



APARTADO 04

Tuberías, válvulas
y accesorios



Índice

4.1 Tuberías	3
4.1.1 Introducción	3
4.1.2 Nomenclatura de las tuberías.....	3
4.1.3 Aislamiento de las tuberías.....	10
4.1.3.4 Listado de tuberías.....	13
4.2 Accesorios.....	21
4.2.1 Introducción	21
4.2.2 Nomenclatura	21
4.2.3 Listado de los accesorios:.....	22
4.3 Válvulas.....	27
4.3.1 Introducción	27
4.3.2 Tipos de válvulas	28
4.3.3 Nomenclatura de las válvulas.....	31
4.3.4 Válvulas en los tanques pulmón	33
4.3.5 Listado de válvulas.....	33
4.4 Bombas y Compresores	37
4.4.1 Introducción	37
4.4.2 Compresores.....	38
4.4.3 Listado de bombas y compresores	38
4.4.4 Hojas de especificaciones de las bombas	39
4.4.5 Hojas de especificaciones de los compresores	46

4. VÁLVULAS TUBERIAS Y ACCESORIOS

4.1 Tuberías

4.1.1 Introducción

En las plantas químicas los fluidos son transportados de un equipo a otro mediante conexiones que reciben el nombre de tuberías. Dichas tuberías son muy importantes para el buen funcionamiento de todos los equipos presentes, ya que si una de ellas fallara el proceso dejaría de ser continuo y se plantearían distintos problemas de funcionamiento.

Aun teniendo las medidas de seguridad y control para evitar posibles riesgos en el proceso, para el buen diseño de las tuberías hay distintos parámetros que se tienen que tener en cuenta, las más representativas son: diámetro nominal, caudal, tipo de fluido que circulará por la tubería, presiones y temperaturas de diseño y operación, material de construcción y por último aislamiento y espesor siempre y cuando sea necesario.

4.1.2 Nomenclatura de las tuberías

Debido a la gran cantidad de tuberías que se encuentran en la planta, es necesaria una nomenclatura que permita reconocer de manera fácil y rápida cada tubería. Para ello se usará un código estándar que consta de cinco grupos bien diferenciados el cual describe una característica específica de la tubería. Los distintos grupos se muestran a continuación:

DN-M-PD.B- P- NL

Grupo 1

El primer grupo, DN se refiere al diámetro nominal de la tubería en pulgadas. Para el cálculo del diámetro es necesario conocer el área de sección que se calcula como el cociente entre el caudal volumétrico en dicho tramo y la velocidad típica del fluido.

La velocidad del fluido viene determinada según el tipo de fluido que tenemos. En general si el fluido es un gas la velocidad típica se encuentra entre 10- 30 m/s, por lo contrario si el fluido es un líquido la velocidad típica tiene valores entre 1.5 y 2.5 m/s.

En nuestro caso los valores fijados para el cálculo de la velocidad son 20 m/s para los gases y 2 m/s para líquidos.

Por las tuberías en las que circulan gases y líquidos se calcularan por separado las áreas de cada fluido teniendo en cuenta la fracción molar que circula por la tubería y se sumaran dando como valor final el área total de dicha tubería.

A continuación se muestra la tabla utilizada para aproximar el diámetro calculado con los valores estándares de fabricación.

Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Diametro Nominal DN [mm]	Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Nominal Diameter DN [mm]	Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Nominal Diameter DN [mm]
1/8	6	6	150	48	1200
1/4	8	8	200	52	1300
3/8	10	10	250	56	1400
1/2	15	12	300	60	1500
3/4	20	14	350	64	1600
1	25	16	400	68	1700
1 1/4	32	18	450	72	1800
1 1/2	40	20	500	76	1900
2	50	24	600	80	2000
2 1/2	65	28	700	88	2200
3	80	32	800	96	2400
3 1/2	90	36	900	104	2600
4	100	40	1000	112	2800
4 1/2	115	42	1050	120	3000
5	125	44	1100	128	3200

Figura 1: Diámetros estándares de las tuberías

Grupo 2

El segundo grupo indica el material con la que está hecha la tubería. El material se escoge teniendo en cuenta las características del fluido. Es muy importante la buena elección del material para evitar la corrosión y mantener un buen estado de las tuberías y los equipos.

A continuación a la tabla 4.2 se muestran los tipos de materiales empleados para la construcción de las tuberías.

Tabla 1: Nomenclatura de los materiales

SIGLAS	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
AceroCT	P	Acero al Carbono con recubrimiento interior esmaltado
AISI 316 L	I	Acero inoxidable
PVC	PL	Cloruro de Polivinilo

En la industria, los materiales de construcción más usados son los aceros. En este proyecto se utilizaran dos tipos de acero: el acero al carbono i el acero inoxidable AISI 316 L. Además de los aceros existen materiales más económicos hechos a base de resinas sintéticas que han dan muy buenos resultados por su relación calidad – precio para productos que no presentan ningún tipo de corrosión. El material usado en este proyecto para las tuberías que no presentan corrosión es el PVC.

A continuación se detallan los materiales de las tuberías de la planta:

- **AISI 316 L:** este tipo de acero inoxidable se usa en piezas que requieren una alta resistencia en la corrosión localizada y cuando además se necesita una menor proporción de carbono que el tipo 304 para restringir la precipitación de carburos que resultan de la soldadura, especialmente cuando las partes no pueden recibir tratamiento térmico después de soldar.
- **ST 195T:** es un tipo de acero al carbono con una composición química de 0.2 % máximo de Carbono, 1.40 % máximo de Manganese, 0.035 % Fósforo y 0.030 % Azufre. Este tipo de acero al Carbono puede presentar corrosión altas temperaturas, por lo que se utilizará en las tuberías que tengan un rango de temperatura inferior a 120ºC.

Para evitar problemas de corrosión y para una mayor eficiencia del proceso, el recubrimiento interior de las tuberías de ST 195T serán teflonadas.

El Teflón posee un bajo coeficiente de fricción, inferior a 0,1. El coeficiente de fricción representa la facilidad o dificultad que poseen los cuerpos para deslizarse unos sobre otros o sobre cualquier superficie. Mientras menos resistencia oponga y más fácilmente se deslicen, más bajo será su coeficiente de fricción.

Al ser un material inerte, el Teflón es también antiadherente. Esa propiedad lo hace muy resistente frente al ataque de infinidad de productos químicos; por esa razón presenta una alta resistencia al ozono, a los ácidos y bases concentradas o diluidas, a los hidrocarburos y a los disolventes orgánicos.

El comportamiento del Teflón resulta ser excelente dentro de un amplio rango de variación de temperaturas extremas. Ese rango se mueve entre los 260 °C (alta temperatura) hasta los -240 °C (temperatura muy baja o de criogenización), sin que se alteren sus propiedades físicas. Por otra parte, su punto de fusión inicial es de aproximadamente 342 °C.

Además de sus propiedades antiadherentes y su bajo coeficiente de fricción, el Teflón posee también una alta resistencia, tanto a la humedad, como al paso del tiempo y a los rayos ultravioleta (UV). Del mismo modo su anti adherencia lo convierte en un material impermeable y de fácil de limpieza.

- **PVC:** el policloruro de vinilo se caracteriza por ser un material dúctil, tenaz i presentar estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Es un tipo de material más económico que los aceros y se usa por conducciones donde los fluidos no presentan corrosión. Este tipo de material será usado por ejemplo en las tuberías de servicios de agua de las torres de refrigeración.

Las tuberías de acero al carbono y acero inoxidable serán proporcionadas por la empresa Grupo Almensa. En cambio las tuberías de PVC serán subministradas por la empresa Tuyper Group.

Grupo 3

La primera cifra de este grupo (PD) hace referencia a la presión nominal (o de diseño), la segunda (B) hace referencia al tipo de unión que se usa en la tubería.

La presión nominal es un parámetro que aporta el fabricante y hace referencia a la presión máxima que podrá soportar la tubería. Es requisito indispensable para mantener la seguridad en la planta que la presión nominal sea superior a la presión de operación. Además va relacionado con el espesor de la tubería, ya que como más presión tenga que soportar la tubería mayor será el espesor de esta.

Las bridas son elementos destinados a permitir la unión de las partes que conforman la instalación ya sean accesorios, equipos o entre tuberías. Es un elemento que nos facilita la limpieza, el mantenimiento y el montaje de la planta. Las bridas pueden ser de muchos materiales distintos, pero se tiene que tener en cuenta que la brida tiene que ser del mismo material que la tubería o equipo a la que se une. Existen 2 claros grupos de bridas: las soldadas y las roscadas. El primer grupo se utiliza para fluidos que presentan una alta corrosión y altas presiones y temperaturas. En cambio el segundo grupo de bridas se utiliza para presiones bajas, temperaturas moderadas y con baja corrosión.

El montaje que se sigue para la correcta instalación es el siguiente: se conectan dos bridas, cada una perteneciente a una tubería o equipo el cual se desea unir. Entre las bridas se coloca una junta, la cual permite que exista un flujo entre brida y brida.

En el mercado existen distintos tipos de bridas, a continuación se describen las bridas presentes en este proyecto y la nomenclatura utilizada.

Tabla 2: Tipos de bridas utilizadas en el proyecto

TIPO DE BRIDA	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA
BRIDA INTEGRAL	Este tipo de bridas tienen un cuello alargado y de forma cónica. En su extremo se suelda la tubería que se desea utilizar. El cuello da robustez ante la contracción y la dilatación por lo que dan buenos resultados para fluidos de alta presión. Son muy usadas en equipos de servicio, especialmente cuando se trabaja con corrientes de vapor.	1
BRIDA SOLDADA DESLIZABLE	Es un tipo de brida que se desliza sobre los extremos de la tubería y luego son soldadas en el lugar. Debido a que el tubo se desliza en la brida antes de la soldadura, tiene un cubo bajo. El interior y exterior de la brida están soldados, resultando en una resistencia suficiente y sin perdidas. Son fácilmente fijadas y soldadas. Es perfecta para aplicaciones de baja presión	2
BRIDA ROSCADA	Este tipo no requiere soldaduras. Es un tipo de brida que permite un montaje rápido, eficaz y sencillo, pero que a la vez puede presentar fugas por dilatación. Es muy común usarlas en situaciones de alta presión y temperatura ambiente cuando los materiales presentan problemas de soldadura.	3
BRIDA ROSCADA DE ENCHUFE	Estas bridas son similares a las bridas deslizables en cuanto fabricación, pero ofrecen una alta resistencia al desgaste cuando se subministra una soldadura interna. Son utilizadas en diámetros pequeños y alta presión.	4
BRIDA CIEGA	Este tipo de brida no tiene agujero en el medio y su función principal es cerrar extremos del sistema de tuberías. Se usan principalmente para tareas mantenimiento.	5
BRIDA DE ORIFICIO	Son usadas en los puntos donde se requiere una medida. Constan de dos agujeros roscados para conectar los medidores.	6
BRIDA LOCA	Se usan en tuberías de diámetros grandes y que han de ser desmontadas frecuentemente.	7

Hay que tener en cuenta que para el buen sellado de las tuberías en medio de cada brida se colocará una junta. Las juntas dependen del tipo de material de la brida y del fluido que circula por el interior. Las juntas utilizadas en esta planta industrial son de plásticos y de metal. Las juntas de metal serán del mismo material que la brida por donde circula el fluido y se fijarán en el interior de las bridas con productos muy corrosivos. Las tuberías que el nivel de corrosión y temperatura lo permita serán con bridas de politetrafluoroetileno (PTFE).

