



Diseño de una absorción de gas HCl en agua, apto para conseguir una concentración de ácido clorhídrico en peso >35 %



Bayer MaterialScience

Identificador:1501_mariorodríguez

Rodríguez Cruz, Mario

Tutor de la universitat: Carlos Álvarez

Tutor de l'empresa: Esteve Obis

Data de lliurament: 20 de maig del 2015

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	9
1.1. Introducció.....	9
2. ETAPA PRELIMINAR.....	10
2.1. Descripció del projecte	10
2.2. Abast.....	10
2.3. Antecedents històrics.....	11
2.4. Alternatives de procés	11
2.4.1. Absorció adiabàtica	12
2.4.2. Absorció isotèrmica.....	13
2.4.2.1. Absorció mitjançant un <i>Falling film absorber</i>	14
2.4.3. Alternativa escollida.....	15
2.5. Diagrama de Gantt.....	16
3. BASES PER AL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE	17
3.1. Bases de disseny	17
3.1.1. Especificacions de l'alimentació	17
3.1.2. Capacitat i flexibilitat d'operació	17
3.1.3. Especificació del producte.....	18
3.2. Dades bàsiques per al desenvolupament de l'enginyeria	18
3.2.1. Serveis auxiliars disponibles	18
3.2.2. Localització del <i>site</i>	18
3.2.3. Descripció dels voltants.....	19
3.2.4. Regulació i codis de disseny	19

3.3. Nomenclatura	19
3.3.1. Nomenclatura general.....	19
3.3.1.1. Utilitat.....	19
3.3.1.2. Tipologia	19
3.3.2. Nomenclatura canonades.....	20
3.3.3. Nomenclatura instrumentació.....	20
3.3.4. Nomenclatura vàlvules	20
4. DESENVOLUPAMENT DE L'ENGINYERIA BÀSICA	21
4.1. Elaboració de diagrames	21
4.1.1. BFD	21
4.1.2. PFD.....	22
4.1.3. PFD llegenda	23
4.1.4. Diagrama de simulació	24
4.1.5. Plot plan.....	25
4.1.6. P&ID	26
4.1.7. P&ID llegenda.....	27
4.1.8. Isomètric	28
4.2. Disseny bàsic	29
4.2.1. Disseny de la columna d'absorció 08K01	29
4.2.2. Simulació del bescanviador 08W01	29
4.2.3. Simulació del bescanviador 08W02	29
4.2.4. Disseny del bescanviador 08W03	29
4.2.5. Disseny dels dipòsits 08B01 i 08B02.....	29
4.2.6. Disseny de la instrumentació i control	29
4.2.7. Disseny de les canonades	29

4.2.7.1. Condicions de disseny	29
4.2.7.1.1. Pressió de disseny	29
4.2.7.1.2. Temperatura de disseny	30
4.2.7.1.3. Efectes ambientals	30
4.2.7.1.4. Efectes del pes	30
4.2.7.1.5. Efectes de la contracció i expansió tèrmica	30
4.2.7.1.6. Efectes cíclics	30
4.2.7.1.7. Efecte de la condensació de l'aire	31
4.2.7.2. Especificació de materials	31
4.2.7.2.1. Acer al carboni.....	31
4.2.7.2.2. Polifluorur de vinilidè reforçat amb fibra de vidre	32
4.2.7.2.3. Polipropilè reforçat amb fibra de vidre.....	32
4.2.7.3. Tipus d'unions	33
4.2.7.3.1. Unió mitjançant soldadura	33
4.2.7.3.1.1. Unió de materials plàstics (PP i PVDF)	33
4.2.7.3.1.2. Unió acer-acer.....	33
4.2.7.3.2. Unió desmuntable	33
4.2.7.3.2.1. Unió per junta plana.....	34
4.2.7.3.2.2. Unió per brides	34
4.2.7.3.3. Unió roscada	34
4.2.7.4. Suports.....	34
4.2.7.5. Junes d'expansió	35
4.2.7.6. Accessoris.....	36
4.2.7.6.1. Colzes	36
4.2.7.6.2. Connexions T.....	36

4.2.7.6.3. Reduccions.....	36
4.2.7.6.4. Espiells.....	36
4.2.7.7. Dimensionament de canonades.	37
4.2.7.7.1. Disseny de pressió de canonades metàl·liques	37
4.2.7.7.2. Disseny de pressió de canonades no metàl·liques	38
4.2.7.7.3. Aïllament tèrmic	38
4.2.7.8. Estudi hidràulic. Perfils de caiguda de pressió.....	40
4.2.7.8.1. Pèrdues de càrrega lineals.....	40
4.2.7.8.2. Pèrdues de càrrega localitzades	41
4.2.7.8.3. Cop d'ariet	41
4.2.7.9. Inspeccions, senyalització i proves	42
4.2.7.9.1. Proves	42
4.2.7.10. Pèrdues de càrrega.....	44
4.2.7.11. Categorització de les canonades.....	45
4.2.8. Disseny del sistema de bombeig 08P01 i 08P02	46
4.2.8.1. Característiques del líquid	46
4.2.8.2. Conceptes hidràulics.....	46
4.2.8.2.1. Altura d'elevació de la bomba.....	46
4.2.8.2.2. Cavitació	47
4.2.8.2.3. Submergència	49
4.2.8.3. Elecció del tipus de bomba. Punt de funcionament del sistema.....	49
4.2.8.4. Corbes característiques.....	51
4.2.8.5. Funcionament de les bombes centrífugues.....	53
4.2.8.5.1. Accessoris instal·lats	53
4.2.8.5.2. Regulació de les condicions d'operació. Sistema de cabal variable.....	55

4.2.8.5.3. Bomba en <i>standby</i>	55
4.2.8.6. Forces i moments externs sobre les brides	55
4.2.8.7. Dimensions característiques de la bomba	57
4.2.8.8. Esquema de la bomba.....	58
4.3. Llistats	59
4.3.1. Llistat de canonades	59
4.3.2. Llistat de vàlvules.....	61
4.3.3. Llistat d'instrumentació.....	64
4.3.4. Llistat d'equips	65
4.4. Fulls d'especificació.....	66
4.4.1. Full d'especificació de la bomba 08P01.....	66
4.4.2. Full d'especificació de la bomba 08P02.....	67
4.5. Descripcions	68
4.5.1. Descripció funcional del projecte.....	68
5. SEGURETAT EN EL DISSENY DE LES INSTAL·LACIONS	70
5.1. Seguretat de processos.....	70
5.1.1. Estudi <i>HazOp</i>	70
5.1.2. Disseny de les vàlvules de seguretat	78
6. MEDIAMBIENT AL DISSENY DE LES INSTAL·LACIONS	79
6.1. Estudi d'Impacte Ambiental.....	79
6.1.1. Descripció del projecte	79
6.1.1.1. Localització	79
6.1.1.2. Marc legal.....	79
6.1.2. Descripció de l'activitat.....	80
6.1.2.1. Columna d'absorció	81

6.1.2.2. Condensador	82
6.1.2.3. Scrubbers	82
6.1.2.4. Zona d'emmagatzematge	82
6.1.2.5. Productes i quantitats.....	82
6.1.2.6. Consum energètic	83
6.1.2.7. Consum d'aigua.....	83
6.1.3. Anàlisi d'alternatives.....	84
6.1.3.1. Alternatives a l'emplaçament.....	84
6.1.3.2. Alternatives de procés	84
6.1.4. Descripció del medi.....	84
6.1.4.1. Medi abiòtic.....	85
6.1.4.1.1. Geologia.....	85
6.1.4.1.2. Hidrologia	85
6.1.4.1.3. Meteorologia i clima.....	85
6.1.4.1.4. Medi biòtic.....	86
6.1.4.1.5. Vegetació	86
6.1.4.1.6. Fauna.....	86
6.1.4.2. Medi social	86
6.1.4.2.1. Demografia i població	86
6.1.4.2.2. Socioeconomia.....	87
6.1.4.2.3. Ús del sòl	87
6.1.4.2.4. Infraestructures de comunicació	87
6.1.5. Detecció o identificació dels impactes	87
6.1.5.1. Generadors d'impacte.....	87
6.1.5.2. Receptors d'impacte	88

6.1.6. Caracterització dels impactes	88
6.1.7. Avaluació i valoració dels impactes	90
6.1.8. Mesures correctives	91
6.1.8.1. Mesures correctives especials pel fòsgè	91
6.1.8.2. Mesures correctives especials per l'àcid clorhídric	92
6.1.9. Conclusions	92
7. ESTUDI ECONÒMIC	93
8. CONCLUSIONS	94
9. RECOMANACIONS	95
10. BIBLIOGRAFIA	96
11. ANNEX	98
11.1. Estudi d'Impacte Ambiental	98
11.1.1. Caracterització dels impactes	98
11.1.2. Avaluació i valoració dels impactes	105
11.2. Disseny de les canonades	106
11.2.1. Càlcul de la gruixària de l'aïllament tèrmic W130	106
11.2.2. Coeficients de pèrdua de càrrega dels accessoris	107
11.2.3. Informació complementària d'equips a pressió	108
11.2.3.1. Classificació del fluid	108
11.2.3.2. Categorització de les canonades	109
11.2.3.3. Inspeccions	112
11.2.4. Normes UNE	112
11.3. Disseny del sistema de bombeig 08P01 i 08P02	113
11.3.1. Càlcul de l'alçada d'aspiració i impulsió	113

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Introducció

Títol del projecte	Disseny d'una columna d'absorció de clorur d'hidrogen gas en aigua per aconseguir una concentració d'àcid clorhídric superior al 35 % en pes.
Identificació	1501
Autors	Crusells Mas, Joan
	Molina Ojeda, Rubén
	Rocamora Gomis, Sergi
	Rodríguez Cruz, Mario
Supervisors	Álvarez, Carlos
	Obis, Esteve
Data	20/05/2015
Localització	Universitat Rovira i Virgili (Tarragona)

Bayer Material Science S.L. és una filial de *Bayer Group*, una empresa global que ha treballat en el sector industrial des de fa 150 anys. *Bayer Material Science S.L.*, a partir d'ara *Bayer*, es troba a la davantera en el sector de la producció de materials polimèrics d'alta tecnologia. El *site* de Tarragona està especialitzat en la producció de di-isocianat de difenilmetà (a partir d'ara MDI) i *BaySystems* per a la producció i venda de sistemes de poliuretans en un creixent i ampli mercat.

L'equip d'estudiants responsables del projecte està format pel Rubén Molina com a líder de projecte assegurant la gestió del projecte i la seva viabilitat econòmica, Mario Rodríguez com a encarregat d'enginyeria responsable de les especificacions de les canonades i instrumentació i la seva presentació en els plànols, Sergi Rocamora com a responsable de procés determinant els balanços de massa i energia, dimensionament bàsic d'equips, estudis cinètics i termodinàmics i presentant els diagrames de processos i Joan Crusells com a responsable de planta proporcionant les especificacions i llistat dels equips i garantint que el disseny d'equips sigui segur i respectuós amb el medi ambient.

El projecte consisteix en el disseny d'una columna d'absorció de clorur d'hidrogen capaç d'aconseguir una concentració de fons superior al 35 % en pes d'àcid clorhídric en l'actual instal·lació de Tarragona, la qual opera amb una columna que assoleix una concentració del 32 % en pes. El disseny proposat té l'objectiu de reduir els costos de gestió i transport i així obtenir un benefici d'un subproducte amb un valor relativament baix de mercat.

2. ETAPA PRELIMINAR

2.1. Descripció del projecte

El present projecte, encarregat per l'empresa Bayer, té per objecte el disseny i càlcul dels principals elements que componen la instal·lació d'una columna d'absorció que treballa amb clorur d'hidrogen com a solut i amb aigua com a solvent.

El propòsit de l'absorbidor és aconseguir una concentració de fons de columna del 35 % o superior en pes d'àcid clorhídric. D'aquesta manera, s'espera reduir les despeses en el transport i la logística, a més d'una disminució en la manipulació del compost respecte l'actual columna.

El valor de mercat d'un producte com l'àcid clorhídric és relativament baix. Al proporcionar aquest disseny, s'espera augmentar el valor afegit del compost degut al decreixement dels costos de producció i assolir una rendibilitat de la inversió a realitzar a 10 anys.

2.2. Abast

En aquest projecte s'ha dut a terme la millora de la secció d'absorció d'àcid clorhídric de la planta de producció de MDI (propietat de Bayer), la qual ha permès augmentar la concentració màssica d'HCl a la sortida del 32 al 36 %.

Aquest augment de concentració ha repercutit en un estalvi de 16 % de les despeses del transport, distribució i manipulació de l'HCl, el qual representa una reducció de 3511 camions per any.

Així doncs, el disseny proposat consta d'una columna d'absorció isotèrmica de reblliment estructurat (08K01) que permet obtenir un cabal de sortida del 36 % en massa d'HCl, alimentant un corrent de clorur d'hidrogen de 16,000 kg/h al 99.8 % en massa.

A més a més, s'ha dut a terme una avaluació de l'actual condensador de tubs i carcassa 08W01 i el bescanviador de plaques 08W02, que demostra que poden ser utilitzats per al nou procés.

A banda del disseny de tots els equips de la instal·lació, també s'ha dut a terme un Estudi de l'Impacte Ambiental associat a la planta que ha conclòs que aquesta no suposa cap mena d'amenaça per al medi ambient.

Paral·lelament, s'ha dut a terme un estudi *HazOp* de tota la instal·lació, el qual ha determinat que no s'han de prendre mesures extraordinàries més enllà de les que estipula la normativa.

La nova configuració té un VAN de 55.7 M€, una TIR de 14% i la inversió es recuperarà durant el sisè any d'operació.

2.3. Antecedents històrics

A l'any 2001 es legalitza i es posa en marxa el funcionament de la primera columna d'absorció, construïda a base de *KERA*®, amb la seva corresponent instal·lació per a una capacitat de 10000 kg/h de clorur d'hidrogen, obtenint una concentració de fons del 32 % en pes d'àcid clorhídric.

Durant el període de manteniment d'anys posteriors, es van detectar problemes de fissura en el recobriment interior de la columna degut a la corrosió. Aquest fet alterava la qualitat del producte i la seguretat del procés, fet que va donar peu a que l'any 2013 es substituís aquesta columna per una de les mateixes característiques però construïda amb materials diferents.

Aquesta concentració era suficientment alta per rendibilitzar el procés, ja que els costos logístics, principalment el transport en camions cisterna, eren inferiors als actuals.

D'aquesta manera, es considera cercar solucions per augmentar la concentració de fons de columna i així reduir els costos logístics, propòsit que representa l'objecte d'aquest projecte.

2.4. Alternatives de procés

L'anàlisi d'alternatives que es presenta a continuació s'ha dut a terme a nivell de l'operació principal, el procés de separació.

Existeixen diferents alternatives en el mercat que proporcionen un mètode per tal d'obtenir àcid clorhídric a partir de clorur d'hidrogen en la concentració desitjada. Entre aquestes es troben les columnes d'absorció, absorbidors *falling-film* o la combinació de diferents tecnologies per tal de concentrar l'àcid clorhídric. Aquesta darrera no es considerarà en aquest projecte degut a que aquesta alternativa s'utilitza per concentrar àcid clorhídric a una concentració per sota de l'azeòtrop. En aquest projecte, es parteix de clorur d'hidrogen.

2.4.1. Absorció adiabàtica

La primera alternativa plantejada es la utilització d'una columna d'absorció simple. Aquest procés es troba limitat per la solubilitat del clorur d'hidrogen en aigua, que en condicions ambientals és del 40 % en pes (ref. 1). El gas és alimentat pel fons de la columna i el líquid absorbent pel cap, que en el cas d'aquest projecte és aigua, de forma que ambdós fluids estan en contacte contracorrent per aconseguir una millor absorció. La calor s'extreu en un condensador exterior on també es separen els gasos incondensables.

Aquesta columna pot ser de plats o empaquetada. La opció dels plats es descarta degut a la naturalesa corrosiva dels components, ja que el ventall de materials és més reduït. A més a més, el farciment proporciona diferents avantatges com menys pèrdua de càrrega, menor preu i el factor més important, s'aconsegueix un major control del possible *hold-up* (degut a l'evaporació de l'aigua a l'interior de la columna) gràcies a la major eficiència de contacte entre el líquid que prové de l'etapa superior i el vapor de la inferior. L'empaquetament pot ser de tipus aleatori o estructurat, diferenciats en que l'empaquetat té una major àrea superficial, millor rendiment, cost més elevat i que aquests suporten majors tensions mecàniques degudes al pes de la columna.

La problemàtica d'aquesta alternativa és que la calor generada durant el procés limita l'absorció.

La Figura 2.1 mostra l'esquema de la configuració descrita anteriorment.

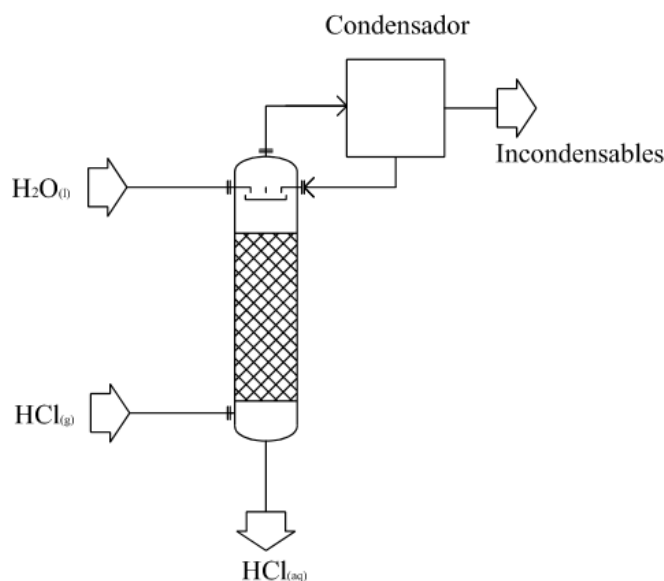


Figura 2.1. Esquema de la columna d'absorció adiabàtica.

2.4.2. Absorció isotèrmica

Un altre mètode per obtenir àcid clorhídric és utilitzar una columna d'absorció com la descrita anteriorment, però amb la diferència de que s'extreu la calor que es produeix en diferents punts de la columna (per tal de simular les condicions de treball a les isotèrmiques), i així l'excés de calor no és un factor limitant. A més, com l'opció anterior, compta amb un condensador extern per tal de recuperar l'aigua evaporada durant el procés, extreure els incondensables i extreure l'excés de calor que es produeix. La Figura 2.2 mostra un esquema de l'alternativa. Aquesta opció té els avantatges que permet un major control i que segons dades bibliogràfiques s'obté una major concentració d'àcid. Els inconvenients que pot presentar són la necessitat d'equips auxiliars addicionals com una bomba, un bescanviador i un tanc pulmó. Per tant, és important considerar si la reducció de costos en la logística compensa aquestes despeses en equipament i corrents auxiliars.

