



PLANTA PER LA FABRICACIÓ DE FORMALDEHID A PARTIR DE METANOL

TREBALL DE FINAL DE GRAU
ENGINYERIA QUÍMICA

Juny 2026

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

Escola
d'Enginyeria

Erik Benito
Alex García
Guillem Iglesias
Adrià Navarro
Mar Pastor
Alejandro Rasero

Tutor: Josep A. Torà





PLANTA PER LA FABRICACIÓ DE FORMALDEHID A PARTIR DE METANOL

TREBALL DE FINAL DE GRAU
ENGINYERIA QUÍMICA

Juny 2026

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

Escola
d'Enginyeria

Erik Benito
Alex García
Guillem Iglesias
Adrià Navarro
Mar Pastor
Alejandro Rasero

Tutor: Josep A. Torà



Taula de continguts

4.1 Introducció	3
4.2 Canonades	3
4.2.1 Nomenclatura de canonades	3
4.2.2 Material de les canonades	4
4.2.3 Pressió i temperatura de disseny	4
4.2.4 Aïllament tèrmic	4
4.2.5 Dimensionament de canonades	5
4.2.6 Llistat de canonades	7
4.2.6.1 Llistat de canonades de l'àrea 100	8
4.2.6.2 Llistat de canonades de l'àrea 200	8
4.2.6.3 Llistat de canonades de l'àrea 300	9
4.2.6.4 Llistat de canonades de l'àrea 400	9
4.2.6.5 Llistat de canonades de l'àrea 500	10
4.2.6.6 Llistat de canonades de l'àrea 600	10
4.3 Vàlvules	11
4.3.1 Tipus de vàlvules	11
4.3.2 Unió de les vàlvules amb les canonades	12
4.3.3 Nomenclatura de les vàlvules	13
4.3.4 Llistat de vàlvules	13
4.3.4.1 Llistat de vàlvules de l'àrea 100	14
4.3.4.2 Llistat de vàlvules de l'àrea 200	18
4.3.4.3 Llistat de vàlvules de l'àrea 300	20
4.3.4.4 Llistat de vàlvules de l'àrea 400	22
4.3.4.5 Llistat de vàlvules de l'àrea 500	24
4.3.4.6 Llistat de vàlvules de l'àrea 600	26
4.4 Bombes	28
4.4.1 Selecció de les bombes	28
4.4.2 Nomenclatura de les bombes	28
4.4.3 Llistat de bombes	30
4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 100	30

4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 400.....	31
4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 500.....	32
4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 600.....	33
4.4.4 Fulls d'especificacions de bombes.....	34
4.5 Compressors	42
4.5.1 Llistat de compressors.....	43
4.5.1.1 Llistat de compressors de l'àrea 200	43
4.5.2 Full d'especificacions de compressors.....	44
4.6 Accessoris	45
4.6.1 Accessoris de connexió.....	45
4.6.1.1 Colzes i T	45
4.6.1.2 Expansions i reduccions.....	45
4.7 Bibliografia.....	46

4.1 Introducció

En aquest capítol es detallen els elements que formen part del sistema de transport i control de fluids de la planta, que inclouen les canonades, les vàlvules, les bombes i els diversos accessoris de connexió. Aquests components constitueixen l'estructura bàsica de transport de la instal·lació, essent els necessaris per assegurar la continuïtat del procés. El disseny d'aquests components de la instal·lació s'ha realitzat considerant les condicions d'operació, així com les necessitats dels fluids, els règims de cabal i velocitats de circulació, les pèrdues de càrrega, els requeriments de pressió i els de temperatura. La següent informació és complementària del diagrama PID tot i que es detalla i s'aprofundeix més en la matèria.

Primerament, es presenten les canonades, les quals són la via de transport dels fluids de la planta. Es realitza una descripció i conformació detallada (dimensionament, material, condicions...) per cada tipus de canonada utilitzada, present a un inventari de canonades al final del subapartat.

A continuació, es descriuen les vàlvules utilitzades al procés així com la seva unió amb les canonades explicades anteriorment. Les vàlvules de control no es mencionen, ja que són presentades amb detall a l'apartat de control i instrumentació.

També, es tracten les bombes utilitzades al sistema identificant el seu servei i paràmetres clau (potència, cabal...).

Per últim, es presenten altres aparells variadors com compressors o altres equips emprats per la bona circulació dels fluids de la planta.

4.2 Canonades

4.2.1 Nomenclatura de canonades

Per estandarditzar el vocabulari referent a les canonades del procés s'estableix una nomenclatura comuna per tal d'identificar cada element en cada part del procés i així poder identificar els paràmetres i dissenys de cada tram.

D'aquesta manera, s'utilitza la següent nomenclatura:

I-II-III

On:

I: Representa el diàmetre nominal de la canonada expressada en mm, amb les sigles DN.

II: Presenta el conjunt d'espècies que passa per la canonada. A la *Taula 4.2.1* es mostren totes les combinacions de nomenclatura possible.

III: Mostra el valor unitari de la canonada en funció de l'àrea en la qual es situa.

Taula 4.2.1. Nomenclatura de les substàncies i mescles que circulen per les canonades,

Compost	Nomenclatura	Mescla	Nomenclatura
Metanol	C1	C2+C3	M1
Oxigen	C2	C1+C2+C3	M2
Nitrogen	C3	C1+C2+C3+C7+C5	M3
Aigua	C4	C1+C7+C5	M4
Formaldehid	C5		
Therminol 66	C6		
Aigua de servei	C7		

4.2.2 Material de les canonades

A l'hora d'escollir el material de les canonades del sistema s'ha de valorar les característiques generals i la perillositat de les espècies d'aquest. El material triat ha de ser compatible amb els compostos i no patir desgast referent al caràcter perillós del fluid circulant. A part de la compatibilitat, també s'ha de tenir en compte en les condicions d'operació a les quals està sotmès cada part del procés amb l'objectiu de validar la seva resistència a les mateixes de manera contínua.

Per tal d'abastir les necessitats mencionades anteriorment, es selecciona l'acer inoxidable 316L com a material de les canonades del procés productiu. Aquest material és resistent a la corrosió, la qual cosa serà idònia per a suportar el caràcter corrosiu del metanol i fa que aquest sigui compatible per totes les altres espècies del sistema. Aquest material és un aliatge compost de ferro, crom, níquel i molibdè entre altres metalls. El molibdè és el compost que fa que l'acer inoxidable 316L tingui una bona resistència a la corrosió i pugui estar present en tots els trams del sistema.

4.2.3 Pressió i temperatura de disseny

A l'hora de determinar la pressió i temperatura de disseny, s'ha realitzat una sèrie d'estimacions basades en normes de seguretat amb l'objectiu de validar els seus valors.

Primerament, pel que fa a la pressió de disseny s'ha estimat un marge del 20% sobre la pressió de treball tenint en compte el seu valor màxim.

En el cas de la temperatura de disseny, es determina un marge de +20°C respecte de la temperatura de treball considerant la presència de formaldehid i metanol.

Els valors obtinguts equivalen a tot el tram de canonada, tenint en compte que s'ha agafat un únic valor de temperatura i pressió d'operació per a tot aquest.