En la nomenclatura presente en este proyecto se describe una brida por tubería, pero hay que tener en cuenta que las tuberías comerciales utilizadas en este proyecto medirán entre 5 y 6 metros de longitud, por lo que será necesaria más de una brida por tubería. Las bridas de toda la tubería serán igual que la brida descrita en la nomenclatura de la tubería a excepción de las bridas de orificio que se pondrán el tramo de tubería dónde se quiera realizar la medida y las otras bridas se elegirán según las características de la tabla 4.3. Poner tuberías entre 5 y 6 metros nos permite facilitar las tareas de montaje y mantenimiento de la planta.

Todas las bridas serán proporcionadas por AHAD TUBELINE. Las juntas para las bridas nos las proporcionará la empresa JIN (Juntas industriales y navales).

Grupo 4

Este grupo indica el fluido que circula por el interior de la tubería. A continuación se muestra la tabla de todos los componentes de la planta.

Tabla 3: Nomenclatura de las corrientes de la planta.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
AA	Ácido Acético
ET	Etileno
O	Oxígeno
ME1	Ácido Acético, Etileno, Dióxido de Carbono, Oxígeno
AG	Agua
ME2	Etileno, Dióxido de Carbono, Oxígeno, Acetato de vinilo, Ácido Acético, Agua
ME3	Dióxido de Carbono ,Oxígeno, Acetato de Vinilo, Ácido Acético, Agua
ME4	Etileno, Dióxido de Carbono, Oxígeno, Acetato de Vinilo, Ácido Acético
ME5	Dióxido de Carbono, Acetato de Vinilo
ME6	Acetato de vinilo, Ácido acético, Agua
ME7	Dióxido de Carbono, Ácido acético, Agua
ME8	Etileno, Dióxido de Carbono, Oxígeno, Ácido Acético, Agua
VAM	Acetato de Vinilo

Grupo 5

Los tres primeros números indican en qué área se encuentra el equipo y los dos últimos dígitos el número de tubería de dicha área.

A continuación se muestran las áreas de la planta.

Tabla 4: Nomenclatura de las distintas zonas de la planta

ÁREA	DESCRIPCIÓN
100	PRIMERAS MATERIAS
200	REACCIÓN
300	PRIMERA ETAPA DE SEPARACIÓN
400	SEGUNDA ETAPA DE SEPARACIÓN
500	SEPARACIÓN DEL GAS
600	PURIFICACIÓN DEL VAM
700	PRODUCTO FINAL
800	SOCIAL
900	TALLER
1000	SERVICIOS
1100	RESIDUOS
1200	SALA DE CONTROL
1300	AMPLIACIÓN

4.1.3 Aislamiento de las tuberías

El aislamiento es un factor que se debe tener muy en cuenta a la hora de diseñar las tuberías ya que permite evitar las pérdidas de energía y mantener la temperatura del fluido a la temperatura de operación. El aislamiento térmico es un material no muy económico, pero a la vez sale a cuenta ya que si no se dispone de un buen aislamiento una vez el fluido llegue al equipo deseado las condiciones de temperatura no serán las deseadas y se tendrá que poner un equipo de frío o calentamiento para tener el fluido a la temperatura deseada para el proceso. Además del coste económico que supondría no tener un buen aislamiento térmico, también es un factor de seguridad para los operarios de la planta, ya que evita el riesgo de quemaduras graves (Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios RD-1027/2007)

Según la legislación vigente de este país se considera que la superficie de la tubería no puede superar los 50º C y tampoco puede ser inferior a 5ºC. Por lo tanto todas las tuberías que superen estos rangos deberán tener aislamiento térmico.

A continuación se describen los materiales utilizados en este proyecto.

Lana de Roca (LR)

Este tipo de material es perteneciente a la familia de lana mineral fabricada a partir de roca volcánica. Se utiliza principalmente como aislamiento térmico y como protección pasiva contra el fuego en la edificación, debido a su estructura fibrosa multidireccional,

que le permite albergar aire relativamente inmóvil en su interior. La estructura de la lana de roca contiene aire seco y estable en su interior, por lo que actúa como obstáculo a las transferencias de calor caracterizándose por su baja conductividad térmica, la cual está entre los 0.050 y 0.031 W/m·K, aislando tanto de temperaturas bajas como altas.

Las principales materias primas usadas en la fabricación de la lana de roca son basalto, ofita y escoria, usándose el carbón de coque como fuente de energía. Estos materiales se introducen en un horno tipo cubilote y son fundidos hasta convertirse en el vidrio que se transformará posteriormente en lana de roca. Durante este proceso se genera una pequeña parte de desechos, los cuales son reciclados mediante la introducción de los mismos de nuevo al horno en forma de briquetas.

Este proceso es beneficioso para al medio ambiente puesto que se sustituye materias primas por materiales de deshecho con composición química similar.

Por la propia naturaleza de los materiales usados en el proceso, la lana de roca tiene más porcentaje de componentes martensíticos que la lana de vidrio por lo que su punto de fusión es mucho más alto. Por esta razón los materiales fabricados a partir de lana de roca soportan más temperatura que los fabricados con lana de vidrio sin deteriorarse y son utilizados para algunos usos especiales en soluciones constructivas donde la resistencia al fuego es crítica, como por ejemplo en la fabricación de puertas cortafuego. El hecho que el material no sea combustible (clase A1 según la clasificación Europea) significa que además servir como aislamiento térmico, también sirve como protección contra el fuego y por lo tanto es un factor de seguridad.

Este tipo de material aislante será utilizado para aislar las tuberías que se encuentren por encima de los 85°C i también por debajo de 5°C.

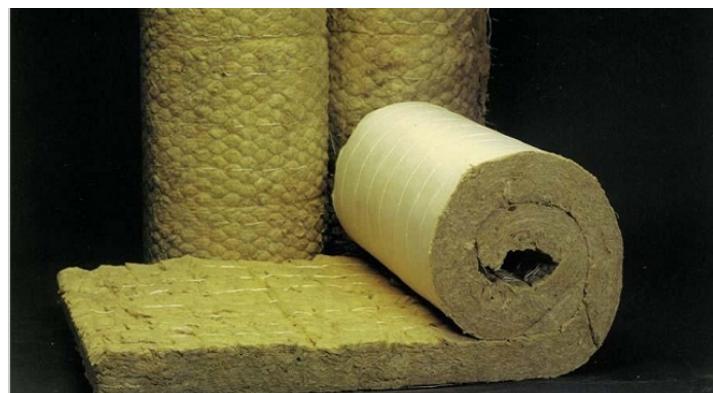


Figura 2: Lana de Roca utilizada en el proyecto

Armaflex (ARMF)

El Armaflex es un tipo de material aislante de color negro. Presenta una elevada resistencia a la difusión de vapor de agua, baja conductividad térmica y protección antimicrobiana (reduce el crecimiento de bacterias y moho).

Este tipo de material, al igual que la lana de roca, también sirve de protección contra incendios.

Este tipo de material será usado para el aislamiento de tuberías que se encuentran entre los 5 y los 85ºC.



Figura 3: Armaflex utilizado en el proyecto

Los dos tipos de aislamiento térmico nos serán proporcionados por la Empresa Isover.

4.1.3.1 Especificaciones de los productos

A continuación se muestran las especificaciones de los dos productos que ofrece la empresa.

Lana de Roca

WS	Absorción de agua a corto plazo		Kg/m ²	< 1	EN 1609
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua, μ		-	1	EN 14303
	Reacción al fuego		Euroclases	A1	EN 13501-1
DS	Estabilidad Dimensional		%	< 1	EN 1604
ST(+)	Temperatura límite de empleo		°C	560	EN 14706

Figura 4: Características de la Lana de Roca que ofrece la empresa Isover

Armaflex

λD	Conductividad térmica		W/m·K (0°C)	Coquillas 9-19 MM Plancha 6-25 mm, cinta Coquillas 25-40 mm Planchas 32-40 MM	≤0,036 ≤0,036 ≤0,038 ≤0,038	Deckrado según EN ISO 13787 Ensayos según DIN EN 12667 EN ISO 8497
AFR	Reacción al fuego		-	Coquillas Planchas Cintas	BL-s3,d0 B-s3,d0 B-s3,d0	Clasificado según EN 13501-1 Ensayos según DIN 13823 DIN EN ISO 11925-2
-	Comportamiento en caso de incendio	-		Autoextinguible, no gotea, no propaga la llama		-
-	Rango de temperaturas	°C		Temperatura max de trabajo +110 Temp. mín. de trabajo -50	(+85 °C si la plancha está encolada directamente en toda la superficie)	Ensayos según EN 14706, EN 14707 y UNE 14303
-	Resistencia a la difusión del vapor de agua		-	Planchas 6-25 mm Coquillas 6-19 mm Planchas 32-40 mm Coquillas 25-40 mm	≥10.000 ≥7.000	Ensayos según EN 12086 Y EN 13469
-	Protección a la intemperie	-		El producto instalado a la intemperie se protegerá inmediatamente después de pasadas 36 horas y antes de 3 días, con un recubrimiento resistente a la radiación solar. Recomendamos la pintura Armafinish y los recubrimientos Arma-Chek.		
-	Tiempo de almacenaje	-		Material autoadhesivo: 1 año Material no autoadhesivo: indefinido		Debe almacenarse en salas limpias y secas, con una humedad relativa (50% a 70%) y temperatura ambiente (0°C a 35°C)

Figura 5: Características del aislante Armaflex que ofrece la empresa Isover

Las tuberías, todo y ser recubiertas con el tipo de aislante seleccionado, serán protegidas por una chapa metálica de unos 5-6 mm de espesor para contribuir al buen funcionamiento térmico y evitar el desgaste de los aislantes.

4.1.3.2. Listado de tuberías

A continuación se muestran las hojas de especificación de cada tubería separadas según el área de la planta donde se encuentran. En dichas hojas de especificación se muestra:

- Línea: corresponde al nombre de cada corriente
- Diámetro nominal (DN): diámetro el cual se aproxima el diámetro calculado de la tubería. Este es un valor estándar con los valores de fabricación tal y como se muestra a la figura 4.1.