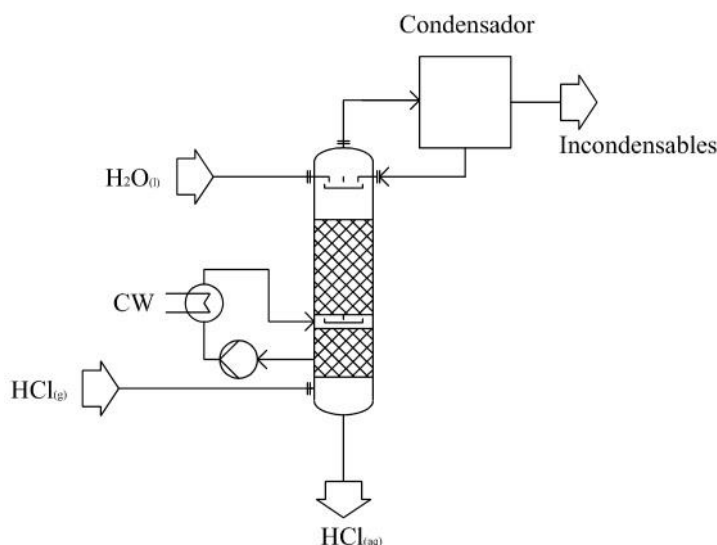


Figura 2.2. Esquema de la columna d'absorció isotèrmica.

2.4.2.1. Absorció mitjançant un *Falling film absorber*

Amb el mateix objectiu que el mètode descrit anteriorment, mitjançant un *falling film absorber* es pot aconseguir una operació purament isotèrmica per tal d'aconseguir una concentració d'àcid superior. Aquest és un bescanviador de tubs i carcassa on el clorur d'hidrogen i l'aigua d'absorció s'alimenten per la part superior, i l'àcid clorhídric concentrat i el gas residual surten per la part inferior. L'aigua de refrigeració, en canvi, circula pel costat de carcassa a contra corrent absorbint la calor generada durant l'absorció. Els aspectes positius d'aquesta alternativa són que s'extreu la calor de forma continua per obtenir una concentració d'àcid superior i un règim de treball purament isotèrmic, flexible als canvis de producció i que és compacte, ja que s'incorpora la transferència de calor i de massa en un mateix equip. Els problemes d'aquest equipament és que necessita una segona etapa amb una columna d'absorció per tal d'eliminar els gasos incondensables i recuperar part del clorur d'hidrogen, la qual cosa incrementa el seu cost total.

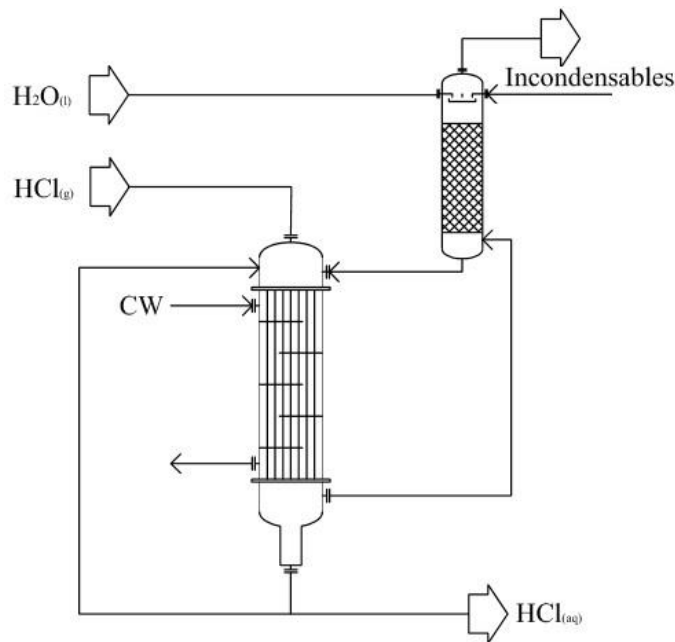


Figura 2.3. Esquema de l'absorbidor en el *falling film*.

2.4.3. **Alternativa escollida**

L'alternativa que més s'adapta a les necessitats de la planta i consegüentment la que s'estudiarà amb més detall en aquest projecte és l'absorció isotèrmica, per les raons esmentades al TFG_1501_sergirocamora.

L'absorció adiabàtica es troba limitada per la calor emesa en l'absorció i per tant es troba fora d'estudi. L'absorció mitjançant un *falling film* requereix la implantació d'una nova instal·lació i no s'estudiarà en aquest projecte degut a l'increment de cost que suposaria.

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Responsable(s)	11 septiembre		01 noviembre		11 febrero		01 abril		21 mayo		
								25/08	15/09	06/10	27/10	17/11	08/12	29/12	19/01	09/02	02/03	23/03
1			Inici del projecte	0 días	lun 22/09/14	lun 22/09/14			 22/09									
2			Primer contacte amb l'empresa	0 días	jue 02/10/14	jue 02/10/14			 02/10									
3			Segon contacte amb l'empresa	0 días	mié 12/11/14	mié 12/11/14				 12/11								
4			Retorn de Polònia	0 días	lun 02/02/15	lun 02/02/15					 02/02							
5			Revisió del projecte	7 días	lun 11/05/15	mar 19/05/15												
6			Entrega del projecte	0 días	mié 20/05/15	mié 20/05/15										 20/05		
7			Preparació de la defensa	9 días	lun 18/05/15	jue 28/05/15												
8			Defensa del projecte Bayer	0 días	vie 22/05/15	vie 22/05/15										 22/05		
9			Defensa del projecte URV	0 días	mié 27/05/15	mié 27/05/15										 27/05		
10			Període no lectiu	32 días	sáb 20/12/14	dom 01/02/15												
11			Project charter	20 días	lun 22/09/14	vie 17/10/14												
12			Definició del project charter	20 días	lun 22/09/14	vie 17/10/14	Ruben i Mario											
13			Introducció	15 días	lun 20/10/14	vie 07/11/14												
14			Introducció	15 días	lun 20/10/14	vie 07/11/14	Ruben											
15			Etapla preliminar	30 días	lun 13/10/14	vie 21/11/14												
16	✓		Abast	5 días	lun 13/10/14	vie 17/10/14	Joan											
17			Descripció del projecte	5 días	lun 10/11/14	vie 14/11/14	Mario											
18			Estudi d'alternatives	5 días	lun 17/11/14	vie 21/11/14	Ruben											
19			Bases pel dessembolupament del projecte	75 días	lun 03/11/14	vie 13/02/15												
20			Bases pel disseny	5 días	lun 03/11/14	vie 07/11/14												
22			Dades bàsiques pel desembolupament de l'enginyeria	5 días	lun 09/02/15	vie 13/02/15												
24			Enginyeria bàsica	169 días	mar 14/10/14	vie 05/06/15												
25			Plànols	169 días	mar 14/10/14	vie 05/06/15												
26	✓		BFD	1 día	mar 14/10/14	mar 14/10/14	Sergi											
27	✓		PFD	8 días	mié 15/10/14	vie 24/10/14	Sergi											
28	✓		P&ID provisional	5 días	lun 03/11/14	vie 07/11/14	Serg i Ruben											
29			Dièdric columna	5 días	lun 27/04/15	vie 01/05/15	Sergi											
30			Dièdrics equips auxiliars	5 días	lun 20/04/15	vie 24/04/15	Joan											
31			Plot plan	5 días	lun 04/05/15	vie 08/05/15	Sergi											
32			P&ID definitiu	3 días	mié 03/06/15	vie 05/06/15	Tots											
33			Isomètrica	6 días	lun 11/05/15	lun 18/05/15	Mario											
34			Disseny	55 días	lun 16/02/15	vie 01/05/15												
35			Disseny de la columna	15 días	lun 16/02/15	vie 06/03/15	Tots											
36			Simulació de la columna	30 días	lun 09/03/15	vie 17/04/15	Sergi											
37			Disseny dels bescanviadors	15 días	lun 23/02/15	vie 13/03/15	Joan i Mario											
38			Simulació dels bescanviadors	25 días	lun 16/03/15	vie 17/04/15	Joan											
39			Disseny d'instrumentació	25 días	lun 30/03/15	vie 01/05/15	Ruben											
40			Disseny de les canonades i bombes	25 días	lun 30/03/15	vie 01/05/15	Mario											
41			Descripció	5 días	lun 02/02/15	vie 06/02/15												
42			Descripció funcional del projecte	5 días	lun 02/02/15	vie 06/02/15	Joan											
43			Seguretat	5 días	lun 04/05/15	vie 08/05/15												
44			HazOp	5 días	lun 04/05/15	vie 08/05/15	Joan											
45			Disseny d'equips de seguretat	5 días	lun 04/05/15	vie 08/05/15	Ruben											
46			Medi ambient	5 días	lun 24/11/14	vie 28/11/14												
47			Estudi del impacte ambiental	5 días	lun 24/11/14	vie 28/11/14	Sergi i Joan											
48			Avaluació econòmica	10 días	lun 27/04/15	vie 08/05/15												
49			Avaluació econòmica de la instal·lació	10 días	lun 27/04/15	vie 08/05/15	Ruben											

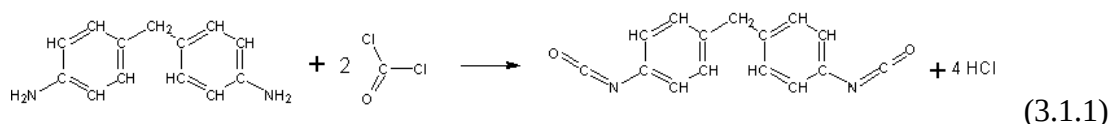
3. BASES PER AL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

3.1. Bases de disseny

En aquest apartat es definiran totes les condicions de disseny vàlides per a obtenir un disseny que compleixi les restriccions i satisfaci necessitats tant del procés com del client.

3.1.1. Especificacions de l'alimentació

Actualment, *Bayer* produeix 170,000 t/any de MDI, tot i que es preveu ampliar-la fins a 240,000 t/any en el futur. En l'última etapa del procés, el MDA reacciona amb fosgè a través de la Reacció 3.1.1 obtenint MDI com a producte i clorur d'hidrogen com a subproducte.



Tot el clorur d'hidrogen que es genera no es pot retro-consumir, per tant s'ha de vendre com àcid clorhídric. Per tal de dur-ho a terme, el gas residual obtingut de la Reacció 3.1.1 és absorbit amb aigua mitjançant una columna d'absorció.

El cabal d'alimentació és de 10,003 kg/h, a una temperatura de 6 °C, una pressió de 1.124 bar i amb la composició referenciada a la Taula 3.1.

Taula 3.1. Composició massica de l'alimentació.

Component	Composició (w/w) [%]
Nitrogen, N ₂	0.0920
Diòxid de carboni, CO ₂	0.0840
Fosgè, COCl ₂	0.0410
Monoclorbenzè, MCB	0.0130
Clorur d'hidrogen, HCl	99.77

Per a dur a terme l'absorció, s'utilitzarà aigua desmineralitzada com a matèria prima, provinent d'una depuradora d'aigües de la zona. Aquesta aigua arriba en unes condicions de pressió i temperatura de 5 bar i 25 °C, respectivament.

3.1.2. Capacitat i flexibilitat d'operació

Per cada tona de MDI produïda, se'n genera com a conseqüència el doble de clorur d'hidrogen, aproximadament. Per aquest motiu, la producció d'àcid clorhídric depèn de la demanda de MDI.

Aquesta també està limitada per la hidrodinàmica interna tal i com es mostra al TFG_1501_sergirocamora.

3.1.3. Especificació del producte

La composició massica d'àcid clorhídric mínima requerida des de *Bayer* és del 35 % amb traces de productes incondensables procedents del procés d'absorció.

3.2. Dades bàsiques per al desenvolupament de l'enginyeria

La informació que es presenta en aquest apartat és bàsica per al desenvolupament del projecte, i és subministrada per *Bayer* per tal d'obtenir el resultat més acurat possible.

3.2.1. Serveis auxiliars disponibles

Els serveis auxiliars de les quals es disposa al *site* de *Bayer* i el seu cost es mostren a la Taula 3.2.

Taula 3.2. Serveis auxiliars disponibles i preu actual.

Utility	Cost variable
Vapor (5 barg) [€/t]	29.5
Vapor (30 barg) [€/t]	36.3
Aigua desmineralitzada [€/m ³]	1.29
Aigua d'operació [€/m ³]	1.08
Aigua de refrigeració [€/m ³]	0.036
Fred (0°C) [€/MWh]	30.4
Aire comprimit (6 bar) [€/1000Nm ³]	13.7
Nitrogen [€/1000Nm ³]	72.3
Electricitat [€/kWh]	0.093

3.2.2. Localització del site

La zona d'absorció d'àcid clorhídric es troba situada a les instal·lacions de *Bayer*:

- Polígon Industrial Sud, La Canonja (43110), Tarragona

Les coordenades geogràfiques del *site* són les següents:

- Latitud: 41,107500
- Longitud: 1,169929

I les coordenades UTM les següents:

- X: 346044
- Y: 4552435

3.2.3. Descripció dels voltants

Aquest apartat es troba àmpliament descrit a l'Apartat 6.1.4 on es tracta el clima, el medi biòtic i abiòtic i l'entorn social.

3.2.4. Regulació i codis de disseny

Els codis de disseny i les regulacions involucrades en aquest projecte, s'han de dur a terme d'acord amb la política interna de *Bayer* i la legislació catalana actual:

- Recipients a pressió: Reial Decret 2060/2080, Reial Decret 769/1999 i codi ASME VIII Div.1.
- Canonades: Els respectius de recipients a pressió i les normes UNE que es troben detallades a l'Apartat 11.2.4
- Equips dinàmics: UNE – EN ISO 5199.
- Vàlvules de seguretat: UNE-EN-ISO 4126 (2014) i NTP 510 (1999).

3.3. Nomenclatura

3.3.1. Nomenclatura general

3.3.1.1. Utilitat

- S: referència a corrents de servei.
- P: referència a corrents de procés.

3.3.1.2. Tipologia

- T/P/F/S/L/D (primer dígit): referència a instrumentació, Temperatura/Pressió/Cabal/Velocitat/Nivell/Densitat.
- T/I (segon dígit): referència a instrumentació, Transmissor/Indicador.
- R: referència a canonada.
- K: referència a columna.
- W: referència a bescanviador.
- B: referència a dipòsit.
- P: referència a bomba.

3.3.2. Nomenclatura canonades

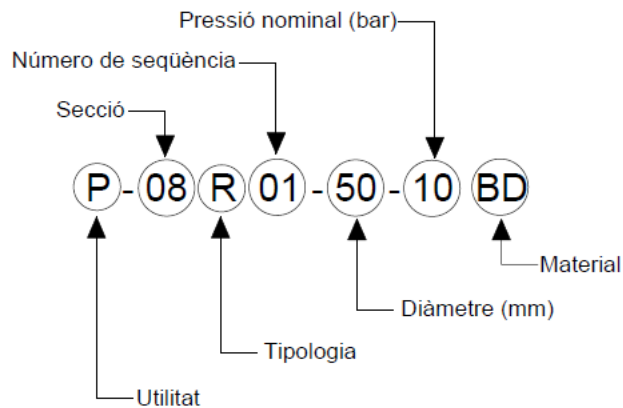


Figura 3.1. Nomenclatura de les canonades.

3.3.3. Nomenclatura instrumentació

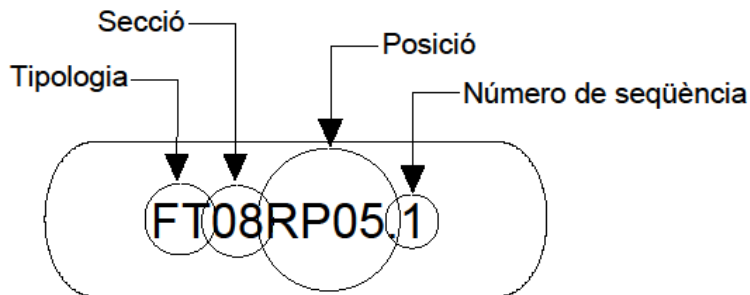


Figura 3.2. Nomenclatura de la instrumentació.