4.2.4 Aïllament tèrmic

En determinats punts del sistema és necessari implementar un aïllament tèrmic a les canonades per tal d'evitar pèrdues de calor i mantenir el fluid dins del rang de temperatura requerit. Això és

important en aquells trams on la temperatura del fluid és significativament diferent de la temperatura ambient, ja que sense aïllament es podrien produir refredaments o escalfaments no desitjats que afectarien l'eficiència i l'estabilitat de l'operació. També, s'instal·la aquest servei amb l'objectiu de protegir al treballador i complir els requeriments de seguretat per evitar accidents no desitjats.

Valorant l'ús d'aquest servei, s'han escollit dos materials aïllants diferents: llana de roca i poliisocianurat. L'elecció no s'ha fet únicament en funció de la capacitat aïllant, sinó també tenint en compte la temperatura de treball de cada tram i el cost del material.

La llana de roca s'ha escollit per a les canonades que treballen a temperatures elevades. Aquest material presenta un bon comportament tèrmic i mecànic a temperatures superiors a 100 °C, fet que el fa adequat per a àrees del procés on el fluid circula calent. A part, és un material molt utilitzat industrialment perquè suporta bé condicions exigents i manté les seves propietats a temperatures altes. Aquestes raons fan que sigui la millor elecció en els trams calents per mantenir la seguretat i la màxima productivitat del procés.

Per altra banda, als trams amb temperatures més moderades o baixes, s'ha triat el poliisocianurat com aïllant a utilitzar. Aquest material no s'adapta tant bé a temperatures molt elevades, però ofereix una bona capacitat d'aïllament en condicions menys severes i té un cost inferior respecte a la llana de roca. La seva elecció en aquests trams permet reduir el cost global de la instal·lació sense comprometre el funcionament del sistema.

En conclusió, la combinació dels dos materials permet adaptar l'aïllament als requeriments de cada zona de la planta. La llana de roca s'utilitza on les condicions tèrmiques són més exigents, mentre que el poliisocianurat es selecciona per als trams menys crítics, aconseguint així una correcta seguretat i una eficiència procedimental i econòmicament major.

4.2.5 Dimensionament de canonades

A l'hora de dimensionar les canonades del procés s'ha d'avaluar el seu comportament hidràulic a partir del seu cabal volumètric i l'àrea de pas del fluid circulant. L'àrea de pas del fluid a través de la canonada es selecciona de forma circular.

Primerament, es considera el cabal volumètric de cada canonada verificant-los amb la seva presència al balanç de matèria ja calculat. Per altra banda, es tria una velocitat com a base de càlcul dins del rang òptim pel sistema escollit, les quals es poden trobar a la *Taula 4.2.2*. Les velocitats es suposen dins d'aquests rangs per tal de garantir la seguretat i productivitat del procés, minimitzant les pèrdues de càrrega i mantenint l'eficiència.

Taula 4.2.2 Velocitats típiques dels fluids

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Quan es selecciona la velocitat, es passa a calcular un diàmetre amb el qual es troba el diàmetre nominal de la canonada. Aquest diàmetre nominal compleix la normativa ASME B36.10 i es determina a partir de la *Taula 4.2.3*.

Taula 4.2.3. Diàmetres nominals segons la normativa ASME

Nominal Pipe Size		Outside Diameter (mm)	Nominal Wall Thickness Schedule																
NPS	DN	OD	SCH 5s	SCH 10s	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40s	SCH STD	SCH 40	SCH 60	SCH 80s	SCH XS	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160	SCH XXS
1/8	6	10.3		1.24				1.73	1.73	1.73		2.41	2.41	2.41					
1/4	8	13.7		1.65				2.24	2.24	2.24		3.02	3.02	3.02					
3/8	10	17.1		1.65				2.31	2.31	2.31		3.20	3.20	3.20					
1/2	15	21.3	1.65	2.11				2.77	2.77	2.77		3.73	3.73	3.73				4.78	7.47
3/4	20	26.7	1.65	2.11				2.87	2.87	2.87		3.91	3.91	3.91				5.56	7.82
1	25	33.4	1.65	2.77				3.38	3.38	3.38		4.55	4.55	4.55				6.35	9.09
1 1/4	32	42.2	1.65	2.77				3.56	3.56	3.56		4.85	4.85	4.85				6.35	9.70
1 1/2	40	48.3	1.65	2.77				3.68	3.68	3.68		5.08	5.08	5.08				7.14	10.15
2	50	60.3	1.65	2.77				3.91	3.91	3.91		5.54	5.54	5.54				8.74	11.07
2 1/2	65	73	2.11	3.05				5.16	5.16	5.16		7.01	7.01	7.01				9.53	14.02
3	80	88.9	2.11	3.05				5.49	5.49	5.49		7.62	7.62	7.62				11.13	15.24
3 1/2	90	101.6	2.11	3.05				5.74	5.74	5.74		8.08	8.08	8.08					
4	100	114.3	2.11	3.05				6.02	6.02	6.02		8.56	8.56	8.56		11.13		13.49	17.12
5	125	141.3	2.77	3.40				6.55	6.55	6.55		9.53	9.53	9.53		12.70		15.88	19.05
6	150	168.3	2.77	3.40				7.11	7.11	7.11		10.97	10.97	10.97		14.27		18.26	21.95
8	200	219.1	2.77	3.76		6.35	7.04	8.18	8.18	8.18	10.31	12.70	12.70	12.70	15.09	18.26	20.62	23.01	22.23
10	250	273.1	3.40	4.19		6.35	7.80	9.27	9.27	9.27	12.70	12.70	12.70	15.09	18.26	21.44	25.40	28.58	25.40
12	300	323.9	3.96	4.57		6.35	8.38	9.53	9.53	10.31	14.27	12.70	12.70	17.48	21.44	25.40	28.58	33.32	25.40
14	350	355.6	3.96	4.78	6.35	7.92	9.53		9.53	11.13	15.09		12.70	19.05	23.83	27.79	31.75	35.71	
16	400	406.4	4.19	4.78	6.35	7.92	9.53		9.53	12.70	16.66		12.70	21.44	26.19	30.96	36.53	40.49	
18	450	457.2	4.19	4.78	6.35	7.92	11.13		9.53	14.27	19.05		12.70	23.83	29.36	34.93	39.67	45.24	
20	500	508	4.78	5.54	6.35	9.53	12.70		9.53	15.09	20.62		12.70	26.19	32.54	38.10	44.45	50.01	
22		559	4.78	5.54	6.35	9.53	12.70		9.53		22.23		12.70	28.58	34.93	41.28	47.63	53.98	
24	600	610	5.54	6.35	6.35	9.53	14.27		9.53	17.48	24.61		12.70	30.96	38.89	46.02	52.37	59.54	
26		660			7.92	12.70			9.53				12.70						
28	700	711			7.92	12.70	15.88		9.53				12.70						
30		762	6.35	7.92	7.92	12.70	15.88		9.53				12.70						
32	800	813			7.92	12.70	15.88		9.53	17.48			12.70						
34		884			7.92	12.70	15.88		9.53	17.48			12.70						
36	900	914			7.92	12.70	15.88		9.53	19.05			12.70						
38		965							9.53				12.70						
40	1000	1016						9.53		12.70									
42		1067				12.70	15.88		9.53	19.05			12.70						
44	1100	1118							9.53				12.70						
46		1168							9.53				12.70						
48	1200	1219							9.53			12.70							
52		1321																	
56	1422																		
60	1524																		

Obtenint el diàmetre nominal requerit, es selecciona el gruix de les canonades referent a la pressió de disseny triada a partir del criteri explicat a l'apartat 4.2.3. Sabent el gruix i el diàmetre nominal es determina el diàmetre intern de la canonada i es verifica que la velocitat del fluid entra dins dels rangs acceptable de treball.