- Tipo de fluido: corresponde al fluido que circula por el interior de la tubería según la tabla 4.3
- Material de construcción: material con el que se construye la tubería según la tabla 4.1
- Estado del fluido: estado del fluido que se transporta por la tubería (gas o líquido en nuestro caso o la mezcla de ambos)
- Tramo: especifica el recorrido de la tubería.
- Caudal: caudal de la tubería en m^3/h
- Presiones: se especifica la presión de diseño y la presión de operación.
- Temperaturas: se especifica la presión de diseño y la presión de operación. Una vez más la temperatura de diseño será menor que la de operación.
- Aislamiento: indica el tipo material y el espesor en caso de que la tubería tenga que tener aislamiento térmico.
- Nomenclatura: indica la nomenclatura de la tubería a partir de la nomenclatura descrita en el apartado 4.1.2

Tabla 5: Listado de tuberías del área 100

 VAM INDUSTRY				LISTADO DE TUBERIAS				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM				ÁREA 100		
												29/01/2016		
												HOJA 1 de1		
ÁREA 100: PRIMERAS MATERIAS														
Línea	DN	Fluido	Material	Estado	Tramo		Caudal (m ³ /h)	Presión (bar)		Temperatura (ºC)		Aislamiento		Nomenclatura
					Des de	Hasta		Operación	Diseño	Operación	Diseño	Tipo	Grosor	
1	1,5	AA	AceroCT	L	T101,T102	P101	6,36	1,01	1,11	20,00	22,00	-	-	1,5-P-1,11.2-AA-10001
2	1,5	AA	AceroCT	L	P101	M201	6,36	2,00	2,20	20,08	22,09	-	-	1,5-P-2,2.2-AA-10002
6	10	ET	AceroCT	V	T103,T105	CR202	2912,71	1,01	1,11	15,00	16,50	-	-	10-P-1,11.2-ET-10003
8	8	O	AISI 316 L	V	T104	CR203	1767,23	1,01	1,11	15,00	16,50	-	-	8-I-1,11.2-O-10004
25	2,5	AA	AceroCT	L	T101,T102	P401	22,53	1,01	1,11	20,00	22,00	-	-	2,5-P-1,11.4-AA-10005

Tabla 6: Listado de tuberías del área 200

				LISTADO DE TUBERIAS				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM				ÁREA 200			
												29/01/2016			
Línea	DN	Fluido	Material	Estado	Tramo		Caudal (m3/h)	Presión (bar)		Temperatura (ºC)		Aislamiento	HOJA 1 de1		
ÁREA 200: REACIÓN															
3	3	AA	AceroCT	L	M201	E201	26,44	2,00	2,20	97,32	107,05	LR	1,44	3-P-2,2.6-AA-20001	
4	16	AA	AISI 316 L	V	E201	CR201	8115,52	1,85	2,04	149,01	163,91	LR	1,94	16-I-2,03.2-AA-20002	
5	8	AA	AISI 316 L	V	CR201	M202	1820,38	10,10	11,11	243,70	268,07	LR	1,40	8-I-11,11.6-AA-20003	
7	4	ET	AISI 316 L	V	CR202	M202	474,13	10,10	11,11	194,60	214,06	LR	1,26	4-I-11,11.1-ET-20004	
9	12	O	AISI 316 L	L	CR203	M202	383,43	10,10	11,11	350,30	385,33	LR	1,40	12-I11,11.1--O-20005	
10	16	ME1	AISI 316 L	V	M202	E202	7550,85	10,10	11,11	144,50	158,95	LR	1,94	16-I-11,11.1-M1-20006	
11	16	ME1	AISI 316 L	V	E202	R201	7723,09	10,00	11,00	150,00	165,00	LR	1,92	16-I11,0.3-M1-20007	
12	14	AG	AceroCT	V	R201	SG201	6038,18	4,20	4,62	145,00	159,50	LR	1,88	14-P-4,62.1-AG-20008	
13	2,5	AG	AceroCT	L	SG201	P201	14,41	3,99	4,39	144,70	159,17	LR	1,18	2,5-P-4,39.4-AG-20009	
14	2,5	AG	AceroCT	L	P201	R201	14,41	4,20	4,62	145,00	159,50	LR	1,18	2,5-P-4,62.4-AG-20010	
15	16	ME2	AISI 316 L	V	R201	E301	7524,01	10,00	11,00	150,00	165,00	LR	1,92	16-I-11,0.3-M2-20011	

Tabla 7: Listado de tuberías del área 300

				LISTADO DE TUBERIAS				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM				ÁREA 300			
												29/01/2016			
								MARTORELL				HOJA 1 de1			
Línea	DN	Fluido	Material	Estado	Tramo		Caudal (m3/h)	Presión (bar)		Temperatura (ºC)		Aislamiento		Nomenclatura	
					Des de	Hasta		Operación	Diseño	Operación	Diseño	Tipo	Grosor		
ÁREA 300: PRIMERA ETAPA DE SEPARACIÓN															
16	16	ME2	AISI 316 L	V	E301	C301	7347,66	9,85	10,83	140,04	154,04	LR	1,95	16-I-10,83.3-M2-30001	
17	32	ME2	AceroCT	V	C301	E301	34065,27	1,80	1,98	68,71	75,58	ARMF	2,96	32-P-1,98.2-M2-30002	
18	40	ME2	AceroCT	V	E301	E302	53035,98	1,10	1,21	50,64	55,70	ARMF	3,51	40-P-1,21.2-M2-30003	
19	36	ME2	AceroCT	V/L	E302	T301	36081,04	1,08	1,19	12,00	13,20	-	-	32-P-1,19.2-M2-30004	
20	0,5	ME3	AceroCT	L	TR	T301	1,24	1,08	1,19	12,00	13,20	-	-	0,5-P-2,28.2-M3-30005	
21	3	ME2	AceroCT	L	T301	C301	35,56	1,08	1,19	12,00	13,20	-	-	3-P-1,18.2-M2-30006	
22	32	ME2	AceroCT	V	T301	CR301	36055,98	1,08	1,19	12,00	13,20	-	-	32-P-2,28.2-M2-30007	
23	16	ME2	AISI 316 L	V	CR301	E303	7516,61	8,05	8,86	165,30	181,83	LR	1,87	16-I-8,86.1-M2-30008	
24	14	ME2	AceroCT	V	E303	C401	5459,54	8,04	8,84	54,00	59,40	ARMF	2,58	14-P-8,84.1-M2-30009	
31	2,5	ME2	AceroCT	L	C301	P402	22,58	1,80	1,98	93,71	103,08	LR	1,43	2,5-P-1,98.2-M2-30010	

Tabla 8: Listado de tuberías del área 400

				LISTADO DE TUBERIAS				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM				ÁREA 400			
												29/01/2016			
Línea	DN	Fluido	Material	Estado	Tramo		Caudal (m3/h)	Presión (bar)		Temperatura (ºC)		Aislamiento		Nomenclatura	
					Des de	Hasta		Operación	Diseño	Operación	Diseño	Tipo	Grosor		
ÁREA 400: SEGUNDA ETAPA DE SEPARACIÓN															
26	2,5	AA	Aceroct	L	P401	C401	22,53	8,00	8,80	20,58	22,64	-	-	2,5-P-8,8.4-AA-40001	
27	14	ME4	Aceroct	V	C401	B501	5501,45	8,00	8,80	62,10	68,31	ARMF	2,44	14-P-8,8.1-M4-40002	
32	2,5	ME2	Aceroct	L	P402	M401	22,58	2,00	2,20	93,73	103,10	LR	1,43	2,5-P-2,2,2-M2-40003	
33	3	ME2	Aceroct	L	C401	RP401	32,89	8,00	8,80	64,35	70,79	ARMF	1,70	3-P-8,8.4-M2-40004	
34	3,5	ME2	Aceroct	V/L	RP401	M401	131,37	2,00	2,20	62,63	68,89	ARMF	1,74	0,375-P-2,2,2-M2-40005	
35	4,5	ME2	Aceroct	V/L	M401	E401	55,25	2,00	2,20	74,92	82,41	ARMF	1,73	0,125-P-2,2,2-M2-40006	
36	4,5	ME2	Aceroct	V/L	E401	C402	135,23	1,98	2,18	56,00	61,60	ARMF	1,92	0,25-P-2,18,2-M2-40007	
37	3,5	ME6	AISI 316 L	L	C402	B401	45,70	1,30	1,43	123,10	135,41	LR	1,43	3,5-I-1,43,2-M6-40008	
38	40	ME6	AISI 316 L	L	B401	TR	4818,96	1,30	1,43	123,10	135,41	LR	2,56	40-I-1,43,2-M6-40009	
39	2,5	AA	AISI 316 L	L	B401	P403	20,17	1,30	1,43	123,10	135,41	LR	1,29	2,5-I-1,43,2-AA-40010	
40	2,5	AA	AISI 316 L	L	P403	M201	20,17	2,00	2,20	123,20	135,52	LR	1,29	2,5-I-2,2,2-AA-40011	
41	2	ME2	AISI 316 L	V/L	C402	E402	10,18	1,30	1,43	-142,40	-156,64	LR	1,06	0,125-I-1,43,2-M2-40012	
42	2,5	ME2	Aceroct	V/L	E402	T401	96,42	1,29	1,42	10,00	11,00	-	-	0,25-P-1,42,2-M2-40013	
43	0,25	ME7	Aceroct	L	T401	TR	0,30	1,29	1,42	10,00	11,00	-	-	0,25-P-1,42,2-M7-40014	
44	1,5	ME2	Aceroct	V	T401	TR	84,90	1,29	1,42	10,00	11,00	-	-	1,5-P-1,42,2-M2-40015	
45	2	ME2	Aceroct	L	T401	B601	11,22	1,29	1,42	10,00	11,00	-	-	2-P-1,42,2-M2-40016	

Tabla 9: Listado de tuberías del área 500

				LISTADO DE TUBERIAS				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM				ÁREA 500			
												29/01/2016			
Línea	DN	Fluido	Material	Estado	Tramo		Caudal (m³/h)	Presión (bar)		Temperatura (ºC)		Aislamiento		Nomenclatura	
					Des de	Hasta		Operación	Diseño	Operación	Diseño	Tipo	Grosor		
					ÁREA 500: SEPARACIÓN DEL GAS										
28	2,5	ME5	AceroCT	V	B501	TR	206,92	1,01	1,11	20,00	22,00	-	-	2,5-P-1,11.2-M5-50001	
29	14	ME1	AceroCT	V	B501	CR501	5471,71	8,00	8,80	62,10	68,31	ARMF	2,44	14-P-8,8.1-M1-50002	
30	12	ME1	AceroCT	V	CR501	M202	4586,69	10,10	11,11	81,78	89,96	ARMF	2,17	12-P-11,11.1-M1-50003	

Tabla 10: Listado de tuberías del área 600

				LISTADO DE TUBERIAS				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM				ÁREA 600			
												MARTORELL		HOJA 1 de1	
Línea	DN	Fluido	Material	Estado	Tramo		Caudal (m³/h)	Presión (bar)		Temperatura (ºC)		Aislamiento		Nomenclatura	
Des de	Hasta	Operación	Diseño		Operación	Diseño		Operación	Diseño	Operación	Diseño	Tipo	Grosor		
ÁREA 600: PURIFICACIÓN DEL VAM															
46	1,25	ME8	AceroCT	V/L	B601	TR	95,68	1,01	1,11	20,00	22,00	-	-	0,5-P-1,11.2-M8-60001	
47	2	VAM	AceroCT	L	B601	T701,T702, T703	10,35	1,01	1,11	20,00	22,00	-	-	2-P-1,11.2-VAM-60002	

4.2 Accesorios

4.2.1 Introducción

Los accesorios son un conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que se unen a las tuberías o equipos del proceso para asegurar la correcta unión y distribución.

Los accesorios se clasifican en distintos grupos según la función que desempeñan en el circuito. Las características a tener en cuenta son: diámetro nominal, material de fabricación, resistencia i dimensión del accesorio.

