC-APQ-001, el caudal de agua necesario en caso de incendio para líquidos de clase B1 almacenados en recipientes de techo fijo es de $0,90 \text{ m}^3/\text{h}$ (15 L/min) por metro de perímetro de los recipientes.

$$Q_{\text{agua}} = 7 \cdot 11,30 \text{ m} \cdot \frac{0,90 \text{ m}^3/\text{h}}{\text{m}} = 71,19 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCCIÓN**

Para calcular la necesidad de agua para BIEs se emplea la tabla 5.10.1

Tabla 5.10. 1. Necesidades de agua para BIEs en función del nivel de riesgo intrínseco y del tipo de BIE a instalar.

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
BAJO	DN 25 mm	2	60 min.
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min.
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min.

Puesto que la planta tiene una configuración tipo C y su nivel de riesgo es alto, el caudal de agua requerido por el sistema de BIE's, sabiendo que una BIE tiene un caudal de $3,3 \text{ l/s}$ para las bocas de 45 mm y que simultáneamente funcionan 3 BIE's, es:

$$C_{\text{BIEs}} = 3 \cdot 11,9 \cdot 3,3 = 35,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Considerando la mayor necesidad de agua posible correspondiente a un incendio en el parque de almacenamiento y el caudal de agua de BIE, el caudal total de agua necesaria será de:

$$Q_{\text{TOTAL}} = 270 + 35,64 = 305,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.10.6.4.2. Determinación de la reserva de agua requerida.

La reserva de agua requerida por el sistema de hidrantes y por el sistema de BIE's tiene que garantizar una autonomía de 3 horas en el caso del almacenamiento de etileno con respecto al máximo caudal de agua necesario, y de 1,5 horas de autonomía para BIEs:

$$AGUA_{hidrantes} = 305,64 \frac{m^3}{h} \cdot 3h = 916,92m^3$$

$$AGUA_{BIEs} = 35,64 \frac{m^3}{h} \cdot 1,5h = 53,46m^3$$

$$Reserva_{TOTAL} = 970,38 \frac{m^3}{h}$$

Añadiendo un sobredimensionamiento del 50% con el fin de evitar una posible falta de agua en caso de necesidad, la capacidad del depósito enterrado de agua en la planta será de:

$$V_{DEPÓSITO} = 970,38 \frac{m^3}{h} \cdot 1,5 = 1455,6 \frac{m^3}{h}$$

Se proyecta una balsa contra incendios de hormigón de forma circular con una capacidad de 1500 m3.

Tabla 5.10. 1. Dimensiones de la balsa contra incendios.

Dimensiones de la balsa	
Altura (m)	3
Diámetro (m)	26

5.10.6.4.3. Estación de bombeo.

Los equipos de bombeo para la lucha contra incendios van a ser diseñados para suministrar agua a una presión de 4 Kg/cm² en la red de incendios.

Las pérdidas de carga suele ser de 0,1 Kg/cm² cada 10m de tubería en el anillo hidráulico de la instalación.

Los diámetros de las tuberías se toman de:

- Tubería de conexión del depósito : 8 pulgadas
- Tubería de hidrantes: entre 6 y 4 pulgadas
- Tubería de BIE : entre 3-2 pulgadas

Al tratarse de un establecimiento industrial con un nivel de riesgo intrínseco alto, el sistema de bombeo constará de dos bombas: una bomba eléctrica y una bomba diesel, de 258 m³/h cada una, con una altura de columna de agua de 19 a 2900 rpm y 100 CV. De ese modo, evitamos que un corte de electricidad debido al propio incendio deje inutilizables los equipos contra incendios.

A parte de estas dos bombas, también se utiliza la bomba Jockey, que mantiene constantemente presurizada la red, entre dos valores próximos, que son superiores a la presión de arranque de la bomba principal, compensando a su vez las posibles fugas en la instalación.

En caso de incendio, al abrirse cualquier punto de la red, como hidrantes, lanzas, etc., la presión disminuye, con lo cual se pone en marcha la bomba principal que solo se podrá parar manualmente.

El equipo de bombeo dispondrá de medios que permitan el mantenimiento de la presión requerida en la red de forma automática, al bajar la presión en la misma como consecuencia del funcionamiento de un hidrante o de cualquier otro consumo solicitado en la red.

5.10.6.5. Sistema de hidrantes exteriores.

En el anexo III del R.D. 2267/2004 de protección contra incendios en establecimientos industriales, se establece la necesidad de instalación de hidrantes exteriores en función del tipo de establecimiento industrial, su área y su nivel de riesgo intrínseco.

Tabla 5.10. 2. Necesidad de hidrantes exteriores en una zona de incendio en función de la configuración de la zona de incendio, su superficie y el riesgo intrínseco

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

Teniendo en cuenta la anterior tabla, sería obligatoria la instalación de hidrantes exteriores en la zona de reacción.

Además, los parques de almacenamiento de acetaldehído, crotonaldehído y etileno según lo dispuesto en las ITC-APQ-001 e ITC-APQ-10, deberán disponer de redes de suministro de agua propias debido a los volúmenes de sustancia almacenada y a las características de los tanques. Para tal fin, se llevará a cabo una red de hidrantes exteriores.

El resto de la planta no requiere por la normativa de una red de hidrantes exteriores. Sin embargo, se procederá a colocar dicha red para la protección total del establecimiento industrial, dado que se dispone de volúmenes elevados de sustancias muy inflamables, y la colocación de dicha red no supone un gran esfuerzo económico y sí una gran ventaja a la hora de mejorar la seguridad.

La red de hidrantes exteriores proyectada se puede observar en el layout adjunto en la memoria de planos.

Tabla 5.10. 3. Necesidad de hidrantes exteriores en cada zona de incendios.

ZONA	Número de hidrantes exteriores
Almacenamiento etileno	2
Almacenamiento acetaldehído	2
Área de proceso	4
Área de laboratorios	1
Área de parking	2
Área de vestuarios	0
Área de taller	0
Área de tratamiento de líquidos	1
Área de tratamiento de gases	1
Área de servicios	1

5.10.6.6. Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE).

Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas (BIE) necesarias.

Las bocas de incendio equipadas (BIE) pueden ser de 2 tipos:

- BIE de 45 mm: Tienen un caudal de 3,3 L/s.
- BIE de 25 mm: Tienen un caudal de 1,6 L/s.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE. El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm²), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Según el R.D. 2267/2004 de protección contra incendios en establecimientos industriales y teniendo en cuenta las áreas de los sectores, el nivel de riesgo intrínseco y el tipo de establecimiento industrial, es necesaria la instalación de BIEs en el área de proceso, pues es un sector de incendio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie construida es superior a 500 m².

El caudal de agua necesario para el caso de estas BIE's se calculará a partir de los datos de la tabla expuesta a continuación:

Tabla 5.10. 4. Necesidad de agua para hidrantes en función del riesgo intrínseco del establecimiento, según el R.D. 2267/2004.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Se colocarán **6 BIEs** en la zona de proceso.

5.10.6.7. Espumas.

Las espumas como agente extintor consisten en una masa de burbujas rellenas de gas que se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes de distintas fórmulas. Dado que la espuma es más ligera que la solución acuosa de la que se forma y más ligera que los líquidos inflamables o combustibles, flota sobre estos, produciendo una capa continua de material acuoso que desplaza el aire, enfría e impide el desprendimiento de vapor con la finalidad de detener o prevenir la combustión.

La espuma se produce mezclando un concentrado espumante con agua en concentración adecuada, aireando y agitando la solución para formar las burbujas. Algunas son espesas y viscosas, capaces de formar capas fuertemente resistentes al calor por encima de la superficie de los líquidos incendiados, incluso en superficies verticales.

En la planta de producción de acetaldehído se deben utilizar sistemas de espuma física en el área de almacenamiento de acetaldehído, según lo establecido en la ITC-MIE-APQ-001, pues su capacidad es superior a 200 m³. Además, su cubeto debe estar dotado de protección de incendios con espuma contra derrames.

Según lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-APQ-1, referida a almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, será necesario dotar de protección con espuma al cubeto de acetaldehído. Dado que los tanques de

almacenamiento son de techo flotante con bocas de descarga por debajo del cierre, el caudal de aplicación y suministro de espumógeno debe calcularse empleando el área de la corona circular comprendida entre el cuerpo cilíndrico del tanque y el borde del techo flotante.

Por lo tanto, el caudal mínimo de agua-espumógeno necesario será:

$$Q=20\text{dm}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2\cdot13,27\text{m}^2/\text{tanque}\cdot60\text{min}/\text{h}\cdot1\text{m}^3/103\text{dm}^3\cdot7\text{tanques}=111,47\text{m}^3/\text{h}$$

Como el tiempo mínimo de aplicación deberá ser de 10 minutos, el volumen de agua espumógeno necesario será:

$$V=111,47\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\cdot10\text{min}\cdot\frac{1\text{h}}{60\text{min}}=18,58\text{m}^3$$

También será necesario contar con generadores de espuma para proteger de incendios los cubetos de acetaldehído. Se requerirá al menos de un generador de espuma con un caudal unitario mínimo de 11,4 m³/h y un tiempo mínimo de aplicación de 20 minutos. El volumen de agua- espumógeno necesario para proteger el cubeto será:

$$V=11,47\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\cdot20\text{min}\cdot\frac{1\text{h}}{60\text{min}}=3,8\text{m}^3$$

5.10.6.8. Sistema de extintores de incendio.

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial.

El agente extintor utilizado se determinará de acuerdo con la tabla 5.10.7. Previamente a elegir el tipo de extintor hay que conocer las clases de fuego que existen, las cuales están descritas en la tabla 5.10.6:

Tabla 5.10. 5. Tipos de fuego.

 A	Fuegos de materiales sólidos, principalmente de tipo orgánico. La combustión se realiza produciendo brasas. Madera, papel, cartón, tejidos...
 B	Fuegos de líquidos o de sólidos que con calor pasan a estado líquido. Alquitrán, gasolina, aceites, grasas..
 C	Fuegos de gases. Acetileno, butano, propano, gas ciudad...
 D	Fuegos de metales y productos químicos reactivos, como el carburo de calcio, metales ligeros, etc. Sodio, potasio, aluminio pulverizado, magnesio, titanio, circonio..
 E	Fuegos en presencia de tensión eléctrica superior a 25 KV. Conviene diferenciarlos del resto por la importancia y diferencia de actuaciones a realizar frente a los mismos.

En el caso a estudio, la clase de fuego a tratar es la B (líquidos del proceso y acetaldehído) y tipo C (etileno). Por tanto, a partir de la siguiente tabla, ya se puede elegir el agente extintor más adecuado:

Tabla 5.10. 6. Tipo de agente extintor a emplear en función de la clase de fuego a tratar.

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO (*)				
	A	B	C	D	E
Agua Pulverizada	Muy adecuado	Aceptable (combustibles líquidos no solubles en agua, gas-oil, aceite...)			Peligroso
Agua a Chorro	Adecuado				Peligroso
Polvo BC (convencional)		Muy adecuado	Adecuado		
Polvo ABC (polivalente)	Adecuado	Adecuado	Adecuado		
Polvo Específico Metales				Adecuado (Consultenos)	
Espuma F ísica	Adecuado	Adecuado			Peligroso
Anhídrido Carbónico (CO ₂)	Aceptable (Fuegos pequeños. No apaga las brasas)	Aceptable (Fuegos pequeños)		Aceptable	Aceptable (Excelente para salas de ordenadores)
Hidrocarburos Halogenados	Aceptable (Fuegos pequeños)	Adecuado (Fuegos pequeños)			Aceptable

Según esta tabla, el agente extintor más adecuado es el Polvo BC(convencional) pero se elegirá el Polvo ABC (polivalente) por si hay la posibilidad de ampliar los productos y poder cubrir la extinción de estos.

Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

En el caso de las áreas de almacenamiento de acetaldehído, puesto que el volumen de combustible almacenado es superior a 750 litros, la protección del sector de incendio se hará de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les corresponda, esto es, la ITC-MIE-AP-001. Según esta instrucción técnica reglamentaria, en todas las zonas de almacenamiento y en especial en las de manejo de líquidos inflamables donde puedan existir conexiones de mangueras,

bombas, válvulas de uso frecuente o análogos así como en los accesos a cubetos se dispondrá de extintores del tipo adecuado al riesgo (tipo B) y de una eficacia mínima 144B, según la UNE 23.110.

En el caso de la zona de almacenamiento de etileno, la ITC-MIE-APQ-10 indica que por cada 1000 kg de combustible almacenado deben colocarse 10 kg de polvo seco de agente extintor, siendo la cantidad mínima de polvo seco por extintor de 2 kg. Realizando los cálculos correspondientes al volumen almacenado se determinará el número de extintores empleados, utilizando para este caso carros de extintores de capacidad igual a 100 kg.

Para el caso de las áreas correspondientes a oficinas y aparcamiento, se deberá aplicar el Documento Básico DB-SI-4 de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de Edificación.

En general, la distribución de los extintores será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 metros. Así, la distribución de extintores en la planta se resume en la siguiente tabla 5.10.8:

Tabla 5.10. 7. Distribución de extintores en las áreas de incendio.

ZONA	Extintores
Almacenamiento etileno	7
Almacenamiento acetaldehido	5
Área de proceso	15
Área de laboratorios	2
Área de parking	9
Área de vestuarios	1
Área de taller	2
Área de tratamiento de líquidos	5
Área de tratamiento de gases	5
Área de servicios	5

6 MEDIO AMBIENTE

Índice

6.1. Introducción.....	6-1
-------------------------------	------------

6.2. Sistema de gestión ambiental.....	6-3
---	------------

6.3. Recogida y transporte.....	6-6
--	------------

6.4. Análisis de la contaminación medioambiental generada y normativa.....	6-8
---	------------

6.4.1. Contaminación atmosférica: Residuos gaseosos

6.4.2. Residuos líquidos

6.4.3. Residuos sólidos

6.4.4. Contaminación acústica

6.5. Tratamiento de las aguas residuales del proceso.....	6-17
--	-------------

6.5.1. Caracterización de corrientes

6.5.2. Caracterización del proceso

a) Oxidación avanzada: proceso FENTON

b) Tratamiento biológico: estación depuradora de aguas residuales

6.6. Tratamiento de los gases residuales del proceso.....	6-42
--	-------------

6.6.1. Introducción

6.6.2. Caracterización de corrientes

6.6.3. Técnicas de tratamiento

6.6.4. Técnica de tratamiento aplicada al proceso

6.6.5. Caracterización del proceso

6.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se tratarán aquellos aspectos que refieren a la conservación del medio ambiente, y a los sistemas existentes para preservar la naturaleza y el entorno que nos rodea de las acciones y los contaminantes generados por la planta que ocupa este proyecto.

La industria, en este caso la industria química, hace uso de una inmensa cantidad de recursos naturales, tomando materias primas y transformándolas en otros productos para el consumo. En este proceso de transformación además de consumir recursos, también se generan una serie de residuos ante los cuales la industria tiene el gran compromiso de tratarlos, optimizando los medios existentes, y devolverlos al medio ambiente sin causar un trastorno en su equilibrio.

Es obligación de todos que la lucha por conseguir una industria concienciada en el respeto al medio ambiente sea una realidad vigente y un ejemplo a seguir.

De la misma manera, la administración pública colabora en esa lucha endureciendo las normas y legislaciones referentes a los vertidos residuales de la industria para controlar la contaminación del medio, imponiendo sanciones para quienes no las cumplan.

La contaminación, entendida como la introducción de una sustancia material o una energía extraña en un medio cualquiera, susceptible a ser dañado, es indeseable, y puede tener efectos adversos para la salud.

La Industria Química como gran consumidor de recursos naturales y generador de residuos debe hacer un gran esfuerzo para disminuir sus efectos sobre el medio. Esto hace que la modificación y desarrollo de nuevos procesos industriales que reducen drásticamente la contaminación y también la recuperación de subproductos, agua y energía, haya aumentado considerablemente en los últimos años.

Hoy en día, dentro de la inversión inicial se debe tener buena gestión de los residuos de la instalación, para poder ayudar a una rápida aceptación del proyecto, aunque esto venga acompañado de un coste elevado. Esta gestión de

residuos son el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona el destino global más adecuado, por supuesto desde el punto de vista medio ambiental y sanitario. El diseño de estrategias de gestión es un tema complejo, en el que intervienen muchos factores y no existe una solución única que puede aplicarse a todas las situaciones. Hay que considerar para cada residuo sus características, volumen, procedencia y coste de tratamiento, así como las posibilidades de recuperación y comercialización.

De esta forma, en este proyecto se hará un análisis de los diferentes residuos y emisiones que puede generar una planta de producción de acetaldehído, y se estudiarán soluciones para que dichos residuos puedan salir al ambiente sin causar un desequilibrio al medio, cumpliendo asimismo con la normativa vigente.

De todas maneras, se entiende este análisis como propuesta para tal objetivo, siendo necesario un estudio previo en planta piloto para investigar la viabilidad e idoneidad del proceso propuesto.

6.2. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

La incorporación de sistemas de gestión ambiental es cada vez mas frecuente de cara a ofrecer una mejora del ambiente laboral y del entorno local, un aumento de la competitividad empresarial, un ahorro de recursos y un aumento de la calidad de vida de los ciudadanos. Se trata de una herramienta cuya función principal es capacitar a una organización para alcanzar el nivel medioambiental que ella misma se propone.

Habrán diferentes definiciones según las normas usadas, en España las dos más usadas son el Reglamento EMAS (de iniciativa pública) y la norma internacional ISO 14001 (de iniciativa privada).

La Gestión Medioambiental se encuentra en la categoría de Normas adoptadas voluntarias por la empresa y sus objetivos son:

- Verificación de la conformidad legal
- Diseño de la política y los procedimientos
- Determinación y gestión de riesgos medioambientales
- Establecimiento de la organización
- Mejora interna
- Promoción externa
- Obtención de un certificado

La implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental (también conocido abreviadamente SGMA) se divide en 4 fases: planificación, organización, aplicación del sistema y control (es decir evaluación de resultados y diagnóstico de nuevos problemas).