4.2.6 Llistat de canonades

Seguidament, es mostren totes les canonades del sistema, separades per àrees presentant les seves característiques de disseny.

4.2.6.1 Llistat de canonades de l'àrea 100

	FULL 1 D'1							LLISTAT DE CANONADES					
	ÀREA		100					DATA	29/05/2026				
								PLANTA	Formachem				
Nomenclatura	Fluid	Estat	Tram inicial	Tram final	Material	DN (mm)	Gruix (mm)	Velocitat del fluid (m/s)	Longitud (m)	T disseny (°C)	P disseny (bar)	Material aïllant	Gruix aïllant (mm)
DN150-C1-101	C1	L	-	P-101A/101B	AISI 316 L	150	7,11	0,58	4	45	1,22	-	-
DN50-C1-102	C1	L	P-101A/101B	TE-101-103	AISI 316 L	50	3,91	1,67	42,8	45	1,5	-	-
DN25-C1-103	C1	L	TE-101-103	P-102A/102B	AISI 316 L	25	3,38	0,55	47,31	45	1,22	-	-
DN65-C1-104	C1	L	TE-101-103	P-103A/103B	AISI 316 L	65	5,16	0,58	46,11	45	1,22	-	-
DN15-C1-105	C1	L	P-102A/102B	ME-401	AISI 316 L	15	1,65	1,21	98,14	45,06	2,64	-	-
DN40-C1-106	C1	L	P-103A/103B	E-201	AISI 316 L	40	3,68	1,37	83,41	45,06	2,64	-	-
DN800-C3-107	C3	G	-	TE-101-103	AISI 316 L	800	9,53	1,831	57,08	45	9,6	-	-

4.2.6.2 Llistat de canonades de l'àrea 200

	FULL 1 D'1							LLISTAT DE CANONADES					
	ÀREA		200					DATA	29/05/2026				
								PLANTA	Formachem				
Nomenclatura	Fluid	Estat	Tram inicial	Tram final	Material	DN (mm)	Gruix (mm)	Velocitat del fluid (m/s)	Longitud (m)	T disseny (°C)	P disseny (bar)	Material aïllant	Gruix aïllant (mm)
DN1000-M2-201	M1	G	-	C-201A/201B	AISI 316 L	1000	6,35	15,92	2	45	1,22	-	-
DN800-M1-202	M1	G	C-201A/201B	ME-201	AISI 316 L	800	7,92	15,34	6,75	142,4	2,64	Llana de roca	156,01
DN850-M2-203	M2	G	ME-201	BC-203	AISI 316 L	850	7,92	15,44	2,91	154,7	2,61	Llana de roca	159,92
DN1000-M2-204	M2	G	BC-203	R-301/302	AISI 316 L	1000	7,92	15,11	22,27	270	2,46	Llana de roca	209,27
DN100-C6-205	C6	L	BC-203	P-601A/601B	AISI 316 L	100	6,02	0,67	25,78	220,4	1,37	Llana de roca	196,07
DN250-C1-206	C1	G	E-201	ME-201	AISI 316 L	250	9,27	16,12	6,75	232,6	2,61	Llana de roca	198,54
DN1000-M3-207	M3	G	E-201	BC-201/202	AISI 316 L	1000	7,92	14,76	16,88	154,8	2,04	Llana de roca	159,52
DN900-M3-208	M3	G	BC-201/202	FV-401	AISI 316 L	900	7,92	16,00	41,6	98,37	2,01	Polisocianurat	34,45
DN80-C7-209	C7	L	BC-201/202	TR-601	AISI 316 L	80	3,05	1,88	64,64	68,73	2,2872	Polisocianurat	25,21

4.2.6.3 Llistat de canonades de l'àrea 300

	FULL 1 D'1						LLISTAT DE CANONADES						
	ÀREA			300			DATA	29/05/2026					
							PLANTA	Formachem					
Nomenclatura	Fluid	Estat	Tram inicial	Tram final	Material	DN (mm)	Gruix (mm)	Velocitat del fluid (m/s)	Longitud (m)	T disseny (°C)	P disseny (bar)	Material aïllant	Gruix aïllant (mm)
DN1100-M3-301	M3	G	R-301/302	E-201	AISI 316 L	1100	7,92	14,47	70	270,2	2,20	Llana de roca	208,47
DN250-C6-302	C6	L	R-301/302	BC-601	AISI 316 L	250	9,27	1,81	42	265,8	1,20	Llana de roca	235,70

4.2.6.4 Llistat de canonades de l'àrea 400

	FULL 1 D'1							LLISTAT DE CANONADES					
	ÀREA		400					DATA	29/05/2026				
								PLANTA	Formachem				
Nomenclatura	Fluid	Estat	Tram inicial	Tram final	Material	DN (mm)	Gruix (mm)	Velocitat del fluid (m/s)	Longitud (m)	T disseny (°C)	P disseny (bar)	Material aïllant	Gruix aïllant (mm)
DN1100-M3-401	M3	G	FV-401	CA-401	AISI 316 L	1100	7,92	15,20	2,09	98,35	1,40	Polisocianurat	34,55
DN80-C4-402	C7	L	-	P-401/402	AISI 316 L	80	3,05	0,45	2	45	1,22	-	-
DN40-C4-403	C7	L	P-401A/401B	CA-401	AISI 316 L	40	2,77	1,69	5	45	1,44	-	-
DN1200-M3-404	M3	G	CA-401	-	AISI 316 L	1200	6,35	16,28	95,87	65,39	0,96	Polisocianurat	34,58
DN150-M4-405	M4	L	CA-401	ME-401	AISI 316 L	150	7,11	0,17	2,46	75,73	1,40	Polisocianurat	32,49
DN50-M4-406	M4	L	ME-401	BC-401	AISI 316 L	50	3,91	1,64	1,09	73,65	1,22	Polisocianurat	24,30
DN50-M4-407	M4	L	BC-401	TE-501-504	AISI 316 L	50	3,91	1,56	56,17	58,25	1,13	Polisocianurat	24,30
DN-65-408	C7	L	BC-401	TR-601	AISI 316 L	65	3,05	1,42	52,86	54,5	2,3436	-	-

4.2.6.5 Llistat de canonades de l'àrea 500

	FULL 1 D'1							LLISTAT DE CANONADES					
	ÀREA				500			DATA	29/05/2026				
								PLANTA	Formachem				
Nomenclatura	Fluid	Estat	Tram inicial	Tram final	Material	DN (mm)	Gruix (mm)	Velocitat del fluid (m/s)	Longitud (m)	T disseny (°C)	P disseny (bar)	Material aïllant	Gruix aïllant (mm)
DN200-M4-501	M4	L	TE-501-504	P-501A/501B	AISI 316 L	200	8,18	0,53	49	55	1,22	-	-
DN125-M4-502	M4	L	P-501A/501B	-	AISI 316 L	125	6,55	1,32	16,41	55	1,50	-	-