3.3.4. Nomenclatura vàlvules

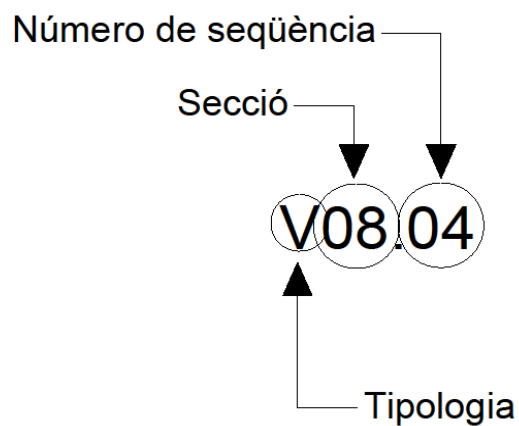
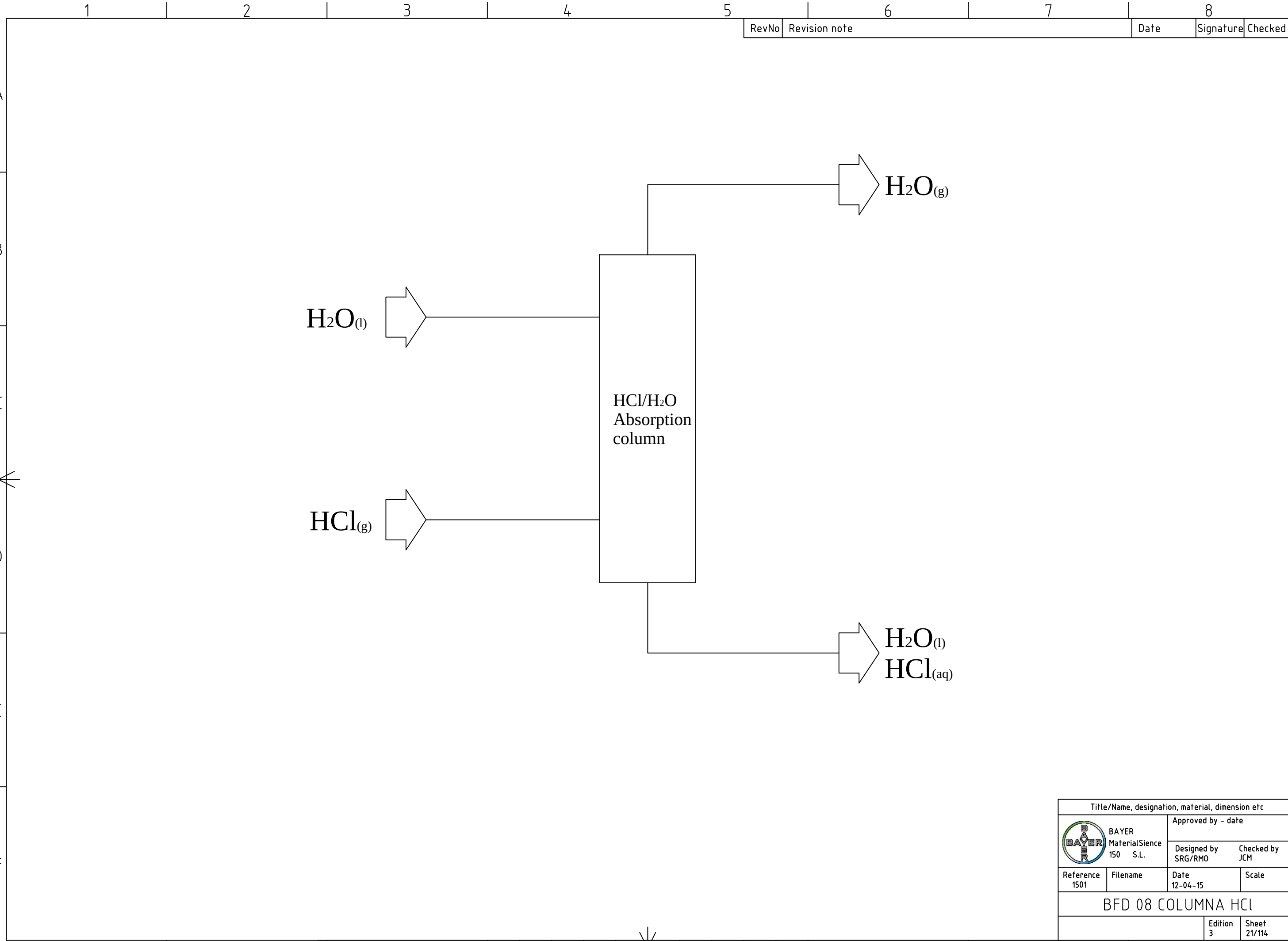
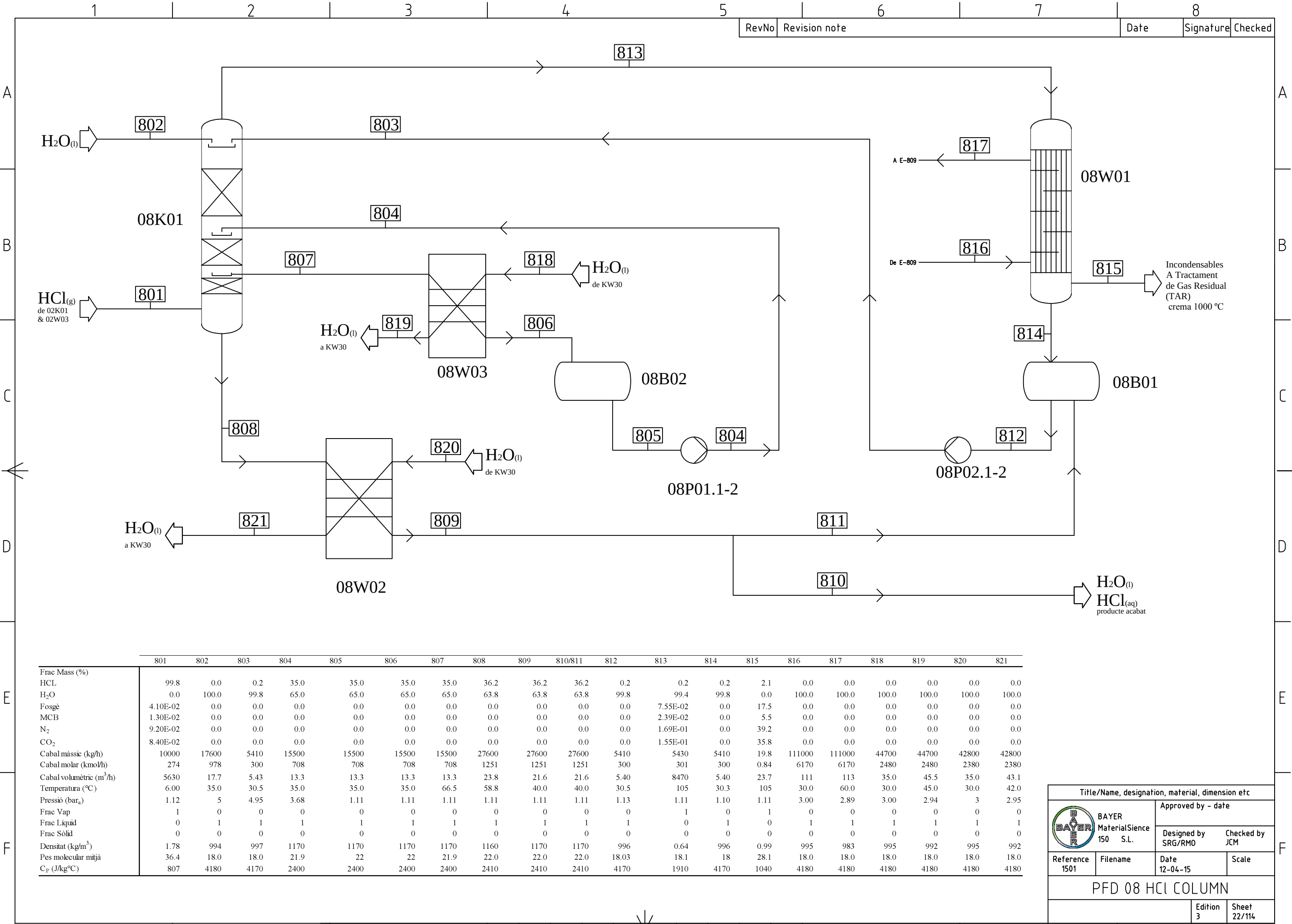


Figura 3.3. Nomenclatura de les vàlvules.





	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810/811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821
Frac Mass (%)																				
HCL	99.8	0.0	0.2	35.0	35.0	35.0	35.0	36.2	36.2	36.2	0.2	0.2	0.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H ₂ O	0.0	100.0	99.8	65.0	65.0	65.0	65.0	63.8	63.8	63.8	99.8	99.4	99.8	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Fosgè	4.10E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.55E-02	0.0	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MCB	1.30E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.39E-02	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N ₂	9.20E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.69E-01	0.0	39.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CO ₂	8.40E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.55E-01	0.0	35.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cabal màssic (kg/h)	10000	17600	5410	15500	15500	15500	15500	27600	27600	27600	5410	5430	5410	19.8	111000	111000	44700	44700	42800	42800
Cabal molar (kmol/h)	274	978	300	708	708	708	708	1251	1251	1251	300	301	300	0.84	6170	6170	2480	2480	2380	2380
Cabal volumètric (m ³ /h)	5630	17.7	5.43	13.3	13.3	13.3	13.3	23.8	21.6	21.6	5.40	8470	5.40	23.7	111	113	35.0	45.5	35.0	43.1
Temperatura (°C)	6.00	35.0	30.5	35.0	35.0	35.0	66.5	58.8	40.0	40.0	30.5	105	30.3	105	30.0	60.0	30.0	45.0	30.0	42.0
Pressió (bar _a)	1.12	5	4.95	3.68	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.13	1.11	1.10	1.11	3.00	2.89	3.00	2.94	3	2.95
Frac Vap	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Frac Líquid	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
Frac Sòlid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densitat (kg/m ³)	1.78	994	997	1170	1170	1170	1170	1160	1170	1170	996	0.64	996	0.99	995	983	995	992	995	992
Pes molecular mitjà	36.4	18.0	18.0	21.9	22	22	21.9	22.0	22.0	22.0	18.03	18.1	18	28.1	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
C _p (J/kg°C)	807	4180	4170	2400	2400	2400	2400	2410	2410	2410	4170	1910	4170	1040	4180	4180	4180	4180	4180	4180

BAYER

BAYER

MaterialScience
150 S.L.

Approved by - date

Designed by
SRG/RMO

Checked by
JCM

Reference
1501

Filename

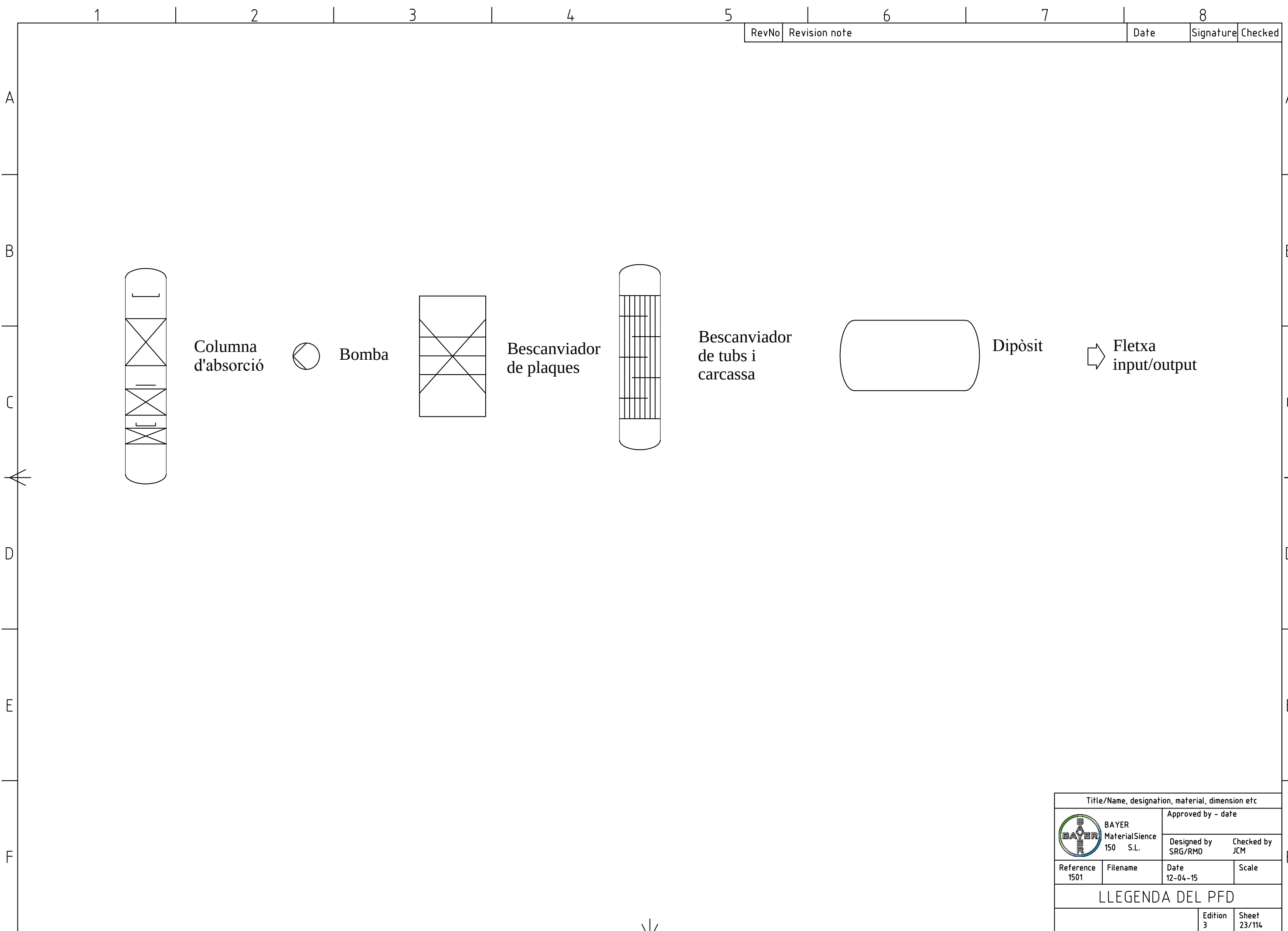
Date
12-04-15

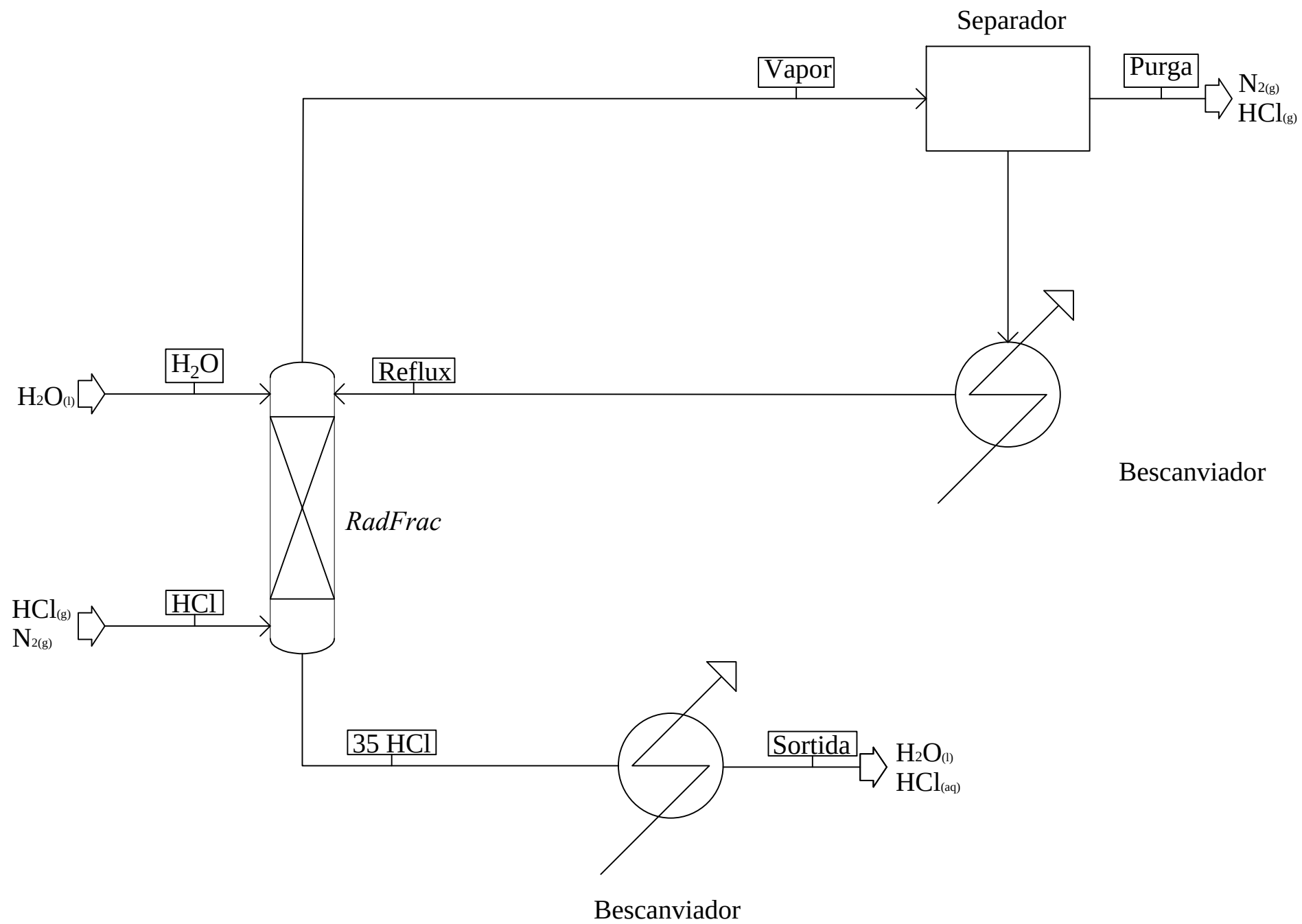
Scale

PFD 08 HCl COLUMN

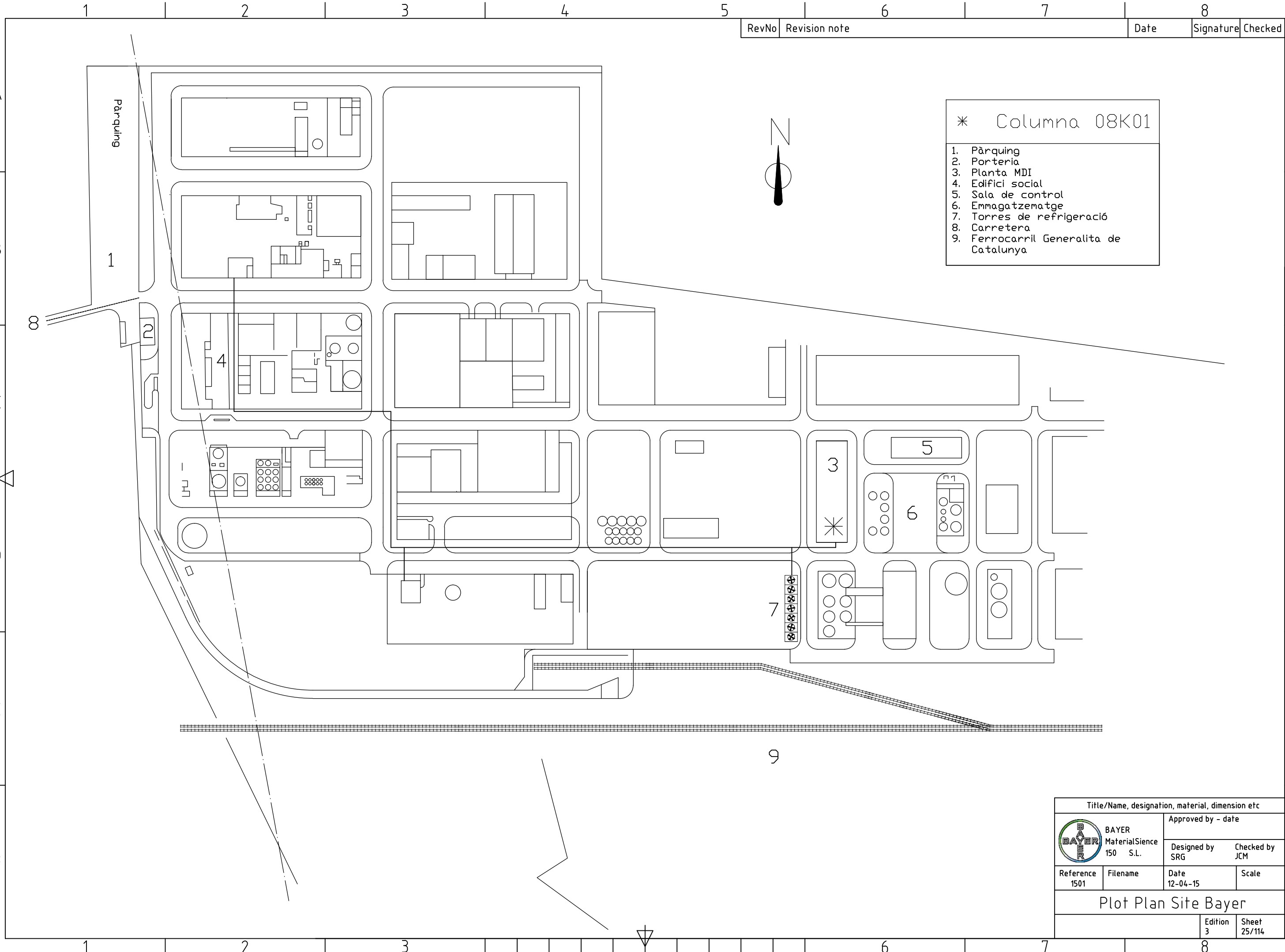
Edition
3

Sheet
22/114





Title/Name, designation, material, dimension etc			
 BAYER MaterialScience 150 S.L.	Approved by - date		
	Designed by SRG/RMO	Checked by JCM	
Reference 1501	Filename	Date 12-04-15	Scale
DIAGRAMA DE SIMULACIÓ			
		Edition 3	Sheet 24/114



RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------

* Columna 08K01

1. Pàrquing

2. Porteria

3. Planta MDI

4. Edifici social

5. Sala de control

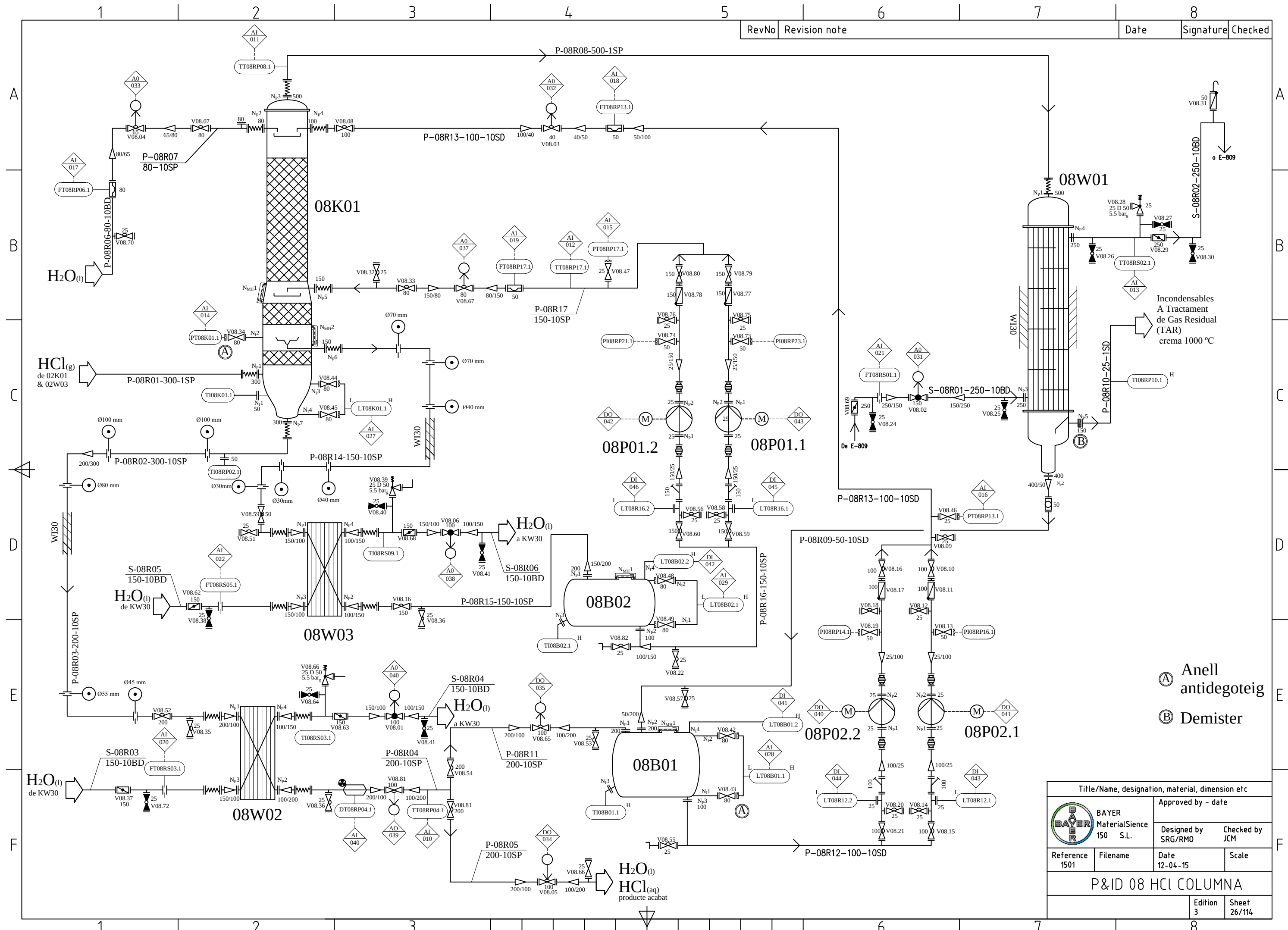
6. Emmagatzematge

7. Torres de refrigeració

8. Carretera

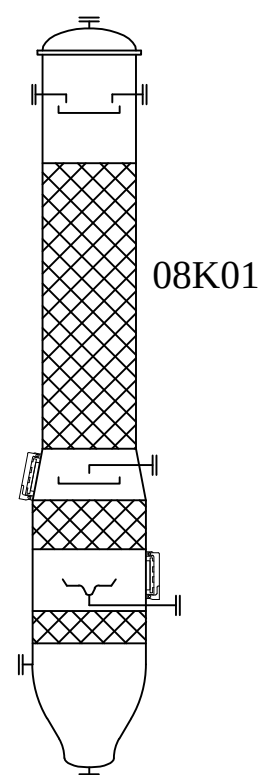
9. Ferrocarril Generalita de Catalunya

Title/Name, designation, material, dimension etc			
BAYER BAYER BAYER MaterialScience 150 S.L.		Approved by - date	
Designed by SRG		Checked by JCM	
Reference 1501	Filename	Date 12-04-15	Scale
Plot Plan Site Bayer			
		Edition 3	Sheet 25/114

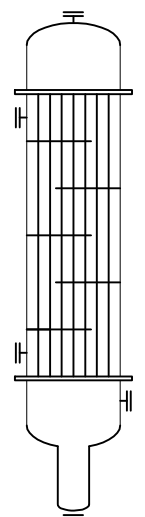


Ⓐ Anell antidegoteig
Ⓑ Demister

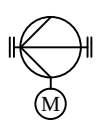
Title/Name, designation, material, dimension etc			
 BAYER Material Science 150 S.L.	Approved by - date		
	Designed by SRG/RMO	Checked by JCM	
Reference 1501	Filename	Date 12-04-15	Scale
P&ID 08 HCl COLUMNA			
		Edition 3	Sheet 26/114



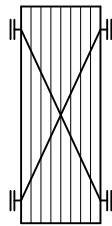
Columna d'absorció



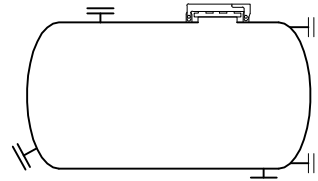
Bescanviador tubs i carcassa



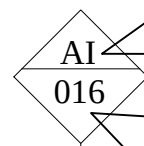
Bomba centrífuga motor elèctric



Bescanviador de plaques



Dipòsit



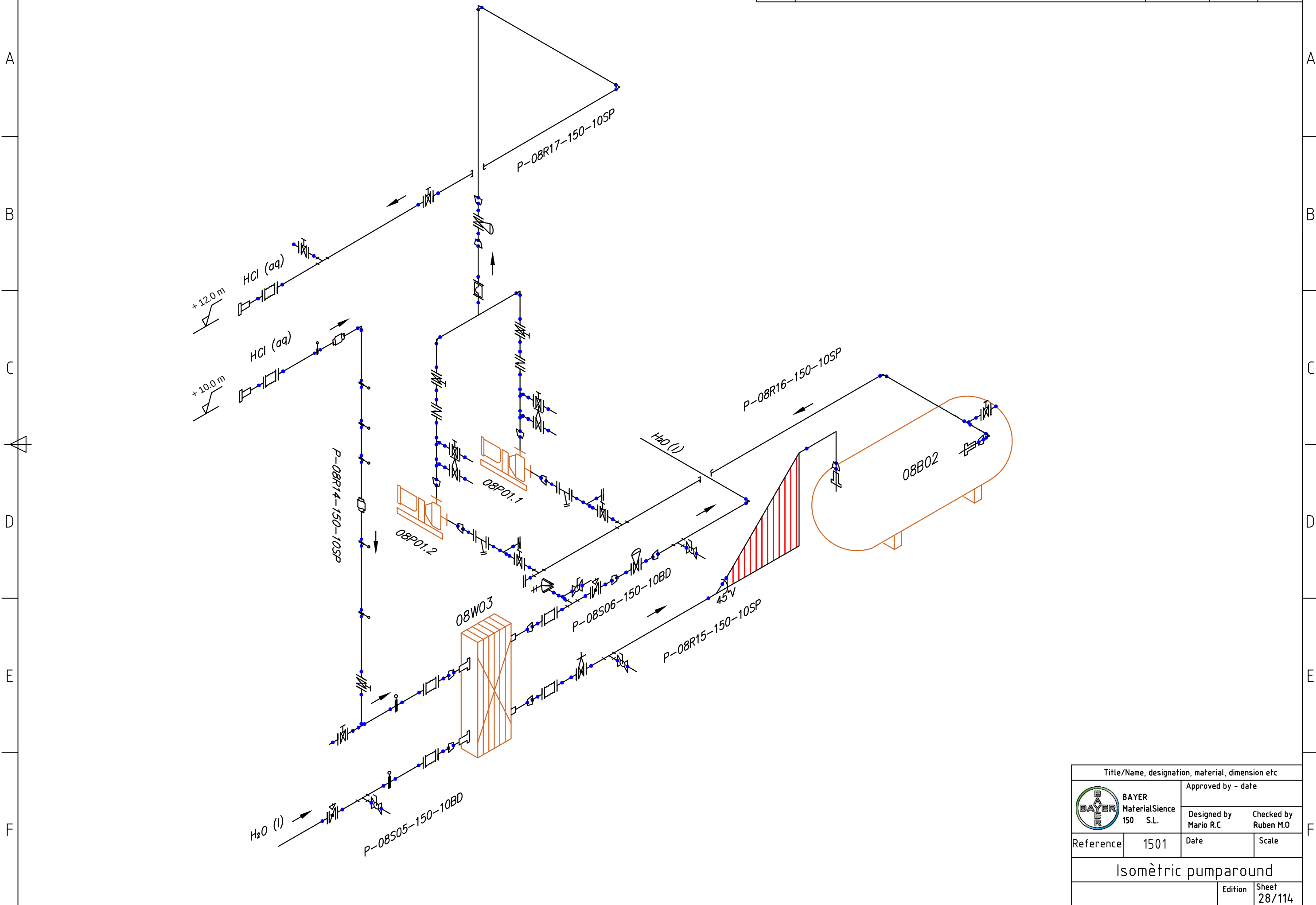
Tipus de senyal

Número de la targeta

- Reducció
- Orifici de restricció
- Aïllant tèrmic
- Fletxa input/output
- Cabalímetre de Coriolisi
- Espióll
- Anell antidegoteig
- Demister
- Conexió mànega
- Maneguet antivibració
- Filtre en Y

- Fail open
- Fail close
- Vàlvula de diafragma
- Vàlvula de retenció
- Vàlvula de globus
- Vàlvula de comporta
- Vàlvula de papallona
- Pressure Safety Valve
- Radioactiu
- Junta d'expansió
- Boca d'home
- Vàlvula de bola tancada

Title/Name, designation, material, dimension etc			
 BAYER MaterialScience 150 S.L.		Approved by - date	
		Designed by SRG/RMO	Checked by JCM
Reference 1501	Filename	Date 12-04-15	Scale
LLEGENDA P&ID			
		Edition 3	Sheet 27/114



Title/Name, designation, material, dimension etc			
 BAYER MaterialScience 150 S.L.	Approved by - date		
	Designed by Mario R.C	Checked by Ruben M.O	
Reference	1501	Date	Scale
Isomètric pumparound			
Edition			Sheet 28/114

4.2. Disseny bàsic

4.2.1. Disseny de la columna d'absorció 08K01

Referenciat al TFG_1501_sergirocamora.

4.2.2. Simulació del bescanviador 08W01

Referenciat al TFG_1501_joancrusells.

4.2.3. Simulació del bescanviador 08W02

Referenciat al TFG_1501_joancrusells.

4.2.4. Disseny del bescanviador 08W03

Referenciat al TFG_1501_joancrusells.

4.2.5. Disseny dels dipòsits 08B01 i 08B02

Referenciat al TFG_1501_joancrusells.

4.2.6. Disseny de la instrumentació i control

Referenciat al TFG_1501_rubenmolina.

4.2.7. Disseny de les canonades

El present disseny està basat en el Reial Decret 769/1999 per a equips a pressió i conjunt d'equips a pressió sotmesos a una pressió màxima admissible superior a 0.5 bar i el Reial Decret 2060/2008 pel qual s'aprova el Reglament d'equips a pressió i les seves instruccions tècniques complementaries, així com les Normes UNE-EN 13480 i EN ISO 14692-3.

4.2.7.1. Condicions de disseny

El següents paràgrafs defineixen les pressions, temperatures i forces aplicables al disseny de canonades, i estableix com es deuen considerar diversos efectes i les seves càrregues consegüents.

4.2.7.1.1. Pressió de disseny

La pressió de disseny de cada canonada no serà inferior a la pressió obtinguda per a la condició més severa de pressions (mínima o màxima) que s'esperen arribar durant el servei. La condició més severa és aquella en la qual es genera la gruixària de canonada més elevada.

S'establiran disposicions per a contenir o alleujar de manera segura qualsevol pressió a la que la canonada pugui estar subjecte.

4.2.7.1.2. Temperatura de disseny

La temperatura de disseny de cada canonada és la temperatura a la qual, sota una pressió coincident, es requereix la grandària de gruix més elevada. En aquest cas s'establiran diferents temperatures de disseny ja es tracti de canonades aïllades externament o no aïllades.

Taula 4.1. Temperatura de disseny aplicable.

Tipus	Temperatura de disseny	
	Fluid $\leq 65^{\circ}\text{C}$	Fluid $\geq 65^{\circ}\text{C}$
No aïllada	Temperatura màx. del fluid	Temperatura màx. del fluid $\cdot 0.95$
Aïllada externament	Temperatura màx. del fluid	

4.2.7.1.3. Efectes ambientals

L'acció de diverses causes climàtiques pot causar càrregues i vibracions sobre el sistema de canonades. L'Apartat 6.1 resumeix la situació ambiental al lloc de referència. La disposició dels suports s'encarregarà de reduir al màxim les vibracions, a més de suportar de manera distribuïda les diferents càrregues que experimentin les canonades (veure Apartat 4.2.7.4).

4.2.7.1.4. Efectes del pes

Les càrregues i forces provocades per les càrregues vives (pes del mitjà transportat i possibles efectes ambientals esmentats anteriorment) i mortes (pes de les canonades) es tenen en compte en la disposició dels corresponents suports de les canonades (veure Apartat 4.2.7.4).

4.2.7.1.5. Efectes de la contracció i expansió tèrmica

Es deuen a canvis ràpids de temperatura i a forces d'impuls que es presenten quan els ancoratges eviten que es produeixi una contracció o expansió.

L'efecte de les càrregues tèrmiques es controlarà mitjançant juntes d'expansió, suports guia i vàlvules de seguretat (PSV), els dos primers permetent un moviment longitudinal del sistema de canonades, (veure Apartat 4.2.7.4 i Apartat 5.1.2).

4.2.7.1.6. Efectes cíclics

No aplica.

La fatiga degut als canvis de pressió cíclica no es tindran en compte en aquest disseny. La pressió de treball és moderada i no es presenten canvis de pressió gradual en el sistema.

La quantitat de flux es considera constant al llarg del procés, considerant les càrregues dinàmiques del fluid com a càrregues estàtiques.

4.2.7.1.7. Efecte de la condensació de l'aire

No aplica.

Es correspon a temperatures de treball inferiors a $-191\text{ }^{\circ}\text{C}$, on es produeix la condensació i enriquiment d'oxigen sobre la superfície de la canonada.

La temperatura mínima de treball no és inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en cap punt del procés.

4.2.7.2. Especificació de materials

Els tipus de canonades a utilitzar en la instal·lació projectada seran de materials adequats que no presentin alteracions pel fluid transportat ni pel medi exterior amb el que estan en contacte, o estaran protegides per un recobriments eficaç.

Els gruixos de paret hauran de ser tals que compleixin amb les condicions de prova i pressió imposades i assegurin la resistència mecànica suficient pel sistema.

Les canonades que formen part de la instal·lació s'enumeren a continuació. La Taula 4.2 mostra les seves propietats físiques, mecàniques i tèrmiques.

4.2.7.2.1. Acer al carboni

Les característiques mecàniques dels tubs d'acer al carboni qualitat P355N, número 1.0562, així com les seves mesures i toleràncies hauran de complir amb la Norma UNE-EN 10216-3.

Els accessoris per a la execució d'unions, derivacions, colzes, corbes, connexions per junta plana, etc. per mitjà de soldadura, estaran fabricats d'acer de les mateixes característiques que les del tub al qual s'han d'unir. Les mesures i toleràncies dels accessoris d'acer seran concordes amb les característiques dimensionals del tub al qual han d'unir-se i conformes amb l'especificació de la Norma UNE-EN 10253.

El camp d'aplicació d'aquest material queda restringit al transport d'aigua de procés i aigua de refrigeració.

4.2.7.2.2. Polifluorur de vinilidè reforçat amb fibra de vidre

Les canonades i accessoris de polifluorur de vinilidè reforçat amb fibra de vidre, número 3904 69 90 (PVDF-GF-10), utilitzats hauran de ser conformes amb la Norma EN ISO 14692-2 i EN ISO 14692-3.