La finalidad principal del SGMA es determinar qué elementos deben considerar las organizaciones en materia de protección medioambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tenga en cuenta la prevención y la

minimización de los efectos sobre el entorno. Se basan en la idea de integrar actuaciones potencialmente dispersas de protección medioambiental en una estructura sólida y organizada, que garantice que se tiene en cuenta el control de las actividades y operaciones que podrían generar impactos medioambientales significativos.

Hay que seleccionar el modelo de SGMA ya que si una empresa quiere implantar el SGMA tiene dos opciones:

- Implantar su SGMA, siguiendo o no una norma, sin solicitar ningún reconocimiento.
- Implantar su SGMA siguiendo una norma y solicitando un reconocimiento (certificación y/o verificación y registro).

Las normas que se encuentran vigentes actualmente en España para la implantación de un SGMA son las siguientes:

- Norma UNE-EN-ISO-14001 sobre sistemas de gestión medioambiental: especificaciones y directrices para su utilización.
- Reglamento 1836/93 (EMAS), por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema de gestión y auditoría medioambientales.

La filosofía de los dos sistemas es la misma, aunque el reglamento EMAS tiene un mayor grado de compromiso y exigencia, y está mucho más sometido a la información pública. Aunque hay que decir que la certificación según ISO-14001 es más fácil de obtener, por lo que es preferida por la gran mayoría de las empresas en una primera fase. Una vez conseguida esta certificación, algunas empresas deciden dar un paso más y dirigen sus esfuerzos a la verificación de acuerdo al reglamento EMAS.

Las analogías que encontramos en ambas son las siguientes:

- Son de aplicación voluntaria.
- Pueden aplicarse a todo tipo y tamaño de organizaciones.
- Establecen una metodología de gestión basada en la mejora continua.
- No definen requisitos legislativos pero si exigen el cumplimiento de la legislación aplicable.
- Tienen fases similares.
- Y tienen ventajas y dificultades similares.

Las diferencias fundamentales entre ambas normas (EMAS-ISO) son:

- La estructura (menos tradición).
- Alcance geográfico (europeo)
- Es de iniciativa pública
- Con una política medioambiental más exigente.
- Revisión inicial obligatoria.
- Requisitos legales.
- Con objetivos medioambientales.
- Declaración medioambiental obligatoria.
- El Verificador medioambiental es una figura existente en EMAS. En ISO es la entidad certificadora
- Auditorias medioambientales cada tres años (como máximo).

De todos modos la gran ventaja de desarrollar e implantar un SGMA normalizado ISO o EMAS, es que ambos modelos proporcionan y exigen un proceso sistemático y clínico de mejora continua.

6.3. RECOGIDA Y TRANSPORTE

Las operaciones de recogida y transporte de los residuos representan entre el 60 y el 80% de los costes globales, y tiene, en consecuencia, una gran importancia económica.

En estas operaciones confluyen un conjunto de parámetros como la frecuencia de la recogida, los horarios de la misma, los equipos y el personal de recogida.

La política de la Unión Europea establece que, dentro del territorio europeo, los residuos deben eliminarse lo más cerca posible del lugar donde se han producido (principio de proximidad), con el fin de minimizar el transporte de residuos para ahorrar recursos y reducir el riesgo de accidentes. Transferir residuos a algunos países donde la normativa ambiental es menos severa y los procesos de tratamiento resultan menos costosos ha sido una práctica habitual, aunque no es una solución sostenible. Por ello, la legislación comunitaria ha prohibido el transporte de todo tipo de residuos para ser eliminados en países fuera de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), así como los residuos peligrosos para ser aprovechados en estos mismos países.

La situación ideal en el caso de los residuos peligrosos sería que no hubiera necesidad de recogerlos, ya sea porque se eliminan de origen o porque el mismo productor los rehúsa en su proceso productivo. Desafortunadamente la situación es otra y es por ello que la legislación vigente contempla la gestión de estos residuos, bien por el propio productor o por una Entidad Gestora externa.

La gestión de residuos peligrosos, ya sea realizada por una Entidad Gestora Externa o por el propio productor, debe ser autorizada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio vayan a ubicarse las

instalaciones correspondientes (art. 22 Ley 10/1998 de Residuos Art. 23-30 del RD 833/1988).

El productor de residuos debe solicitar la aceptación de sus residuos por parte del gestor y este debe responder en el plazo de 1 mes a esta solicitud de admisión.

La recogida y el transporte de los residuos peligrosos que no gestione la propia empresa, la lleva a cabo el Gestor Autorizado, convirtiéndose en titular de esos residuos en el momento de su recepción (art. 35 del RD 833/1988). Esta operación exige la redacción de un Documento de Control y Seguimiento (anexo V del R.D. 833/1988).

Los productores de residuos tienen obligaciones en cuanto a declarar la cantidad y el tipo de residuos que producen así como respecto el envasado de los residuos tóxicos y peligrosos y el etiquetado de esos envases.

Debido a sus potenciales efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente, los residuos sólidos considerados como tóxicos y peligrosos requieren ser transportados en condiciones especiales y con un riguroso control. Estas condiciones son específicas para cada tipo de residuo transportado. Las actividades de transporte de residuos peligrosos se rigen por el Acuerdo Europeo sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR) que, según normativa europea, se ha de aplicar también al transporte de mercancías peligrosas en el territorio nacional, tal y como se recoge en el R.D. 2115/1998, de 2 de octubre, sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera (artículo 1).

Además de los requisitos de esta normativa, y de acuerdo con la Ley 10/1998 de Residuos, las actividades de transporte de residuos peligrosos requerirán, además, un documento específico de identificación de los residuos.

6.4. ANALISIS DE LA CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL GENERADA Y NORMATIVA

6.4.1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA – RESIDUOS GASEOSOS

La atmósfera que rodea nuestro planeta es una capa gaseosa, de espesor aproximadamente uniforme, que hace posible la vida en él y que está formada por una mezcla de gases en proporción variable cuya importancia relativa decrece en el orden: nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono y otros componentes en cantidades despreciables. Esta situación corresponde a una situación normal pero en la práctica se detecta la presencia de diversos compuestos que la impurifican y en un sentido estricto se puede decir que la contaminan. Además también hay que tener en cuenta la contaminación atmosférica por formas de la energía, como las radiaciones ionizantes y el ruido, que por sus características específicas se consideran separadamente.

La materia que de forma indebida se encuentra presente en la atmósfera puede tener un origen natural o ser debida a las actividades humanas. En el momento actual esta segunda faceta predomina sustancialmente sobre la primera.

Esto es debido a que el crecimiento industrial ha llevado consigo un gran aumento en las cantidades de productos emitidos a la atmósfera.

Las emisiones a la atmósfera tienen lugar en forma de gases, vapores, polvos y aerosoles así como de diversas formas de energía, quedando los contaminantes suspendidos en ella y produciendo la degradación del medio ambiente en su conjunto.

En nuestro proceso los focos de contaminación ambiental que encontramos son los siguientes:

- Venteos

Todos los equipos y tanques de almacenamiento dispondrán de venteos y válvulas de seguridad para evacuar cualquier exceso de presión que se pueda

generar dentro de ellos. Estos efluentes gaseosos que se pueden generar en caso excepcional no podrían ser emitidos a la atmósfera sin un tratamiento previo.

- Salida gaseosa del scrubber:

La corriente gaseosa de salida del scrubber, es recirculada al reactor, excepto un 1% del caudal que es purgado. Este corriente deberá ser tratado debidamente, puesto que contiene alta concentración de VOCs.

- Salida gaseosa de la 1ª torre de destilación:

La corriente gaseosa de salida de la 1ª torre de destilación deberá ser tratada por contener alta concentración de sustancias peligrosas para el medio ambiente.

Legislación vigente en términos de contaminación atmosférica:

- Ley 22/1983, de 21 de Noviembre de 1983, de Protección del Ambiente Atmosférico DOGC 385, de 30-11-83 C.e DOGC 406, de 10-02-84
- Ley 22/1983, de 9 de noviembre, de protección del ambiente atmosférico (DOGC nº 385, de 30 noviembre 1983).

Observaciones: Afectada por Decreto 230/93, de 6 de septiembre, sobre ejercicio de las funciones de inspección y control en el ámbito de la protección del medio-ambiente.

- Corrección de erratas en el DOGC nº 406, de 10 febrero 1984.
- Decreto 322/1987, de 23 de septiembre, de despliegue de la Ley. DOGC nº 919, 25 noviembre 1987.
- Ley 7/1989, de 5 de junio, de modificación parcial de la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (DOGC nº 1153, de 09 junio 1989).
- Ley 6/1996, de 18 de junio, de modificación de la Ley 22/83 de protección del ambiente atmosférico (DOGC nº 2223, de 28 junio 1996) (BOE, 7 agosto 1996).

6.4.2. RESIDUOS LÍQUIDOS

A parte de los efluentes líquidos que se forman durante el proceso de producción, también deben ser tratados los que se forman de forma esporádica y así evitar la contaminación de las aguas de la zona.

Así pues, la planta contará con colectores de los residuos líquidos obtenidos tanto por fugas del proceso, como por otros vertidos ocasionales.

En la planta, los efluentes líquidos que deberán ser tratados son:

- Aguas del proceso:

Incluyen los residuos líquidos generados en el proceso, las purgas, los lavados de equipos e instalaciones, pérdidas accidentales, laboratorios, operaciones incorrectas, etc. Estos residuos líquidos contienen sustancias químicas, que no pueden ser desechadas al alcantarillado.

- Efluentes líquidos de la puesta en marcha:

Durante la puesta en marcha de la planta se producen una serie de residuos hasta llegar al estado estacionario, estos vertidos serán recogidos en las balsas de homogenización y tratados posteriormente.

- Aguas de servicio:

Son las generadas por los servicios de toda la planta. Deberán ser tratadas en momentos de parada de la planta, cuando se quiera renovar esta agua. Tendremos en cuenta que esta agua tendrá una composición similar a la de las aguas urbanas, por lo tanto podrán ir a parar a la red de alcantarillado con las aguas generadas por la ciudad.

En caso de fuga, debido a la posibilidad de contaminación del agua, ésta deberá recibir el tratamiento correspondiente en la planta depuradora de aguas residuales de la planta.

- Torres de refrigeración:

Se debe prever el tratamiento anual contra la infección por Legionelosis según establece el Real Decreto 909/2001.

- Aguas sanitarias:

Proveniente de servicios y vestuarios de la planta, por lo tanto contaminada con componentes orgánicos, jabones, etc.

Al no diferir de la contaminación de las aguas urbanas, no se prevé su tratamiento, y será vertida a la red pública y tratada en la depuradora municipal.

- Sustancias de laboratorio:

Las sustancias utilizadas en laboratorios que difieran de los componentes habituales del proceso y que puedan causar alguna alteración en la planta depuradora de la planta, serán recogidas en bidones y tratadas por empresas especializadas.

- Otros:

Otros posibles focos como son: el agua de manguera que se utiliza en el lavado de suelos y equipos, posibles fugas de tuberías, juntas, cierres y empaquetaduras, derrames o descargas causados por fallos o mal funcionamiento, etc., serán recogidos por la red de recogida que se distribuirá por toda la planta y que irá a parar a las balsas de homogenización y posterior tratamiento, ya que todas esta agua tendrán componentes químicos del proceso.

Normativa para los vertidos de residuos líquidos:

Según el Decreto 130-2003 de 13 de mayo, los límites de vertidos a la salida de una EDAR, se muestran en la tabla 6-1:

Tabla 6-1 Límites de vertidos a la salida de una EDAR

Parámetros	Valor límite	Unidad	
T (°C)	40	°C	
pH (intervalo)	6-10	pH	
Sólidos en suspensión	750	mg/l	
DBO5	750	mg/l	O ²
DQO	1.500	mg/l	O ²
Aceites y grasas	250	mg/l	
Cloruros	2.500	mg/l	Cl ⁻
Conductividad	6.000	mS/cm	
Dióxido de azufre	15	mg/l	SO ²
Sulfatos	1.000	mg/l	SO ₄ ²⁻
Sulfuros totales	1	mg/l	S ²⁻
Sulfuros disueltos	0,3	mg/l	S ²⁻
Fósforo total	50	mg/l	P
Nitratos	100	mg/l	NO ³⁻
Amonio	60	mg/l	NH ₄ ⁺
Nitrógeno orgánico y amoniacal (1)	90	mg/l	N

Para los compuestos que no se contemplan en esta legislación, se utilizará información proveniente del *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), y el *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH).

Crotonaldehído:

- OSHA *Permissible exposure limit* (PEL): 2 ppm (6 miligramos por metro cúbico (mg/m³)). [29 CFR 1910.1000, Table Z-1]
- NIOSH *Recommended exposure limit* (REL): 2 ppm (6 mg/m³) [NIOSH 1992].

- ACGIH *Threshold limit value* (TLV): 2 ppm (5.7 mg/m³) [ACGIH 1994, p. 17].

Cloruro de etilo:

- OSHA *Permissible exposure limit* (PEL): 1000 ppm (2600 miligramos por metro cúbico (mg/m³)) [29 CFR 1910.1000, Table Z-1]
- NIOSH *Recommended exposure limit* (REL): No ha establecido ninguna concentración de recomendación a la exposición.
- ACGIH *Threshold limit value* (TLV): 100 ppm (2640 mg/m³) [ACGIH 1994, p. 21].

6.4.3. RESIDUOS SÓLIDOS

Igualmente se enumeran los posibles residuos sólidos generados por la acción del personal de la planta.

- **Papel y cartón:**

Ambos son residuos que se recogerán y serán enviados a empresas especializadas para el posterior reciclado de estos. Entre estos residuos se cuenta el papel generado por las oficinas, laboratorios y planta, cartón de cajas de embalaje de laboratorio y cosas varias enviadas por los diferentes proveedores.

- **Vidrio:**

Puede ser generado en diferentes puntos de la fábrica, especialmente en laboratorios, aunque su generación será inferior que a la de otros residuos comentados, también será recogido y almacenado para su posterior reciclaje.

- **Residuos orgánicos de comida, zonas ajardinadas de la empresa y residuos sólidos urbanos:**

Estos residuos no presentan ningún tipo de peligro, por lo que serán recogidos por los servicios municipales de recogida.

Legislación en términos de residuos sólidos

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos: adecuación al Derecho español de la Directiva 91/156/CEE del Consejo, de 18 de marzo de 1991, conocida como “directiva marco” de residuos, y que modifica la Directiva 75/442/CEE del Consejo, de 15 de julio, relativa a los residuos. Con la entrada en vigor de esta ley, quedó derogada la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación: adecuación al derecho español de la Directiva 96/61/CEE, relativa a la Prevención y Control Integrados de la Contaminación.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (vigente en la medida en que no se oponga a lo establecido en la ley 10/1998).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones desvalorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER).
- Reglamento 259/1993, relativo al movimiento de residuos entre países de la CEE y con terceros países.

Legislación autonómica:

De acuerdo con el reparto competencial en materia de residuos vigente en la legislación española, las comunidades autónomas deben legislar en base a la Ley 10/1998, pudiendo ser más restrictivas si las exigencias medioambientales locales lo requieren. La comunidad autónoma con legislación medioambiental más avanzada es Cataluña. De la legislación catalana en materia de residuos destaca:

- Ley 6/1993, reguladora de los residuos.
- Ley 3/1998, de intervención integral de la Administración Ambiental.
- Decreto Legislativo 2/1991, de 26 de septiembre, por el que se aprueba el texto refundido de la legislación vigente en Cataluña en materia de residuos industriales.
- Decreto 1/1997, de 7 de enero, sobre la disposición del rechazo de los residuos en depósitos controlados.

- Decreto 93/1999, de 6 de abril, sobre procedimientos de gestión de residuos.

6.4.4. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada.

El ruido se mide en decibelios (dB), los equipos de medida más utilizados son los sonómetros. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable.

Técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propaga en el ambiente en forma de ondulatoria compleja desde el foco productor hasta el receptor a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico.

La contaminación acústica perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, base esta de la convivencia humana, perturbando el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

Legislación vigente en términos de contaminación acústica

Legislación Estatal:

- Decreto 2107/1968, de 16 de Agosto, sobre el Régimen de poblaciones con altos niveles de contaminación atmosférica o de perturbaciones por ruido o vibraciones.

- Real decreto 245/89, sobre la determinación y las limitaciones de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra. BOE núm. 60, d'11/03/89.
- Real decreto 1316/89 de 27 de octubre, de protección de trabajadores frente los riesgos derivados de les exposiciones al ruido. BOE núm. 263 y 295, de 2/11 y 9/12 de 1989; núm. 126, de 26/5/90.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de Febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. BOE 52, de 01-03-02.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido. BOE 276, de 18-11-03
- En cuanto a legislación catalana se tiene la Resolución de 30 de Octubre de 1995, por la que se aprueba una ordenanza municipal tipo, reguladora del ruido y las vibraciones DOGC 2126, de 10-11-95

6.5. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO

6.5.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se detallará el diseño del tratamiento propuesto para los efluentes acuosos del proceso que ocupa esta memoria.

El proceso que se explica a continuación, es una propuesta que pretende ser la más adecuada y eficaz dadas las características de los corrientes que se obtienen. Su diseño está basado en datos bibliográficos elegidos por la similitud entre procesos estudiados anteriormente con el que aquí se expone, por lo que no está garantizada la idoneidad de éstos. Es por eso que se aconseja un estudio previo de los residuos acuosos, mediante una planta piloto donde estudiar e investigar el comportamiento de las sustancias contaminantes del proceso en relación a los métodos de depuración aquí propuestos y poder asegurar la viabilidad de los mismos.