4.2.6.6 Llistat de canonades de l'àrea 600

	FULL 1 D'1							LLISTAT DE CANONADES					
	ÀREA				600			DATA	29/05/2026				
								PLANTA	Formachem				
Nomenclatura	Fluid	Estat	Tram inicial	Tram final	Material	DN (mm)	Gruix (mm)	Velocitat del fluid (m/s)	Longitud (m)	T disseny (°C)	P disseny (bar)	Material aïllant	Gruix aïllant (mm)
DN100-C6-601	C6	L	P-601A/601B	CL-601	AISI 316L	100	5,16	1,78	4,05	220,4	1,68	Llana de roca	211,34
DN300-C6-602	C6	G	CL-601	BC-203	AISI 316L	300	9,53	14,85	52,16	290	1,68	Llana de roca	229,00
DN350-C7-603	C7	L	TR-601	P-602A/P-602B	AISI 316L	350	9,53	0,64	1	45	2,05	-	-
DN65-C7-604	C7	L	P-602A/602B	BC-401	AISI 316L	65	3,05	1,41	75,44	45	2,40	-	-
DN80-C7-605	C7	L	P-602A/602B	BC-201	AISI 316L	80	3,05	1,85	40,25	45	2,40	-	-
DN80-C7-606	C7	L	P-602A/602B	BC-202	AISI 316L	80	3,05	1,85	34,64	45	2,40	-	-
DN200-C7-607	C7	L	P-602A/602B	BC-601	AISI 316L	200	3,76	1,20	6,62	45	2,40	-	-
DN350-C6-608	C6	L	P-603A/603B	R-301/302	AISI 316L	350	9,53	2,03	44,69	297,4	1,40	Llana de roca	226,53
DN200-C7-609	C7	L	BC-601	TR-601	AISI 316L	200	3,76	1,24	24,01	81,9	2,3172	Poliisocianurat	32,98
DN400-C6-610	C6	L	BC-601	TE-601	AISI 316L	400	9,53	1,53	18,33	294,4	1,08	Llana de roca	233,68
DN200-C7-611	C7	L	-	TR-601	AISI 316L	200	3,76	1,66	3	45	1,22	-	-
DN600-C6-612	C6	L	TE-601	P-603A/603B	AISI 316L	600	9,53	0,66	3	294,4	1,08	Llana de roca	225,68

4.3 Vàlvules

4.3.1 Tipus de vàlvules

A mesura que el fluid avança pel procés es troba diferents vàlvules les quals tenen diferents metodologies. A la Taula 4.3.1 es determinen i presenten totes les vàlvules del sistema així com la seva nomenclatura i actuació. La nomenclatura presentada és la utilitzada tant a la resta d'apartat com a les altres seccions del treball i està present tant a taules descriptives, fulls d'especificacions, càlculs o diagrames.

Taula 4.3.1. Tipus de vàlvules i nomenclatura

Tipus de vàlvula	Nomenclatura	Actuació
Vàlvula manual de bola	MV	On/off
Vàlvula automàtica tot/res	KV	On/off
Vàlvula de control de pressió	PCV	Regulació amb sistema de control
Vàlvula de control de cabal	FCV	Regulació amb sistema de control
Vàlvula de control de temperatura	TCV	Regulació amb sistema de control
Vàlvula de control de nivell	LCV	Regulació amb sistema de control
Vàlvula antiretorn	AR	Evitar flux invers
Vàlvula de seguretat per sobrepressió	PSV	Protecció davant sobrepressió

A l'hora de classificar les vàlvules es separen dues grans famílies: les vàlvules que determinen la circulació del fluid o les vàlvules que formen part d'un llaç de control. Com s'ha comentat anteriorment, en aquest apartat es tracten les vàlvules implicades en la circulació del fluid, la qual cosa ens porta a identificar 8 tipus de vàlvules diferents les quals ajuden a regular el procés i obtenir la màxima productivitat possible.

La major part dels equips de la planta compten amb vàlvules de papallona o de globus, ja que regulen millor el cabal. Aquest tipus de vàlvules s'utilitzen en els llaços de control, però també és comú trobar-les en altres punts del sistema on sigui necessari ajustar la circulació del fluid de manera més precisa.

També s'han instal·lat vàlvules de bola. Aquestes s'utilitzen amb l'objectiu d'obrir o tancar completament el pas del fluid, sense necessitat una regulació intermèdia del cabal. Per aquest

motiu, són més habituals en zones on no hi ha un control continu del cabal. A part, també s'han seleccionat vàlvules manuals per poder fer bypass en determinats equips o llaços de control per tal de mantenir la circulació del fluid per una línia alternativa en casos d'emergència o alternatius.

D'aquesta manera, si algun equip presenta una avaria o s'ha de substituir, es pot inhabilitar aquest tram i desviar el corrent per la línia alternativa. Mitjançant aquesta metodologia es facilita el manteniment sense que l'aturada afecti el funcionament general de la planta.

D'altra banda, les vàlvules antiretorn, es col·loquen a la sortida de les bombes i dels equips on es produeixen canvis de fase, així com a l'entrada dels compressors. La seva funció és evitar que el fluid pugui circular en sentit contrari, ja que això podria provocar problemes de funcionament, danys als equips o alteracions en la pressió del sistema.

Per últim, s'han incorporat vàlvules de seguretat en aquells punts on poden aparèixer sobrepressions, com per exemple a la sortida dels reactors o en equips on la pressió pot variar significativament. Aquestes vàlvules permeten reduir l'excés de pressió en cas necessari i, per tant, ajuden a protegir els equips i a mantenir la seguretat del sistema.

4.3.2 Unió de les vàlvules amb les canonades

A l'hora de realitzar les unions entre canonades i vàlvules, es seleccionen les brides com a metodologia principal. El tipus de brida es determina a partir del tipus de fluid i condicions d'operació del tram on es troba la unió.

S'ha seleccionat l'ús de brides soldades en aquells trams de canonada on els corrents de procés són més crítics. Es determinen crítiques les línies per on circulen metanol, formalina, formaldehid o Therminol 66. Aquesta elecció es deu al fet que aquests fluids presenten condicions més exigents des del punt de vista de la seguretat i de l'operació. En el cas del metanol, es tracta d'un compost inflamable, mentre que la formalina i els corrents amb formaldehid poden presentar un cert risc per toxicitat i corrosió. En conseqüència, és important reduir al màxim les possibles fuites i obtenir una unió mecànicament resistent.

Les brides soldades ofereixen una millor continuïtat entre la canonada i la brida, ja que la unió es realitza mitjançant "soldadura a tope". D'aquesta manera, permet obtenir una connexió més robusta i adequada per treballar amb fluids perillosos o amb condicions de temperatura i pressió elevades. Les dilatacions tèrmiques i els cicles d'escalfament i refredament poden afectar a l'estructura de les unions, fent indispensable l'ús d'unions resistents com les brides soldades.