Los accesorios más utilizados en las plantas industriales son:

- Te (T): Accesorio en forma de T que permite realizar una conexión a tres bandas. También llamada racor en T. Los diámetros de las distintas salidas pueden ser del mismo tamaño o distintos.
- Cruz (X): Accesorio con forma de cruz, para unir cuatro pasos; también llamado racor en cruz, T con salida lateral, T de cuatro pasos.
- Codo (C): Accesorio de tubería que tiene una curva a X grados, empleada para desviar la dirección recta de la misma.
- Filtros (F): accesorios de seguridad que permiten retener y controlar la contaminación de posibles partículas no deseadas. También contribuyen en la vida útil de los equipos de sistema.
- Expansiones/Reducciones (E/R): accesorios de forma cónica que permiten aumentar o disminuir el diámetro de las tuberías según las necesidades de cada tramo. Hay 2 tipos de reducciones; las concéntricas y las excéntricas. En el primer caso el diámetro grande y el pequeño tal y como indica su nombre son concéntricos. En el segundo caso los diámetros son excéntricos. Este último tipo es muy utilizado para evitar las bolsas de agua en las bombas (con una reducción excéntrica ayudamos a que la bomba no pierda NPSH).

4.2.2 Nomenclatura

Para facilitar el reconocimiento de cada accesorio, se asigna una nomenclatura estándar de cuatro dígitos a cada accesorio presente a la planta. Cada dígito hace referencia a una característica. El código se muestra a continuación:

DN-M-T-A

- **DN:** Es el diámetro nominal del accesorio. Este diámetro tendrá que coincidir con el diámetro nominal de las tuberías al cual se une. El diámetro nominal estandarizado se muestra en el apartado 4.1
- **M:** Material con el que está hecho el accesorio. Generalmente el material de las tuberías coincide con el material de construcción del accesorio. Los tipos de materiales se muestran en la tabla 4.2.
- **T:** Indica el tipo de accesorio que se utiliza. A continuación en la tabla 4.5 se muestran los accesorios utilizados en este proyecto:

Tabla 11: Nomenclatura de los accesorios utilizados en el proyecto.

NOMENCLATURA	TIPO DE BRIDA
T	Te
X	Cruz
C	Codo
F	Filtro
E/R	Expansión-Reducción

- **A:** hace referencia en el área de la planta donde se encuentran.

4.2.3 Listado de los accesorios

A continuación se muestra la información que se encuentra en las hojas de especificación de los distintos accesorios presentes en la planta de producción.

- DN: especifica el diámetro nominal del accesorio en pulgadas.
- Material de fabricación del accesorio
- Tipo de accesorio
- Fluido que pasa por el interior del accesorio
- Área donde se encuentra el accesorio
- Nomenclatura

Tabla 12: Lista de accesorios del área 100

VAM INDUSTRY	LISTADO DE ACCESORIOS	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM	ÁREA 100	
			29/01/2016	
			MARTORELL	Hoja 1 de 1
Área 100: Zona de almacenamiento de los reactivos				
NPS	MATERIAL	TIPO ACCESORIO	PN	NOMENCLATURA
1 1/2	AceroCT	F	1.11	1.5-P-F-10001
1 1/2	AceroCT	C	1.11	1.5-P-C-10001
1 1/2	AceroCT	T	2.20	1.5-P-T-10002
1 1/2	AceroCT	C	2.20	1.5-P-C-10002
1 1/2	AceroCT	C	2.20	1.5-P-C-10002
10	AceroCT	C	1.11	10-P-C-10003
10	AceroCT	C	1.11	10-P-C-10003
8	AISI 316 L	C	1.11	8-I-C-10004
2 1/2	AceroCT	C	1.11	2.5-P-C-10005
2 1/2	AceroCT	C	1.11	2.5-P-C-10005

Tabla 13: Listado de accesorios del área 200

VAM INDUSTRY	LISTADO DE ACCESORIOS	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM	ÁREA 200	
			29/01/2016	
			MARTORELL	Hoja 1 de 1
Área 200: Reacción				
NPS	MATERIAL	TIPO ACCESORIO	PN	NOMENCLATURA
3	AceroCT	C	2.20	3-P-C-20001
16	AISI 316 L	F	2.04	16-I-F-20002
16	AISI 316 L	C	2.04	16-I-C-20002
8	AISI 316 L	X	11.11	8-I-X-20003
8	AISI 316 L	R	11.11	8-I-R-20003
8	AISI 316 L	C	11.11	8-I-C-20003
8	AISI 316 L	F	11.11	8-I-F-20003
8	AISI 316 L	C	11.11	8-I-C-20003
8	AISI 316 L	C	11.11	8-I-C-20003
4	AISI 316 L	R	11.11	4-I-R-20004
4	AISI 316 L	C	11.11	4-I-C-20004
12	AISI 316 L	C	11.11	12-I-C-20005
12	AISI 316 L	C	11.11	12-I-C-20005
16	AISI 316 L	C	11.11	16-I-C-20006
16	AISI 316 L	C	11.00	16-I-C-20007
16	AISI 316 L	C	11.00	16-I-C-20007

14	AceroCT	C	4.62	14-P-C-20008
2 1/2	AceroCT	C	4.39	2.5-P-C-20009
2 1/2	AceroCT	C	4.62	2.5-P-C-20010
2 1/2	AceroCT	C	4.62	2.5-P-C-20010
16	AISI 316 L	C	11.00	16-I-C-20011

Tabla 14: Listado de accesorios del área 300

LISTADO DE ACCESORIOS	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM	ÁREA 300		
		29/01/2016		
		MARTORELL	Hoja 1 de 1	
Área 300: Primera etapa de separación				
NPS	MATERIAL	TIPO ACCESORIO	PN	NOMENCLATURA
16	AISI 316 L	C	10.83	16-I-C-30001
16	AISI 316 L	C	10.83	16-I-C-30001
32	AceroCT	C	1.98	32-P-C-30002
40	AceroCT	R	1.21	40-P-R-30003
40	AceroCT	C	1.21	40-P-C-30003
40	AceroCT	C	1.21	40-P-C-30003
36	AceroCT	C	1.19	36-P-C-30004
1/2	AceroCT	C	1.19	0.5-P-C-30005
3	AceroCT	C	1.19	3-P-C-30006
3	AceroCT	C	1.19	3-P-C-30006
3	AceroCT	C	1.19	3-P-C-30006
32	AceroCT	C	1.19	32-P-C-30007
16	AISI 316 L	R	8.86	16-I-R-30008
16	AISI 316 L	C	8.86	16-I-C-30008
14	AceroCT	C	8.84	14-P-C-30009
14	AceroCT	C	8.84	14-P-C-30009
2 1/2	AceroCT	C	1.98	2.5-P-C-30010

Tabla 15: Listado de accesorios del área 400

LISTADO DE ACCESORIOS	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM	ÁREA 400		
		29/01/2016		
		MARTORELL Hoja 1 de 1		
Área 400:Segunda etapa de separación				
NPS	MATERIAL	TIPO ACCESORIO	PN	NOMENCLATURA
2 1/2	AceroCT	C	8.80	2.5-P-C-40001
2 1/2	AceroCT	C	8.80	2.5-P-C-40001
2 1/2	AceroCT	C	8.80	2.5-P-C-40001
2 1/2	AceroCT	C	2.20	2.5-P-C-40003
3	AceroCT	C	8.80	3-P-C-40004
3 1/2	AceroCT	C	2.20	3.5-P-C-40005
3 1/2	AceroCT	C	2.20	3.5-P-C-40005
4 1/2	AceroCT	C	2.20	4.5-P-C-40006
4 1/2	AceroCT	C	2.18	4.5-P-C-40006
4 1/2	AceroCT	C	2.18	4.5-P-C-40006
3 1/2	AISI 316 L	T	1.43	3.5-I-T-40008
3 1/2	AISI 316 L	C	1.43	3.5-I-C-40008
40	AISI 316 L	F	1.43	40-I-F-40009
40	AISI 316 L	C	1.43	40-I-C-40009
40	AISI 316 L	C	1.43	40-I-C-40009
40	AISI 316 L	C	1.43	40-I-C-40009
2 1/2	AISI 316 L	C	1.43	2.5-I-C-40010
2 1/2	AISI 316 L	C	2.20	2.5-I-C-40011
2	AISI 316 L	C	1.43	2-I-C-40012
2 1/2	AceroCT	C	1.42	2.5-P-C-40013
1/4	AceroCT	C	1.42	0.25-P-C-40014
1 1/2	AceroCT	C	1.42	1.5-P-C-40015
2	AceroCT	F	1.42	2-P-F-40016
2	AceroCT	C	1.42	2-P-C-40016

Tabla 16: Listado de accesorios del área 500

VAM INDUSTRY	LISTADO DE ACCESORIOS	PLANTA DE PRODUCIÓN DE VAM	ÁREA 500	
			29/01/2016	
		MARTORELL	Hoja 1 de 1	
Área 500: Separación del Gas				
NPS	MATERIAL	TIPO ACCESORIO	PN	NOMENCLATURA
14	AceroCT	C	8.80	14-P-C-50001
2 1/2	AceroCT	F	1.11	2.5-P-F-50001
2 1/2	AceroCT	R	1.11	2.5-P-R-50001
2 1/2	AceroCT	C	1.11	2.5-P-C-50001
14	AceroCT	F	8.80	14-P-F-50002
14	AceroCT	C	8.80	14-P-C-50002
14	AceroCT	C	8.80	14-P-C-50002
12	AceroCT	C	11.11	12-P-C-50003

Tabla 17: Listado de accesorios del área 600

VAM INDUSTRY	LISTADO DE ACCESORIOS	PLANTA DE PRODUCIÓN DE VAM	ÁREA 600	
			29/01/2016	
		MARTORELL	Hoja 1 de 1	
Área 600: Purificación del VAM				
NPS	MATERIAL	TIPO ACCESORIO	PN	NOMENCLATURA
1 1/4	AceroCT	F	1.11	1.25-P-F-60001
1 1/4	AceroCT	C	1.11	1.25-P-C-60001
1 1/4	AceroCT	C	1.11	1.25-P-C-60001
1 1/4	AceroCT	C	1.11	1.25-P-C-60001
2	AceroCT	C	1.11	2-P-C-60002

4.3 Válvulas

4.3.1 Introducción

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos.

Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta unos 9m o más de diámetro. Lo mismo ocurre en las presiones, ya que podemos encontrar válvulas para presiones de vacío hasta alta presión. En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurreimientos no tienen tanta importancia.

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

4.3.1.1 Actuador

El actuador también llamado accionado o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuaciones. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástagos y un resorte. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástagos. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lbs/pulg² en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg², produzca un desplazamiento del vástagos igual al 100% del total de la carrera.

4.3.1.2 Cuerpo de la válvula

Está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

Un parámetro característico de las válvulas es el coeficiente de caudal. Este depende de cómo la válvula ha sido diseñada para dejar pasar el flujo a través de ella. Las mayores diferencias entre coeficientes de caudal provienen del tipo de válvula, y naturalmente de la posición de obtención de la válvula.

Puede ser importante conocer su valor para seleccionar la válvula que se necesita en una específica aplicación. Si la válvula va estar la mayor parte del tiempo abierta, posiblemente interesaría elegir una válvula con poca pérdida de carga para poder ahorrar energía. O si se trata de una válvula de control, el rango de coeficientes de caudal en las diferentes posiciones de la válvula tendría que permitir cumplir las necesidades de regulación de la aplicación.