La gestión de los efluentes acuosos derivados de esta industria, tiene en consideración la naturaleza de los contaminantes. Las condiciones óptimas del tratamiento dependerán necesariamente de cada efluente en particular, su composición y toxicidad.

La mayoría de componentes a tratar son compuestos orgánicos (detallados en 6.5.2. *Caracterización de las corrientes a tratar*), tóxicos y peligrosos tanto por su descarga en el medio ambiente, como por su almacenaje. Además, la mayoría de ellos no admiten tratamiento biológico, por lo que la biodegradación de todos los componentes no resulta una buena alternativa inicial.

Así pues, se presenta el problema de encontrar una alternativa económica que posibilite una degradación efectiva de la carga orgánica y su toxicidad, sin producir efectos colaterales que 'trasladan' el problema (por ejemplo

almacenamiento indefinido) pero no lo resuelven. El método elegido debe armonizar la economía del proceso (capital, mano de obra y *know how*) con la facilidad de operación en ambientes industriales, sin comprometer la efectividad del tratamiento que garantiza una descarga segura del efluente.

Una alternativa especialmente relevante es el tratamiento químico con agentes químicos, que transforman los contaminantes orgánicos en compuestos inocuos, dióxido de carbono y agua, por un proceso de oxidación. El método propuesto para tal caso es el proceso de oxidación avanzada (PAO) conocido como proceso Fenton.

En la tabla 6-2, se muestran ejemplos de compuestos orgánicos tratados exitosamente por la Sede de Investigación Universitaria (SIU) mediante el proceso Fenton. En ella se pueden observar un buen número de aldehídos, así como ácidos y compuestos halogenados.

Tabla 6-2 Compuestos orgánicos susceptibles de ser oxidados mediante el reactivo de Fenton

ÁCIDOS	ALCOHOLES	ALDEHIDOS	AROMÁTICOS	AMINAS	OTROS
Cadena abierta: Fórmico Propiónico	Cadena abierta: Metanol Etanol Isopropanol tert - Butanol	Cadena abierta: Formaldehído Acetaldehído Isobutiraldehído Gloxal	Monocíclicos: Benceno Fenol Hidroquinona	Cadena abierta: Dietilamina Dimetilformamida n - Propilamina Propilendiamina	Eteres: Tetrahidro Furano
Monosustituido: Láctico Málico	Cíclicos: Fenil metanol (bencílico)	Cíclicos: Benzaldehído	Policíclicos: Tolueno Xileno	Cíclicos: Anilina	Cetonas: Metil-etil- cetona Dihidroxi - acetona
Polisustituídos: Glucónico Tartárico	Polioles: Etilen glicol Glicerol Propilendiol	Sustituídos: Tricloro acetaldehído	Sustituídos: Clorobenceno Clorofenoles Trinitrotolueno para - Nitrofenol	Derivados: Acido etilen dinitrilo tetracético Explosivos (RDX o Aciclonita)	Varios: Antra - quinona Pigmentos (mono y diazó)

Con el fin de minimizar los costes asociados a su aplicación como tratamiento exclusivo en aguas no biorrecalcitrantes, una solución económicamente atractiva consiste en la combinación del PAO, en este caso el

proceso Fenton, capaz de incrementar la biodegradabilidad de las aguas o eliminar la toxicidad, con un tratamiento biológico posterior, proceso que presenta la mejor relación coste-eficacia. Ambos tratamientos se definen en el apartado 6.5.4. *Caracterización del proceso.*

Los PAOs, la combinación de PAOs y tratamientos biológicos, así como el empleo de radiación solar en este tipo de procesos de foto-oxidación han sido identificados por la Unión Europea como tecnologías ambientales apropiadas para alcanzar los objetivos marcados en la legislación vigente.

En la figura 6-1, se muestra especificado, en forma de diagrama de bloques, la propuesta de tratamiento de los efluentes acuoso (Pág. Siguiende).

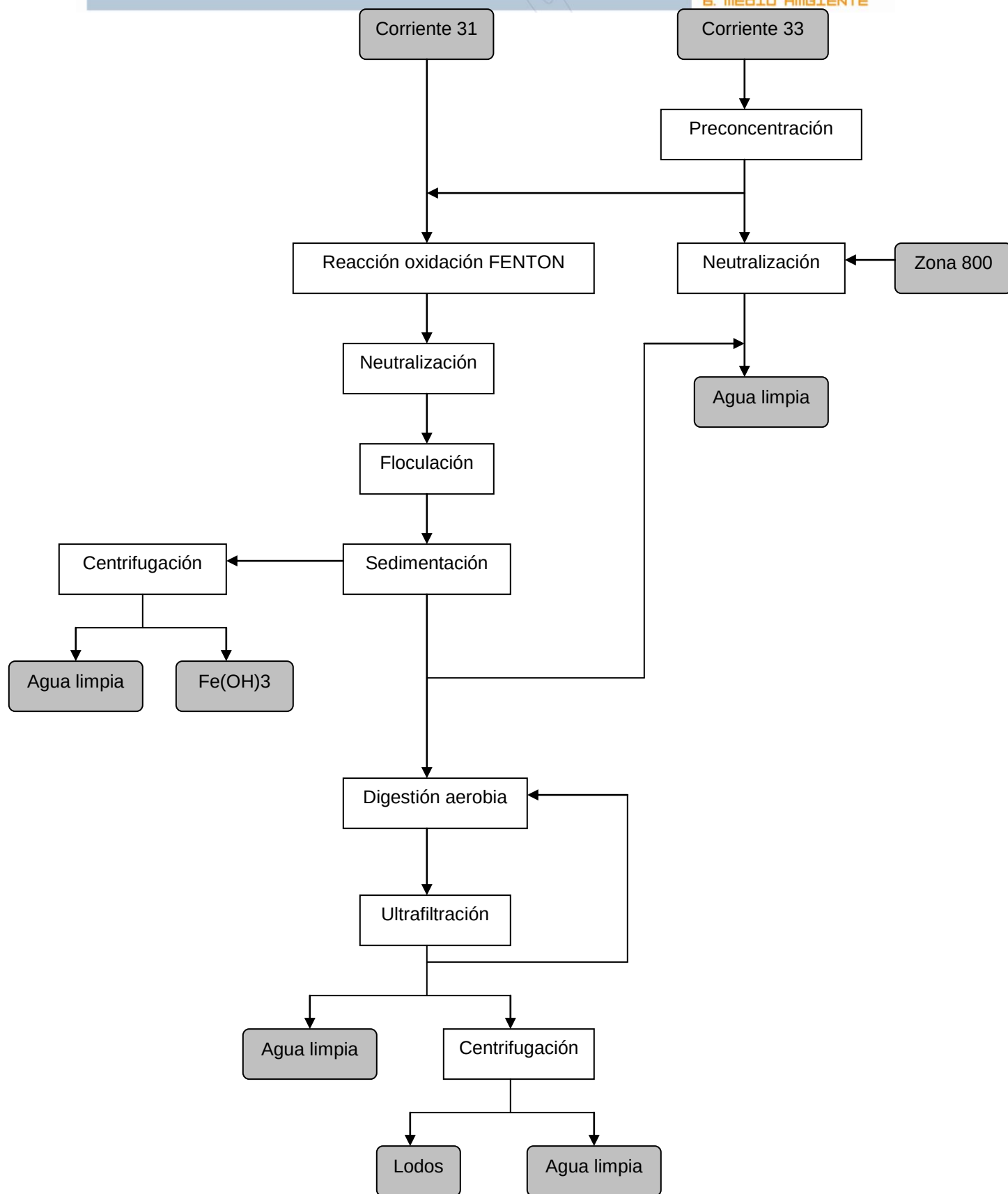


Figura 6-1 Diagrama de bloques del proceso de depuración

6.5.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS CORRIENTES A TRACTAR

En el proceso de producción de acetaldehído, las corrientes acuosas a tratar provienen esencialmente de la 2ª torre de destilación, de la que obtiene un corriente lateral (31), y un corriente por colas (33).

El corriente 33, se recirculará mayormente al proceso, siendo antes purgada una parte, que será la que se unirá al proceso de depuración una vez se haya concentrado mediante una torre de destilación (TD-901). La parte diluida, será neutralizada y desechada al colector de aguas, junto con el corriente (907a), proveniente de la zona de tratamiento de gases, 800, que también será neutralizado y desechado al colector. Este corriente, al ser muy diluido, podrá aceptar parte del corriente proveniente del proceso de oxidación Fenton, ya que su concentración final en compuestos orgánicos no llegará a la dictada por ley.

El corriente resultante de la mezcla del corriente lateral 33, y el corriente concentrado 911, contendrá: agua, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehído y cloruro de metilo.

En la tabla 6-3 se muestra la caracterización de la corriente a tratar:

Tabla 6-3 Caracterización corriente a tratar

TOTAL			
Ql (m ³ /h)	96		
pH	4,04		
Tª (°C)	98,95		
	Qm (g/h)	Concentración (g/m ³)	DQO (g/m ³)
AA	100220	1043,96	1893,80
HA	150830	1571,15	1673,10
CR	275940	2874,38	6560,63
CIEt	14583	151,91	226,09
H ₂ O	95197000	991635,42	
TOTAL DQO (g/m ³)			10353,62

Siendo:

Ql: Caudal volumétrico

T^a: Temperatura

P: Presión

Qm: Caudal másico

AA: Acetaldehído

HA: Ácido acético

CA: Crotonaldehído

ClEt: Cloruro de etilo

H₂O: Agua

Como parámetro para medir el contenido total de materia orgánica presente en una muestra de agua, se utiliza como medida aproximada la demanda química de oxígeno (DQO). Esta materia orgánica puede ser oxidada mediante O₂ a CO₂ y H₂O. Es pues, a partir de la estequiometría de la reacción de oxidación de cada compuesto, y de su peso molecular que se obtienen datos de DQO. En la tabla 6-4 se puede observar esta relación estequiométrica.

Tabla 6-4 Relación estequiométrica oxidación de compuestos

Compuesto	C _n H _a O _b Cl _c	O ₂	CO ₂	H ₂ O	HCl
Acetaldehído	C ₂ H ₄ O	2,5	2	2	0
Ácido acético	C ₂ H ₄ O ₂	2	2	2	0
Crotonaldehído	C ₄ H ₆ O	5	4	3	0
Cloruro de etilo	C ₂ H ₅ Cl	3	2	2	1

El detalle de cada corriente participante en este proceso de tratamiento de efluentes acuosos se muestra en el balance de materia del apartado 11. *Manual de cálculo*.

6.5.3. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO

El proceso de tratamiento de aguas residuales en la producción industrial de acetaldehído constará con un proceso de oxidación avanzada seguido de un tratamiento biológico.

Los PAOs implican elevados costes si se compara con el tratamiento biológico convencional. Estos procesos de oxidación emplean normalmente altas cantidades de reactivos y, en ocasiones, requieren altos consumos de energía, por lo que los costes de operación son elevados. Sin embargo, en esta ocasión, en que la solución a tratar contiene compuestos de carácter no biodegradable y/o tóxico, su uso se hace necesario.

Con el fin de minimizar los costes asociados a su aplicación como tratamiento en aguas no biorrecalcitrantes, se propone la combinación del proceso Fenton, capaz de incrementar la biodegradabilidad de las aguas o eliminar la toxicidad, con un tratamiento biológico posterior, como es el caso de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), proceso que presenta la mejor relación coste-eficacia. Aún i así, del corriente obtenido del proceso Fenton, se recirculará una parte al corriente 907a, corriente compuesto básicamente por agua y muy poco concentrado en DQO, de manera que el corriente resultante de esta mezcla contendrá una concentración de DQO dentro de los límites legales.

Se considera oportuno recordar que el diseño de estos tratamientos se muestra como propuesta para conseguir la depuración de los efluentes líquidos, ya que se han utilizado datos bibliográficos y provenientes de diseños de tratamientos de efluentes con similares características, por lo que en todo caso de deben hacer estudios en plantas pilotos para determinar la viabilidad real del proceso.

a) OXIDACIÓN AVANZADA: Proceso FENTON

Los Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) se basan en su capacidad de generación in-situ de radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$), especie con un elevado potencial de oxidación mediante la combinación de un agente oxidante (H_2O_2) con un catalizador (Fe (II)) y/o radiación UV. Estos radicales $\cdot\text{OH}$ son capaces de oxidar muchos compuestos orgánicos de forma no selectiva y con altas velocidades de reacción. Esta propiedad es aprovechada para conseguir la completa mineralización de los contaminantes o su degradación en sustancias más fácilmente biodegradables.

El proceso de oxidación avanzada Fenton, está considerado como uno de los procesos avanzados de oxidación más prometedores debido a su elevada eficacia y bajo coste en la remediación de aguas contaminadas con compuestos tóxicos y/o no biodegradables. El proceso Fenton ha resultado efectivo para degradar compuestos alifáticos y aromáticos clorados, PCBs, nitroaromáticos, colorantes azo, clorobenceno, y fenoles.

Los objetivos de la oxidación avanzada son los siguientes:

- Mineralización de los contaminantes, especialmente los compuestos orgánicos recalcitrantes, hasta su completa transformación en dióxido de carbono, agua y aniones inorgánicos, evitando la formación de subproductos o residuos.
- Degradación de contaminantes orgánicos en compuestos más biodegradables y/o menos tóxicos.
- Eliminación de color y/o olor.
- Desinfección.

La generación de radicales hidroxilo tiene lugar al combinar peróxido de hidrógeno y una sal de hierro (II), mezcla que se denomina reactivo de Fenton

(Reacción 1). Se trata de una reacción térmica muy rápida que se produce en oscuridad (se omiten los ligandos del agua en las reacciones):



El ión Fe (III) puede reducirse por reacción con H_2O_2 y formar de nuevo ión Fe (II) y más radicales hidroxilo. Este segundo proceso se denomina Fenton-like. Es más lento que el proceso de Fenton, y permite la regeneración de Fe (II)

El mecanismo global resulta de carácter catalítico. (Reacciones 2–4)



En el proceso de Fenton a nivel industrial ha de tenerse en consideración el equipamiento necesario para que pueda tener lugar la reacción. Generalmente, se parte de un reactor principal que es donde tiene lugar el proceso de Fenton que consiste en un depósito no presurizado, el cual mantiene las condiciones atmosféricas, y que dispone de una serie de bombas externas para poder adicionar el agente para el ajuste de pH (en este caso, ácido), y dosificar el sulfato de hierro (II) y el peróxido de hidrógeno (50%) en disolución.

Se recomienda que dicho reactor esté provisto de una capa interna que lo proteja, ya que la reacción de Fenton es muy agresiva y puede provocar la corrosión del mismo. También ha de estar provisto de una camisa exterior, por si fuese necesario aumentar o reducir la temperatura del reactor.

La adición de los reactivos se lleva a cabo empezando por el ácido para ajustar el pH, el cual debe ser añadido muy poco a poco para no alterar la temperatura interna. A continuación se añade el reactivo Fenton, cantidad óptima necesaria para el proceso. Una vez transcurrido el tiempo de reacción, y habiendo

alcanzado el nivel de degradación oportuno, se pasa el agua residual a un tanque de neutralización para adicionar una base y, de esta manera, precipitar el hidróxido de hierro. Éste se hace coagular en un tanque de floculación mediante un agente coagulante (polielectrolito catiónico). Una vez separadas estas dos fases mediante un sedimentador primario, ya se obtendrá un efluente tratado y listo para introducirlo al tratamiento biológico, pues se pretende haber reducido la toxicidad del corriente inicial, así como también su carga orgánica.

a.1) Parámetros que influyen en el proceso

Estos parámetros resultan del cálculo teórico del proceso, y se presentan como propuesta para iniciar un estudio en planta piloto para determinar la efectividad real del proceso Fenton en la depuración del corriente resultante de la producción de acetaldehído.

El crotonaldehído supone un componente de elevada toxicidad, por lo que será de especial interés comprobar la efectividad del proceso de tratamiento de aguas en relación a éste.

De la misma manera que se propone su oxidación mediante el proceso Fenton, se cree oportuno resaltar que en el campo de la catálisis otra de las reacciones de gran interés, tanto industrial como académico, es la hidrogenación de aldehídos α,β -insaturados como el crotonaldehído ($\text{CH}_3\text{-CH=CH-CHO}$), puesto que de la hidrogenación del crotonaldehído se pueden obtener: hidrocarburos aldehídos saturados y alcoholes saturados e insaturados.

Las condiciones de operación en las que el proceso se lleva a cabo, así como la composición del agua residual, afectan sustancialmente a la eficacia y velocidad del proceso de oxidación. Los principales parámetros que influyen en el proceso son:

- pH

El sistema Fenton, como se ha comentado anteriormente, depende del pH del medio de reacción. La velocidad de las reacciones tiende a ser máxima en un pH cercano a 2,8. El valor óptimo se encuentra entre 2,5 y 2,8, donde el Fe (III) existe en solución mayoritariamente como $\text{Fe}(\text{OH})_2 + (\text{H}_2\text{O})_5$. A pH altos, la velocidad disminuye debido a la precipitación de hierro en forma de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (Figura 6.1).