Per altra banda, no s'ha considerat necessari utilitzar brides soldades en tot el procés, a causa del seu elevat cost i el fet de prescindible en algun dels seus trams. Per aquest motiu, en els serveis menys crítics, com poden ser les línies d'aigua de servei o aigua de refrigeració s'ha considerat adequat l'ús de brides lliscants. Aquest tipus de brida té un muntatge més senzill i un cost inferior, per tant, la converteix en una opció adequada quan les condicions d'operació són estables i el fluid no suposa un risc important en cas de petites fuites. A més, en zones com les connexions amb vàlvules de serveis auxiliars o equips de refrigeració, permeten mantenir una

bona accessibilitat per a tasques de manteniment o substitució, sense haver d'assumir el sobrecost referent a les brides soldades.

4.3.3 Nomenclatura de les vàlvules

Per tal d'identificar les vàlvules del procés s'utilitza una nomenclatura clara i explicada a continuació:

I-II

On:

I: Representa el tipus de vàlvula. Els diferents tipus es presenten a la *Taula 4.3.1*.

II: Fa referència a la zona i unitat a la qual correspon la vàlvula.

4.3.4 Llistat de vàlvules

Seguidament, es mostra el llistat de vàlvules presents a cada una de les àrees.

4.3.4.1 Llistat de vàlvules de l'àrea 100

	Full 1 de 4			
	Àrea	100	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-101	Obrir o tancar corrent	150	Brida soldada	
MV-102	Obrir o tancar corrent	150	Brida soldada	
MV-103	Obrir o tancar corrent	90	Brida soldada	
MV-104	Obrir o tancar corrent	90	Brida soldada	
MV-105	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
MV-106	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-107	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-108	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-109	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-110	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada	
MV-111	Obrir o tancar corrent	500	Brida soldada	
MV-112	Obrir o tancar corrent	500	Brida soldada	
MV-113	Obrir o tancar corrent	500	Brida soldada	
MV-114	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
MV-115	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-116	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-117	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-118	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-119	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada	
MV-120	Obrir o tancar corrent	500	Brida lliscant	

	Full 2 de 4		
	Àrea	100	Data
			30/05/2026
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida
MV-121	Obrir o tancar corrent	500	Brida lliscant
MV-122	Obrir o tancar corrent	500	Brida lliscant
MV-123	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada
MV-124	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant
MV-125	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant
MV-126	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant
MV-127	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant
MV-128	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada
MV-129	Obrir o tancar corrent	500	Brida lliscant
MV-130	Obrir o tancar corrent	500	Brida lliscant
MV-131	Obrir o tancar corrent	500	Brida lliscant
MV-132	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada
MV-133	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada
MV-134	Obrir o tancar corrent	25	Brida soldada
MV-135	Obrir o tancar corrent	25	Brida soldada
MV-136	Obrir o tancar corrent	40	Brida soldada
MV-137	Obrir o tancar corrent	40	Brida soldada
MV-138	Obrir o tancar corrent	15	Brida soldada
MV-139	Obrir o tancar corrent	15	Brida soldada
MV-140	Obrir o tancar corrent	15	Brida soldada
MV-141	Obrir o tancar corrent	40	Brida soldada

	Full 3 de 4			
	Àrea	100	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
AR-101	Evitar el flux invers del cabal	90	Brida soldada	
AR-102	Evitar el flux invers del cabal	90	Brida soldada	
AR-103	Evitar el flux invers del cabal	800	Brida lliscant	
AR-104	Evitar el flux invers del cabal	800	Brida lliscant	
AR-105	Evitar el flux invers del cabal	800	Brida lliscant	
AR-106	Evitar el flux invers del cabal	40	Brida soldada	
AR-107	Evitar el flux invers del cabal	40	Brida soldada	
AR-108	Evitar el flux invers del cabal	15	Brida soldada	
AR-109	Evitar el flux invers del cabal	15	Brida soldada	
PCV-101	Control de pressió	800	Brida lliscant	
PCV-102	Control de pressió	500	Brida soldada	
PCV-103	Control de pressió	800	Brida lliscant	
PCV-104	Control de pressió	500	Brida lliscant	
PCV-105	Control de pressió	800	Brida lliscant	
PCV-106	Control de pressió	500	Brida lliscant	
KV-101	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
KV-102	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada	
KV-103	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
KV-104	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada	
KV-105	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	

	Full 4 de 4			
	Àrea	100	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
KV-106	Obrir o tancar corrent	65	Brida soldada	
PSV-101	Protecció davant sobrepressió	50	Brida soldada	
PSV-102	Protecció davant sobrepressió	50	Brida soldada	
PSV-103	Protecció davant sobrepressió	50	Brida soldada	

4.3.4.2 Llistat de vàlvules de l'àrea 200

	Full 1 de 2			
	Àrea	200	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-201	Obrir o tancar corrent	1000	Brida lliscant	
MV-202	Obrir o tancar corrent	1000	Brida lliscant	
MV-203	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-204	Obrir o tancar corrent	800	Brida lliscant	
MV-205	Obrir o tancar corrent	40	Brida soldada	
MV-206	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-207	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-208	Obrir o tancar corrent	250	Brida soldada	
MV-209	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-210	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-211	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-212	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-213	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-214	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-215	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-216	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-217	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-218	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-219	Obrir o tancar corrent	900	Brida soldada	
MV-220	Obrir o tancar corrent	900	Brida soldada	

	Full 2 de 2			
	Àrea	200	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-221	Obrir o tancar corrent	850	Brida soldada	
MV-222	Obrir o tancar corrent	300	Brida soldada	
MV-223	Obrir o tancar corrent	300	Brida soldada	
MV-224	Obrir o tancar corrent	300	Brida soldada	
MV-225	Obrir o tancar corrent	100	Brida soldada	
MV-226	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
AR-201	Evitar el flux invers del cabal	800	Brida lliscant	
AR-202	Evitar el flux invers del cabal	800	Brida lliscant	
TCV-201	Control de temperatura	80	Brida lliscant	
TCV-202	Control de temperatura	80	Brida lliscant	
TCV-203	Control de temperatura	300	Brida soldada	

4.3.4.3 Llistat de vàlvules de l'àrea 300

	Full 1 de 2			
	Àrea	300	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-301	Obrir o tancar corrent	250	Brida soldada	
MV-302	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-303	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada	
MV-304	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-305	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada	
MV-306	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada	
MV-307	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-308	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-309	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-310	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-311	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-312	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-313	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-314	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-315	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-316	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-317	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-318	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-319	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada	
MV-320	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada	

 FORMACHEM	Full 2 de 2			
	Àrea	300	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-321	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-322	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada	
MV-323	Obrir o tancar corrent	1000	Brida soldada	
MV-324	Obrir o tancar corrent	250	Brida soldada	
TCV-301	Control de temperatura	300	Brida soldada	
TCV-302	Control de temperatura	300	Brida soldada	
PCV-301	Control de pressió	1000	Brida soldada	
PCV-302	Control de pressió	1000	Brida soldada	
FCV-301	Control de cabal	900	Brida soldada	
FCV-302	Control de cabal	900	Brida soldada	
PSV-301	Protecció davant sobrepressió	250	Brida soldada	
PSV-302	Protecció davant sobrepressió	250	Brida soldada	