Els accessoris per la execució d'unions, derivacions, colzes, corbes, connexions per junta plana, etc. per mitjà de soldadura, estaran fabricats de PVDF reforçat amb fibra de vidre de les mateixes característiques que les del tub al qual s'han d'unir o de materials termoplàstics adequats per al procés. Les mesures i toleràncies dels accessoris de PVDF seran coincidents amb les característiques dimensionals del tub al qual han d'unir-se i conformes amb l'especificació de la Norma UNE-EN ISO 12162.

Presenta excel·lent resistència a la corrosió provocada per l'àcid clorhídric. La temperatura màxima d'operació és de 140 °C. S'aplicarà al transport del producte àcid.

4.2.7.2.3. Polipropilè reforçat amb fibra de vidre

Les canonades i accessoris de Polipropilè reforçat amb fibra de vidre, número 3902 10 00 40 (PP-GF-10), utilitzats hauran de ser conformes amb la Norma EN ISO 14692-2 i EN ISO 14692-3.

Els accessoris per a la execució d'unions, derivacions, colzes, corbes, connexions per junta plana, etc. per mitjà de soldadura, estaran fabricats de PP reforçat amb fibra de vidre de les mateixes característiques que les del tub al qual s'han d'unir o de materials termoplàstics adequats per al procés. Les mesures i toleràncies dels accessoris de PP seran coincidents amb les característiques dimensionals del tub al qual han d'unir-se i conformes amb l'especificació de la Norma UNE-EN ISO 12162.

De la mateixa manera que el PVDF, la resistència a la corrosió que presenta el polipropilè és un avantatge ideal per al procés. No obstant, la temperatura màxima d'operació es tracta de 80 °C.

Taula 4.2. Propietats dels materials.

Material	PP-RFV (SD)	PVDF-RFV (SP)	Acer al carboni (BD)
Codi	3902 10 00 40	3904 69 90	1.0562
Carboni (%)	-	-	0.20
Fibra de vidre (%)	10.0	10.0	-
Densitat (g/cm ³)	0.91	1.79	7.83
Resistència a la tracció (MPa)	31.0	40.0	355
Mòdul d'elasticitat (GPa)	2.95	1.10	212
Elongació a la ruptura (%)	10.0	12.5	22.0
Resistència a l'impacte o dentat (J/cm)	0.73	0.85	-
Duresa (MPa)	58.0	65.0	163
Rugositat (m)	$3.00 \cdot 10^{-5}$	$3.00 \cdot 10^{-5}$	$4.57 \cdot 10^{-5}$
Coefficient d'expansió tèrmica (m/m·°C)	$1.50 \cdot 10^{-4}$	$1.26 \cdot 10^{-4}$	$1.15 \cdot 10^{-4}$
Conductivitat tèrmica (W/m·K)	0.23	0.16	42.2
Absorció d'aigua (%)	0.10	0.04	-
Resistència a l'àcid clorhídric	Excel·lent	Excel·lent	No recomanat
Temperatura d'operació (°C)	5 a 80	-20 a 140	-40 a 200

4.2.7.3. Tipus d'unions

4.2.7.3.1. Unió mitjançant soldadura

Les soldadures han de seguir les instruccions del fabricant dels tubs, dels accessoris i del material d'aportació, respectant les característiques mínimes de temperatura i temps d'aplicació, resistència a la tracció, etc.

Les unions soldades han de ser sempre amb soldadura forta en els trams superiors a 0.05 bar i inferiors o iguals a 5 bar. El procés d'estudi es troba dins d'aquest interval.

4.2.7.3.1.1. Unió de materials plàstics (PP i PVDF)

Les unions dels tubs i accessoris de PP i PVDF s'han de realitzar mitjançant soldadura per *electrofusió* o per *a tope*, que siguin compatibles amb els tubs a unir.

4.2.7.3.1.2. Unió acer-acer

Les unions dels tubs i accessoris d'acer s'han de realitzar per mitjà de soldadura elèctrica a l'arc, o també per soldadura oxiacetilènica per diàmetres nominals inferiors a DN 50.

4.2.7.3.2. Unió desmuntable

Les unions desmuntables aplicables són la unió per junta plana i la unió per brides.

4.2.7.3.2.1. Unió per junta plana

L'enllaç mecànic i la junta plana d'aquesta unió han de ser conformes a les característiques, materials i dimensions de les Normes UNE-EN 12560-1 i UNE-EN 12560-4.

El material de la junta plana serà de PTFE per als tubs de plàstic i EPDM per als tubs metàl·lics. Per a unions plàstic-metall s'instal·laran juntes d'estanquitat de material PTFE. La necessitat d'utilització d'un tipus o un altre estarà definida pel fluid transportat i la flexibilitat del tub.

4.2.7.3.2.2. Unió per brides

Les brides han de ser conformes a les característiques i dimensions que s'indiquen en les Normes UNE-EN 1092-1 i UNE-EN 1092-2.

El material de la junta es troba a l'Apartat 4.2.7.3.2.1. Totes les connexions de les canonades amb elements mecànics, bombes, compensadors de dilatació, absorbidors, etc., es realitzen mitjançant unions bridades o per soldadura o *a tope*.

4.2.7.3.3. Unió roscada

Les unions roscades només s'utilitzaran sobre tubs d'acer de qualitat enrotllable de conformitat amb la Norma UNE 19046 i els seus accessoris de fosa mal·leable segons la Norma UNE-EN 10242. En el procediment del roscat, s'ha d'assegurar la seva estanquitat mitjançant un compost anaeròbic, o un compost no endurit, o bé amb cinta d'estanquitat de PTFE.

4.2.7.4. Suports

Les canonades instal·lades al procés estan exposades a variacions de temperatura, la qual cosa requereix realitzar canvis a la llargada de les canonades per així compensar a fi de prevenir deformacions d'aquestes. Els canvis a la llargada es contraresten amb seccions flexibles (suports guia i juntes d'expansió). Aquesta és la solució més comú i econòmica. El suports presentaran guies les quals permeten el seu desplaçament longitudinal degut a les forces tèrmiques experimentades per a la canonada.

La localització dels suports i guies depenen de diverses consideracions tals com el diàmetre del tub, la seva configuració, la localització de les vàlvules i altres accessoris així com de la estructura lliure on es disposarà el suport.

El disseny del suport juntament amb els esforços, moments, reaccions i càrregues tèrmiques determinades es troba fora de l'abast d'aquest projecte.

La configuració de l'espaiat determinat està basada en la pressió nominal i el material de la canonada. L'esforç present en el sistema actual es significativament inferior al valor de disseny en que es basa aquesta determinació.

La Taula 4.3 mostra l'espaiat màxim entre suports corresponents a diferents diàmetres nominals de tub.

Taula 4.3. Espaiat màxim dels suports de la canonada.

Pressió de disseny: 10 bar_g

DN	Espaiat màxim (m)		
	PP-RFV (SD)	PVDF-RFV (SP)	Acer al carboni (BD)
50	1.80	2.10	3.00
80	2.40	2.70	3.60
100	2.60	3.00	4.30
150	3.20	3.50	5.20
200	3.50	4.10	5.80
250	4.10	4.90	6.50

4.2.7.5. Juntas d'expansió

El dispositiu s'incorpora per a suportar la pressió interna o externa i compensar els moviments del sistema de canonades proporcionant la flexibilitat necessària per a que el conjunt pugui satisfer els requeriments de disseny.

L'element principal de la junta és la manxa, la qual serà de metall per a resistir temperatures i pressions elevades.

S'utilitzen juntes d'expansió individuals, formades per una única manxa i les seves terminals. Pot absorbir diferents tipus de moviments i necessita un control molt precís de les guies i punts fixos adjacents.

Aquest tipus de junta no pot suportar més càrrega que la deguda a la seva constant elàstica. Per tant, els punts fixos i punts fixos direccionals estaran dissenyats per a suportar la càrrega deguda a la pressió del sistema, càrrega deguda al fregament de la canonada sobre les guies, etc.

Les connexions de les juntes d'expansió es realitza per mitjà d'unions bridades. La disposició d'aquestes es pot observar a l'Apartat 4.1.6.

4.2.7.6. Accessoris

4.2.7.6.1. Colzes

L'aplicació dels colzes és el canvi de direcció de les canonades en diferents plans. S'han utilitzat diferents tipus de colzes: colze de 90°, de 45° i colzes enrotllables. El material del colze i el seu diàmetre nominal ve definit per la canonada a modificar, d'acord amb les normes especificades a l'Apartat 4.2.7.2.

4.2.7.6.2. Connexions T

S'utilitzen per a connectar de manera perpendicular un ramal d'igual o menor diàmetre que la canonada principal. El material i el diàmetre nominal de la connexió T ve definit per la canonada a modificar, d'acord amb les normes especificades a l'Apartat 4.2.7.2.

4.2.7.6.3. Reduccions

El material de disseny ve determinat pel material de la canonada a reduir/ampliar. La reducció es configura mitjançant soldadura o brides a ambdós extrems.

S'aplica la reducció quan es presenten canvis de diàmetres en les canonades, bàsicament en les connexions d'entrada als equips de procés. Les reduccions són concèntriques, mantenint constant l'eix de la canonada en els dos diàmetres, d'acord amb les normes especificades a l'Apartat 4.2.7.2.

Les dimensions de les reduccions aplicades es mostren a l'Apartat 4.1.6.

4.2.7.6.4. Espiells

Es disposaran d'espiells que permetran observar el pas del fluid que circula interiorment. S'utilitzaran espiells del model *Richter Chemie-Technik* de la sèrie PSG-F (PN10), la seva ubicació s'observa a l'Apartat 4.1.6. Els espiells estan formats dels elements i materials representats a la Taula 4.4.

Taula 4.4. Elements i materials de l'espill.

Element	Material
Ànima	Acer o elastòmer
Revestiment	PFA, FEP
Brida	UNE-EN 1092
Vidre finestra	Vidre borosilicat
Cilindre vidre	DURAN
Cargols, femelles, etc.	UNE-EN ISO 225
Llavi de degoteig	PFA, FEP

4.2.7.7. Dimensionament de canonades.

El dimensionat de les canonades s'ha dut a terme a partir de les canonades presents a l'actual sistema d'absorció i les Normes UNE esmentades a l'inici de l'Apartat 4.2.7.1. Per mitjà del diàmetre interior del tub i el cabal volumètric corresponent al balanç de matèria (Apartat 4.1.2) s'obté la velocitat de flux (Equació 4.2.1).

$$v = \frac{Q}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \quad (4.2.1)$$

On v és la velocitat del fluid (m/s), Q és el cabal volumètric (m^3/s) i d és el diàmetre interior del tub (m).

Les velocitats obtingudes són baixes respecte a les recomanades per diferents estàndards. El motiu es deu a una pròxima ampliació de la planta on el cabal de procés serà de dos a tres vegades més gran. El disseny està sobre dimensionat de tal manera que l'ampliació de la planta no requereixi de noves instal·lacions i consegüentment, de noves legalitzacions.

L'Apartat 4.3.1 mostra el disseny obtingut. A l'Apartat 4.1.8 es pot observar l'isomètric de les canonades corresponents al *pumparound* de la columna.

4.2.7.7.1. Disseny de pressió de canonades metàl·liques

Prèviament al càlcul de la velocitat es calcula el gruix de paret necessari per trams rectes de tubs utilitzant l'Equació 4.2.2.

$$t_m = t + c \quad (4.2.2)$$

On t_m és el gruix mínim requerit (m), t és el gruix de disseny per pressió (m) i c és el gruix addicional (m).

Per a $t < \frac{D}{6}$, el gruix de disseny de pressió interna no ha de ser inferior al valor determinat per mitja de l'Equació 4.2.3.

$$t = \frac{PD}{2[SEW+PY]} \quad (4.2.3)$$

On P és la pressió de disseny interna manomètrica (Pa,psi), D és el diàmetre extern del tub (m,inch), S és la tracció de treball permesa (Pa,psi), E és el factor de qualitat de fosa, W és el factor de reducció de la junta de soldadura i Y és un coeficient que depèn del tipus d'acer emprat.

El *schedule* del tub s'ha establert a partir del gruix mínim obtingut mitjançant aquest procediment.

Taula 4.5. Dades per al càlcul de la gruixària de la canonada d'acer.

Y^1 ($T \leq 427^\circ\text{C}$)	W^1 ($T \leq 427^\circ\text{C}$)	E^1	c^2 (1 ppm O_2) (mm/any)
0.40	1.00	0.80	0.51

4.2.7.7.2. Disseny de pressió de canonades no metàl·liques

El gruix de disseny de pressió interna no ha de ser inferior al valor determinat per mitja de l'Equació 4.2.4.

$$t = \frac{PD}{2S+P} \quad (4.2.4)$$

El *schedule* del tub s'ha establert a partir del gruix mínim obtingut mitjançant aquest procediment.

4.2.7.7.3. Aïllament tèrmic

Per mitjà d'un material aïllant s'imposa una temperatura de protecció a la canonada, de manera que contactes involuntaris no produeixin lesions.

¹ Els valors s'utilitzen a l'Equació 4.2.3 amb unitats del sistema americà per obtenir el resultat correcte. Per a la pressió, psi, i per al diàmetre, in.

² Tolerància de l'acer a la corrosió degut a l'oxigen dissolt en l'aigua.

L'estimació de l'aïllament necessari es realitza mitjançant els principis de transferència de calor a través d'un equip entre dos entorns diferents on intervenen els mecanismes de conducció, convecció i radiació. S'aplicarà a canonades accessibles al personal amb una temperatura superior a 60 °C.

El material aïllant es tracta de llana de vidre (conductivitat tèrmica de 0.043 W/m²·K) i una fina capa de recobrint exterior d'alumini adherida a una de les seves cares per a augmentar la seva resistència estructural, corresponents a materials de referència per a l'aïllament segons la Norma UNE 100171.

Aquesta mateixa norma expressa que la gruixària mínima de l'aïllament ha de ser de 25 mm.

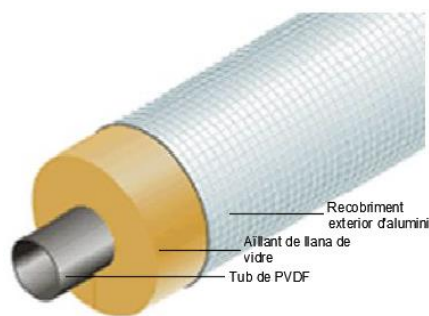


Figura 4.1. Disposició de la canonada amb aïllament tèrmic.

L'equació de disseny és l'equació general de transferència de calor (Equació 4.2.5). El procés més detallat juntament amb les resistències tèrmiques obtingudes es pot trobar a l'Annex 11.2.1 .

El dimensionat obtingut així com la informació corresponent a les línies d'interès es troben a la Taula 4.6.

$$\frac{q}{H} = \frac{\Delta T}{R_{Total}} \quad (4.2.5)$$

On H és la longitud de la canonada (m), R_{Total} és la resistència tèrmica total (m·K/W), ΔT és el diferencial de temperatura (K) i q és el flux de calor (W/m).

Taula 4.6. Especificacions tècniques de l'aïllament tèrmic.

	P-08R02-300-10SP	P-08R03-200-10SP	P-08R14-150-10SP
Nomenclatura	W130	W130	W130
Material	Llana de vidre	Llana de vidre	Llana de vidre
Recobrint exterior	Alumini	Alumini	Alumini
T interior del fluid(°C)	70.0	70.0	80.0
T exterior, aire (°C)	35.0	35.0	35.0
T superfície del tub(°C)	40.0	40.0	40.0
Gruix de disseny(mm)	18.6	18.4	24.0
Gruix aplicat (mm)	25.0	25.0	25.0
Diàmetre exterior(mm)	373.9	269.1	218.2

4.2.7.8. Estudi hidràulic. Perfils de caiguda de pressió

Les pèrdues de càrrega total originades en les canonades s'obtenen mitjançant les Equacions 4.2.6 i 4.2.7.

$$h_T = h_F + h_L \quad (4.2.6)$$

$$\Delta P = h_T \cdot \rho \cdot g \quad (4.2.7)$$

On h_T és la pèrdua total de càrrega (m), h_L és la pèrdua de càrrega total dels accessoris (m), h_F és la pèrdua de càrrega lineal (m), ρ és la densitat del fluid (kg/m^3), g és l'acceleració de la gravetat (9.81 m/s^2) i ΔP és la pèrdua de càrrega total (Pa).

Els resultats es troben a la Taula 4.8.

4.2.7.8.1. Pèrdues de càrrega lineals

Les pèrdues de càrrega lineals en la conducció es calculen a partir de l'equació de Darcy-Weisbach (Equació 4.2.8). El factor de fricció s'obté de l'equació de Colebrook (Equació 4.2.9).

$$h_F = \frac{L \cdot f \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D_i} \quad (4.2.8)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{\varepsilon}{3.71 \cdot D_i} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}}\right) \quad (4.2.9)$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_i}{\mu} \quad (4.2.10)$$

On L és la longitud de la canonada (m), f és el factor de fricció, D_i és el diàmetre interior (m), ε és la rugositat absoluta a llarg plaç (mm), Re és el número adimensional de Reynolds i μ és la viscositat dinàmica ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

4.2.7.8.2. Pèrdues de càrrega localitzades

Les pèrdues de càrrega localitzades en les peces especials (vàlvules, colzes, cabalímetres, etc.) es calculen a partir de l'Equació 4.2.11.

$$h_L = k_L \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (4.2.11)$$

On k_L és el coeficient adimensional de cada accessori.

Els coeficients adimensionals k_L es troben representats a la Taula 11.14.

4.2.7.8.3. Cop d'ariet

La probabilitat de falla d'una bomba o l'accionament accidental de vàlvules de seguretat comporten la modificació de la velocitat del fluid provocant la propagació d'ones de pressió més elevades que la pressió de disseny de la canonada.

Per a evitar danys a la canonada, equips o coberta de maquinària, es disposa de vàlvules de retenció de tancament ràpid situades a la sortida de les bombes presents en el sistema. Aquesta s'encarreguen d'evitar que el fluid circuli de manera inversa en el cas d'una interrupció del corrent elèctric.

La sobrepressió màxima instantània generada ve donada per l'Equació de Joukovsky, (4.2.12) i (4.2.13).

$$\Delta h = \frac{a \cdot \Delta v}{g} \quad (4.2.12)$$

$$a = \sqrt{\frac{k_C / \rho}{1 + \frac{D \cdot K}{t \cdot E}}} \quad (4.2.13)$$

Δh és la sobrepressió generada (m), a és la velocitat de propagació de l'ona elàstica m/s; Δv és la variació de la velocitat del fluid (m/s), k_C és el mòdul de compressió del fluid (kg/cm²) i E és el mòdul d'elasticitat circumferencial del material de la canonada (kg/cm²).