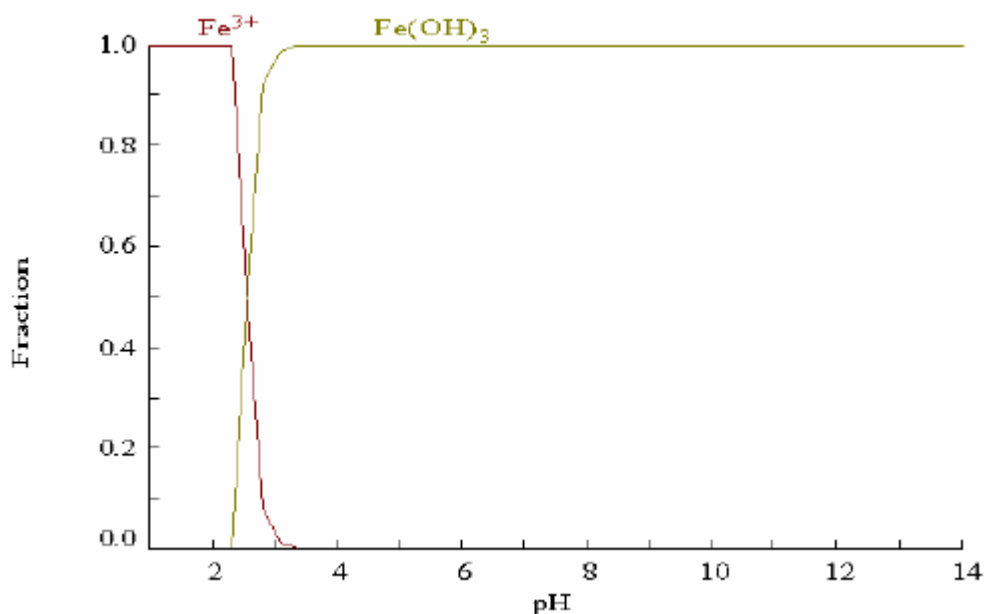


Figura 6- 1 Diagrama de fracción de las especies de Fe (III) y $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en equilibrio a 25°C

A pH excesivamente bajos ($\text{pH} < 2,0$), y a partir del $\text{Fe}(\text{II})$ se produce la formación de $\text{Fe}(\text{OOH})^{2+}$ que reacciona muy lentamente con el H_2O_2 obstaculizando la generación de $\cdot\text{OH}$.

El sistema que se muestra en la memoria presenta, utiliza un pH de 2,6.

- Relación $\text{Fe}(\text{II})/\text{H}_2\text{O}_2$

La dosis de H_2O_2 influye fundamentalmente sobre la eficacia del proceso mientras que la concentración de hierro afecta a la cinética. Tanto la eficacia como la velocidad de reacción tienden a aumentar con la concentración de reactivos. Sin embargo, un exceso de hierro da lugar a una disminución de la eficacia debido a la

activación de reacciones secundarias no deseadas, como es el caso de la formación de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ que puede precipitar, por lo que se ha de tener en cuenta la Kps de esta especie para evitarnos este problema. Por otro lado un exceso de peróxido daría lugar a la degradación del mismo por los radicales hidroxilos la cual es una reacción no deseada (Reacción 5).



La relación estequiométrica $[\text{Fe}(\text{II})]/[\text{H}_2\text{O}_2]$ ha sido estudiada por varios autores, y para elegirla debe tenerse en cuenta las características del efluente a tratar. Dependerá del mismo para encontrar la relación adecuada entre $\text{Fe}(\text{II})$ y agente oxidante para poder tener la condición más favorable de operación desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental. Así pues, se ha elegido una relación $[\text{Fe}(\text{II})]/[\text{H}_2\text{O}_2]=0,1$ en base a estudios y artículos realizados con corrientes de composiciones parecidas a las de este proceso.

- Temperatura

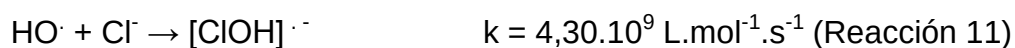
A presión atmosférica, el rango recomendable de operación es entre 25 y 45 °C, ya que si se sobrepasa los 50 °C, ocurre una descomposición acelerada del peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua y la precipitación del hierro en forma de hidróxido debido a que su constante de producto de solubilidad (Kps) disminuye. Se propone una temperatura de 40°C para este caso.

- Concentración de aniones inorgánicos

Ciertos aniones inorgánicos actúan como inhibidores de la acción de los radicales $\cdot\text{OH}$ o forman especies no reactivas con el hierro. Algunos estudios han mencionado la disminución de la velocidad del proceso debido a la presencia en altas concentraciones de fluoruros y sulfatos (F^- , SO_4^{2-}), ya que reducen la reactividad del $\text{Fe}(\text{III})$ a través de mecanismos de coordinación y secuestrando radicales hidroxilo; bromuros y cloruros (Br^- , Cl^-), ya que actúan secuestrando los

radicales hidroxilos; nitratos (NO_3^-), percloratos (ClO_4^-) e hidrogeno fosfatos (H_2PO_4^-), ya que forman complejos insolubles con el Fe(III)

En nuestro caso, el cloruro de etilo será un aporte de aniones cloruros al sistema.



Este aporte se compensará aumentando el tiempo de residencia, de 20 a 30 minutos.

Una vez detallados los principales parámetros que influyen en el diseño del proceso, se resume en la tabla 6-5, las especificaciones elegidas para el diseño del proceso:

Tabla 6-5 Especificaciones de diseño

Temperatura	°C	40
Presión	bar	1,01
Volumen	m ³	60
Tiempo residencia	min	30
DQO/H ₂ O ₂	g/g	1
Fe(II)/H ₂ O ₂	g/g	10
pH	-	2,6
Eficacia	%	70

a.2) Requerimientos para el proceso

Una vez definidos y especificados los parámetros que van a regir nuestro proceso, se detallan los requerimientos del proceso. Estos parámetros deberán ser redefinidos convenientemente mediante un estudio en planta piloto.

Por una parte, peróxido de hidrógeno al 50% en peso (comercial Godó), que junto con el sulfato de hierro heptahidratado formaran el reactivo Fenton.

El ácido sulfúrico al 98% en peso (comercial Godó) bajará el pH del efluente para acondicionarse al proceso, mientras que la sosa cáustica al 50% en peso (comercial Godó) será la sustancia utilizada para subirlo y propiciar la precipitación del hidróxido de hierro.

Finalmente, como agente coagulante se elige polielectrolito catiónico (Comercial Flygt).

En la tabla 6-6 se muestra un resumen de todos estos requerimientos.

Tabla 6-6 Requerimientos del proceso

H ₂ O ₂ 50%p	m ³ /h	1,77
FeSO ₄ ·7H ₂ O	m ³ /h	1,10
H ₂ SO ₄ 98%	l/h	4,86
NaOH 50%p	m ³ /h	1,22
Agente coagulante		Polielectrolito catiónico

a.3) Equipos

Se detalla en la tabla 6-7 los equipos que formaran parte del proceso de depuración de los efluentes acuosos mediante el proceso Fenton.

El detalle de estos equipos se puede consultar en el apartado 2. *Equipos* de la memoria, y el diseño en 11. *Manual de cálculo*.

ITEM	Denominación
R-901	Reactor – Tanque de oxidación
V-902	Tanque neutralización
V-903	Tanque floculación
V-904	Tanque acumulación
V-905	Tanque almacenamiento H ₂ O ₂ 50% p
V-906	Tanque almacenamiento NaOH 50% p
V-907	Tanque almacenamiento H ₂ SO ₄ 98% p
V-908	Tanque almacenamiento polielectrolito catiónico

SI-901	Silo almacenamiento $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
SF-901	Sedimentador primario
CF-901	Decantador centrífugo

El reactor R-901, es el tanque de oxidación donde se producirá la reacción de oxidación donde la materia orgánica, definida como DQO será atacada para degradarse completamente, o ser modificada para convertirse en DQO capaz de degradarse biológicamente en la siguiente etapa. Sus características ya han sido detalladas en la tabla 6-5 *Especificaciones de diseño*.

Una vez transcurrido el tiempo de retención, el corriente resultante será introducido en el tanque de neutralización V-902, donde se añadirá la sosa cáustica pertinente para subir el pH hasta tal punto que todo el hierro precipite en forma de hidróxido de hierro. Así, en el V-903, tanque de floculación se favorecerá la coagulación de hidróxido de hierro mediante polielectrolito catiónico, agente coagulante elegido para tal caso.

Para separar el hidróxido de hierro de la corriente de proceso, se elige un sedimentador primario, SF-901. En la tabla 6-7, se muestran los parámetros utilizados para su diseño, mientras que en la 6-8, sus especificaciones.

Tabla 6-7 Parámetros de diseño para el sedimentador primario

Tipo	-	Circular
Carga superficial	m ³ /m ² ·h	2,5
Tiempo de retención	h	1
Residuo seco en purga	%	3
Eficacia eliminación	%	65
Velocidad máxima sistema de arrastre de fangos	m/h	60
Sistema de recogida superficial y evacuación de espumas y flotantes, que nunca se incorporarán a línea de agua		
Los fangos no estarán retenidos más de 5 horas. Su extracción será regulable mediante temporizadores		

Tabla 6-8 Especificaciones de diseño del SF-901

Superficie	m2	39,6
Caudal de entrada	m3/h	99
Concentración sólidos inicial	kg/m3	8,27
Caudal purga	m3/h	11
Concentración sólidos en purga	kg/m3	47,73
Caudal de salida	m3/h	88
Concentración sólidos final	kg/m3	2,89
Profundidad	m	2,5
Pendiente solera del tanque (forma cono invertido)	-	1/12
Potencia rasquetas	CV/m2	0,01

La purga resultante de la separación, que contendrá un 3% de residuo seco, se centrifugará en el CF-901 para separar susodicho residuo del corriente líquido. El residuo sólido, será destinado a un gestor medioambiental, mientras que el corriente líquido, de poco caudal, será recirculado al corriente 907a, para favorecer su dilución y ser desechado al colector.

El corriente que se obtiene como afluente del SF-901, es el resultante del tratamiento Fenton, por lo que se pretende que haya disminuido tanto su carga orgánica como su toxicidad, y sea admitido de manera satisfactoria en un tratamiento biológico. Para disminuir el caudal de efluente que se direcciona al reactor biológico, una parte de recircula al mismo corriente 907a, donde se diluirá y será desechado al colector.

b) TRATAMIENTO BIOLÓGICO: Sistema de lodos activados

El proceso continua mediante un tratamiento biológico. El corriente que llega se supone ha reducido considerablemente su carga de DQO (un 70% del total, hasta 3106 ppm), y ha reducido su toxicidad hasta el punto de ser tolerado por los microorganismos que participaran en el proceso biológico.

Se propone un sistema de tratamiento de aguas residuales por lodos activados. El lodo activado es un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado reactor. Los flóculos biológicos formados en este proceso se separan posteriormente mediante un tanque de sedimentación, lugar del cual son recirculados nuevamente al tanque aireador o reactor.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de sustrato alimenticio. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos superficiales o sopladores sumergidos, los cuales tiene doble función 1) producir mezcla completa y 2) agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle, por lo que su control será contemplado en el diseño.

En este caso la aireación proporcionada al sistema, depende de los requerimientos de oxígeno del efluente, y se efectúa mediante difusores de disco de burbuja fina y soplantes de desplazamiento positivo. En las tablas 6-9, 6-10 y 6-11, se observan tales características, y en la figura 6-2, un ejemplo de tales difusores.

Tabla 6-9 Requerimientos del proceso

Caudal oxígeno	kgO ₂ /día	2003,80
Caudal aire	m ³ /h	1325,26
Difusores AFD350	-	159,67

Tabla 6-10 Difusores de disco de burbuja fina

Tipo	-	Disco de burbuja fina
Modelo	-	AFD 350
Marca	-	Airflex
Caudal de diseño	m ³ /h/dif.	8,3
Superficie unitaria	m ²	0,066
Diámetro difusor	mm	350
SOTE	% x m	5

Tabla 6-11 Soplantes

Tipo	-	Desplazamiento positivo
Modelo	-	GM de 3 lóbulos
Marca	-	Aerzen
Caudal de aspiración	m ³ /h	2000
Presión de impulsión	mbar	1000
Presión de aspiración	mbar	500

**Figura 6- 2 Difusor disco de burbuja fina**

Aún y haber recirculado parte del corriente que llega al proceso, éste tiene un gran caudal a la vez que una concentración de DQO considerable, por lo que el volumen resultante para completar la depuración según las características típicas de un tratamiento por lodos de mezcla completa es muy grande.

Así, se presenta un reactor biológico de membrana (MBR) como solución compacta del tratamiento biológico de las aguas residuales del proceso. El término Reactor Biológico de Membrana (MBR) hace referencia a la combinación de un proceso de fangos activos y de separación mediante membranas. Las recientes innovaciones técnicas y las reducciones significativas de costes está conduciendo a un aumento en la aplicación de la tecnología MBR al tratamiento de aguas residuales, tanto municipales como industriales.

Algunos de los aspectos más atractivos de los MBR son su bajo requerimiento de espacio, su carácter modular, la flexibilidad en las configuraciones, su estabilidad y la eliminación de los problemas asociados a la sedimentación de los lodos.

La tecnología MBR permite el tratamiento de aguas con altos contenidos en materia orgánica biodegradable y/o grandes caudales. Permite una reutilización del agua de proceso, disminuyendo con ello las necesidades de captación de la misma y por lo tanto los costes económicos, sociales y medioambientales inherentes a este proceso. Al obtener agua de mayor calidad y un volumen de fangos muy inferior que en los procesos de fangos activados, incide en que la empresa sea medioambientalmente más sostenible.

En la tabla 6-12, se pueden contrastar las ventajas e inconvenientes de un sistema MBR con uno convencional de fangos activos.

Tabla 6-12 Análisis comparativo de las ventajas e inconvenientes de los sistemas de biorreactores de membrana frente a los sistemas de fangos activos

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Mayor capacidad de tratamiento de agua para el mismo tamaño de instalación (2-5 veces).	Inversión inicial elevada.
Baja necesidad de espacio. Fácil implementación en procesos de fabricación ya existentes.	Consumos energéticos altos.
Menor producción de fango por m ³ de agua tratada (≈50%).	Requiere mayores trabajos de operación y mantenimiento (limpiezas).
Mayor calidad del agua depurada. Posible reutilización directa como agua de riego o para recarga de acuíferos (ausencia E.Coli y huevos de helmintos).	Vida útil y precio de las membranas de recambio.
Rápida depuración de aguas biodegradables, pudiendo incorporarse la eliminación de nitrógeno y fósforo de forma sencilla (mayor edad del fango).	Aumento de las necesidades de control de operación de la planta.
Sistemas muy robustos que pueden incorporarse al proceso productivo en muy poco tiempo y sin grandes necesidades de obra.	Aumento de la complejidad de las operaciones de funcionamiento de la planta.
Alta estabilidad del sistema durante su funcionamiento. Fácil automatización del proceso.	Dependencia tecnológica del proveedor

Su funcionamiento se basa en que el agua del reactor biológico es filtrada pasando a través de las paredes de una membrana, debido a una pequeña depresión producida por una bomba centrífuga. El agua filtrada es extraída del sistema mientras el fango y los compuestos de tamaño superior al poro de la membrana quedan retenidos y permanecen o retornan al reactor biológico.

Este ciclo se alterna con un corto contralavado, en el que se invierte el sentido del flujo para forzar el paso del agua filtrada desde el interior al exterior de la membrana para limpiarla. Es por este motivo que se prevé la colocación de 2 de estas membranas. Periódicamente, en función del grado de ensuciamiento, se

realizan limpiezas químicas en profundidad de las membranas mediante su inmersión en una solución de limpieza.

Los MBR pueden adoptar dos configuraciones básicas:

- **Membranas sumergidas o sistema sumergido:** Las membranas se sitúan dentro del propio reactor biológico, eliminando las necesidades de bombeo y aprovechando la agitación mecánica de la aireación.

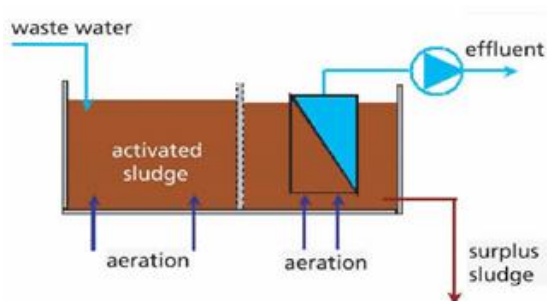


Figura 6- 3 Membranas sumergidas

- **Membranas externas o sistema de bucle externo:** El contenido de reactor biológico se bombea al módulo de membranas. Las ventajas de este modelo residen en que el propio módulo de membranas sirve de contenedor de limpieza para las mismas y se evita su manipulación.

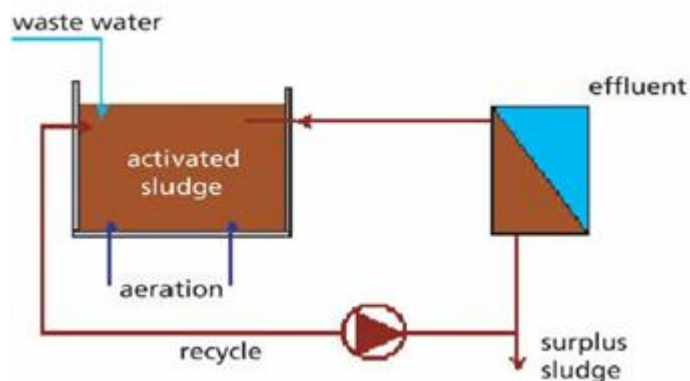


Figura 6- 4 Membranas externas

La elección de un sistema u otro depende de cada caso, la ubicación concreta y las instalaciones existentes. En la tabla 6-13 se pueden apreciar las características de cada sistema.

Tabla 6-13 Análisis comparativo de las ventajas e inconvenientes de los sistemas de biorreactores de membrana externa frente a los de membrana sumergida

MEMBRANA EXTERNA	MEMBRANA SUMERGIDA
Costes de bombeo elevados (60-80%)	Costes de bombeo reducidos
Costes de aireación reducidos (20%)	Costes de aireación elevados (90%)
Alta presión positiva transmembrana (0,5-5 bar)	Baja presión negativa transmembrana (0,05-0,5 bar)
Flujo operación elevados (40-120 L/m ² .h)	Flujo operación reducidos (10-60 L/m ² .h)
Limpieza frecuente	Limpieza poco frecuente
Mayores costes de operación	Menores costes de operación
Inversión inicial menor	Inversión inicial mayor
Concentración MLSS alta (15-30 g/L)	Concentración MLSS media (10-15 g/L)
Mayor consumo energético (2-10 KWh/m ³)	Menor consumo energético (0,2-0,8 KWh/m ³)
Basado en Gander, et al. 2000 y Stepenson, et al. 2000	

La condición de flujos de operación elevados, y la concentración de MLSS alta, se presentan como características clave para la justificación de la membrana externa como sistema para el proceso de tratamiento que se propone.