El coeficiente del caudal depende de la diferencia de presión del fluido, la gravedad específica y el caudal. Tiene sus aplicaciones en el área de control.

4.3.2 Tipos de válvulas

Existen muchos tipos de válvulas. No obstante, a continuación, se describe únicamente las válvulas utilizadas en este proyecto.

Válvulas de todo o nada

Son el tipo de válvulas que permiten o impiden el paso del fluido por el interior de la tubería, pero no son capaces de regular el caudal. Son dispositivos que impiden por completo la circulación del fluido cuando se encuentran cerradas y ofrecen resistencia mínima al paso del fluido cuando se encuentran abiertas.

Tipos de válvulas de todo o nada

Hay distintos tipos de válvulas de todo o nada que se utilizan en este proyecto.

VÁLVULAS DE MARIPOSA

La válvula de mariposa es de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación

Se recomiendan encarecidamente para servicio con apertura total o cierre total, servicio con estrangulación, para accionamiento frecuente, cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos y para baja caída de presión a través de la válvula.

Todo y ser propensa a la cavitación, presenta ventajas por ser ligera, compacta y de bajo coste y además requiere un mantenimiento mínimo.

VÁLVULAS DE GLOBO

Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que sierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería.

Este tipo de válvulas dispone de orificios múltiples y con un control preciso de la circulación. Además cuenta con una carrera corta del disco y se necesitan pocas vueltas para accionarlas. No es útil usarlas en tramos con grandes caídas de presión y su coste es elevado.

VÁLVULAS DE BOLA

Las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto. Son muy recomendadas para servicios de conducción y corte sin estrangulación, cuando se requiere una apertura rápida y cuando se necesita resistencia mínima a la circulación. Su coste es bajo en comparación con otro tipo de válvulas, funcionan bien en temperaturas moderadas y además requieren poco mantenimiento y no son propensas a las fugas.

Hay que tener en cuenta que este tipo de válvulas son propensas a la cavitación.

VÁLVULAS DE DIAFRAGMA

Las válvulas de diafragma son de vueltas múltiples y efectúan el cierre por medio de un diafragma flexible sujeto a un compresor. Cuando el vástagos de la válvula hace descender el compresor, el diafragma produce sellamiento y corta la circulación

Son muy recomendadas para servicios de apertura o cierre total, para servicios de estrangulación y en tramos de baja presión. Este tipo de válvulas todo y ser susceptibles al desgaste, tiene un coste muy bajo, no presentan posibilidad de fuga por el vástago y son inmunes a los problemas de obstrucción, corrosión o formación de gomas en los productos que circulan por su interior.

VÁLVULAS REGULADORAS

Este tipo de válvulas son de las más usadas en la industria todo y presentar unas pérdidas de carga mayores que las de las válvulas de todo o nada. Este tipo de válvulas se usan para regular el caudal del fluido mediante su grado de apertura. Las válvulas de regulación usadas en este proyecto se describen a continuación:

- VÁLVULAS DE AGUJA**

La válvula de ajuga es llamada así por el vástago cónico que hace de obturador sobre un orificio de pequeño diámetro en relación al diámetro nominal de la válvula.

El desplazamiento con rosca fina es muy lento y el hecho de que hasta no se gira un buen número de veces el paso del fluido es mínimo. Este tipo de válvulas son buenas reguladoras de caudal por su estabilidad, precisión y diseño, además llevan poco desgaste y evitan la cavitación a grandes presiones diferenciales.

- VÁLVULAS DE RETENCIÓN**

Este tipo de válvulas se utilizan para impedir el retorno del fluido que circula por el interior de la tubería. Es muy común utilizarlas en las salidas de las bombas para evitar el retorno del fluido.

- VÁLVULAS LIMITADORAS DE PRESIÓN**

Es un dispositivo que permite reducir la presión de un fluido en una red mediante el estrangulamiento en el conducto.

Existen dos puntos en la planta donde la presión del fluido de la salida de un equipo será reducida mediante una estación reductora de presión. Este tipo de funcionamiento se puede ver detallado en el siguiente esquema:

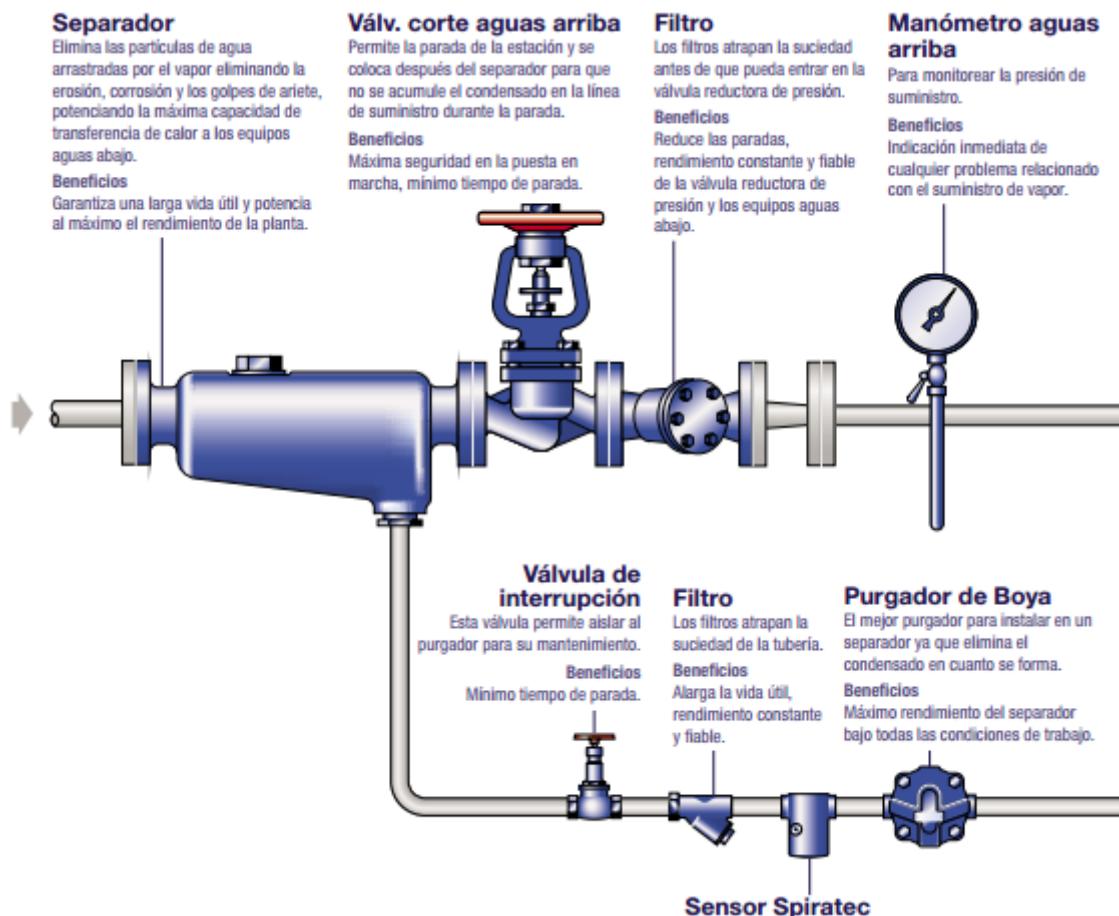


Figura 4.6: Funcionamiento detallado de una válvula limitadora de presión

Teniendo en cuenta que las válvulas reguladoras de presión son más complejas que los tipos de válvulas más habituales descritas en los puntos anteriores, se adjunta una hoja de especificación como ejemplo en el apartado 4.4.4.

4.3.3 Nomenclatura de las válvulas

La nomenclatura estándar de las válvulas consta de 4 grupos de letras que nos permitirá saber las características básicas de dicha válvula. El código estándar se describe a continuación:

DN-M-V-A

- **DN:** hace referencia al diámetro nominal de la válvula en pulgadas, este diámetro tiene que coincidir con el diámetro nominal de la tubería. Los DN se muestran en la tabla figura 4.1

- **M:** material de la válvula, una vez más el material de la tubería tiene que coincidir con el material de la válvula. La tabla 4.2 muestra los distintos materiales usados.
- **V:** Indica el tipo de válvula utilizada. A continuación se muestra una tabla con las distintas válvulas utilizadas en este proyecto y su abreviación.

Tabla 18: Nomenclatura de las válvulas utilizadas en el proyecto

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA
Ajuga	A
Bola	B
Mariposa	M
Globo	G
Reductora de Presión	RP
Retención	R

- **A:** área donde se encuentra la válvula.

Por último hay que tener en cuenta que debido a su continuo uso las válvulas pueden ser susceptibles a ciertos cambios y pueden presentar un desgaste importante que pondría en peligro el buen funcionamiento de la planta. Para evitar pérdidas de dinero, tiempo y como factor de seguridad, todas las válvulas de la planta serán dobladas; es decir en todos los puntos de la planta donde se encuentran válvulas se pondrá un by-pass de forma que si falla la primera válvula el fluido se pueda desviar por la segunda válvula de repuesto y seguir con el proceso. La nomenclatura de dichas válvulas de repuesto seguirán la nomenclatura descrita en este mismo apartado dando como subíndice la letra final a o b según si la válvula es la común (a) o la de repuesto situada en el by-pass (b). A continuación se muestra el esquema del by-pass.

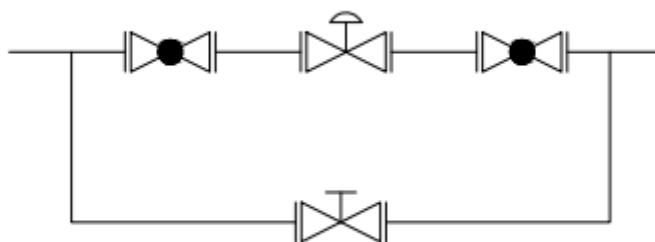


Figura 4.2. Esquema del by-pass de las válvulas

4.3.4 Válvulas en los tanques pulmón

Los tanques pulmón presentes en la planta serán usados principalmente para la puesta en marcha de la planta. Para ello, se consideran parte del proceso y todos ellos tendrán una válvula de todo o nada para regular el fluido que pasa por el interior.