La pressió màxima generada per l'ona degut al gas o líquid considerant la velocitat i diàmetre més desfavorables es mostren a la Taula 4.7.

Taula 4.7. Sobrepressió generada per l'ona.

	Líquid	Gas
Sobrepressió (bar)	14.2	0.08

Es pot observar que la pressió és gairebé quatre vegades més gran que la pressió de disseny de les canonades.

4.2.7.9. Inspeccions, senyalització i proves

Aplicació del reglament d'equips a pressió segons el Reial Decret 2060/2008, per el qual s'elabora el pla d'inspeccions reglamentaries a partir de la categorització dels equips a pressió mitjançant els quadres 6,7,8 i 9 del annex II del Reial Decret 769/1999, mostrats a la Figura 11.1, Figura 11.2, Figura 11.3 i Figura 11.4. El grup del fluid corresponent a cada canonada s'estableix prèviament conforme l'article 3.9 d'aquest mateix Decret, descrit l'Apartat 11.2.3.

Es determina la periodicitat de les inspeccions a més de la necessitat del marcat CE (declaració de conformitat) per a equips a pressió no inclosos en l'article 3.3 del Reial Decret 769/1999. La Taula 11.15 mostra la periodicitat i l'empresa instal·ladora corresponent a les inspeccions de les canonades.

Les canonades sense necessitat de marcat CE hauran de tenir instruccions d'utilització suficients i marques que permetin identificar al fabricant de les mateixes.

La identificació de les substàncies contingudes en les canonades es regirà mitjançant codis de colors que informen de la substància o fluid present segons la NTP 566 (Senyalització de recipients i canonades).

La classificació de canonades així com de les proves a realitzar, inspeccions i la senyalització requerida es poden observar a la Taula 4.9.

4.2.7.9.1. Proves

Previ a l'operació inicial, el sistema de canonades s'examinarà per a assegurar la seva resistència. La prova serà una prova de pressió hidrostàtica o pressió pneumàtica amb una duració determinada.

El fluid de prova haurà de ser aigua sempre i quan la possibilitat de danys degut al fluid sigui mínima. Contràriament, s'utilitzarà un altra líquid apropiat no tòxic. En cas que les condicions de la canonada no permetin el pas d'un fluid líquid, s'utilitzarà aire com a fluid.

La pressió de prova per al fluid líquid és regida per l'Equació 4.2.14. Per al fluid gas la pressió de prova serà de 2 bar_g en tots els casos.

$$P_T = 1.50 \cdot P \quad (4.2.14)$$

La temperatura de prova és de 25 °C.

On P_T és la pressió de prova (Pa) i P : és la pressió de disseny interna (Pa).

Posteriorment a la prova de pressió, es duu a terme una prova d'estanquitat per a verificar que la possibilitat de fugues o pèrdues sigui nul·la.

El gas utilitzat per a la prova d'estanquitat serà aire. Si no és així, haurà de ser no tòxic i no inflamable, amb una pressió de servei de 0.30 barg.

El procediment a executar consistirà en augmentar la pressió gradualment fins arribar a la pressió establerta per l'empresa instal·ladora.

La prova de pressió pneumàtica haurà de contenir un dispositiu d'alleujament de pressió no major que el valor de la pressió de prova més un 10 % de la pressió de prova ja que impliquen un perill d'alliberació d'energia emmagatzemada en un gas comprimit.

4.2.7.10. Pèrdues de càrrega

Taula 4.8. Perfils de caiguda de pressió de les canonades.

Línia	Fluid	DN	Fase	Cabal màssic (kg/s)	Velocitat (m/s)	Densitat (kg/m³)	Viscositat dinàmica (Pa·s)	Nombre Reynolds	Factor de fricció	Longitud (m)	h _F (m)	h _L (m)	Pèrdua de càrrega (bar)
P-08R01-300-1SP	Clorur d'hidrogen	300	Gas	2.77	22.7	1.689	1.34·10 ⁻⁵	8.70·10 ⁵	0.012	15	15.74	57.79	0.012
P-08R02-300-10SP	Àcid clorhídric	300	Líquid	7.66	0.09	1140	1.01·10 ⁻³	3.20·10 ⁴	0.023	10	0.000	0.217	0.024
P-08R03-200-10SP	Àcid clorhídric	200	Líquid	7.66	0.21	1140	1.01·10 ⁻³	4.70·10 ⁴	0.021	7	0.002	6.221	0.696
P-08R04-200-10SP	Àcid clorhídric	200	Líquid	7.66	0.21	1151	1.24·10 ⁻³	3.86·10 ⁴	0.022	7	0.002	0.023	0.002
P-08R05-200-10SP	Àcid clorhídric	200	Líquid	7.66	0.21	1151	1.24·10 ⁻³	3.86·10 ⁴	0.022	15	0.004	6.217	0.702
P-08R06-80-10BD	Aigua	80	Líquid	4.89	1.15	995.7	7.98·10 ⁻⁴	1.06·10 ⁵	0.018	20	0.327	5.143	0.534
P-08R07-80-10SP	Aigua	80	Líquid	4.89	1.03	995.7	7.98·10 ⁻⁴	1.00·10 ⁵	0.018	10	0.125	7.618	0.756
P-08R08-500-1SP	Aireació (àcid amb dissolvent)	500	Gas	1.51	10.2	0.826	1.24·10 ⁻⁵	3.22·10 ⁵	0.014	7	1.116	17.96	0.002
P-08R09-50-10SD	Aigua acidulada	50	Líquid	1.51	0.70	992.2	6.53·10 ⁻⁴	5.59·10 ⁴	0.020	15	0.146	0.051	0.019
P-08R10-25-1SD	Aireació (TAR)	25	Gas	0.002	1.73	1.868	1.57·10 ⁻⁵	5.47·10 ³	0.036	15	3.113	0.152	0.001
P-08R11-200-10SP	Àcid clorhídric	200	Líquid	7.66	0.21	1151	1.24·10 ⁻³	3.86·10 ⁴	0.022	10	0.002	6.217	0.702
P-08R12-100-10SD	Àcid clorhídric	100	Líquid	1.51	0.16	1163	1.63·10 ⁻³	1.15·10 ⁴	0.029	15	0.006	0.003	0.001
P-08R13-100-10SD	Àcid clorhídric	100	Líquid	1.51	0.16	1163	1.63·10 ⁻³	1.15·10 ⁴	0.029	33	0.012	10.55	1.205
P-08R14-150-10SP	Àcid clorhídric	150	Líquid	4.31	0.20	1134	9.2·10 ⁻⁴	3.87·10 ⁴	0.022	15	0.004	10.78	1.200
P-08R15-150-10SP	Àcid clorhídric	150	Líquid	4.31	0.20	1151	1.24·10 ⁻³	2.86·10 ⁴	0.024	15	0.005	0.022	0.003
P-08R16-150-10SP	Àcid clorhídric	150	Líquid	4.31	0.20	1151	1.24·10 ⁻³	2.86·10 ⁴	0.024	20	0.006	0.102	0.012
P-08R17-150-10SP	Àcid clorhídric	150	Líquid	4.31	0.20	1151	1.24·10 ⁻³	2.86·10 ⁴	0.024	23	0.007	10.66	1.205
S-08R01-250-10BD	Aigua	250	Líquid	30.8	0.61	995.7	7.98·10 ⁻⁴	1.92·10 ⁵	0.016	100	0.117	5.191	0.518
S-08R02-250-10BD	Aigua	250	Líquid	30.8	0.62	977.6	4.04·10 ⁻⁴	3.80·10 ⁵	0.014	100	0.107	7.333	0.713
S-08R03-150-10BD	Aigua	150	Líquid	11.9	0.64	995.7	7.98·10 ⁻⁴	1.23·10 ⁵	0.017	100	0.234	5.202	0.531
S-08R04-150-10BD	Aigua	150	Líquid	11.9	0.65	977.6	4.04·10 ⁻⁴	2.43·10 ⁵	0.015	100	0.212	7.337	0.724
S-08R05-150-10BD	Aigua	150	Líquid	12.4	0.67	995.7	7.98·10 ⁻⁴	1.29·10 ⁵	0.017	100	0.254	5.463	0.533
S-08R06-150-10BD	Aigua	150	Líquid	12.4	0.68	977.6	4.04·10 ⁻⁴	2.54·10 ⁵	0.015	100	0.230	7.571	0.726



4.2.7.11. Categorització de les canonades

Taula 4.9. Categorització de les canonades segons l’article 9 i 10 del Reial Decret 769/1999.

Línia	Fluid	Grup del fluid	Color canonada	DN	Categoria	Nivell d’inspecció	Marcat CE	Condicions de treball		Condicions de disseny		Condicions de prova			
								Pressió (barg)	Temperatura (°C)	Pressió (barg)	Temperatura (°C)	Prova de pressió		Prova d’estanquitat	
												Fluid	Pressió (barg)	Fluid	Pressió (barg)
P-08R01-300-1SP	Clorur d’hidrogen	1	Taronja	300	II	Nivell B i C	X	0.12	0.11	1.00	15.0	Aire	2.00	Aire	0.30
P-08R02-300-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	300	Art. 3.3			0.78	58.8	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R03-200-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	200	Art. 3.3			1.32	59.0	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R04-200-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	200	Art. 3.3			1.16	34.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R05-200-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	200	Art. 3.3			1.16	34.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R06-80-10BD	Aigua	2	Verd	80	Art. 3.3			5.07	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R07-80-10SP	Aigua	2	Verd	80	Art. 3.3			4.54	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R08-500-1SP	Aireació (àcid amb dissolvent)	1	Gris	500	III	Nivell B i C	X	0.11	105	1.00	115	Aire	2.00	Aire	0.30
P-08R09-50-10SD		2	Taronja	50	Art. 3.3			0.10	29.0	10.0	40.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R10-25-1SD		1	Gris	25	Art. 3.3			0.10	29.0	1.00	40.0	Aire	2.00	Aire	0.30
P-08R11-200-10SP		2	Taronja	200	Art. 3.3			1.16	30.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R12-100-10SD	Àcid clorhídric	2	Taronja	100	Art. 3.3			0.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R13-100-10SD	Àcid clorhídric	2	Taronja	100	Art. 3.3			3.94	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R14-150-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	150	Art. 3.3			0.11	65.0	10.0	80.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R15-150-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	150	Art. 3.3			0.13	31.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R16-150-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	150	Art. 3.3			0.00	31.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
P-08R17-150-10SP	Àcid clorhídric	2	Taronja	150	Art. 3.3			2.67	31.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
S-08R01-250-10BD	Aigua	2	Verd	250	Art. 3.3			2.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
S-08R02-250-10BD	Aigua	2	Verd	250	Art. 3.3			1.37	60.0	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
S-08R03-150-10BD	Aigua	2	Verd	150	Art. 3.3			2.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
S-08R04-150-10BD	Aigua	2	Verd	150	Art. 3.3			1.42	45.0	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
S-08R05-150-10BD	Aigua	2	Verd	150	Art. 3.3			2.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30
S-08R06-150-10BD	Aigua	2	Verd	150	Art. 3.3			1.41	45.0	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30



4.2.8. Disseny del sistema de bombeig 08P01 i 08P02

El sistema d'absorció requereix la utilització de dos bombes, P01 i P02, per impulsar àcid clorhídric a diferents punts de la columna 08K01.

Al tractar-se d'un fluid corrosiu el tipus de bomba més adequat pel procés és un bomba centrífuga d'arrossegament magnètic disposada de manera horitzontal. Aquesta posseeix un parell d'imants que activen el funcionament de la bomba, el imant exterior situat a l'eix del motor transmet el moviment al imant interior solidari al rodet aïllat hermèticament. El rodet de la bomba no està connectat físicament a l'eix del motor, per tant, s'eliminen juntes d'estanquitat i, per consegüent, les pèrdues de líquid bombejat provocades pel desgast. El grup bombejador està constituït per una quantitat reduïda de components, fet que facilita extremadament el manteniment.

El proveïdor de l'equip és l'empresa *Richter, Process pumps and valves®*, actual subministrador de *Bayer*.

4.2.8.1. Característiques del líquid

Prèviament al disseny del sistema de bombeig, s'especifica el tipus i les característiques del líquid a bombejar, ja que determinen la grandària de bomba, tipus d'impulsors i materials que s'han d'utilitzar així com la potència absorbida pel motor.

Taula 4.10. Propietats físiques i químiques de l'àcid clorhídric 36 % en pes.

	Temperatura (°C)	Gravetat específica	Viscositat dinàmica (Pa·s)	pH	Sòlids en suspensió (%)
Bomba P01	50.0	1.15	$1.24 \cdot 10^{-3}$	< 1	0.00
Bomba P02	35.0	1.16	$1.63 \cdot 10^{-3}$	< 1	0.00

A l'Apartat 4.4 es troben les propietats més detallades.

4.2.8.2. Conceptes hidràulics

4.2.8.2.1. Altura d'elevació de la bomba

A partir d'un balanç d'energia mitjançant l'Equació 4.2.15 de Bernoulli s'obté l'altura necessària de la bomba que determina l'energia que necessita el fluid per a vèncer la caiguda de pressió present en la sortida de la mateixa.

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot \alpha_1 \cdot g} + h_b = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot \alpha_2 \cdot g} + h_T \quad (4.2.15)$$

On P_1 és la pressió absoluta al inici de l'aspiració (Pa), P_2 és la pressió absoluta al final de la impulsió (Pa), ρ és la densitat (kg/m^3), g és la gravetat, $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$, z és l'altura als respectius punts (m), v és la velocitat del fluid (m/s), α és un terme que depèn del tipus de flux (laminar: 0.5 turbulent: 1), h_b és l'altura de la bomba (m) i h_T són les pèrdues de càrrega totals (m)

La Taula 4.11 mostra els resultats obtinguts. A l'Annex 11.3.1 es mostra el procediment més detallat.

Taula 4.11. Altura de bomba necessària.

	Cabal (m^3/h)	$h_{\text{aspiració}}$ (m)	$h_{\text{impulsió}}$ (m)	h_{bomba} (m)
Bomba P01	13.5	9.87	32.6	22.7
Bomba P02	4.70	9.87	43.4	33.6

4.2.8.2.2. Cavitació

La cavitació és un dels problemes més greus que afecten a les bombes. És un fenomen termodinàmic segons el qual un líquid canvia d'estat al reduir-se la pressió per sota de la pressió de vapor del líquid. El problema de la cavitació no es troba en les bombolles de vapor generades per la disminució de la pressió, sinó en l'implosió d'aquestes quan la pressió es recupera i es supera la tensió de vapor. El col·lapse instantani de les bombolles de vapor genera elevadíssimes pressions que erosionen el material arribant a perforar-lo i inclús a la seva desintegració.

La Figura 4.2 mostra el decreixement del rendiment de la bomba degut a aquest fenomen.

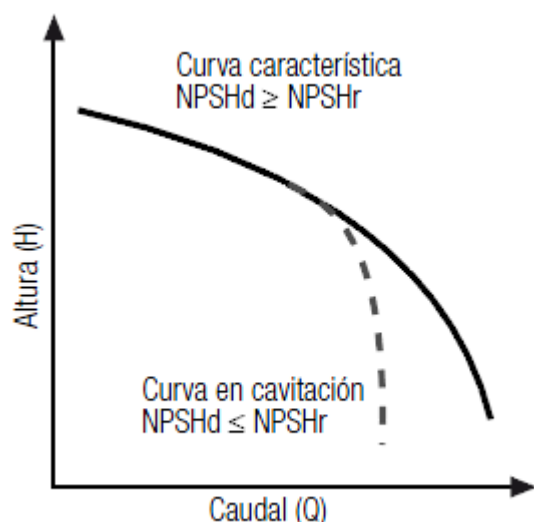


Figura 4.2. Corba característica de la bomba en cavitació.

Per evitar problemes de cavitació es calcula el $NPSH_{disponible}$ el qual correspon a l'energia disponible a l'entrada de la bomba, i es compara amb el $NPSH_{requerit}$ el qual depèn del disseny de la bomba i representa l'energia necessària per a omplir la part d'aspiració de la mateixa i vèncer les pèrdues per fregament i augment de velocitat des de la connexió de l'aspiració fins el punt on s'incrementa l'energia. S'utilitzen les equacions 4.2.16 i 4.2.17.

$$NPSH_{dis} = \frac{P_A - P_v}{\rho \cdot g} \quad (4.2.16)$$

$$NPSH_{dis} \geq NPSH_{requerit} \quad (4.2.17)$$

On P_A és la pressió absoluta a l'entrada de la bomba (Pa), P_v és la pressió de vapor del líquid a la temperatura d'operació (Pa).

Taula 4.12. $NPSH_{disponible}$ i $NPSH_{requerit}$.

	$NPSH_{disponible}$ (m)	$NPSH_{requerit}^3$ (m)
Bomba P01	4.56	4.05
Bomba P02	7.15	1.45

³ Valor definit pel fabricant de la bomba, indicat en l'Apartat 4.4.

Des del punt de vista de la utilització s'ha d'assegurar que el $NPSH_{disponible}$ en el sistema sigui sempre superior al $NPSH_{requerit}$.

4.2.8.2.3. Submergència

Per a evitar problemes de formació de remolins a l'entrada de la bomba es calcula l'altura de submergència necessària. Aquest fenomen pot afectar al bon funcionament de la bomba.

Com a valor indicatiu de la submergència mínima necessària, es pot adoptar la que s'obté per l'aplicació de l'Equació 4.2.18.

$$S = \frac{v^2}{2 \cdot g} + 0.50 \quad (4.2.18)$$

On S és la submergència (m) i v la velocitat a la canonada d'aspiració (m/s).

L'altura mínima calculada és es mostra a la Taula 4.13.

Taula 4.13. Submergència mínima.

	Submergència (m)
Bomba P01	0.50
Bomba P02	0.50

El dipòsit 08B02 anterior a la bomba no haurà de treballar per sota d'aquest nivell.

4.2.8.3. Elecció del tipus de bomba. Punt de funcionament del sistema

L'elecció del tipus de bomba ve definit pel volum de líquid a bombejar i l'altura total d'elevació.

A partir de les bombes d'arrossegament magnètic disponibles al catàleg de *Richter*® s'ha escollit la més adient amb un rang d'operació ampli que permeti treballar en diferents condicions d'operació. El tipus de bomba escollit es tracta del model MNK-B monobloc, el qual el motor i la bomba es troben en el mateix conjunt.

El material de disseny ve definit per l'empresa subministradora i es pot observar més detalladament a l'Apartat 4.4. Són materials adequats per al transport d'un fluid corrosiu com l'àcid clorhídric.