En los biorreactores de membrana externa, esta se encuentra en un módulo exento y en línea con el resto del tratamiento, por lo que es necesario bombear el licor de mezcla desde el tanque biológico a la unidad de membrana y el rechazo de los filtros de vuelta al tanque de tratamiento biológico. La alta velocidad de circulación del agua en las inmediaciones de la membrana (40-120 L/m².h), impide la deposición de sólidos en la superficie de la membrana y con ello su colmatación al crearse un flujo tangencial a la superficie de la membrana que ayuda a desprender y arrastrar la película de biomasa que se deposita sobre la superficie de la misma. La fuerza impulsora se consigue creando una sobrepresión en la zona de alimentación de entre 0,5 y 5 bares.

Los MBR están compuestos por dos partes principales:

- **Reactor biológico:** responsable de la degradación de los compuestos presentes en el agua residual.
- **Módulo de membranas:** encargado de llevar a cabo la separación física del licor de mezcla.

b.1) Equipos

- Reactor biológico

El volumen para el diseño de un digestor aeróbico propuesta de reactor para el tratamiento biológico de lodos activados, se hace en base a la bibliografía, tabla 6-14.

Tabla 6-14 Parámetros característicos de diseño de un sistema de lodos activos. Metcalf & Eddy 2003

Modificación de proceso	θ_c , d	F/M kg DOB ₅ aplicada/ kg SSVLM · d	Carga volumétrica, kg de DBO ₅ aplicada/ m ³ · d	SSLM, mg/l	V/Q, h	Q _r /Q
Convencional	5-15	0,2-0,4	0,32-0,64	1.500-3.000	4-8	0,25-0,75
Mezcla completa	5-15	0,2-0,6	0,80-1,92	2.500-4.000	3-5	0,25-1,0
Alimentación escalonada	5-15	0,2-0,4	0,64-0,96	2.000-3.500	3-5	0,25-0,75
Aireación modificada	0,2-0,5	1,5-5,0	1,20-2,40	200-1.000	1,5-3	0,05-0,25
Contacto y estabilización	5-15	0,2-0,6	0,96-1,20	(1.000-3.000) ^a (4.000-10.000) ^b	(0,5-1,0) ^a (3-6) ^b	0,5-1,50
Aireación prolongada	20-30	0,05-0,15	0,16-0,40	3.000-6.000	18-36	0,5-1,50
Aireación de alta carga	5-10	0,4-1,5	1,60-1,60	4.000-10.000	2-4	1,0-5,0
Proceso Kraus	5-15	0,3-0,8	0,64-1,60	2.000-3.000	4-8	0,5-1,0
Oxígeno puro	3-10	0,25-1,0	1,60-3,20	2.000-5.000	1-3	0,25-0,5
Canal de oxidación	10-30	0,05-0,30	0,08-0,48	3.000-6.000	8-36	0,75-1,50
Reactor de flujo discontinuo secuencial	NA	0,05-0,30	0,08-0,24	1.500-5.000 ^d	12-50	NA
Reactor Deep Shaft	SI	0,5-5,0	SI	SI	0,5-5	SI
Nitrificación de etapa única	8-20	0,10-0,25 (0,02-0,15) ^c	0,08-0,32	2.000-3.500	6-15	0,50-1,50
Nitrificación en etapas separadas	15-100	0,05-0,20 (0,04-0,15) ^c	0,05-0,14	2.000-3.500	3-6	0,50-2,00

^a Unidad de contacto.

^b Unidad de estabilización de sólidos.

^c NKT/SSVLM.

^d Los SSLM varían en función de la fase del ciclo operativo.

NA = No aplicable.

SI = Sin información.

El valor de SSLM se modifica, y se coge como dato de diseño 18000 mg/l, parámetro que se estima conveniente por las características del sistema de ultrafiltración (UF).

En la tabla 6-15 se muestran características del diseño de reactor biológico RB-901 para la eliminación de materia orgánica.

Tabla 6-15 Características de diseño del reactor biológico RB-901

QI	m ³ /h	99,57
DQOe	gDQO/m ³	2381,33
MLSS	gSSV/m ³	18000
F/M	gDQO/gSSV·d	0,6
V	m ³	526,91
TRH	h	5,29
TRC	día	10
Ro	kg/día	16397
Producción de lodos	ksSV/día	5773,6

Los datos de este diseño están detallados en el apartado 11. *Manual de cálculo* de la memoria, y en ningún caso deben ser tomados como datos finales, sino como propuesta inicial previa al estudio en planta piloto del efluente a tratar.

- Módulo de membranas

Técnicamente los diversos elementos de membrana de que se compone un sistema MBR se estructuran en un módulo de membrana, que es la unidad de operación en la que se disponen las membranas para sus usos. Los factores a tener en cuenta a la hora de escoger un tipo de módulo, son que sea compacto y la facilidad de modulación, montaje y ensamblaje del sistema.

Comercialmente se encuentran cuatro configuraciones principales de fibra hueca, de placa, tubular, o enrollamiento en espiral. El módulo de membranas elegido, corresponde a la configuración tubular.

La empresa en la que se confía para el subministro de membranas tubulares es Berghof, y la tecnología escogida, *BioPulse*, en la que el lodo activado del reactor es bombeado, a un valor de caudal optimizado, a través de membranas tubulares externas de 8 mm. Un programa de control automático para

el *backwash* (lavado), controla sus ciclos así como su duración para asegurar una operación bajo condiciones económicas y eficientes.

Sus características son:

- Tratamiento de aguas seguro y económico
- Fiable y económico
- Fácil control de las incrustaciones debido a su lavado periódico
- Permite control de flujo mediante la bomba de succión
- Máxima flexibilidad con bombas de velocidad variable (1 - 2 m / s)
- Menos superficie de la membrana en pico de caudal
- Alta permeabilidad de 45 a 60 l/m².h
- Bajo consumo de energía desde 0,4 hasta 1,7 kWh / m³
- Apto para sistemas de UF

En la figura 6-5 se observa el esquema de la configuración propuesta, y en la tabla 6-16, se muestra un resumen de los equipos que configuran el tratamiento biológico del efluente líquido a depurar.

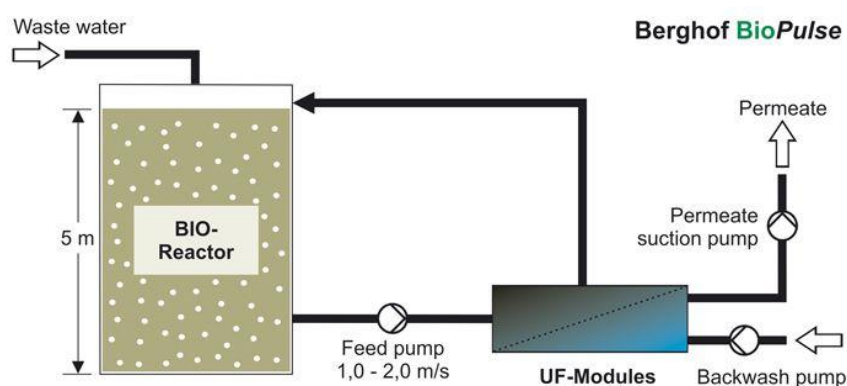


Figura 6- 5 Sistema BioPulse de membranas tubulares Berghof

Las características técnicas de este equipo, así como de sus módulos y membranas, están detallados en su ficha en 2. Equipos.

Tabla 6-16 Equipos tratamiento biológico

ITEM	Denominación
RB-901	Reactor biológico
MB-901	Membrana ultrafiltración
MB-902	Membrana ultrafiltración
CF-902	Decantador centrífugo

6.6. TRATAMIENTO DE LOS GASES RESIDUALES DE LA PLANTA

6.6.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se muestran las diferentes corrientes gaseosas que necesitan un tratamiento previo antes de emitirlas en la atmósfera.

Se proponen diferentes alternativas de tecnologías de tratamiento gaseoso todo destacando las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

Una vez propuestas las diferentes alternativas se elige la más conveniente y la que se adapte más a las características de nuestra corriente.

Se detallan el proceso general de tratamiento de gases explicando la utilidad de cada equipo presente.

Los contaminantes del aire pueden clasificarse en:

Partículas: material líquido o sólido de pequeño tamaño ($< 500 \mu\text{m}$) que es dispersado por el aire. Son formadas por abrasión, condensación o combustión incompleta. Las partículas pequeñas (menores a $10 \mu\text{m}$ y llamadas PM_{10}) afectan seriamente las vías respiratorias.

Gases y vapores, que incluyen a los compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos (COVs y CIVs). Los COVs se han definido como compuestos con carbono e hidrógeno y con presión de vapor mayor a 2 mm Hg (0.27 kPa) a 25°C excluyendo el metano. Los CIVs incluyen los gases de combustión (excluyendo el CO_2) y otros como el H_2S , CS_2 , NO_x , amoníaco, etc. Entre los ejemplos que se pueden citar y que muestran la diversidad, se encuentran:

- a) Malas olores (CIVs y COVs) producidos por plantas de alimentos, rastros, basureros, plantas de tratamiento de aguas, rellenos sanitarios, plantas de compostaje, etc. Se caracterizan por estar formados por muchos compuestos en muy bajas concentraciones ($< 1 \text{ ppm}$) que tienen muy bajos umbrales de detección olfativa.

b) Compuestos orgánicos volátiles producidos por unidades industriales y de servicios que en general comprenden fábricas, talleres de pinturas, tintorerías, imprentas, plantas de reciclado de aceite, lavado de componentes electrónicos, etc. Los COVs pueden incluir algunos compuestos identificados como peligrosos por sus efectos en la salud; emisiones de compuestos azufrados, nitrogenados o halogenados producidos por fundidoras, plantas de celofán y rayón, biogás, amoníaco, industrias de refrigeración y electrónicas, etc. Muchas de estas emisiones son reguladas en países desarrollados.

En nuestro proceso todas las emisiones que se dan se tratan de COVs. En la tabla 6-17 se detallan las principales emisiones de COVs y dónde tienen lugar:

Tabla 6-17 Contenido relativo de COV's (% en peso) para las distintas fuentes

Contenido relativo de VOC (% en peso) para las distintas fuentes								
Compuesto	Vehículos	Vapores gasolina	Refinerías de petróleo	Pinturas	Aguas resid.	Artes gráficas	Vapores	Limpieza deseng. en seco
etano	3,1	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
etileno	18,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
acetileno	7,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
propano	6,7	0,39	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
propileno	3,2	0,0	0,80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
isobutano	1,2	13,4	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
n-butano	9,0	30,2	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
isopentano	7,2	31,4	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
n-pentano	3,2	13,2	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-metilpentano	2,9	4,9	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3-metilpentano	1,9	2,5	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
n-hexano	1,4	2,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,4-dimetilpentano	1,1	0,3	1,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
benceno	6,6	0,5	1,4	0,27	3,2	0,0	0,0	0,0
tolueno	14,2	0,9	4,7	78,3	8,4	93,1	0,0	0,0
etilbenceno	2,0	0,04	0,6	1,4	1,0	0,0	0,0	0,0
p-xileno	6,5	0,04	1,4	8,1	0,0	6,9	0,0	0,0
o-xileno	3,9	0,04	0,85	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0
cloroformo	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0
1,1,1-tricloroetano	0,0	0,0	0,0	0,0	31,6	0,0	55,1	0,0
tricloroetileno	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	0,0	33,3	0,0
percloroetileno	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	0,0	11,6	100
total	100	100	100	100	100	100	100	100

6.6.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS CORRIENTES A TRATAR

Las corrientes del proceso que necesitan un tratamiento son la salida de la purga del absorbedor (**SA 401**) y la salida por cabezas de la primera torre de destilación (**DE 501**).

Además de estos dos corrientes hay que tener en cuenta los discos de ruptura y venteos de los diferentes equipos.

En diferentes equipos del proceso hay un **disco de ruptura** que funcionará en caso de emergencia, cuando la temperatura del equipo alcance el límite en el que la mezcla comenzará a pasar a estado gaseoso, y en el que el disco de ruptura deje salir los gases producidos dentro de dicho equipo.

Todos los equipos y tanques de almacenamiento dispondrán de **venteos** y válvulas de seguridad para evacuar cualquier exceso de presión que se pueda generar dentro de ellos. Estos efluentes gaseosos que se pueden generar en caso excepcional no podrán ser emitidos a la atmósfera sin un tratamiento previo.

El disco de ruptura y los venteos se usan en caso excepcional de una anomalía en el proceso. Por esa razón, se detallará el tratamiento básicamente para la salida de la purga del absorbedor SA 401 y para la salida por cabezas de la primera torre de destilación DE 501.

En las tablas 6-18, 6-19 y 6-20 se detallan las composiciones.

Tabla 6-18 Composición de los gases de la purga del SA 401

Componente	Caudal másico (kg/h)
Acetaldehído	0
Oxígeno	296,14
Agua	20,94
Cloruro de etileno	0,543
Cloruro de metileno	1,76
Etileno	490,1

La temperatura a la que sale esta corriente es de 30°C mientras que la presión es de 1 atm.

Tabla 6-19 Composición de los gases de la salida por cabezas de DE 501

Componente	Caudal másico (kg/h)
Acetaldehído	851,96
Oxígeno	2,43
Agua	62,18
Cloruro de etileno	0
Cloruro de metileno	56,56
Etileno	1,308

La temperatura a la que sale esta corriente es de 54°C mientras que la presión es de 1 atm.

Tabla 6-20 Composición de los gases a tratar totales

Componente	Caudal másico (kg/h)
Acetaldehído	851,96
Oxígeno	298,7
Agua	29,96
Cloruro de etileno	0,543
Cloruro de metileno	58,32
Etileno	485,4

Para saber la temperatura de este corriente total se hace una mediana de las dos corrientes individuales según la cantidad de materia que sale de cada una y se considera que sale a 40°C. La presión sigue siendo la atmosférica.

6.6.3. TÉCNICAS DE TRATAMIENTO

Entre las técnicas de tratamiento de aire contaminado emitido por fuentes fijas se encuentran algunas que se han aplicado durante muchos años y de las cuales se tiene una amplia documentación. En general, estas tecnologías pueden clasificarse en dos grupos dependiendo de las características de los contaminantes; aquellas para el control de contaminantes particulados (sólido o líquido) con diámetro en el orden de micras o menores (polvo, smog, humo, aerosoles) y las usadas para contaminantes gaseosos.

Entre las tecnologías para el control de contaminantes particulados se encuentran los sedimentadores gravitacionales, los separadores centrífugos, incluyendo los ciclones, los filtro de tela, los lavadores líquidos y el precipitador electrostático. En nuestro caso las emisiones son debidas a contaminantes gaseosos. Los sistemas de control para vapores y gases se basan en diferentes principios fisicoquímicos o biológicos.

Se empieza detallando los mecanismos fisicoquímicos. De mecanismos fisicoquímicos encontramos los siguientes:

- La absorción
- La adsorción
- La condensación
- La incineración

Absorción

La absorción es el proceso mediante el cual un o más contaminantes gaseosos son removidos de la corriente del gas a través del contacto íntimo con un líquido que permite que el gas sea disuelto por éste.

Se produce por diferencia entre la presión parcial del gas soluble y la presión de vapor de la mezcla gas-líquido.

Si la diferencia es positiva, se produce la absorción.

Un esquema típico de un equipo absorbedor se muestra en la figura 6-6:

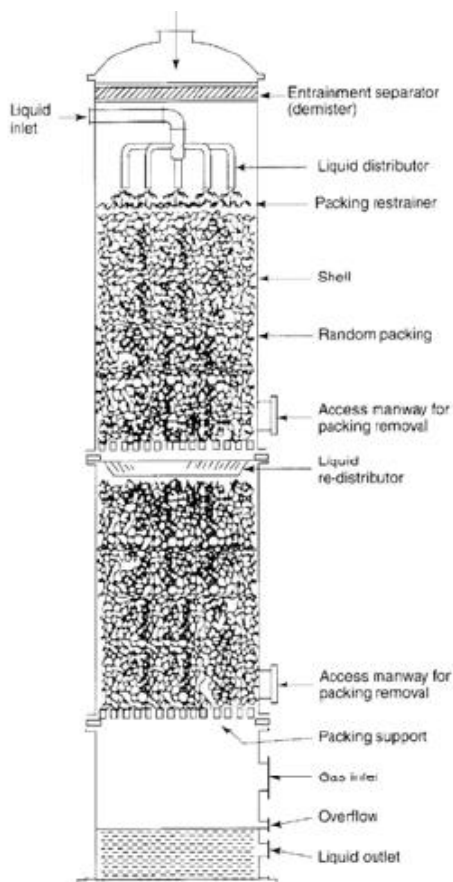


Figura 6- 6 Esquema del funcionamiento de un absorbedor

Los parámetros de diseño son los siguientes:

- El caudal volumétrico de gases.
- La concentración de contaminantes a la entrada (dado por el proceso).
- La concentración de contaminantes a la salida (dado por la norma de emisión).

Y para el procedimiento del diseño se siguen estos parámetros:

- La selección del líquido de lavado.
- El tipo de lecho empacado.
- La estimación del flujo mínimo de líquido.

-La altura y diámetro de lecho empacado.

La eficiencia depende de la solubilidad del contaminante, que a su vez depende de la temperatura, presión y el pH.