Tabla 19: Tipos de válvulas en los tanques pulmón

CORRIENTE	TANQUE	TIPO DE VÁLVULA
15	TP -201	B
30	TP-401	M
31	TP-402	G
34	TP-403	M
40	TP-404	B
41	TP-405	B
30	TP-501	B

4.3.5 Listado de válvulas

Tabla 20: Listado de válvulas del área 100

VAM INDUSTRY	LISTADO DE VÁLVULAS	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM		ÁREA 100			
				29/01/2016			
		MARTORELL		Hoja 1 de 1			
Área 100: Zona de almacenamiento de los reactivos							
	DN (")	Fluido	Estado	Material	Caudal (m ³ /h)	TIPO VÁLVULA	NOMENCLATURA
1	1 1/2	AA	L	AceroCT	6.361887054	B	1.5-P-B-10001a
1	1 1/2	AA	L	AceroCT	6.361887054	B	1.5-P-B-10001b
2	1 1/2	AA	L	AceroCT	6.361887054	R	1.5-P-R-10002a
2	1 1/2	AA	L	AceroCT	6.361887054	R	1.5-P-R-10002b

Tabla 21: Listado de válvulas del área 200

LISTADO DE VÁLVULAS		PLANTA DE PRODUCIÓN DE VAM		ÁREA 200			
				29/01/2016			
		MARTORELL		Hoja 1 de 1			
Área 200: REACCIÓN							
Línea	DN ("")	Fluido	Estado	Material	Caudal (m ³ /h)	TIPO VÁLVULA	NOMENCLATURA
3	3	AA	L	AceroCT	26.43914236	G	3-P-G-20001a
3	3	AA	L	AceroCT	26.43914236	G	3-P-G-20001b
7	4	ET	V	AISI 316 L	474.1252814	A	4-I-A-20004a
7	4	ET	V	AISI 316 L	474.1252814	A	4-I-A-20004b
9	12	O	L	AISI 316 L	383.4293618	A	12-I-A-20005a
9	12	O	L	AISI 316 L	383.4293618	A	12-I-A-20005b
14	2 1/2	AG	L	AceroCT	15.27089632	A	2.5-P-A-20010a
14	2 1/2	AG	L	AceroCT	15.27089632	A	2.5-P-A-20010b
15	16	ME2	V	AISI 316 L	7524.00744	A	16-I-A-20011a
15	16	ME2	V	AISI 316 L	7524.00744	A	16-I-A-20011b

Tabla 22: Listado de válvulas del área 300

LISTADO DE VÁLVULAS		PLANTA DE PRODUCIÓN DE VAM		ÁREA 300			
				29/01/2016			
		MARTORELL		Hoja 1 de 1			
Línea	DN ("")	Fluido	Estado	Material	Caudal (m ³ /h)	TIPO VÁLVULA	NOMENCLATURA
Área 300: Primera etapa de separación							
17	32	ME2	V	AceroCT	34065.27214	RP	32-P-A-30002a
17	32	ME2	V	AceroCT	34065.27214	A	32-P-A-30002b
31	2 1/2	ME2	L	AceroCT	22.58323341	A	2.5-P-A-30010a
31	2 1/2	ME2	L	AceroCT	22.58323341	A	2.5-P-A-30010b

Tabla 23: Listado de válvulas del área 400

VAM INDUSTRY		LISTADO DE VÁLVULAS		PLANTA DE PRODUCIÓN DE VAM		ÁREA 400	
						29/01/2016	
				MARTORELL		Hoja 1 de 1	
Área 400: Segunda etapa de separación							
Línea	DN ("")	Fluido	Estado	Material	Caudal (m ³ /h)	TIPO VÁLVULA	NOMENCLATURA
Área 400: Segunda etapa de separación							
26	2 1/2	AA	L	AceroCT	22.53347111	R	2.5-P-R-40001a
26	2 1/2	AA	L	AceroCT	22.53347111	R	2.5-P-R-40001b
32	2 1/2	ME2	L	AceroCT	22.58323341	A	2.5-P-A-40003a
32	2 1/2	ME2	L	AceroCT	22.58323341	A	2.5-P-A-40003b
33	3	ME2	L	AceroCT	32.88643547	RP	3-P-RP-40004a
33	3	ME2	L	AceroCT	32.88643547	RP	3-P-RP-40004b
34	3 1/2	ME2	V/L	AceroCT	131.3706708	A	3.5-P-A-40005a
34	3 1/2	ME2	V/L	AceroCT	131.3706708	A	3.5-P-A-40005b
38	40	ME6	L	AISI 316 L	4818.960689	M	40-I-A-40009a
38	40	ME6	L	AISI 316 L	4818.960689	M	40-I-A-40009b
41	2	ME2	V/L	AISI 316 L	10.17612825	A	2-I-A-40012a
41	2	ME2	V/L	AISI 316 L	10.17612825	A	2-I-A-40012b
43	1/4	ME7	L	AceroCT	0.296150932	B	0.25-P-B-40014a
43	1/4	ME7	L	AceroCT	0.296150932	B	0.25-P-B-40014b
44	1 1/2	ME2	V	AceroCT	84.89738965	B	1.5-P-B-40015a
44	1 1/2	ME2	V	AceroCT	84.89738965	B	1.5-P-B-40015b
45	2	ME2	L	AceroCT	11.219147	A	2-P-A-40016a
45	2	ME2	L	AceroCT	11.219147	A	2-P-A-40016b

Tabla 24: Listado de válvulas del área 500

VAM INDUSTRY		LISTADO DE VÁLVULAS		PLANTA DE PRODUCIÓN DE VAM		ÁREA 500	
						29/01/2016	
				MARTORELL		Hoja 1 de 1	
Línea	DN ("")	Fluido	Estado	Material	Caudal (m ³ /h)	TIPO VÁLVULA	NOMENCLATURA
Área 500: Limpieza del Gas							
30	12	ME1	V	AceroCT	4586.690147	A	12-P-A-50003a
30	12	ME1	V	AceroCT	4586.690147	A	12-P-A-50003b

Tabla 25: Listado de válvulas del área 600

VAM INDUSTRY		LISTADO DE VÁLVULAS		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM		ÁREA 600	
				MARTORELL		29/01/2016	
						Hoja 1 de 1	
Línea	DN (")	Fluido	Estado	Material	Caudal (m ³ /h)	TIPO VÁLVULA	NOMENCLATURA
Área 600: Purificación del VAM							
47	2	VAM	L	AcerOCT	10.35073283	B	2-P-B-60002a
47	2	VAM	L	AcerOCT	10.35073283	B	2-P-B-60002b

A continuación se muestra la hoja de especificación de la válvula reductora de presión (RP) de la línea 33 hacia la 34 anteriormente descrita.

VAM INDUSTRY		EQUIPO DE REDUCCION	Área 400		
		Planta de VAM	29/01/2016		
			Bomba		
		Situación: Martorell	Hoja 1 de 1		
RP 401					
CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Fluido entrada		Líquido			
Densidad entrada(Kg/m ³)		975.5			
Fluido Salida		Vapor-Líquido			
Densidad salida (Kg/m ³)		244.2			
Caudal (Kg/h)		21808.6			
AP (bar)		6			
DISEÑO					
Características					
Empresa		SpiraxSacro			
Modelo		DRV			
Tipo		Acción directa			
Temperatura máxima (°C)		300			
Rango control de Presión (bar)		0.1 a 20			
Construcción					
Material		Acero			
Condiciones de diseño cuerpo		PN 40			

4.4. Bombas y Compresores

4.4.1 Introducción

Las bombas se pueden clasificar según el tipo de funcionamiento en el que se basan. Los principales grupos de clasificación son: desplazamiento positivo, bombas cinéticas y diseños especiales.

Las bombas más usadas en las plantas industriales son las bombas centrífugas, pertenecientes al segundo grupo según la clasificación general.

En esta planta todas las bombas que se usarán son bombas centrífugas debido a su coste razonable, su gran versatilidad y su gran variedad de construcción. Hay que tener en cuenta que para el buen funcionamiento de la planta las bombas tienen que tener unas características de seguridad; es decir el modelo y el tipo de bomba seleccionada tiene que garantizar que dicha bomba no sea una fuente de ignición ni pueda provocar fugas, emisiones o chispas que puedan llegar a provocar un incendio o explosión.

La bomba centrífuga, también denominada bomba rotodinámica, es actualmente la máquina más utilizada para bombeo líquidos en general. Las bombas centrífugas son rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. El fluido entra por el centro del rotores, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto centrífugo es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente rotores.

Las bombas de la planta, como todos los otros equipos presentes en ella se utilizarán durante 300 días al año, por lo que hay que tener en cuenta el desgaste de dichos equipos. Referente a las bombas, por su diseño y características, son equipos que pueden fallar de manera regular. Para que el bombeo en la planta no sea ningún problema para la producción y por la seguridad se ha establecido que todas las bombas de la planta serán dobladas; es decir toda estación de bombeo será por partida doble y en caso de fallada del primer equipo se pasará a utilizar la segunda unidad de bombeo. Al igual que las válvulas, las bombas de repuesto se nombraran con el nombre establecido más el subíndice a si es la bomba común, o el subíndice b si es la bomba de repuesto. El esquema que se muestra a continuación indica como estarán situadas las dos estaciones de bombeo y su nomenclatura.

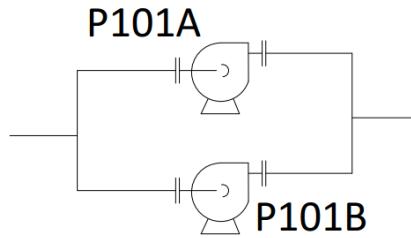


Figura 7: Figura del by-pass de las bombas

4.4.2 Compresores

Los compresores son dispositivos que sirven para aumentar la presión de los fluidos compresibles como vapores y gases. Los compresores aumentan la presión a medida que reducen el volumen del fluido. A diferencia de las bombas este tipo de equipos son térmicos, por lo que generalmente se producirá un cambio en la densidad del fluido y un aumento de la temperatura.

Existen muchos tipos de compresores, al igual que las bombas los 3 grupos principales son: los de alternativos (o desplazamiento positivo), los cinéticos y los diseños especiales. En este proyecto se utilizarán los compresores centrífugos de una etapa debido a su bajo mantenimiento y su buena relación calidad-precio. Además proporcionan un caudal superior que los compresores alternativos. El mayor inconveniente de este tipo de compresores es que no llegan a relaciones de compresión altas a no ser que se encadenen varios en serie.

Los compresores centrífugos funcionan mediante una rueda o disco dentro de una carcasa que al girar fuerza el aire hacia el centro del disco para aumentar su energía cinética. Una vez en la rueda el vapor es forzado a salir radialmente hacia el exterior por la acción de los álabes del impulsor y por la fuerza centrífuga desarrollada en la rotación de la rueda. El vapor es descargado a una alta velocidad habiendo experimentado un aumento de temperatura y presión. Finalmente se descarga en una cámara desde donde el vapor pasa a la tubería de descarga.

4.4.3 Listado de bombas y compresores

A continuación se muestra el listado de todas las bombas y compresores utilizados en el proceso de la producción de acetato de vinilo.