4.3.4.4 Llistat de vàlvules de l'àrea 400

 FORMACHEM	Full 1 de 2			
	Àrea	400	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-401	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-402	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-403	Obrir o tancar corrent	40	Brida lliscant	
MV-404	Obrir o tancar corrent	40	Brida lliscant	
MV-405	Obrir o tancar corrent	40	Brida lliscant	
MV-406	Obrir o tancar corrent	40	Brida lliscant	
MV-407	Obrir o tancar corrent	40	Brida lliscant	
MV-408	Obrir o tancar corrent	40	Brida lliscant	
MV-409	Obrir o tancar corrent	1100	Brida soldada	
MV-410	Obrir o tancar corrent	150	Brida soldada	
MV-411	Obrir o tancar corrent	150	Brida soldada	
MV-412	Obrir o tancar corrent	150	Brida soldada	
MV-413	Obrir o tancar corrent	1200	Brida soldada	
MV-414	Obrir o tancar corrent	1200	Brida soldada	
MV-415	Obrir o tancar corrent	1200	Brida soldada	
MV-416	Obrir o tancar corrent	15	Brida soldada	
MV-417	Obrir o tancar corrent	15	Brida soldada	
MV-418	Obrir o tancar corrent	15	Brida soldada	
MV-419	Obrir o tancar corrent	150	Brida soldada	
MV-420	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	

 FORMACHEM	Full 2 de 2		
	Àrea	400	Data 30/05/2026 Planta Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida
MV-421	Obrir o tancar corrent	65	Brida lliscant
MV-422	Obrir o tancar corrent	65	Brida lliscant
MV-423	Obrir o tancar corrent	65	Brida lliscant
MV-424	Obrir o tancar corrent	65	Brida lliscant
MV-425	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada
FCV-401	Control de cabal	32	Brida lliscant
FCV-402	Control de cabal	10	Brida soldada
PCV-401	Control de pressió	1100	Brida soldada
LCV-401	Control de nivell	100	Brida soldada
AR-401	Evitar el flux invers del cabal	40	Brida lliscant
AR-402	Evitar el flux invers del cabal	40	Brida lliscant
TCV-401	Control de temperatura	50	Brida lliscant
PSV-401	Protecció davant sobrepressió	450	Brida lliscant

4.3.4.5 Llistat de vàlvules de l'àrea 500

 FORMACHEM	Full 1 de 2			
	Àrea	500	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-501	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
MV-502	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
MV-503	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
MV-504	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
MV-505	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
MV-506	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
MV-507	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
MV-508	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
MV-509	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
MV-510	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
MV-511	Obrir o tancar corrent	125	Brida soldada	
MV-512	Obrir o tancar corrent	125	Brida soldada	
AR-504	Evitar el flux invers del cabal	125	Brida soldada	
AR-505	Evitar el flux invers del cabal	125	Brida soldada	
KV-501	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
KV-502	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
KV-503	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	
KV-504	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada	
KV-505	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada	

 FORMACHEM	Full 2 de 2		
	Àrea	500	Data 30/05/2026 Planta Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida
KV-506	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada
KV-507	Obrir o tancar corrent	50	Brida soldada
KV-508	Obrir o tancar corrent	200	Brida soldada
PSV-501	Protecció davant sobrepressió	25	Brida soldada
PSV-502	Protecció davant sobrepressió	25	Brida soldada
PSV-503	Protecció davant sobrepressió	25	Brida soldada
PSV-504	Protecció davant sobrepressió	25	Brida soldada

4.3.4.6 Llistat de vàlvules de l'àrea 600

 FORMACHEM	Full 1 de 2			
	Àrea	600	Data	30/05/2026
			Planta	Formachem
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida	
MV-601	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-602	Obrir o tancar corrent	65	Brida lliscant	
MV-603	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-604	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-605	Obrir o tancar corrent	100	Brida soldada	
MV-606	Obrir o tancar corrent	100	Brida soldada	
MV-607	Obrir o tancar corrent	350	Brida lliscant	
MV-608	Obrir o tancar corrent	350	Brida lliscant	
MV-609	Obrir o tancar corrent	100	Brida soldada	
MV-610	Obrir o tancar corrent	100	Brida soldada	
MV-611	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-612	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant	
MV-613	Obrir o tancar corrent	200	Brida lliscant	
MV-614	Obrir o tancar corrent	200	Brida lliscant	
MV-615	Obrir o tancar corrent	200	Brida lliscant	
MV-616	Obrir o tancar corrent	200	Brida lliscant	
MV-617	Obrir o tancar corrent	65	Brida lliscant	

 FORMACHEM	Full 2 de 2		
	Àrea	600	Data
			30/05/2026
Nomenclatura	Funció	DN (mm)	Tipus de brida
MV-618	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant
MV-619	Obrir o tancar corrent	80	Brida lliscant
MV-620	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
MV-621	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
MV-622	Obrir o tancar corrent	600	Brida soldada
MV-623	Obrir o tancar corrent	600	Brida soldada
MV-624	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
MV-625	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
MV-626	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
MV-627	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
MV-628	Obrir o tancar corrent	350	Brida soldada
AR-601	Evitar el flux invers del cabal	100	Brida soldada
AR-602	Evitar el flux invers del cabal	100	Brida soldada
AR-603	Evitar el flux invers del cabal	80	Brida lliscant
AR-604	Evitar el flux invers del cabal	80	Brida lliscant
AR-605	Evitar el flux invers del cabal	350	Brida lliscant
AR-606	Evitar el flux invers del cabal	350	Brida lliscant
TCV-601	Control de temperatura	150	Brida lliscant
KV-601	Obrir o tancar corrent	200	Brida lliscant
PSV-601	Protecció davant sobrepressió	80	Brida soldada

4.4 Bombes

4.4.1 Selecció de les bombes

Per tal d'impulsar els fluids per tot el sistema productiu es requereix de bombes com equips especialitzats en aquesta tasca. L'objectiu principal de les bombes és mantenir la correcta circulació i evitar estancaments per obtenir la màxima productivitat amb les condicions de treball desitjades.

En el procés s'han seleccionat diferents tipus de bombes en funció de les característiques de cada corrent. L'elecció és causada pel risc a l'hora de treballar sota les condicions d'operació de cada espècie present a la planta. Per als corrents que contenen metanol i formalina, s'escull l'ús de bombes centrífugues magnètiques fabricades en acer inoxidable 316L. Aquesta elecció és definida pel grau d'estanquitat de les espècies: el metanol és un compost inflamable i volàtil, mentre que la formalina presenta caràcter tòxic i corrosiu. Com que aquestes bombes no disposen d'un segell mecànic convencional, baixa la possibilitat de fuites, fet que millora la seguretat de la instal·lació i disminueix el risc d'emissions a l'ambient.

Per altra banda, per als serveis auxiliars d'aigua, com ara l'aigua de refrigeració o l'aigua de servei, es considera prou l'ús de bombes centrífugues convencionals. Aquests corrents no presenten una perillositat química elevada, fet que fa que no sigui necessari utilitzar bombes especials de cost més elevat. A més, les bombes centrífugues són adequades per impulsar cabals elevats de líquids de baixa viscositat, tenen un disseny senzill i el seu manteniment és relativament fàcil.