Adsorción

La adsorción es el proceso mediante el cual los componentes gaseosos son removidos de un corriente por adherencia a la superficie de un sólido.

La aplicación más frecuente se da en compuestos orgánicos.

Los materiales utilizados como agentes adsorbentes son los siguientes:

- Carbón activo
- Sílica gel
- Alúmina activada
- Zeolitas

Los adsorbentes son caracterizados por estos parámetros:

- Naturaleza química
- Polaridad
- Extensión superficial
- Distribución de tamaños de poros
- Tamaño de partícula

La adsorción puede verse afectada por la humedad, la selectividad, la temperatura, la presión y la presencia de partículas.

Condensación

La condensación es el proceso mediante el cual el gas o vapor pasa al estado líquido.

Cualquier gas puede pasar al estado líquido bajando lo suficiente su temperatura o aumentando lo suficiente su presión o por una combinación de ambos.

Es menos costoso bajar la temperatura que subir la presión.

Los condensadores son simples y relativamente de bajo costo y utilizan normalmente agua o aire para bajar la temperatura.

Son usados como pre-tratamiento de equipos de absorción y adsorción, reduciendo el costo total del proceso.

Pueden ser condensadores convencionalmente, refrigerados o criogénicos.

Incineración

Este término viene normalmente asociado a la destrucción de residuos por combustión con presencia de llama.

La incineración puede ser definida como un proceso de oxidación a alta temperatura en el que el oxígeno del aire ataca moléculas de residuos convirtiéndolas en sustancias como CO_2 y H_2O .

La incineración es a menudo el único método para controlar olores, tóxicos como pesticidas y otras sustancias.

El esquema de un equipo de incineración se muestra en la figura 6-7:

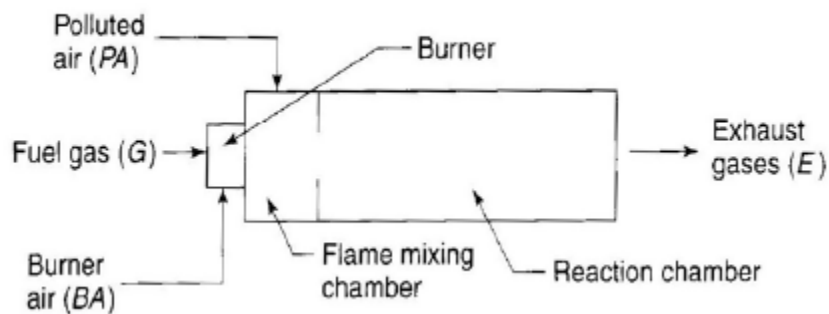


Figura 6- 7 Esquema del funcionamiento de la incineración

A continuación se detallan los mecanismos biológicos de tratamiento de gases.

Estas tecnologías se basan en la degradación o transformación de los contaminantes en compuestos no dañinos. El límite de estos procesos es la biodegradabilidad de los contaminantes.

Encontramos estos tres mecanismos:

- Biofiltros
- Filtros de bio-escurrimiento
- Bio-lavadores

Biofiltros

La biofiltración es sin duda alguna la tecnología de tratamiento biológico de gas más utilizada. Está caracterizada por el uso de un soporte orgánico que provee los nutrientes necesarios para el crecimiento de los microorganismos, transformando el soporte orgánico en un filtro biológicamente activo. Al pasar el aire contaminado a través del lecho, los microorganismos presentes en la superficie del soporte degradan los contaminantes.

Un esquema de un biofiltro se muestra en la figura 6-8:

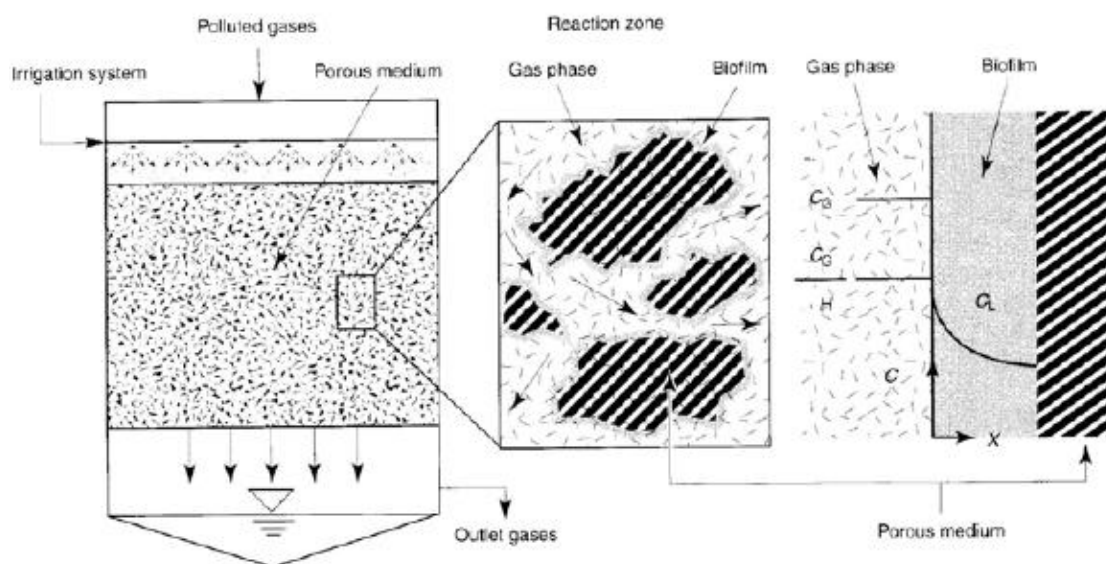


Figura 6- 8 Esquema de funcionamiento de un biofiltro

Filtros de bio-escurrimiento

Los filtros percoladores, tecnología bien conocida en el ámbito físico-químico, realizan la absorción y degradación de los contaminantes en una sola etapa. Con este propósito, el gas contaminado y un medio de cultivo líquido circulan (generalmente en contracorriente) a través de una columna que confina un soporte inorgánico (por ejemplo anillos Rashing).

La presencia de los contaminantes y del líquido nutritivo lleva al crecimiento de microorganismos, en forma de biopelícula sobre el soporte, asegurando que el filtro sea biológicamente activo y por lo tanto, capaz de depurar el gas contaminado. Esta tecnología se distingue por su capacidad para tratar contaminantes medianamente solubles en agua pero también por su sensibilidad y relativamente difícil control.

Un esquema de un filtro bio-escurrimiento se muestra en la figura 6-9:

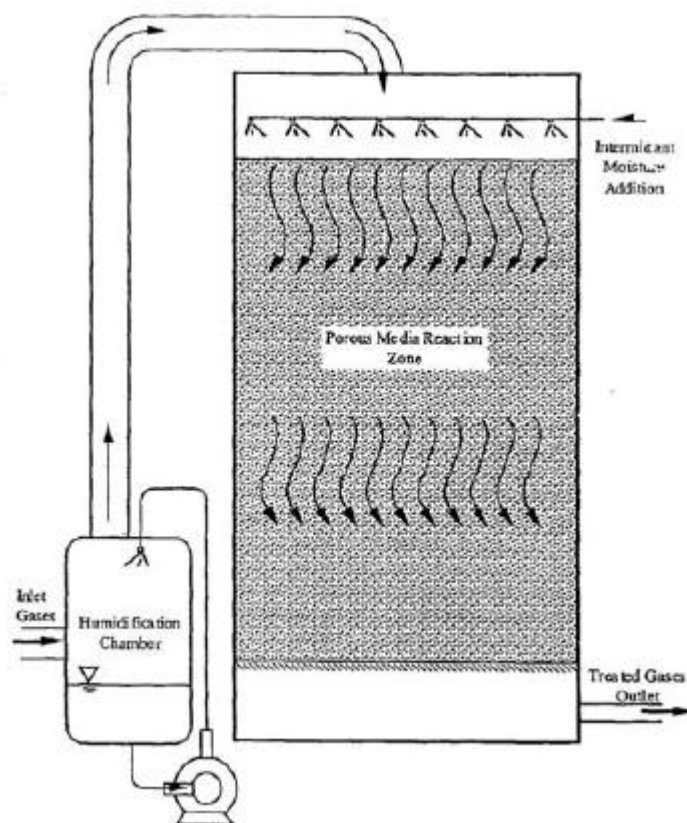


Figura 6- 9 Esquema de un filtro bio-escurrimiento

Bio-lavadores

El bio-lavado es una tecnología de tratamiento en dos etapas. En la primera etapa, el gas contaminado entra en contacto con una fase líquida que absorbe los contaminantes. Después de haber absorbido los contaminantes, el líquido es tratado mediante un proceso biológico tradicional (por ejemplo, mediante un proceso de lodos activados). Esta tecnología se distingue por su sencillez pero al mismo tiempo por su incapacidad de tratar compuestos poco solubles en agua. Su uso es por lo tanto fuertemente limitado.

6.6.4. TÉCNICA DE TRATAMIENTO APLICADA AL PROCESO

El tratamiento más óptimo para las características de la corriente a depurar se ha elegido en base a la figura 6-10, que muestra los rangos de concentración de contaminantes (compuestos volátiles orgánicos) y de flujos de aire en los cuales son más rentables algunas de las principales tecnologías de control.

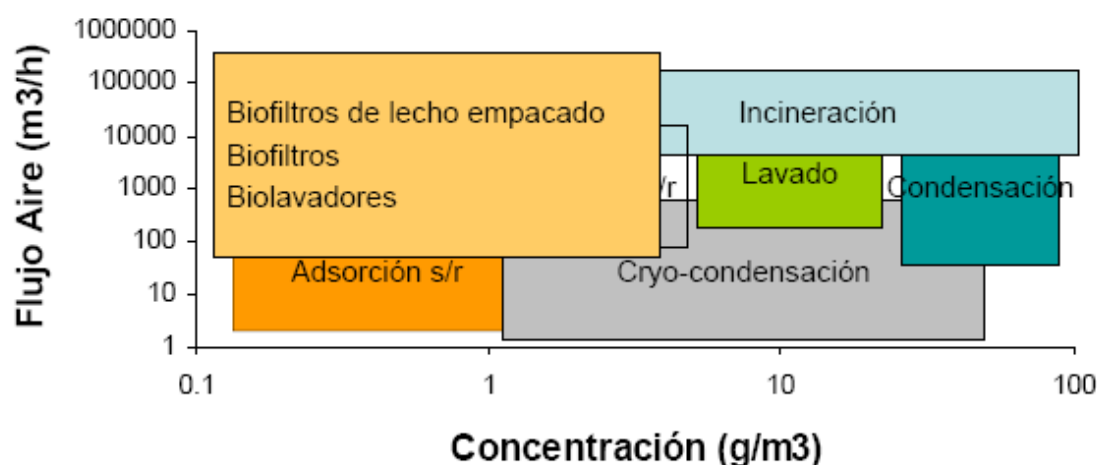


Figura 6- 10 Uso de las diferentes tecnologías de control en función del flujo de aire y la concentración

En primer lugar se muestra el flujo de aire y la concentración que tenemos que tratar en el proceso:

Flujo de aire = **3597 m³/h**

Concentración = **388 g/m³**

La primera cuestión a discutir es la viabilidad de un sistema biológico ya que se trata de los sistemas más económicos por su bajo consumo energético y los que están más bien considerados medio-ambientalmente.

En cuestiones de flujo volumétrico resulta factible, pero debido a su alta concentración se descarta la opción biológica.

Por las características que tiene nuestra corriente y comparándolas con la tabla anterior se denota que el proceso más óptimo sería la condensación, aunque se descarta esta opción por diferentes razones:

- El agua de refrigeración más fría que disponemos en la planta es agua del chiller, y con las temperaturas que refrigera este servicio sólo sirve para condensar el acetaldehído, el cloruro de etileno y el cloruro de metileno. Mientras que el etileno permanece gaseoso.

- Si se condensa esta corriente el resultado es una solución concentrada mayoritariamente por acetaldehído pero no suficientemente alta como en la salida del proceso una vez purificado. Por lo tanto lo único que se consigue con la condensación es pasar el contaminante de la fase gaseosa a la fase líquida y seguimos teniendo gases para tratar.

De los procesos de tratamiento de gases que quedan se opta por la incineración, ya que la oxidación térmica es la forma más sencilla de eliminar los compuestos orgánicos.

Según el flujo de aire que tenemos en el proceso, la incineración no es la técnica más apropiada por aspectos de rentabilidad, pero es necesario hacer la eliminación de estos contaminantes.

La ventaja que se observa en el uso de la incineración es aprovechar su alto desprendimiento energético generando vapor a partir de la salida de los gases una vez combustionados.

Dentro de la incineración, se plantea la idea de combustión catalítica para reducir la temperatura en la que se da la combustión y de esta forma reducir los gastos energéticos. Se descarta debido a la alta concentración de los contaminantes. Esta alta concentración puede producir un aumento de la temperatura en el reactor y a la vez un deterioramiento del catalizador. Además, en la combustión se produce HCl ya que hay compuestos clorados. Este HCl puede inhibir el catalizador.

6.6.5. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO

El proceso de combustión de gases consta de equipos que se detallan en la tabla 6-21:

Tabla 6-21 Equipos para el tratamiento de efluentes gaseosos

ITEM	Denominación
CC-801	Cámara de combustión
KR-801	Kettle reboiler
HE-801	Intercambiador de calor
SA-801	Absorbedor
XE-801	Chimenea

El diseño de estos equipos y sus fichas se detallan en el apartado de la memoria *11- Manual de cálculo y 2-Equipos*.

a) Equipos

- Cámara de combustión

En la cámara o reactor se realiza la combustión de toda la corriente de gas a tratar. La reacción tiene lugar prácticamente a los 1300°C debido a la presencia de compuestos clorados los cuales necesitan estas altas temperaturas para realizarse su oxidación.

Debido a la alta concentración de compuestos orgánicos en la entrada de la corriente contaminada no es necesaria la entrada de más combustible ya que la temperatura alcanzada con dicha corriente ya es la necesaria.

La entrada de combustible sólo se haría en el atípico caso de no alcanzar esa temperatura. Una entrada de aire para combustionar los gases sucios es el único requerimiento.

Un esquema típico de una cámara de combustión se muestra en la figura 6-11:

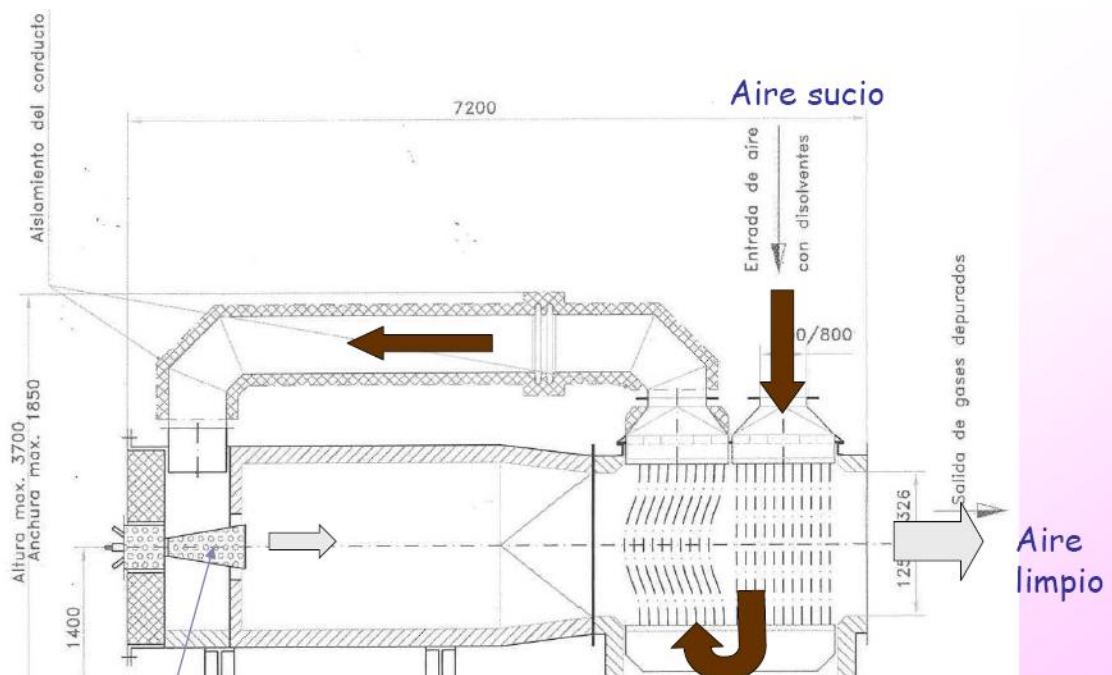


Figura 6- 11 Esquema de una cámara de combustión

- Kettle reboiler

En el kettle reboiler se enfrían los gases que salen de la combustión de unos 1300°C hasta los 213°C.

Este calor cedido sirve para evaporar el agua que está a 213°C y 20 bares y de esta forma obtener vapor de servicio.

Del vapor total que necesita la planta como servicio un 45,49% se genera en este kettle reboiler.

Esta es la ventaja que tiene la incineración tal como se ha comentado, el aprovechamiento de la energía que tienen los gases de combustión en la salida.

- Intercambiador de calor

El hecho de poner este intercambiador de calor es básicamente para bajar la temperatura de los gases de combustión de los 213°C hasta los 40°C. Esta bajada de temperatura es necesaria para que se produzca la absorción en la torre de absorción.

- Absorbedor

Se introduce tal equipo en el proceso de tratamiento de gases para que los gases que salen de la combustión cumplan los límites de emisión de efluentes gaseosos.

Estos límites de emisión vienen presentados en dos decretos reales: RD 1073/2002 y RD 1793/2003. Los límites que hay que cumplir en la salida de gases se muestran en la tabla 6-22 .