Tabla 26: Listado de bombas

		LISTADO DE BOMBAS			ÁREA 100, 200 y 400					
ÁREA	BOMBA	TRAMO		V (m/s)	Az (m)	AP (Pa)	ev total	Wr _{real} (W)	NPSHd	ha
		des	de							
100	P101a, P101b	T101	,T102	M210	2.0	0.5	1.0	20.7	249.6	18.3
200	P201a,P201b	SG201		R201	1.9	0.6	300.0	6.0	57.3	16.5
400	P401a,P401b	T102	,T102	F401	2.0	1.5	698700.0	20.1	5426.2	10.4
400	P402a,P402b	C301		M401	1.9	0.5	20.0	23.0	0.5	9.2
400	P403a,P403b	B401		M201	1.8	1.2	100.0	37.9	313.0	13.2
										13.3

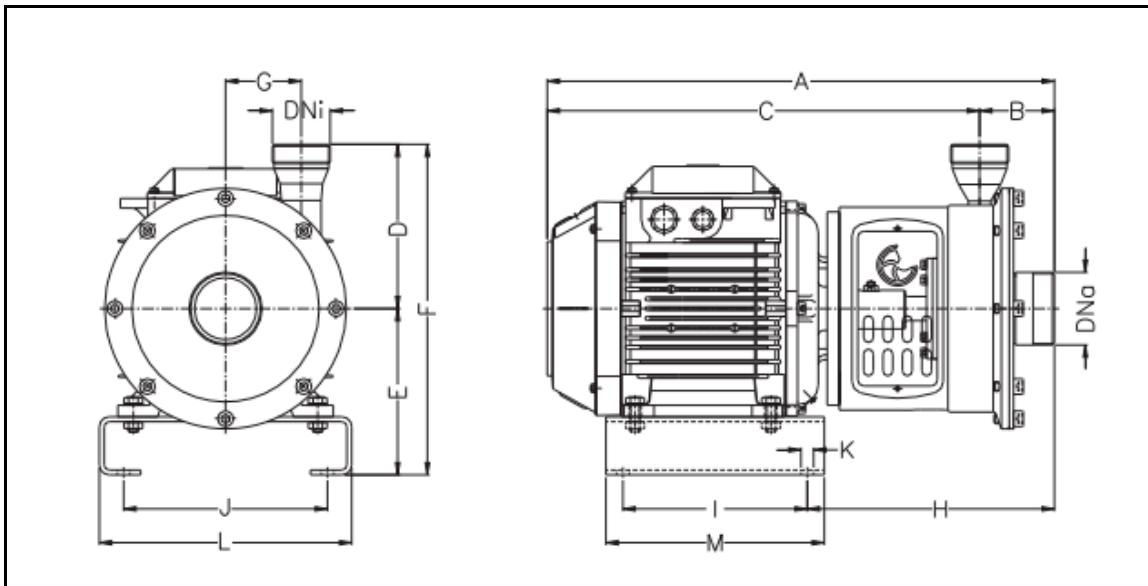
Tabla 27: listado de compresores

			LISTADO DE COMPRESORES			PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VAM			ÁREA 200, 300 y 500	
						29/01/2016			Hoja 1 de 1	
ÁREA	COMPRESOR	Hpoly	Exponente politrópico	Rg	Presión (Kpa)		Cv/Cp	Q (Kg/s)	P _{teorica} (W)	P _{real} (W)
					P1	P2				
200	CR 201	77.03	1.13	0.14	185.30	1010.00	1.13	25685.62	631.73	701.92
200	CR 202	264.40	1.27	0.30	101.30	1010.00	1.24	3454.50	291.60	324.02
200	CR 203	252.00	1.51	0.26	101.30	1010.00	1.34	2391.07	192.39	213.76
300	CR 301	160.70	1.27	0.23	108.00	805.00	1.20	61583.60	3159.84	3510.94
500	CR 501	19.52	1.32	0.25	800.00	1010.00	1.23	53113.87	331.09	367.87

4.4.4 Hojas de especificaciones de las bombas

Las hojas de especificación muestran las características principales de las bombas y en qué se diferencian unas de las otras. A continuación se describen las bombas utilizadas en este proyecto.

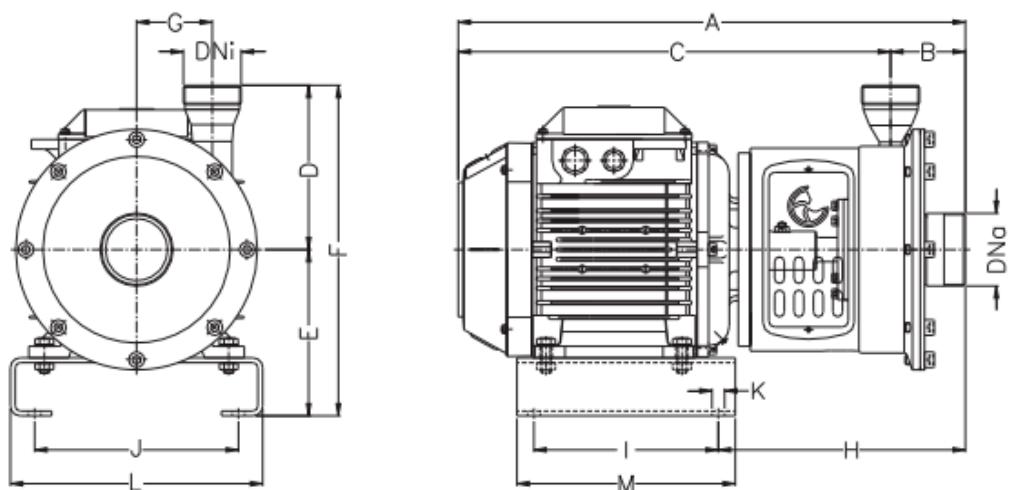
 VAM INDUSTRY	EQUIPO DE IMPULSIÓN																													
		Área 100																												
	Planta de VAM	28/01/2016																												
		Bomba P-101A y P-101B																												
Situación: Martorell																														
Hoja 1 de 1																														
CONDICIONES DE OPERACIÓN																														
Fluido	Líquido																													
Densidad (Kg/m³)	1066																													
Viscosidad (cP)	1.216																													
Caudal (m³/h)	6.36																													
Velocidad del fluido (m/s)	2																													
Temperatura de operación (°C)	20																													
Carga de aspiración (m)	18.5																													
NPSH disponible (m)	18.3																													
Potencia (W)	249.6																													
DISEÑO																														
Características																														
Marca	Bominox																													
Modelo	Solid Atex																													
Tipo	DA.12																													
Caudal máximo (m³/h)	500																													
Peso (Kg)	33-35																													
Materiales de Construcción																														
Cabecero	AISI 316																													
Eje	AISI 316																													
Mecanismo	AISI 316																													
Motor																														
Potencia (KW)	0.75-1.1																													
HOJA TÉCNICA																														
 <small>Certificado ATEX 94/9/CE ATEX Certified 94/9/CE</small>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>A</td><td>410</td><td>H</td><td>193</td></tr> <tr> <td>B</td><td>58</td><td>I</td><td>140</td></tr> <tr> <td>C</td><td>352</td><td>J</td><td>165</td></tr> <tr> <td>D</td><td>138</td><td>K</td><td>9</td></tr> <tr> <td>E</td><td>130</td><td>L</td><td>200</td></tr> <tr> <td>F</td><td>268</td><td>M</td><td>170</td></tr> <tr> <td>G</td><td>55</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		A	410	H	193	B	58	I	140	C	352	J	165	D	138	K	9	E	130	L	200	F	268	M	170	G	55		
A	410	H	193																											
B	58	I	140																											
C	352	J	165																											
D	138	K	9																											
E	130	L	200																											
F	268	M	170																											
G	55																													
*Dimensiones en mm																														



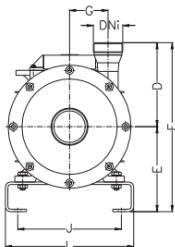
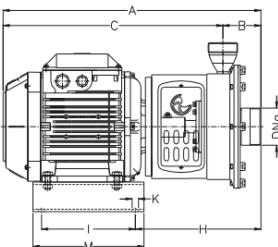
 VAM INDUSTRY	EQUIPO DE IMPULSIÓN			
		Área 100		
	Planta de VAM	28/01/2016		
		BombaP201A y P201B		
Situación: Martorell		Hoja 1 de 1		
CONDICIONES DE OPERACIÓN				
Fluido	Líquido			
Densidad (Kg/m³)	921.63			
Viscosidad (cP)	0.1886			
Caudal (m³/h)	14.41			
Velocidad del fluido (m/s)	1.9			
Temperatura de operación (°C)	145			
Carga de aspiración (m)	16.5			
NPSH disponible (m)	16.4			
Potencia (W)	57.3			
DISEÑO				
Características				
Marca	Bominox			
Modelo	Solid Atex			
Tipo	DA.21			
Caudal máximo (m³/h)	500			
Peso (Kg)	50-52			
Materiales de Construcción				
Cabecero	AISI 316			
Eje	AISI 316			
Mecanismo	AISI 316			
Motor				
Potencia (KW)	1.5-2.2			

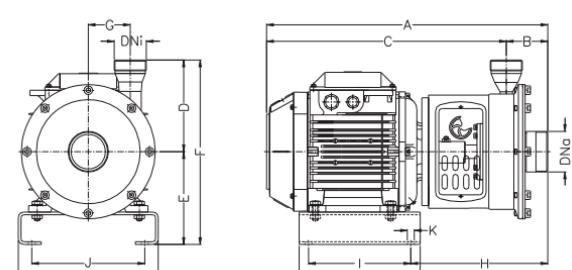
HOJA TÉCNICA

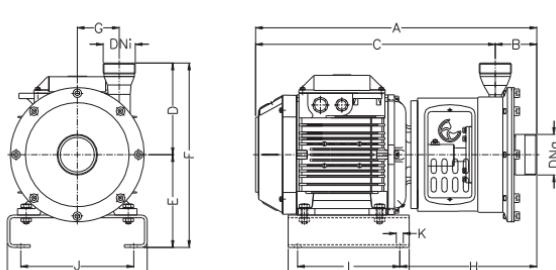
A	482	H	243
B	67	I	155
C	415	J	175
D	170	K	11
E	140	L	220
F	310	M	190
G	78		



*Dimensiones en mm

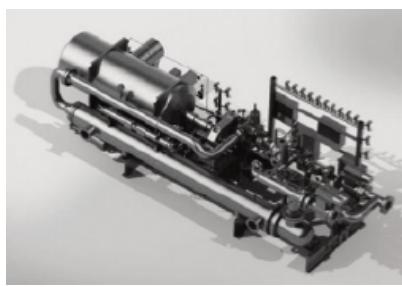
 VAM INDUSTRY	EQUIPO DE IMPULSIÓN		Área 100																												
	Planta de VAM		28/01/2016																												
			Bomba P401A y P401B																												
	Situación: Martorell		Hoja 1 de 1																												
CONDICIONES DE OPERACIÓN																															
Fluido	Líquido																														
Densidad (Kg/m³)	1066																														
Viscosidad (cP)	1.216																														
Caudal (m³/h)	22.53																														
Velocidad del fluido (m/s)	2																														
Temperatura de operación (°C)	20.5																														
Carga de aspiración (m)	10.6																														
NPSH disponible (m)	10.4																														
Potencia (W)	5426.2																														
DISEÑO																															
Características																															
Marca	Bominox																														
Modelo	Solid Atex																														
Tipo	DA.31																														
Caudal máximo (m³/h)	500																														
Peso (Kg)	114-121																														
Materiales de Construcción																															
Cabecero	AISI 316																														
Eje	AISI 316																														
Mecanismo	AISI 316																														
Motor																															
Potencia (KW)	5.5-7.5																														
HOJA TÉCNICA																															
<table border="1"> <tr><td>A</td><td>662</td><td>H</td><td>233</td></tr> <tr><td>B</td><td>77</td><td>I</td><td>230</td></tr> <tr><td>C</td><td>585</td><td>J</td><td>255</td></tr> <tr><td>D</td><td>230</td><td>K</td><td>13</td></tr> <tr><td>E</td><td>197</td><td>L</td><td>370</td></tr> <tr><td>F</td><td>427</td><td>M</td><td>370</td></tr> <tr><td>G</td><td>108</td><td></td><td></td></tr> </table>				A	662	H	233	B	77	I	230	C	585	J	255	D	230	K	13	E	197	L	370	F	427	M	370	G	108		
A	662	H	233																												
B	77	I	230																												
C	585	J	255																												
D	230	K	13																												
E	197	L	370																												
F	427	M	370																												
G	108																														
*Dimensiones en mm																															
 																															