Per últim, pel circuit de Therminol 66, s'utilitzen bombes centrífugues específiques per a fluids tèrmics. En aquest cas, el criteri de selecció no es basa en la corrosió, sinó en la capacitat de la bomba per treballar a temperatures elevades i de manera contínua. Per aquest motiu, la bomba haurà d'incorporar materials, tancaments i elements mecànics compatibles amb les condicions tèrmiques operatives i assegura el sistema d'intercanvi de calor.

A més, en les àrees de la planta on es manipulen fluids inflamables, com és el cas del metanol, les bombes utilitzades han de disposar de certificació ATEX. Aquesta exigència es deu al fet que el metanol pot generar vapors inflamables i, en cas de fuga o emissió accidental, es podria formar una atmosfera potencialment explosiva. Per aquest motiu, no només és important seleccionar una bomba químicament compatible amb el fluid, sinó també garantir que el motor, els elements elèctrics i la mateixa construcció de l'equip siguin adequats per treballar en una zona classificada.

4.4.2 Nomenclatura de les bombes

Per tal d'identificar i fer referència a cada una de les bombes del sistema, s'implementa una nomenclatura comuna basada en la següent metodologia:

P-I

On:

P: Representa a totes les bombes i està present a totes les nomenclatures.

I: Correspon a la numeració de cada una de les bombes.

4.4.3 Llistat de bombes

Seguidament, es mostra el llistat de bombes presents al sistema productiu.

4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 100

		FULL 1 DE 1						LLISTAT DE BOMBES			
		ÀREA				100		DATA	29/05/2026		
								PLANTA	Formachem		
Nomenclatura	Àrea	Fluid	Tram aspiració (bar)	Tram impulsió (bar)	ΔP	Q (m3/h)	Càrrega del sistema (m)	v aspiració (m/s)	v impulsió (m/s)	Rendiment (%)	Potència (kW)
P-101A	100	C1	1,013	1,5	0,487	38,96	29,12	0,58	1,7	75	2,37
P-101B	100	C1	1,013	1,5	0,487	38,96	29,12	0,58	1,7	75	2,37
P-102A	100	C1	1,013	2,2	1,187	1,11	48,04	0,55	1,21	75	0,11
P-102B	100	C1	1,013	2,2	1,187	1,11	48,04	0,55	1,21	75	0,11
P-103A	100	C1	1,013	2,2	1,187	6,47	16,68	0,58	1,37	75	0,226
P-103B	100	C1	1,013	2,2	1,187	6,47	16,68	0,58	1,37	75	0,226

4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 400

		FULL 1 DE 1					LLISTAT DE BOMBES				
		ÀREA			400		DATA	29/05/2026			
							PLANTA	Formachem			
Nomenclatura	Àrea	Fluid	Tram aspiració (bar)	Tram impulsió (bar)	ΔP	Q (m3/h)	Càrrega del sistema (m)	v aspiració (m/s)	v impulsió (m/s)	Rendiment (%)	Potència (kW)
P-401A	400	C7	1,013	1,2	0,187	8,72	7,7	0,45	1,69	75	0,182
P-401B	400	C7	1,013	1,2	0,187	8,72	7,7	0,45	1,69	75	0,182

4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 500

		FULL 1 DE 1					LLISTAT DE BOMBES				
		ÀREA			500		DATA	29/05/2026			
							PLANTA	Formachem			
Nomenclatura	Àrea	Fluid	Tram aspiració (bar)	Tram impulsió (bar)	ΔP	Q (m3/h)	Càrrega del sistema (m)	v aspiració (m/s)	v impulsió (m/s)	Rendiment (%)	Potència (kW)
P-501A	500	M4	1,013	1,5	0,48 7	30,55	3,65	0,66	1,78	75	0,328
P-501B	500	M4	1,013	1,5	0,48 7	30,55	3,65	0,66	1,78	75	0,328

4.4.3.1 Llistat de bombes de l'àrea 600

		FULL 1 DE 1					LLISTAT DE BOMBES				
		ÀREA			600		DATA	29/05/2026			
							PLANTA	Formachem			
Nomenclatura	Àrea	Fluid	Tram aspiració (bar)	Tram impulsió (bar)	ΔP	Q (m3/h)	Càrrega del sistema (m)	v aspiració (m/s)	v impulsió (m/s)	Rendiment (%)	Potència (kW)
P-601A	600	C6	1,013	1,4	0,38 7	19,8	1,16	0,67	1,78	75	0,056
P-601B	600	C6	1,013	1,4	0,38 7	19,8	1,16	0,67	1,78	75	0,056
P-602A	600	C7	1,7	2	0,3	241,42	11,83	0,64	1,91	75	7,76
P-602B	600	C7	1,7	2	0,3	241,42	11,83	0,64	1,91	75	7,76
P-603A	600	C6	0,9	1,16	0,26	650,5	1,5	0,66	2,03	75	2,42
P-603B	600	C6	0,9	1,16	0,26	650,5	1,5	0,66	2,03	75	2,42

4.4.4 Fulls d'especificacions de bombes

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	100	Equip	P-101A/101B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga magnètica		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	GemmeCotti		
Model	EM-C AISI 316 – ATEX - HTM 40		
Dades d'operació			
Fluid	C1		
V aspiració (m/s)	0'58		
V impulsió (m/s)	1'7		
Pressió aspiració (bar)	1'013		
Pressió impulsió (bar)	1'5		
ΔP (bar)	0'387		
Càrrega (m)	29'12		
Cabal (m³/h)	38'96		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	2'37		
Esquema			
			

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	100	Equip	P-102A/102B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga magnètica		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	GemmeCotti		
Model	EM-C PP/PVDF – ATEX Zona 2 - HTM 4		
Dades d'operació			
Fluid	C1		
V aspiració (m/s)	0'55		
V impulsió (m/s)	1'21		
Pressió aspiració (bar)	1'013		
Pressió impulsió (bar)	2'2		
ΔP (bar)	1'187		
Càrrega (m)	48'04		
Cabal (m³/h)	1'11		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	0'11		
Esquema			
			

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	100	Equip	P-103A/103B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga magnètica		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	GemmeCotti		
Model	EM-C AISI 316 – ATEX - HTM 6		
Dades d'operació			
Fluid	C1		
V aspiració (m/s)	0'58		
V impulsió (m/s)	1'37		
Pressió aspiració (bar)	1'013		
Pressió impulsió (bar)	2'2		
ΔP (bar)	1'187		
Càrrega (m)	16'68		
Cabal (m³/h)	6'47		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	0'226		
Esquema			
			

	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	16/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	400	Equip	P-401A/401B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga magnètica		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	GemmeCotti		
Model	EM-C AISI 316 – ATEX - HTM 10		
Dades d'operació			
Fluid	C7		
V aspiració (m/s)	0'45		
V impulsió (m/s)	1'69		
Pressió aspiració (bar)	1'013		
Pressió impulsió (bar)	1'2		
ΔP (bar)	0'187		
Càrrega (m)	7'7		
Cabal (m³/h)	8'73		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	0'182		
Esquema			
			

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	500	Equip	P-501A/501B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga magnètica		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	GemmeCotti		
Model	EM-C PP/PVDF – ATEX Zona 2 - HTM 31		
Dades d'operació			
Fluid	M4		
V aspiració (m/s)	0'66		
V impulsió (m/s)	1'78		
Pressió aspiració (bar)	1'013		
Pressió impulsió (bar)	1'5		
ΔP (bar)	0'487		
Càrrega (m)	3'65		
Cabal (m³/h)	61,1		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	0'656		
Esquema			
			