Sólo se muestran los gases presentes después de la combustión:

Tabla 6-22 Límites de emisión de gases

Compuestos	Límite de emisión
CO ₂	No hay límite
H ₂ O	No hay límite
HCl	50 mg/m ³

En la salida de la cámara de combustión, hay una concentración de 387 mg/m³ de HCl. Para que se puedan emitir los gases en la atmósfera es necesario un absorbedor para disminuir la concentración por debajo de los límites legales.

La absorción se realiza con agua ya que el HCl tiene una alta tendencia a disolverse en el agua.

- Chimenea

Se utiliza una chimenea para emitir los gases una vez tratados a la atmosfera.

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Índice

7.1 Introducción.....	7-1
7.2 Capital inmovilizado.....	7-2
7.4.1. Cálculo del coste de los equipos.....	7-6
7.3 Capital circulante	7-8
7.4 Costes de fabricación.....	7-9
7.4.1. Costes de fabricación directos.....	7-10
7.4.2. Costes de fabricación indirectos.....	7-10
7.4.3. Costes generales.....	7-12
7.5 Ventas.....	7-13
7.5.1. Ingresos por ventas	7-13
7.6 Cálculo del FGO.....	7-14
7.7 Estudio de la sensibilidad.....	7-19

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 INTRODUCCIÓN

Se realiza a continuación un estudio económico de la unidad de síntesis de acetaldehído planteada.

En este apartado se estudiará el rendimiento económico del proyecto, considerando la inversión inicial, los costos de fabricación y los ingresos por ventas. Con los resultados obtenidos se podrá determinar la viabilidad de la planta y, por tanto, saber si tiene sentido o no la implantación de ésta.

Además se realizará un estudio de sensibilidad sobre el precio de las materias primas.

La inversión inicial es la cantidad de dinero que se debe aportar antes de comenzar la actividad, con el objetivo de comprar bienes y servicios que permiten obtener otros bienes y servicios de mas valor añadido en un determinado periodo de tiempo (normalmente, más de un año). La inversión inicial consta de cuatro componentes):

- Gastos previos: son una partida económica pequeña y conocida anterior al proyecto. Incluye estudios de mercado con el fin de conocer las posibilidades de venta del producto, constitución de la empresa (escrituras), etc.
- Capital inmovilizado: es la parte del capital utilizada en la adquisición de medios transformadores (equipos, aparatos, catalizadores...). Es la partida más alta y no se puede recuperar sin parar la producción. Además, el valor de éste capital se va perdiendo con el tiempo, siendo necesaria una amortización para compensar la disminución del valor del capital inmovilizado (se considera un coste).

- Capital circulante: es la parte del capital destinada al funcionamiento del negocio e incluye, entre otras cosas la compra de materias primas, el pago de salarios, y el dinero de caja. Es imprescindible para poder iniciar la actividad industrial. No es un capital amortizable.
- Puesta en marcha: éste capital incluye coste extras (posibles reparaciones y modificaciones), pérdidas anómalas de productos y la necesidad de más mano de obra. En el caso de una planta de nueva construcción, éste capital se considera una inversión.

Los costos de fabricación son el valor, expresado en dinero, de los bienes y prestaciones utilizados para asumir el objetivo de la empresa, que es la producción. Finalmente los ingresos por ventas son los dineros obtenidos en la venta del producto, que en nuestro caso es el acetaldehído.

7.2 CAPITAL INMOVILIZADO

Para calcular la inversión inicial se ha empleado el método de VIAN, que es un método de factor múltiple que se basa en calcular el capital inmovilizado partiendo del coste de maquinaria y equipos. Cuanto más preciso sea este coste, más real será el capital de inmovilizado encontrado.

En la tabla siguiente se muestran las diferentes inversiones que considera el método y la forma de calcularlos.

Inversión	Definición	Forma de cálculo
I1	Equipos y maquinaria	X
I2	Costes de la instalación de I1	$(0.35-0.5) X$
I3	Tuberías y válvulas	Fluidos $0.6 X$
I4	Instrumentos de medida y control	$(0.05-0.3) X$
I5	Aislamientos térmicos	$(0.03-0.01) X$

I6	Instalación eléctrica	(0.1-0.2) X
I7	Terrenos y edificios	En general, 0.35 X
I8	Instalaciones auxiliares (servicios)	(0.25-0.7) X
Y	Capital físico o primario	Suma de I1 hasta I8
I9	Honorarios del proyecto y montaje	(0.2-0.3) Y
Z	Capital directo o secundario	Suma de Y hasta I9
I10	Contrata de obras	(0.04-0.1) Z
I11	Gastos no previstos	(0.1-0.3) Z

I1: Equipos y maquinaria

El coste total de los equipos y la maquinaria, X, es de **7.248.000 €**.
(Apartado 7.2.1).

I2: Coste de instalación de los equipos

Para calcular el coste de instalación de los equipos se ha considerado que equivale a un **40%** del coste de equipos y maquinaria ya que la planta no dispone de muchos equipos y, en general salvo unas pocas excepciones, no son demasiado grandes. Este coste incluye la instalación y la mano de obra.

I3: Tuberías y válvulas

Se ha calculado como el **60%** de del coste de la los equipos y maquinaria ya que el material del que están hechas la mayoría de las tuberías es caro (AISI 304). Incluye tuberías, válvulas y accesorios, pero no aislamiento.

I4: Instrumentación de medida y control

Éste coste está en función del grado de automatización de la planta. En este caso, se ha supuesto que es el **30%** del coste de equipos ya que existen muchos lazos de control e instrumentación en nuestra planta.

I5: Aislamiento térmico

Se ha previsto un coste equivalente a un **5%** del coste de equipos, que es un valor estándar ya que la planta no está completamente aislada, sino que solo en determinados tramos.

I6: Instalación eléctrica

En este caso también se ha calculado usando un porcentaje estándar del coste de equipos, concretamente es el **15%**. Incluye entre otros, los conductores y la subestación transformadora.

I7: Terrenos y edificios

En este caso, el coste es función del clima y el tipo de equipos. Se ha considerado un **35%** ya que es el valor estándar.

I8: Instalaciones auxiliares

La planta dispone de muchos servicios, hecho que hace pensar que el coste de éstos será un porcentaje elevado del de equipos. Todo esto se ha calculado como el **50%** del coste de equipos, el valor máximo ya que no se incluyen todos los que hay en el apartado de equipos (torres de refrigeración, chillers y caldera).

La suma de las inversiones I1 hasta I8 es lo que se denomina capital físico o primario, y se representa con la letra Y.

I9: Honorarios del proyecto y dirección del montaje

Se calcula como un **20%** del capital físico, e incluye los gastos originados en la dirección del proyecto y las gestiones realizadas por la compra de los equipos.

La suma del capital físico y éste último dan el capital directo o secundario, representado por Z.

I10: Contrata de obras

Se ha calculado como un **7%** del capital secundario. Depende de las dimensiones de la planta y hace referencia a la contratación de obras necesarias para la edificación.

I11: Gastos no previstos

Como indica su nombre, incluye gastos imprevisibles por posibles cambios de precio, etc. Se calcula como un **25%** del capital secundario.

A continuación se adjunta una tabla con las diferentes inversiones.

Inversión	Precio (€)
I1	7.248.000
I2	2.899.200
I3	4.348.800
I4	2.174.400
I5	362.400
I6	1.087.200
I7	2.536.800
I8	3.624.000
Y	24.280.800
I9	4.856.160
Z	29.136.960
I10	2.039.580
I11	7.284.240

El capital inmovilizado calculado vale **91.878.547 €**

7.2.1 Cálculo del coste de los equipos

Nótese que los precios son orientativos y que pueden variar considerablemente dependiendo de la fuente consultada. La mayoría de los precios han sido obtenidos con la herramienta *CAPCOST* (*Capital Cost Estimation Software*).

Se ha utilizado un CEPCI de 500. La equivalencia euro-dólar utilizada ha sido 1 euro = 1.2 dolares (07-06-2010).

A continuación se muestra una tabla con los equipos y su coste total según los parámetros de diseño:

Área 100

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
V101/110	10	71100	592500

Área 200

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
P-201	4	3210	10700
R-201	2	139000	231600
HE-201	2	4700	7800
CO-201	4	188500	628000

Área 300

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
CT-301	2	4700	7800
S-301	2	17000	28000
P-301	4	3735	12400

Área 400

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
SA-401	2	24100	40160
V-401	2	19800	33000
KR-401	2	266000	443000
CP-401	2	54600	91000
CP-402	2	212000	353000
P-401	4	3085	10200
P-402	4	8450	28100
CO-401	2	188500	314000

Área 500

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
DE-501	2	241000	400000
TD-501	2	241000	400000
V-501	2	19800	33000
V-502	2	19800	33000
CT-501	2	21300	35500
CT-502	2	189000	315000
HE-501	2	4700	7800
HE-502	2	38700	64500
HE-503	2	43500	72500
P-501	4	4230	14100
P-502	4	6700	22300
P-503	4	3595	11980
P-504	4	4085	13600
P-505	4	3210	10700
CO-501	4	188500	628300
CO-502	4	188500	628300

Área 600

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
HE-601	2	4700	7830

Área 700

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
V701-701	7	151000	880800

Área 800

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
CC-801	1	414000	345000
XE-801	1	10000	8300
KR-801	1	658000	548300
HE-801	1	103000	85800

Área 900

Equipo	Unidades	Precio unidad (\$)	Coste Total (€)
R-901	1	100000	83300
V-901	1	19800	16500
V-902	1	19800	16500
V-903	1	40900	34000
V-904	1	40900	34000
TD-901	1	68900	32400
CF-901	1	25000	20800
RB-901	1	100000	83300
MB-901	1	25000	20800
CT-901	1	35100	29200
KR-901	1	27800	23100
HE-901	1	64100	53400
HE-902	1	37000	30800

Los costes totales de todos los equipos que intervienen en el proceso ascienden a un montante económico de **7,247** millones de Euros

7.3 CAPITAL CIRCULANTE

Como ya se ha comentado, este capital es el que necesita la planta para comprar materias primas, pagar sueldos, etc. Éste capital no puede ser usado hasta el fin del ciclo de producción, es decir, hasta el momento en el que se vende el producto fabricado.

Hay diferentes métodos para estimar el capital circulante necesario. En este caso se ha empleado un método global que dice que éste equivale a un 10-30% del capital inmovilizado. En este caso se supone un **30%**, es decir, **27.563.564 €**.

7.4 COSTES DE FABRICACIÓN

Una vez se ha determinado la inversión inicial, se han de calcular los costes asociados a la producción de acetaldehído, considerando los valores de bienes y servicios empleados donde se incluyen entre otros la mano de obra y servicios auxiliares. Estos costes se dividen en cuatro grupos:

- Directos: son aquellos que corresponden a un gasto imputable directamente a un producto. Un ejemplo sería el coste de materias primas.
- Indirectos: son los que graban el producto pero no se atribuyen directamente a un producto. Un ejemplo de este tipo de costes son los de laboratorio, el cual no se atribuye a un producto, y por tanto, el precio de éste incluirá un coste que no tiene relación con él directamente.
- Fijos: son los costes independientes de la producción
- Variables: son asimilables a la producción que se tiene. Pueden ser de tres tipos:
 - ✓ Proporcionales: son aquellos costes proporcionales a la producción.
 - ✓ Regulados: varían con la producción de manera no lineal.
 - ✓ Regresivos: aumentan con la producción pero más lentamente que en el caso de los costes proporcionales.
 - ✓ Progresivos: aumentan con la producción pero más rápidamente que en el caso de los costes proporcionales.

Para calcular el coste de fabricación se ha usado el método VIAN, el cual divide los costes en: costes de fabricación directos, indirectos y generales:

7.4.1 Costes de fabricación directos

M1: Materias primas

Se considerarán como materias primas tanto el etileno como el oxígeno. El coste se refiere a un año de producción.

	€/kg
Etileno	0,8
Oxígeno	0,2

	Flujo kg/h	Coste M €
Etileno	3235	18,63
Oxígeno	6206	8,93

Se han encontrado los precios en la web www.icispricing.com

M2: Mano de obra directa

La planta opera en 3 turnos, hecho que implica un total de 59 operarios. Si se tiene en cuenta que el sueldo medio en la industria química es de 25.000 euros, se encuentra que el coste de la mano de obra directa es de **1.475.000 €**.

7.4.2 Costes de fabricación indirectos

M3: Patentes

En este proyecto se ha considerado que este coste es nulo ya que se trata de acuerdo a con las patentes estudiadas de un proceso antiguo, y por tanto las patentes no tienen validez.

M4: Mano de obra indirecta

Este coste hace referencia al personal no implicado directamente en el proceso productivo, como son el personal de seguridad, de limpieza, jardinería. Se calcula como un **30%** del coste de mano de obra directa, obteniendo un coste de **375.000 €**.

M5: Servicios generales

A partir de las materias primas, se puede considerar los servicios externos de la planta resumidas en la tabla siguiente:

Servicio	Precio	Cantidad	Unidades	Precio (€)
Electricidad	0.10 €/KW	5.256.000	KW	525.600
Gas natural	0.05 €/m ³	7.848.960	m ³ /año	392.500
Agua de red	0.18 €/m ³	1.305.240	m ³ /año	234.940

El coste total de los servicios es de **1.153.000 €**.

M6: Suministros

Este coste hace referencia a productos que, a pesar de que se han de comprar regularmente, no se consideran materias primas. Algunos ejemplos serían herramientas, vestuario y equipos de seguridad, lubricante para las máquinas, etc. Se ha calculado como un **1%** del de inmovilizado, es decir, un total de **918.000 €**.

M7: Mantenimiento

Se incluyen dentro de estos costes las revisiones periódicas de la planta, reparaciones y sustituciones de piezas. En cambio, no incluyen ampliaciones del proceso. Dependiendo de las condiciones de trabajo, que en este caso se han supuesto normales, se ha calculado este coste como un **6%** del de inmovilizado.

En total, esta partida son **5.512.000 €**.

M8: Laboratorio

Para garantizar la calidad de los productos fabricados como las materias primas, es necesario disponer de un laboratorio. El coste de esto es un porcentaje de la mano de obra directa, tomando un valor estándar del **20%**. Así pues el coste es **250.000 €**.

M9: Directivos y empleados

Éste coste es función de la complejidad del proceso, pero habitualmente se calcula como un **20%** de la mano de obra directa. Así pues, el coste es de **250.000 €**.

Se incluyen dentro de este coste el salario de los directivos y el equipo técnico.

M10: Tasas e impuestos

Este coste, que asciende a **643.000 €** hace referencia a los pagos administrativos no atribuibles a los beneficios. Se calculan como un **0.7%** de inmovilizado.

M11: Seguros

Únicamente hace referencia a los seguros sobre las instalaciones y edificios, excluyendo la del personal. Se considera que equivale a un **1%** del de inmovilizado, obteniendo **918.000 €**.

7.4.3 Costes generales

G1: Costes comerciales

Este coste se refiere a los viajes, publicidad y marketing utilizados para promocionar el producto. En este caso, se trata de un producto intermedio, de manera que se puede estimar el coste como un **5%** de la suma de los costes de fabricación directos e indirectos. En total, este coste es de **1.952.700 €**.

G2: Gastos administrativos

Incluye el sueldo de los trabajadores de gerencia así como también todos los costes derivados de las oficinas de administración. Este coste es de **1.562.000 €**, y se ha calculado como un **4%** de la suma de los costes de fabricación directos e indirectos.

G3: Servicios técnicos y e innovación

Los servicios técnicos hacen referencia al asesoramiento de clientes sobre los productos. La innovación es imprescindible en aquellas empresas que no quieran quedar obsoletas. Este coste se calcula como un **2.4%** del de inmovilizado, ascendiendo a **2.205.000 €**.

Los costes de fabricación totales son la suma de los costes de fabricación directos e indirectos y de los costes generales. En total, los costes anuales de fabricación ascienden a **44.773.000 €**.

7.5 VENTAS**7.5.1 Ingresos por ventas**

Se ha encontrado el precio del acetaldehído, que es el único producto que se produce, mediante un comercial de dicho producto.

	€/kg
Acetaldehído	2

	Flujo kg/h	Coste MM €
Acetaldehído	8333	119,99

En total, los ingresos por ventas de los productos son **119.990.000 €**.

7.6 CÁLCULO DEL FGO

Una vez obtenido el valor de los ingresos y costes de producción de la planta, se calcula el flujo neto de caja o *cash flow*. Este flujo (Q_j) representa las ganancias en MM€ al año, una vez descontados los costes de producción y de inmovilizado, y descontando la cantidad correspondiente a un 35% de impuestos [12.3]:

$$Q_j = (Ingresos - Costes de producción)(100 - Impuestos) + Amortización$$

Una vez definidos todos los términos se realiza un estudio de la rentabilidad económica del proyecto, teniendo en cuenta en primer lugar que el capital inmovilizado de partida se corresponde con los gastos de ingeniería básica (8%).