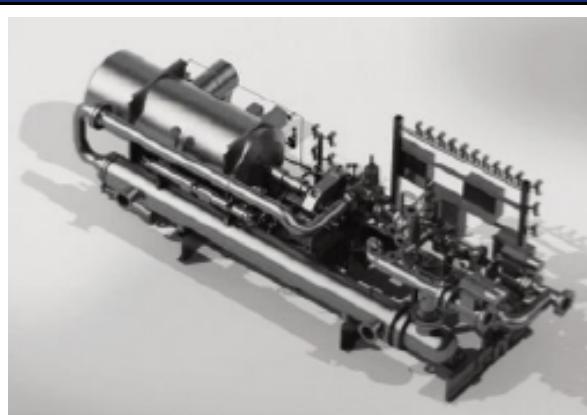
 VAM INDUSTRY	EQUIPO DE IMPULSIÓN		Área 100
	Planta de VAM		28/01/2016
			Bomba P402A y P402B
	Situación: Martorell		Hoja 1 de 1
CONDICIONES DE OPERACIÓN			
Fluido		Líquido	
Densidad (Kg/m³)		965.7	
Viscosidad (cP)		0.6369	
Caudal (m³/h)		22.58	
Velocidad del fluido (m/s)		1.9	
Temperatura de operación (°C)		93.73	
Carga de aspiración (m)		9.9	
NPSH disponible (m)		9.2	
Potencia (W)		0.54	
DISEÑO			
Características			
Marca		Bominox	
Modelo		Solid Atex	
Tipo		DA.31	
Caudal máximo (m³/h)		500	
Peso (Kg)		114-121	
Materiales de Construcción			
Cabecero		AISI 316	
Eje		AISI 316	
Mecanismo		AISI 316	
Motor			
Potencia (KW)		5.5-7.5	
HOJA TÉCNICA			
A	662	H	233
B	77	I	230
C	585	J	255
D	230	K	13
E	197	L	370
F	427	M	370
G	108		
 *Dimensiones en mm			

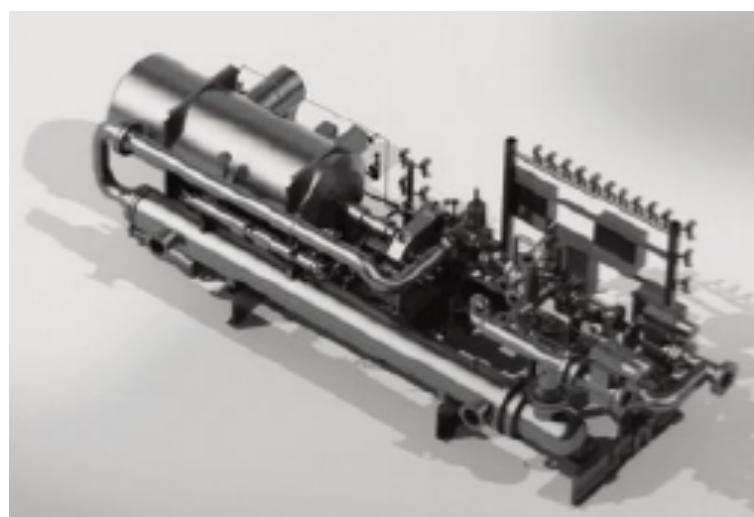
 VAM INDUSTRY	EQUIPO DE IMPULSIÓN		Área 100																												
	Planta de VAM		28/01/2016																												
			Bomba P403A y P403B																												
	Situación: Martorell		Hoja 1 de 1																												
CONDICIONES DE OPERACIÓN																															
Fluido	Líquido																														
Densidad (Kg/m³)	937.4																														
Viscosidad (cP)	0.355																														
Caudal (m³/h)	10.16																														
Velocidad del fluido (m/s)	1.8																														
Temperatura de operación (°C)	123.2																														
Carga de aspiración (m)	13.3																														
NPSH disponible (m)	13.2																														
Potencia (W)	313																														
DISEÑO																															
Características																															
Marca	Bominox																														
Modelo	Solid Atex																														
Tipo	DA.31																														
Caudal máximo (m³/h)	500																														
Peso (Kg)	114-121																														
Materiales de Construcción																															
Cabecero	AISI 316																														
Eje	AISI 316																														
Mecanismo	AISI 316																														
Motor																															
Potencia (KW)	5.5-7.5																														
HOJA TÉCNICA																															
<table border="1"> <tr> <td>A</td><td>662</td><td>H</td><td>233</td></tr> <tr> <td>B</td><td>77</td><td>I</td><td>230</td></tr> <tr> <td>C</td><td>585</td><td>J</td><td>255</td></tr> <tr> <td>D</td><td>230</td><td>K</td><td>13</td></tr> <tr> <td>E</td><td>197</td><td>L</td><td>370</td></tr> <tr> <td>F</td><td>427</td><td>M</td><td>370</td></tr> <tr> <td>G</td><td>108</td><td></td><td></td></tr> </table> 				A	662	H	233	B	77	I	230	C	585	J	255	D	230	K	13	E	197	L	370	F	427	M	370	G	108		
A	662	H	233																												
B	77	I	230																												
C	585	J	255																												
D	230	K	13																												
E	197	L	370																												
F	427	M	370																												
G	108																														
*Dimensiones en mm																															

4.4.5 Hojas de especificaciones de los compresores

Las hojas de especificación muestran las características principales de los compresores y en qué se diferencian unas de las otras. A continuación se describen los compresores utilizadas en este proyecto.

 VAM INDUSTRY	EQUIPO DE COMPRESIÓN	Área 100		
	Planta de VAM	28/01/2016		
		Compresor CR201		
	Situación: Martorell	Hoja 1 de 1		
INFORMACIÓN GENERAL				
Estado fluido	Gas			
Producto	AA			
Densidad entrada(Kg/m3)	3.16			
Densidad salida(Kg/m3)	14.11			
Caudal entrada(m3/h)	8115.52			
Caudal salida(m3/h)	1820.38			
Temperatura de entrada (ºC)	149.01			
Temperatura de salida (ºC)	243.7			
Presión de entrada (Kpa)	185.26			
Presión de salida (Kpa)	1010			
DISEÑO				
Características				
Empresa	Atlas Copco			
Modelo	Serie SC			
Tipo	Centrifugo			
Rango Caudal(m3/h)	250-110000			
Etapas	1			
Presión máxima de aspiración (KPa)	7000			
Presión máxima de descarga (Kpa)	7000			
Temperatura de aspiración (ºC)	-40 a 200			
Gases Tratados	Todos			
HOJA TÉCNICA				
				

VAM INDUSTRY	EQUIPO DE COMPRESIÓN		Área 100
	Planta de VAM		28/01/2016
			Compresor CR202
	Situación: Martorell		Hoja 1 de 1
INFORMACIÓN GENERAL			
Estado fluido		Gas	
Producto		ET	
Densidad entrada(Kg/m3)		1.18	
Densidad salida(Kg/m3)		7.28	
Caudal entrada(m3/h)		2912.71	
Caudal salida(m3/h)		474.12	
Temperatura de entrada (ºC)		15	
Temperatura de salida (ºC)		194.6	
Presión de entrada (Kpa)		101.3	
Presión de salida (Kpa)		1010	
DISEÑO			
Características			
Empresa		Atlas Copco	
Modelo		Serie SC	
Tipo		Centrifugo	
Rango Caudal(m3/h)		250-110000	
Etapas		1	
Presión máxima de aspiración (KPa)		7000	
Presión máxima de descarga (Kpa)		7000	
Temperatura de aspiración (ºC)		-40 a 200	
Gases Tratados		Todos	
HOJA TÉCNICA			
			

VAM INDUSTRY	EQUIPO DE COMPRESIÓN			
	Planta de VAM	Área 100		
		28/01/2016		
		Compresor CR203		
Situación: Martorell		Hoja 1 de 1		
INFORMACIÓN GENERAL				
Estado fluido	Gas-Liquid			
Producto	O			
Densidad entrada(Kg/m3)	1.35			
Densidad salida(Kg/m3)	6.23			
Caudal entrada(m3/h)	1767.23			
Caudal salida(m3/h)	383.42			
Temperatura de entrada (ºC)	15			
Temperatura de salida (ºC)	350.3			
Presión de entrada (Kpa)	101.3			
Presión de salida (Kpa)	1010			
DISEÑO				
Características				
Empresa	Atlas Copco			
Modelo	Serie SC			
Tipo	Centrifugo			
Rango Caudal(m3/h)	250-110000			
Etapas	1			
Presión máxima de aspiración (KPa)	7000			
Presión máxima de descarga (Kpa)	7000			
Temperatura de aspiración (ºC)	-40 a 200			
Gases Tratados	Todos			
HOJA TÉCNICA				
				

VAM INDUSTRY	EQUIPO DE COMPRESIÓN			
	Planta de VAM	Área 100		
		28/01/2016		
		Compresor CR301		
Situación: Martorell		Hoja 1 de 1		
INFORMACIÓN GENERAL				
Estado fluido	Gas			
Producto	ME 2			
Densidad entrada(Kg/m3)	1.7			
Densidad salida(Kg/m3)	8.19			
Caudal entrada(m3/h)	36055.97			
Caudal salida(m3/h)	7516.61			
Temperatura de entrada (ºC)	12			
Temperatura de salida (ºC)	165.3			
Presión de entrada (Kpa)	108			
Presión de salida (Kpa)	805			
DISEÑO				
Características				
Empresa	Atlas Copco			
Modelo	Serie SC			
Tipo	Centrifugo			
Rango Caudal(m3/h)	250-110000			
Etapas	1			
Presión máxima de aspiración (KPa)	7000			
Presión máxima de descarga (Kpa)	7000			
Temperatura de aspiración (ºC)	-40 a 200			
Gases Tratados	Todos			
HOJA TÉCNICA				
				

VAM INDUSTRY	EQUIPO DE COMPRESIÓN		Área 100
	Planta de VAM		28/01/2016
			Compresor CR501
	Situación: Martorell		Hoja 1 de 1
INFORMACIÓN GENERAL			
Estado fluido		Gas	
Producto		ME 1	
Densidad entrada (Kg/m3)		9.7	
Densidad salida (Kg/m3)		11.58	
Caudal entrada(m3/h)		5471.7	
Caudal salida(m3/h)		4586.61	
Temperatura de entrada (ºC)		62.1	
Temperatura de salida (ºC)		81.78	
Presión de entrada (Kpa)		800	
Presión de salida (Kpa)		1010	
DISEÑO			
Características			
Empresa		Atlas Copco	
Modelo		Serie SC	
Tipo		Centrifugo	
Rango Caudal(m3/h)		250-110000	
Etapas		1	
Presión máxima de aspiración (KPa)		7000	
Presión máxima de descarga (Kpa)		7000	
Temperatura de aspiración (ºC)		-40 a 200	
Gases Tratados		Todos	
HOJA TÉCNICA			
			