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	600	Equip	P-601A/601B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	Hidrostat		
Model	Hidrostat Screw Centrifugal Pump – gama compacta/submersible		
Dades d'operació			
Fluid	C6		
V aspiració (m/s)	0'67		
V impulsió (m/s)	1'78		
Pressió aspiració (bar)	1'013		
Pressió impulsió (bar)	1'4		
ΔP (bar)	0'387		
Càrrega (m)	1'16		
Cabal (m³/h)	19'8		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	0'056		
Esquema			
			

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	600	Equip	P-602A/602B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	DESMI		
Model	DESMI NSLH / NSLV High Flow – Low Pressure		
Dades d'operació			
Fluid	C7		
V aspiració (m/s)	0'64		
V impulsió (m/s)	1'91		
Pressió aspiració (bar)	1'7		
Pressió impulsió (bar)	2		
ΔP (bar)	0'3		
Càrrega (m)	11'83		
Cabal (m³/h)	241,42		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	7'76		
Esquema			
			

 FORMACHEM	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 d'1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	600	Equip	P-603A/603B
Dades generals			
Denominació	Bomba centrífuga		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	DESMI		
Model	DESMI NSLH High Flow – Low Pressure		
Dades d'operació			
Fluid	C6		
V aspiració (m/s)	0'66		
V impulsió (m/s)	2'03		
Pressió aspiració (bar)	0'9		
Pressió impulsió (bar)	1'16		
ΔP (bar)	0'26		
Càrrega (m)	1'5		
Cabal (m³/h)	650'5		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	2'42		



4.5 Compressors

A la línia d'aire present abans de l'entrada al reactor és necessari l'ús d'un compressor per a transportar el fluid cap a l'equip corresponent. S'utilitza un equip, però es dobla la seva presència per facilitar el manteniment o canvi en cas d'emergència o avaria.

Els compressors seleccionats pel procés productiu són compressors centrífugs. L'elecció d'aquest tipus de compressor ve donada per la seva gran capacitat de tractar grans cabals i la seva facilitat alhora del manteniment.

4.5.1 Llistat de compressors

Seguidament, es mostra el llistat de compressors presents a la planta.

4.5.1.1 Llistat de compressors de l'àrea 200

		FULL 1 DE 1					LLISTAT DE COMPRESSORS			
		ÀREA			200		DATA	29/05/2026		
							PLANTA	Formachem		
Nomenclatura	Àrea	Fluid	Tram aspiració (bar)	Tram impulsió (bar)	ΔP	Q (m3/h)	v aspiració (m/s)	v impulsió (m/s)	Rendiment (%)	Potència (kW)
C-201A	200	M1	1,01	2,2	1,19	45318,76	15,92	15,34	75	1102
C-201B	200	M1	1,01	2,2	1,19	45318,76	15,92	15,34	75	1102

4.5.2 Full d'especificacions de compressors

	FULL D'ESPECIFICACIONS		Full 1 de 1
Localització	Tarragona	Data realització	26/05/2026
Planta	Formachem	Data revisió	01/06/2026
Zona planta	200	Equip	C-201A/201B
Dades generals			
Denominació	Compressor		
Material	Acer Inoxidable AISI 316L		
Fabricant	Atlas Copco Gas and Process		
Model	GT-Series Centrifugal Compressor		
Dades d'operació			
Fluid	M1		
V aspiració (m/s)	15,92		
V impulsió (m/s)	15,34		
Pressió aspiració (bar)	1,013		
Pressió impulsió (bar)	2,2		
ΔP (bar)	1,187		
Cabal (m³/h)	45318,53		
Rendiment (%)	75		
Potència (kW)	1102		
Esquema			



4.6 Accessoris

4.6.1 Accessoris de connexió

La circulació del fluid al llarg de la planta, difícilment es dona en trams rectes, sinó que el seu camí ha de desviar-se per arribar a cada un dels equips corresponents. Per tal d'assegurar una circulació òptima s'ha d'implementar diversos accessoris per ajudar a complir els canvis de direcció i diàmetre mencionats.

Aquests accessoris no es veuen presents en els plànols ni tenen una nomenclatura específica, ja que formen part de la xarxa de canonades.

4.6.1.1 Colzes i T

S'han seleccionat els colzes i les unions T com els accessoris principals per tal d'abordar els canvis de direcció de les línies de circulació del procés. Aquests elements són necessaris per adaptar el recorregut de les línies a la distribució de la planta i per modificar la direcció del flux, dividir o unir corrents.

Tots aquests accessoris es fabriquen amb el mateix material que les canonades del procés, és a dir, acer inoxidable 316L. D'aquesta manera es manté la compatibilitat química al llarg de tota la línia i s'eviten possibles problemes derivats de la combinació de materials diferents. Aquesta decisió també facilita el disseny i el muntatge de la instal·lació, ja que tant les canonades com els elements de connexió segueixen el mateix criteri de selecció.

En el cas dels colzes, aquests s'utilitzaran en aquells punts on sigui necessari canviar la direcció de la canonada. Es seleccionen colzes amb diferents angles, principalment de 45° i 90°, segons les necessitats de cada tram. Amb aquesta combinació es pot adaptar el recorregut de les línies a la disposició dels equips i a les limitacions d'espai de la planta.

Les unions en T s'utilitzen quan és necessari dividir un corrent en dues línies o bé unir dues corrents en una mateixa canonada. Aquest tipus d'accessori permet distribuir el flux de manera senzilla.

4.6.1.2 Expansions i reduccions

Per altra banda, també s'utilitzen reduccions en aquells punts on calgui connectar canonades amb diàmetres diferents. Aquests accessoris permeten adaptar el pas del fluid entre trams de mida diferent, evitant connexions forçades.

La unió d'aquests accessoris amb les canonades es realitzarà mitjançant soldadura, igual que en la resta d'elements fixos de la xarxa. Aquesta solució permet obtenir unions permanents, resistents i amb un bon nivell d'estanquitat, fet primordial en un procés on circulen substàncies que poden ser corrosives, inflamables o perilloses. A més, l'ús de soldadura redueix el nombre de punts de fuga respecte a altres tipus d'unió.

4.7 Bibliografia

- [1] Material Mundial. (s. f.). *Acero inoxidable 316 ficha técnica, acero AISI 316 propiedades, Inox 316* ss. <https://www.materialmundial.com/inox-ss316-aisi-astm-acero-inoxidable-316-ficha-tecnica-propiedades-ss/>
- [2] American Society of Mechanical Engineers. (2018). *ASME B36.19M: Stainless steel pipe*. <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/b36-19m-stainless-steel-pipe>
- [3] Crane Co. (2018). *Flow of fluids through valves, fittings, and pipe (Technical Paper No. 410)*. Crane Co.
- [4] Engineering ToolBox. (s. f.). *Water systems—Maximum flow velocities*. https://www.engineeringtoolbox.com/flow-velocity-water-pipes-d_385.html
- [5] International Electrotechnical Commission. (2016). *IEC 60079-0: Explosive atmospheres—Part 0: Equipment—General requirements*. IEC.
<https://webstore.iec.ch/search?query=IEC%2060079-0>