La Taula 4.14 mostra l'especificació general d'aquest tipus de bombes.

Taula 4.14. Especificació general de la bomba model MNK-B monobloc.

Sèrie	MNK-B
Disseny	Monobloc
Diàmetre nominal	Veure Apartat 4.2.8.7
Pressió nominal	PN 16
Revestiment	PFA, PTFE, PE-UHMW, PFA conductor
Material de la carcassa	EN-JS 1049 ¹ / ASTM A 395
Brides	Brides segons ISO 7005-2, tipus B
Interval d'alçada (m)	De 1 a 95
Descàrrega de flux (m ³ /h)	300
Velocitat del motor	1450, 1750, 2900, 3500
Interval de temperatura permès (°C)	De -60 a 180
Especificació tècnica	ISO 15783
Dimensions	ISO 2858
Certificació	2006/42/EC Directiva de màquines, 94/9/CE Equips d'atmosfera explosiva

¹Fosa de grafit esferoïdal.

A partir de les corbes de la bomba, Figura 4.3, a diferents velocitats del motor, s'ha establert les dimensions de les connexions d'aspiració i impulsió adequades al punt de funcionament present en el sistema.

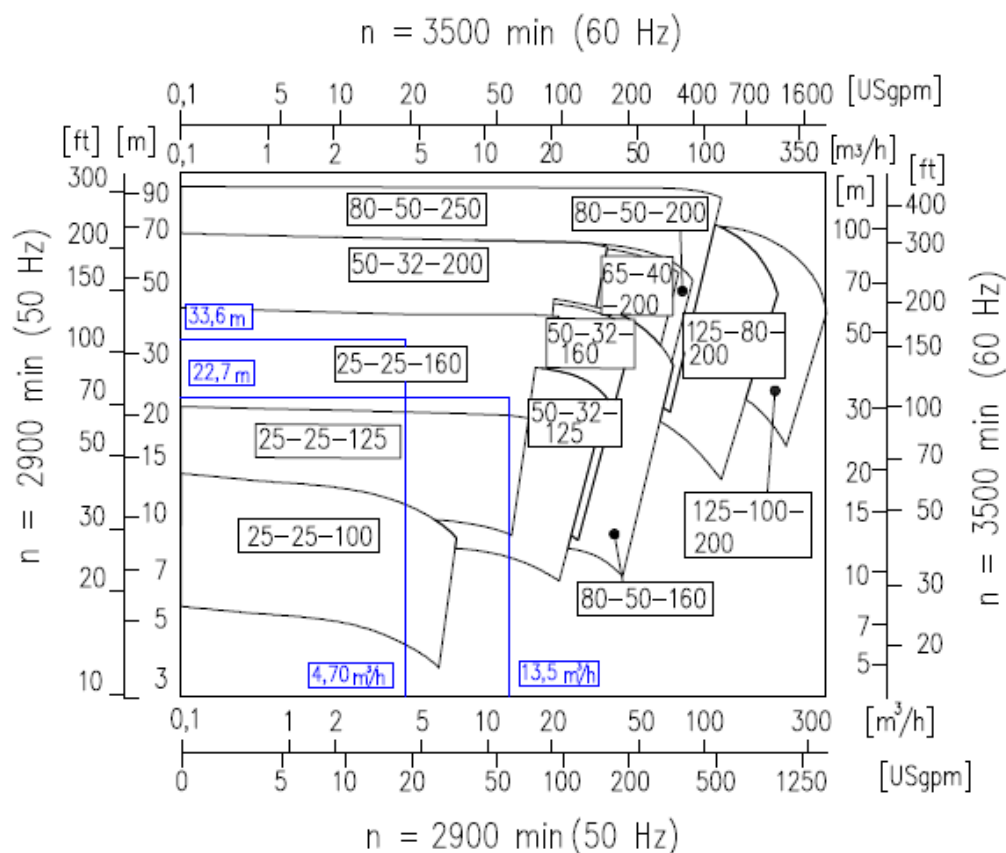


Figura 4.3. Corbes de la bomba centrífuga d'arrossegament magnètic model MNK-B monobloc.

Les dimensions de les connexions tant a la bomba P01 com a la bomba P02 són de 25-25-160. A l'apartat 4.2.8.8 es poden observar les parts que constitueixen la bomba, les dimensions específiques i les forces i moments generats en les connexions d'entrada i sortida.

4.2.8.4. Corbes característiques

Les corbes de funcionament senyalen gràficament la dependència entre el caudal i l'altura, rendiment, $NPSH_{requerit}$ i la potència absorbida en l'eix de la bomba.

Les Figura 4.4 i Figura 4.5 mostren les corbes característiques de la bomba P01 i P02, respectivament, ajustades a les propietats del fluid establertes a la Taula 4.10 Aquestes corbes han sigut obtingudes a partir d'assajos amb diferents graus d'obertura de la vàlvula de regulació situada en la canonada d'impulsió i registrades en un sistema de coordenades rectangulars.

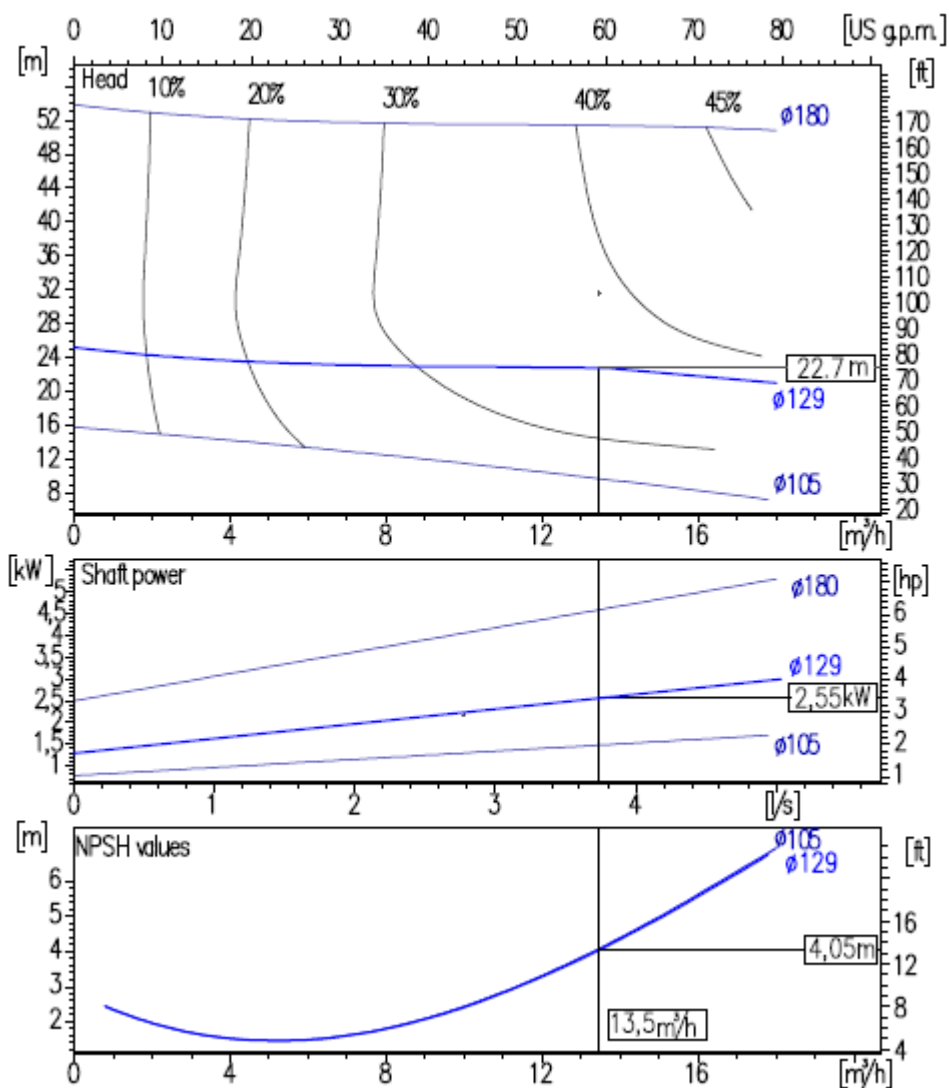


Figura 4.4. Corbes característiques corresponents a la bomba P01, velocitat 2900 rpm.

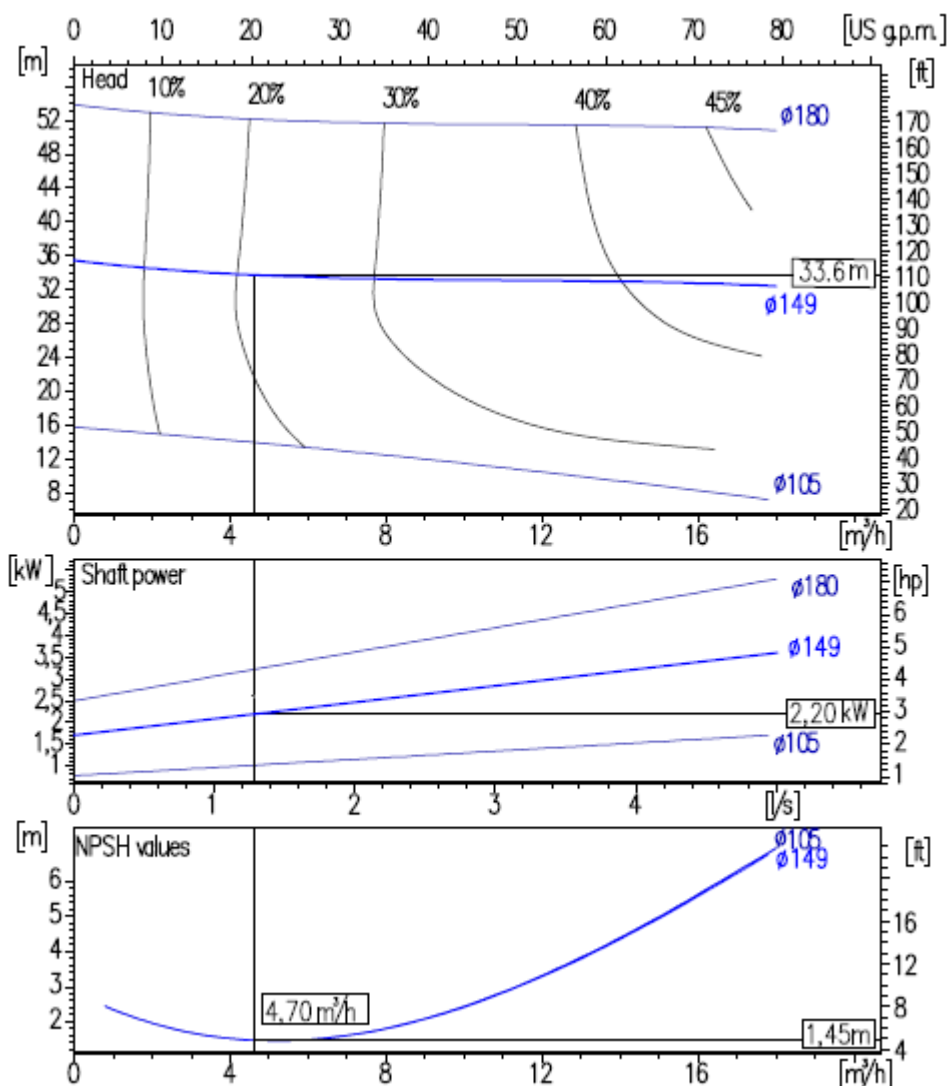


Figura 4.5. Corbes característiques corresponents a la bomba P02 velocitat 2900 rpm.

El sumari dels resultats es pot observar més detalladament al full d'especificacions de cada bomba, mostrats a l'Apartat 4.4.

4.2.8.5. Funcionament de les bombes centrífugues

4.2.8.5.1. Accessoris instal·lats

Per a l'adequat funcionament de la bomba es necessari la instal·lació de diferents accessoris juntament amb l'estratègia de control aplicada. La Figura 4.6 mostra els accessoris instal·lats.

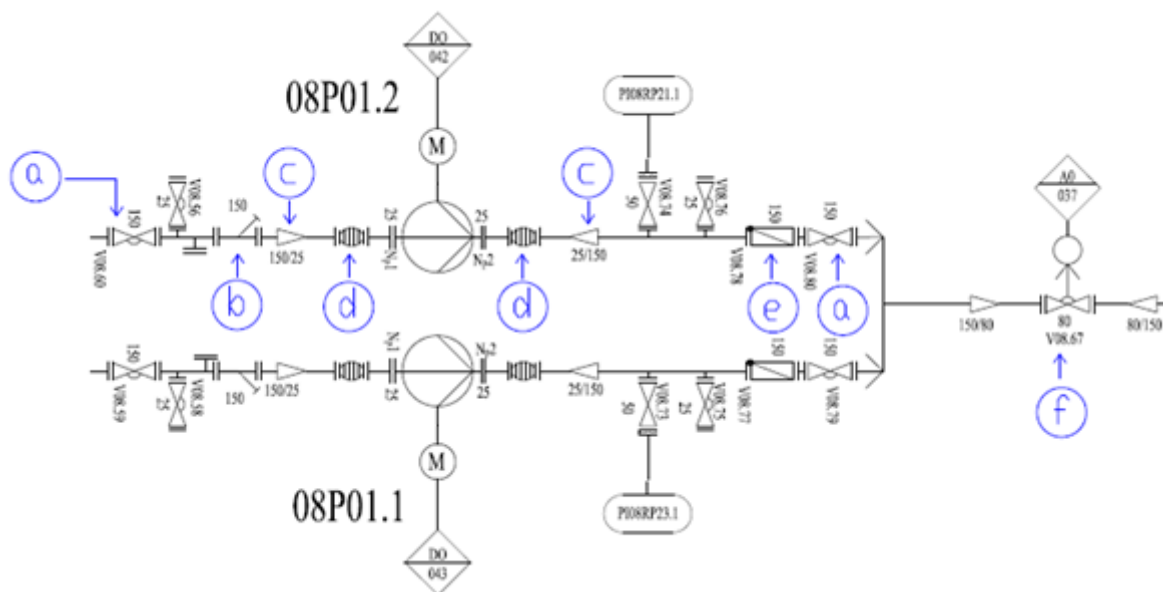


Figura 4.6. Accesoris instal·lats al sistema de bombeig

a – Vàlvula de diafragma: S'utilitza per a poder aïllar el circuit de la bomba en cas de necessitat de reparació o manteniment, tant de la bomba com per a qualsevol altra element pertanyent al circuit.

b – Filtre en Y: Per a evitar l'entrada de sòlids en suspensió a la bomba.

c – Reducció concèntrica: La seva funció es prevenir la formació de bosses d'aire (causants de la cavitació) augmentant la velocitat a l'entrada de la bomba.

d – Maneguet: Eviten que durant el funcionament de la bomba, les vibracions afectin a la canonada.

e – Vàlvula de retenció: Situada sempre a la sortida de la bomba, evita la inversió del fluid, i consegüentment, la possible cavitació de la bomba.

f – Vàlvula de diafragma de control: La seva funció és la de regular el punt de funcionament de la bomba variant el cabal que circula pel circuit.

Les bombes es troben en càrrega. La canonada de connexió del dipòsit a l'entrada de la bomba presenta una inclinació del 3 % per a evitar bosses d'aire a l'aspiració de la bomba. Per diferència de densitats, el possible aire present a l'interior de la canonada tendirà a ascendir a través de la mateixa degut a la inclinació.

El cabal mínim de la bomba queda garantit per mitjà d'un palpador situat a l'entrada de cada bomba, anomenat LT08R16.2 al *P&ID 08HCl column* i definit al TFG_1501_rubenmolina.

4.2.8.5.2. Regulació de les condicions d'operació. Sistema de cabal variable

La regulació del cabal de les bombes es realitza mitjançant la obertura o tancament de la vàlvula situada a la sortida de la bomba, lletra *f* de l'apartat anterior. Al tancar la vàlvula, canvia la corba d'operació de la instal·lació, sent possible reduir el cabal d'impulsió fins a un valor desitjat. El rendiment de la bomba pujarà o baixarà segons la posició de partida respecte del màxim. Es tracta d'un mètode habitual de regulació, per el qual s'aconsegueix una disminució de l'energia total consumida. L'estrangulació sempre es realitzarà a la canonada d'impulsió ja que si es realitzés a la canonada d'aspiració podria provocar la cavitació de la bomba.

Les dimensions i model de la vàlvula d'estrangulació es troben detallats al TFG_1501_rubenmolina.

4.2.8.5.3. Bomba en *standby*

Es disposa d'una bomba centrífuga alternativa per a mantenir la continuïtat del procés, com es pot observar a la Figura 4.6. S'utilitzarà com a mesura de protecció en cas d'un funcionament no adequat de l'altra bomba, manteniments especificats o per a allargar la vida útil d'ambdues.

La bomba en *standby* operarà un cop al mes per a mantenir un adequat estat de funcionament una vegada hagi d'operar en continu. L'alternació entre una bomba i l'altre es realitzarà per mitjà de les vàlvules de diafragma situades a l'entrada i sortida de la bomba, lletra *a*, tancant el circuit de la bomba i desviant el fluid a la bomba en repòs.

4.2.8.6. Forces i moments externs sobre les brides

Segons la Norma UNE –EN ISO 5199, les forces i moments que les canonades exerceixen sobre la bomba han de trobar-se per sota d'un valor fixat. Aquestes forces i moments poden provocar la desalineació del eix de la bomba i del eix del motor d'arrossegament, la deformació i un esforç excessiu a la carcassa de la bomba, o un esforç excessiu als ancoratges de fixació de la bomba a la placa de base.