El resto del valor de la inversión se realiza en los dos años posteriores, de forma que en el segundo año se invierte un 65% del mismo, mientras que el 27% restante se invierte en el tercer año. De la misma manera, el primer año de producción de la planta se realiza a un 80% de producción, mientras que se considera a partir del tercer año que los ingresos por ventas aumentan un 1,10% cada año y que los costes lo hacen igualmente pero en un 1,05%. Se muestra a continuación la cuenta de resultados de la evaluación económica:

Cuenta de Resultados	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descripción (MM€)											
A1. Capital Inmovilizado	6.43	36.75	55.12								
A2. Capital Circulante			27.56								
A. FI - Fondos Invertidos	-6.43	-36.75	-82.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B1. Ingresos por Ventas			120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
B2. Costes			-51.55	-51.55	-51.55	-51.55	-51.55	-51.55	-51.55	-51.55	-51.55
B. Margen Bruto			68.45	68.45	68.45	68.45	68.45	68.45	68.45	68.45	68.45
C1. Amortización			-9.19	-9.19	-9.19	-9.19	-9.19	-9.19	-9.19	-9.19	-9.19
C. BAI - Beneficio antes de Impuestos			59.26	59.26	59.26	59.26	59.26	59.26	59.26	59.26	59.26
D1. Impuestos			-20.74	-20.74	-20.74	-20.74	-20.74	-20.74	-20.74	-20.74	-20.74
D. BDI - Beneficio después de Impuestos			29.33	29.33	29.33	29.33	29.33	29.33	29.33	29.33	29.33
E. FGO - Fondos Generados por las operaciones	-6.43	-36.75	-62.54	20.14	20.14	20.14	20.14	20.14	20.14	20.14	20.14
F. FGO-R - Movimiento de Fondos Cash Flow Acumulado	-6.43	-43.18	-105.72	-85.57	-65.43	-45.29	-25.14	-5.00	15.14	35.29	55.43

Para el estudio de la rentabilidad del proyecto se utilizan los siguientes parámetros:

- VAN (*Valor Actual Neto*): Debe ser mayor que cero para que la inversión del proyecto sea rentable. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = -I + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{Q_j}{(1+r)^j}$$

I, inversión o activo fijo

Qj, flujo de caja en MM€/año para cada año j

r, interés más la tasa de inflación. Se ha fijado un valor de 8%

j, tiempo para el que se estima el balance económico (10 años).

- TIR (*Tasa Interna de Retorno*): Es el valor de r para el que el VAN se iguala a cero. Indica el porcentaje de rentabilidad de la planta. Se calcula mediante:

$$I = \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1 + TIR + \pi)^j}$$

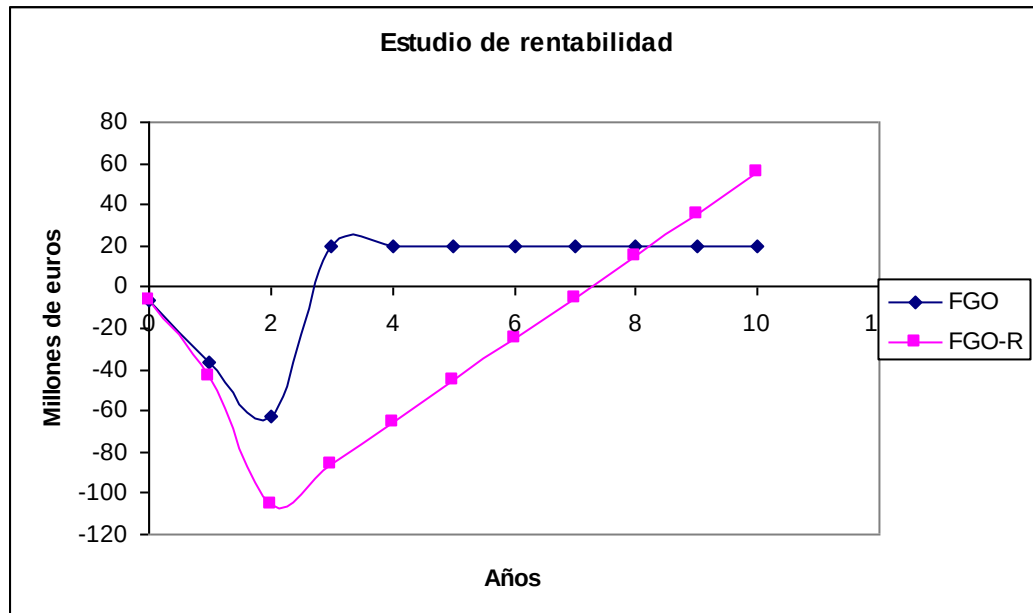
- Tiempo de Retorno ($tr = b$): Es el tiempo necesario para recuperar el valor de la inversión inicial realizada, es decir, el balance acumulado (que se corresponde con la suma de los sucesivos flujos de caja). Se va a obtener:

$$\sum_{j=0}^b Q_j = 0 \rightarrow t_r$$

Los valores de los parámetros previamente explicados son:

VAN (MM€)	4.79
TIR (%)	9

Para calcular el tiempo de retorno representamos gráficamente el flujo de caja acumulado y los fondos generados. Así, se obtiene la siguiente gráfica:



t_r (años)	7.1
--------------	-----

Se obtiene un valor del VAN no muy alto. Sin embargo, no se trata de valores del todo precisos debido a que se realizan en un estudio preliminar y están sujetos a cierta incertidumbre, tal y como se comentaba anteriormente. El valor del TIR es un valor incluso bajo comparado con otros para que un proyecto sea rentable (en un intervalo de 15-20%), por lo que se puede dar como válido ya que no discrepa en exceso.

Por último, se observa que la inversión se recupera a los 7.1 años. Este valor es un poco alto, pero según pasen los años se obtendrá mucho beneficio.

Esto es debido fundamentalmente al alto valor añadido que se le da a los productos del proceso y a su valor en el mercado.

7.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se va a realizar un estudio de la sensibilidad que tienen un par de distintas variables sobre la rentabilidad económica. Dichas variables sometidas a estudio son: el coste del oxígeno (influencia sobre el coste de producción), y el coste del etileno.

El estudio se realiza teniendo en cuenta una variación de la cuantía económica, siendo los resultados obtenidos los siguientes, de forma que se puede comprobar la influencia de los distintos factores:

- Coste etileno:

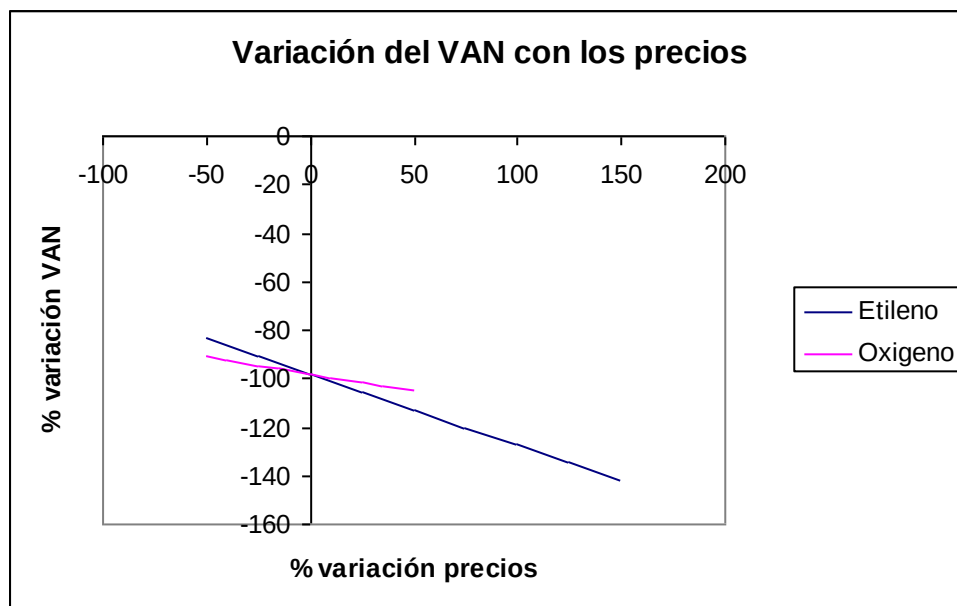
ETILENO			
Precio (€/kg)	%variación	VAN	%variación
0.4	-50	40.46	744
0.6	-25	22.66	373
0.8	0	4.79	0
1	25	-13.05	-372
1.2	50	-30.89	-744
1.4	75	-48.73	-1117
1.6	100	-66.57	-1489
1.8	125	-84.4	-1862
2	150	-102.24	-2234

- Coste oxígeno:

OXIGENO			
Precio (€/kg)	%variación	VAN	%variación
0.1	-50	21.9	357
0.12	-40	18.48	285
0.15	-25	13.34	178
0.17	-15	9.92	107
0.2	0	4.79	0
0.22	10	1.37	-71
0.25	25	-3.77	-178
0.27	35	-7.19	-250
0.3	50	-12.32	-357

Analizando la sensibilidad de las variables sometidas a estudio, se observa que el factor más importante y que más influencia va a tener en la rentabilidad de la planta es el precio del etileno; si disminuye el precio la rentabilidad aumenta en mucha consideración, mientras que si disminuye el precio de la otra materia prima la rentabilidad es mucho menor que en el otro caso.

A continuación se muestra la representación de la sensibilidad en términos del VAN:



Esto es coherente puesto que el etileno es la materia prima más cara.

8 PUESTA EN MARCHA

8.1. Introducción

El objetivo de la puesta en marcha de la planta es llegar al estado estacionario. Mientras se está llevando a cabo la puesta en marcha el control se hace de forma manual. En el momento en que las condiciones de operación se mantengan constantes en el tiempo, el funcionamiento de la planta pasará a controlarse automáticamente.

La puesta en marcha se llevará a cabo en los siguientes casos:

- Al iniciar el proceso de fabricación por primera vez.
- Después de cada una de las tres paradas previstas al año.
- Después de cualquier parada no prevista.

Hay que decir que hay una diferencia importante en iniciar el proceso de fabricación por primera vez o realizar una parada. En el primer caso todos los equipos están vacíos lo cual implica que se tendrán que ir llenando uno por uno. Esto se reflejará también en las recirculaciones ya que en un principio estas no existirán.

8.2. Tareas previas a la puesta en marcha

Para facilitar los trabajos de la puesta en marcha, estos se deben hacer de forma secuencial:

Comprobaciones generales y conceptos previos

Antes de la puesta en marcha se debe verificar que todo está preparado por si surge cualquier contratiempo o se produce algún accidente.

SERVICIOS GENERALES:

- Inspección del suministro eléctrico: comprobación de que el suministro eléctrico en la planta funciona correctamente, en todos los equipos e instrumentos que lo necesiten.

- Agua de proceso: comprobar que no hay ningún problema con su suministro.

SEGURIDAD:

- Comprobaciones a llevar a cabo:
 - Asegurarse de que los extintores están llenos y ubicados en su zona.
 - Instalación y buen funcionamiento de las duchas de emergencia y lavaojos.
 - Calibración y buen funcionamiento de los sensores y alarmas de máxima y mínima en planta.
 - Botiquines en buen estado y con el material necesario en cada zona en que esté disponible.
 - Taraje de las válvulas de seguridad realizado correctamente e inspección del estado de los discos de ruptura.
 - Instalación correcta de la señalización de seguridad en la planta
 - Alarmas de emergencia y de evacuación conectadas.

EQUIPOS DE PROCESO

- Pruebas hidráulicas: este procedimiento se realiza en las operaciones previas de la primera puesta en marcha. Consiste en hacer circular agua de distribución de la planta, a la cual se le añade un pigmento para poder localizar con mayor facilidad posibles fugas, a través de los equipos, las tuberías y los accesorios. Sirve para comprobar que las soldaduras están en buen estado, que la unión entre tramos embridados es buena y que los equipos no tienen ningún poro. En definitiva, se pretende comprobar que la instalación está correctamente y que no hay fugas en ningún punto.
- Encebado de las bombas de la planta: consiste en encender la bomba que se está tratando y en cerrar la salida de líquido de la misma.
- Comprobación de los instrumentos eléctricos: se trata de asegurarse de que funcionan correctamente todos los elementos eléctricos que se activan desde la sala de control.

8.3. Puesta en marcha del proceso por primera vez

La primera vez que se pone el proceso en funcionamiento hay que tener en cuenta que todos los equipos están vacíos y se tendrá que estar pendiente de que el fluido vaya llegando a cada equipo correctamente y de que no sobrepase el nivel de ningún equipo.

Las recirculaciones que hay en el proceso no existen y por lo tanto se tendrán que introducir de alguna otra forma.

Empezando por el principio del proceso con los reactivos, el etileno no pasará por el KR-401A/B ya que no habrá el fluido del proceso para que lo pueda enfriar. Por este motivo, en la puesta en marcha de la planta, el etileno tendrá que pasar por un evaporador que utilizará vapor de agua de servicio.

De esta forma el etileno y el oxígeno se introducirán directamente hacia el reactor (R-201A/B) a las condiciones de operación del estado estacionario.

En un principio el R-201A/B se encontrará con su nivel calculado de agua y se le tendrán que añadir las cantidades de catalizador del estado estacionario. Estas cantidades son las que se mantendrán en el reactor ya que no hay pérdidas de ellas. Sólo hace falta cambiarlas cada vez que se pare la planta.

En los primeros minutos de reacción, debido que el sistema no se encuentra en su estado estacionario el nivel de conversión de la reacción no será el deseado.

Otro motivo por el cual no se alcanzará la conversión deseada es que el catalizador necesita estar bien disuelto en el agua y para estarlo hará falta que pasen los reactivos gaseosos (oxígeno y etileno) para tener una mezcla perfecta.

También se tendrá que añadir más reactivo (oxígeno y etileno) en la entrada principal ya que la recirculación del absorbedor de estos componentes tardará un tiempo determinado en darse lugar.

Otro aspecto a tener en cuenta es la evaporación del agua que tiene lugar debido al calor liberado en la reacción. Esta agua evaporada se tiene que recuperar por algún lado ya que la recirculación que se da en la línea 417 no existe y se tiene que añadir toda esta cantidad con agua de red para compensar las pérdidas y mantener constante la solución del reactor.

Una vez el fluido del proceso llega en el absorbedor (SA-401A/B) vuelve a aparecer el problema de la recirculación de la línea 512. Esta recirculación, en la puesta en marcha tampoco existe lo cual implica que se tendrá que añadir toda esta cantidad con agua de red para que la absorción tenga lugar con las condiciones apropiadas.

Cuando las recirculaciones empiezan a llegar a estos dos equipos se deja de añadir esta agua de red en las líneas 417 y 512.

El etileno ya no hace falta calentarlo en el evaporador con vapor de servicio sino que ya se hará circular por el evaporador KR-401A/B.

También se deja de añadir etileno y oxígeno de más ya que ya llega el resto de la cantidad necesaria de reactivos con la recirculación del absorbedor (SA-401A/B).

Para que se pueda cumplir toda la puesta en marcha de la planta es necesario también que todos los servicios funcionen correctamente.

Por esto se tendrá que añadir en un principio toda el agua necesaria en las torres de refrigeración y en los chillers para que efectúen su servicio.

Los requerimientos de vapor de agua de la caldera serán mucho mayores al inicio ya que toda la parte de reaprovechamiento de energía de todo el sistema (el evaporador KR-401A/B y el evaporador KR-801A/B) no estará disponible.

Por esta razón se utilizarán las dos calderas instaladas en la planta.

De esta forma en el momento en que todos los equipos estén llenos del corriente específico y todas las recirculaciones tengan lugar habrá que esperar que todo el sistema se ponga en estado estacionario.

A partir de este punto el procedimiento a seguir por la puesta en marcha de la instalación, no variará mucho de la puesta en marcha después de una parada.

8.4. Puesta en marcha del proceso después de una parada

Después de una parada del proceso todas las válvulas y bombas del proceso estarán cerradas.

En una parada del proceso se aprovecha para supervisar todos los equipos y hacer algún cambio de ellos si es necesario.

Es en estas paradas cuando se aprovecha para realizar el cambio del catalizador del reactor ya que todos los catalizadores tienen un tiempo de vida útil, y cuando este se termina, el catalizador deja de tener sus propiedades características.

Para volver a empezar la marcha del proceso se abren todas las bombas y válvulas del proceso y se activan los lazos de control pero se deja todo en modo manual, de manera que cuando el sistema vuelve a estar a régimen se pone el modo automático.

En el reactor (R-201A/B) vuelve a aparecer el problema anterior de realizar la mezcla del catalizador ya que tal como se ha dicho se añade de nuevo. Por lo tanto se introducirán los reactivos gaseosos para que efectúen la mezcla del catalizador para volver a obtener la solución. Una vez esté todo el catalizador bien disuelto la reacción empezará y se tendrá que esperar que llegue al estado estacionario para alcanzar la conversión deseada. Este tiempo será cuestión de minutos.

En el resto de los equipos, el estado estacionario llegará en función del tiempo que tarde el reactor a alcanzar su conversión esperada.

9 OPERACIÓN DE LA PLANTA

Una vez finalizada la puesta en marcha, se empiezan a obtener dadas reales de operación de los puntos que se consideran relevantes en el proceso, y que servirán para otras puestas en marcha. Además también servirán para compararlas con los datos calculados teóricamente, que permitirán conocer si existe algún punto que provoque un mal funcionamiento de la planta. Por este motivo se deberán realizar todas estas medidas lo más rápido y cuidadosamente posible, para rectificar cualquier anomalía que se encuentre en el producto analizado. Los encargados de tomar las medidas lo tendrán que hacer de forma sistemática, en intervalos frecuentes durante la operación de la planta. No obstante sería conveniente que la frecuencia de obtención de muestras fuese superior mientras se realiza la puesta en marcha, para asegurar que la planta funciona correctamente.

Transcurrido un tiempo desde la puesta en marcha de la planta, se procederá a hacer una evaluación inicial del funcionamiento y eficacia de ésta y se harán las modificaciones que se crean oportunas.

También es muy importante tener en cuenta que la operación de la planta tenga una cierta flexibilidad. Esto permitirá que la empresa, en un momento dado, pueda realizar algún cambio de la demanda del producto y hacer pequeñas adaptaciones, dentro del margen que permita la instalación, para ajustar la producción a la demanda del mercado.

Pese a haber hecho un diseño esmerado del proceso, siempre pueden aparecer pequeños fallos que será preciso corregir. Estos problemas serán más notorios en la puesta en marcha y pueden tener diferentes naturalezas, por ejemplo: fallos de equipos, fugas, incrustaciones, oxidaciones, problemas mecánicos y eléctricos de los equipos, aislamientos inadecuados, problemas de calidad provocados por fallos en los equipos, menor succión de las bombas debido a que están mal selladas, deficiencias en la fabricación o diseños defectuosos de equipos.