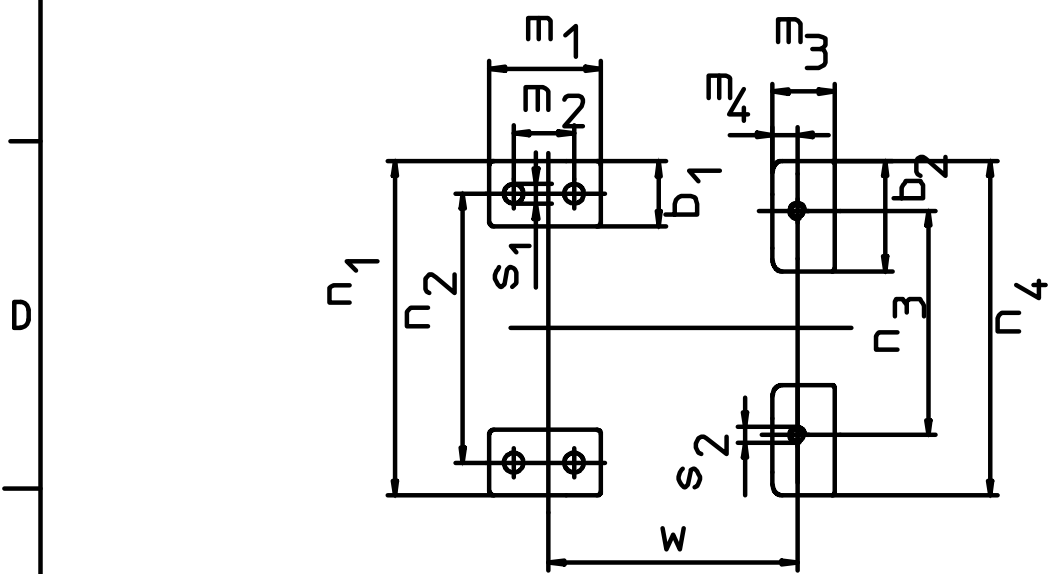
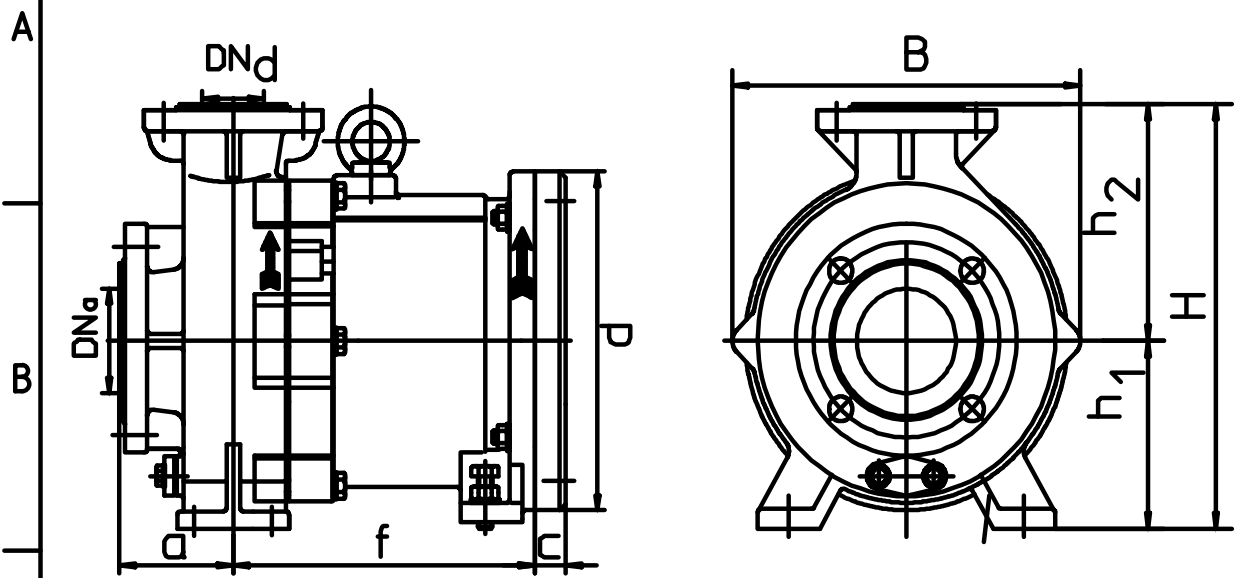
La Taula 4.15 permet verificar que les càrregues transmeses a la bomba degut a les canonades romanen dins dels límits establerts per la norma esmentada anteriorment.

Els valors són vàlids per ambdues bombes, ja que són de la mateixa dimensió.

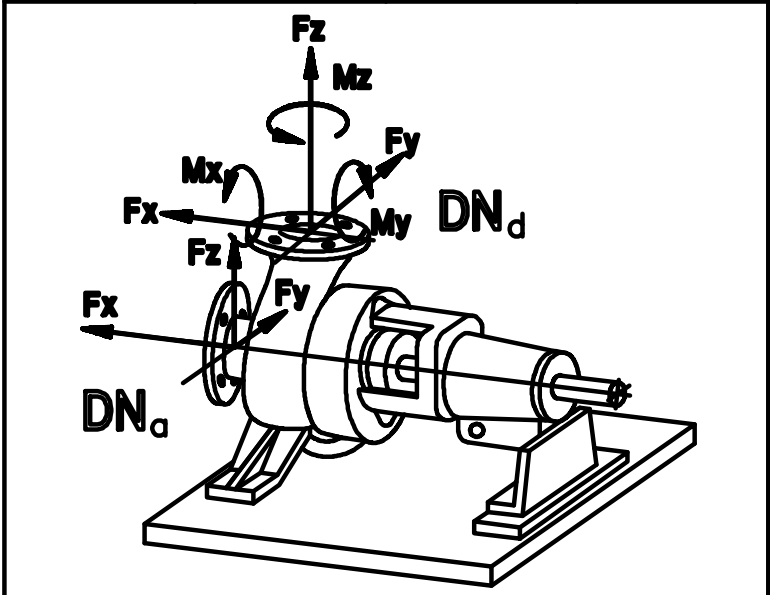
Taula 4.15. Forces i moments per a brides de DN màx. 200.

Eix	Forces (N)				Moments (N·m)			
	F_y	F_z	F_x	$\sum F$	M_y	M_z	M_x	$\sum M$
Límit eix x	750	700	850	1300	600	700	900	1300
Bomba eix x	425	400	485	755	340	400	510	730
Límit eix z	700	850	750	1300	600	700	900	1300
Bomba eix z	425	400	485	755	340	510	400	730

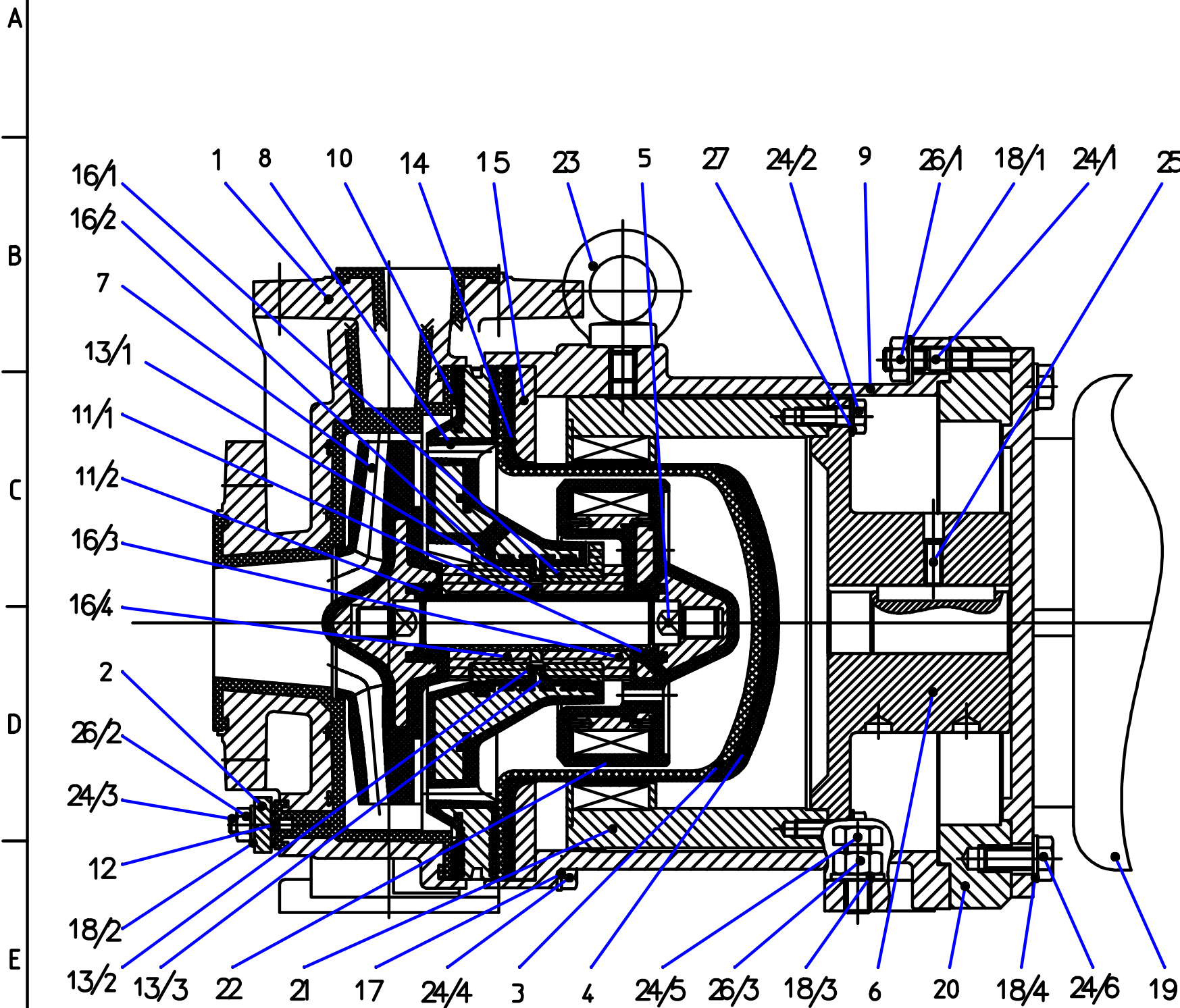
La disposició de les forces sobre cada eix de la bomba es poden observar a l'Apartat 4.2.8.7.



Dimensions en mm				Connexions	
a	80	n3	210	Connexió d'aspiració d'acord a ISO 7005-2	
B	280	n4	240	Connexió descàrrega d'acord a ISO 7005-2	
b1	50	s1	145		
b2	50	s2	12		
C	28	w	213		
d	260				
DNd	25			D	125
DNa	25			d2	14
f	255			d4	68
H	292			DN	25
h1	132			k	85
h2	160				
m1	100				
m2	70				
m3	50				
m4	15				
n1	240				
n2	190				



Forces a les connexions			
DNd_Fx	425N	DNa_Fx	485N
DNd_Fy	400N	DNa_Fy	425N
DNd_Fz	485N	DNa_Fz	400N
DNd_Mx	510Nm	DNa_Mx	510Nm
DNd_My	340Nm	DNa_My	340Nm
DNd_Mz	400Nm	DNa_Mz	400Nm
DNd_SumF	755N	DNa_SumF	755N
DNd_SumM	730Nm	DNa_SumM	730Nm



- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1 cos | 18/x volandera |
| 2 tapa cega | 19 motor |
| 3 revestiment carcassa | 20 anell de transició |
| 4 carcassa | 21 rotor d'accionament magnètic |
| 5 eix de la bomba | 22 assentament imant interior |
| 6 eix de transmissió | 23 argolla |
| 7 rodet/impulsor | 24/x cargol hexagonal |
| 8 base del coixinet | 25 cargol d'ajust |
| 9 llanterna | 26/x femella hexagonal |
| 10 junta de la carcassa | 27 volandera de seguretat |
| 11/x junta tòrica | |
| 12 anell de centrat | |
| 13/x anell distanciador | |
| 14 anell intermedi | |
| 15 anell de suport | |
| 16/x coixinet | |
| 17 arandela d'atapaïment | |

Title/Name, designation, material, dimension etc			
 BAYER MaterialScience 150 S.L.	Approved by - date		
	Designed by Mario R.C	Checked by Ruben M.O	
Reference	1501	Date	Scale
Esquema bombes P01 i P02			
Edition			Sheet 58/114

4.3. Llistats

4.3.1. Llistat de canonades

SD: Polipropilè; SP: Polifluorur de vinilidè; BD: Acer al carboni; W130: Llana de vidre amb recobriment d'alumini exterior

Taula 4.16. Llistat de canonades corresponents al P&ID 08 HCl column.

Línia	Fluid	DN	Schedule	Material	Des de	Fins	Fase	Color	Cabal màssic (kg/h)	Condicions de treball		Condicions de disseny		Condicions de prova				Aïllament	Guix aïllament (mm)	Diàmetre intern (mm)	Guix (mm)	Longitud (m)
										Pressió (barg)	Temperatura (°C)	Pressió (barg)	Temperatura (°C)	Prova de pressió		Prova d'estanquitat						
														Fluid	Pressió (barg)	Fluid	Pressió (barg)					
P-08R01-300-1SP	Clorur d'hidrogen	300	40	SP	Entrada procés	08K01	Gas	Taronja	2.77	0.12	6.00	1.00	15.0	Aire	2.00	Aire	0.30			303.3	10.3	15
P-08R02-300-10SP	Àcid clorhídric	300	40	SP	08K01	P-08R03	Líquid	Taronja	7.66	0.78	58.8	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30	W130	25.0	303.3	10.3	10
P-08R03-200-10SP	Àcid clorhídric	200	40	SP	P-08R02	08W02	Líquid	Taronja	7.66	1.32	59.0	10.0	70.0	Aigua	15.0	Aire	0.30	W130	25.0	202.7	8.18	7
P-08R04-200-10SP	Àcid clorhídric	200	40	SP	08W02	P-08R05 i P-08R11	Líquid	Taronja	7.66	1.16	34.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			202.7	8.18	7
P-08R05-200-10SP	Àcid clorhídric	200	40	SP	P-08R04	Producte acabat	Líquid	Taronja	7.66	1.16	34.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			202.7	8.18	15
P-08R06-80-10BD	Aigua	80	80	BD	Aigua de torre	P-08R07	Líquid	Verd	4.89	5.07	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			73.66	7.62	20
P-08R07-80-10SP	Aigua	80	40	SP	P-08R06	08K01	Líquid	Verd	4.89	4.54	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			77.92	5.49	10
P-08R08-500-1SP	Aireació (àcid amb dissolvent)	500	40	SP	08K01	08W01	Gas	Gris	1.51	0.11	105	1.00	115	Aire	2.00	Aire	0.30	4		477.8	15.1	7
P-08R09-50-10SD	Aigua acidulada	50	40	SD	08W01	08B01	Líquid	Taronja	1.51	0.10	29.0	10.0	40.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			52.5	3.91	15
P-08R10-25-1SD	Aireació (TAR)	25	40	SD	08W01	TAR	Gas	Gris	0.002	0.10	29.0	1.00	40.0	Aire	2.00	Aire	0.30			26.6	3.37	15
P-08R11-200-10SP	Àcid clorhídric	200	40	SP	P-08R04	08B01	Líquid	Taronja	7.66	1.16	30.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			202.7	8.18	10
P-08R12-100-10SD	Àcid clorhídric	100	40	SD	08B01	08P02-1 i 08P02-2	Líquid	Taronja	1.51	0.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			102.3	6.02	15
P-08R13-100-10SD	Àcid clorhídric	100	40	SD	08P02-1 i 08P02-2	08K01	Líquid	Taronja	1.51	3.94	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			102.3	6.02	33
P-08R14-150-10SP	Àcid clorhídric	150	40	SP	08K01	08W03	Líquid	Taronja	4.31	0.11	65.0	10.0	80.0	Aigua	15.0	Aire	0.30	W130	25.0	154.0	7.11	15

4 Canonada no accessible al personal.

Taula 4.16. (Cont.) Llistat de canonades corresponents al P&ID 08 HCl column.

Línia	Fluid	DN	Schedule	Material	Des de	Fins	Fase	Cabal màssic (kg/s)	Color	Condicions de treball		Condicions de disseny		Condicions de prova				Aïllament	Guix Aïllament (mm)	Diàmetre intern (mm)	Guix (mm)	Longitud (m)
										Pressió (barg)	Temperatura (°C)	Pressió (barg)	Temperatura (°C)	Prova de pressió		Prova d'estanquitat						
														Fluid	Pressió (barg)	Fluid	Pressió (barg)					
P-08R15-150-10SP	Àcid clorhídric	150	40	SP	08W03	08B02	Líquid	4.31	Taronja	0.13	31.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	15
P-08R16-150-10SP	Àcid clorhídric	150	40	SP	08B02	08P01-1 i 08P01-1	Líquid	4.31	Taronja	0.00	31.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	20
P-08R17-150-10SP	Àcid clorhídric	150	40	SP	08P01-1 i 08P01-1	08K01	Líquid	4.31	Taronja	2.67	31.0	10.0	50.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	23
S-08R01-250-10BD	Aigua	250	40	BD	Aigua de torre	08W01	Líquid	30.8	Verd	2.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			254.6	9.27	100
S-08R02-250-10BD	Aigua	250	40	BD	08W01	Aigua de torre	Líquid	30.8	Verd	1.37	60.0	10.0	60.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			254.6	9.27	100
S-08R03-150-10BD	Aigua	150	40	BD	KW03	08W02	Líquid	11.9	Verd	2.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	100
S-08R04-150-10BD	Aigua	150	40	BD	08W02	KW03	Líquid	11.9	Verd	1.42	45.0	10.0	60.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	100
S-08R05-150-10BD	Aigua	150	40	BD	KW30	08W03	Líquid	12.4	Verd	2.00	30.0	10.0	35.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	100
S-08R06-150-10BD	Aigua	150	40	BD	08W03	KW30	Líquid	12.4	Verd	1.41	45.0	10.0	60.0	Aigua	15.0	Aire	0.30			154.0	7.11	100



4.3.2. Llistat de vàlvules

Taula 4.17. Llistat de vàlvules de control, instrumentació i manuals de la instal·lació

Tag	Utilitat	Descripció	Canonada	Ø cos (mm)	Material cos	Senyal	Targeta
V08.01	Control	Vàlvula de globus amb posició de seguretat <i>fail open</i> entrada aigua de refrigeració 08W02	S-08R04-150-10BD	100	CS	AO	030
V08.02	Control	Vàlvula de globus amb posició de seguretat <i>fail open</i> entrada aigua refrigeració 08W01	S-08R01-250-10BD	150	CS	AO	031
V08.03	Control	Vàlvula de diafragma amb posició de seguretat <i>fail open</i> recirculació cap a 08K01	P-08R13-100-10SD	40	CI PTFE	AO	032
V08.04	Control	Vàlvula de diafragma amb posició de seguretat <i>fail open</i> entrada aigua absorció a 08K01	P-08R07-80-10SP	65	CI PTFE	AO	033
V08.05	Control	Vàlvula de diafragma amb posició de seguretat <i>fail close</i> sortida producte a parc de tancs	P-08R05-200-10SD	200	CI PTFE	DO	034
V08.06	Control	Vàlvula de globus posició de seguretat <i>fail open</i> sortida aigua refrigeració 08W03	S-08R06-150-10BD	100	CS	AO	038
V08.65	Control	Vàlvula de diafragma amb posició de seguretat <i>fail open</i> recirculació producte a 08B01	P-08R11-200-10SP	200	CI PTFE	DO	035
V08.67	Control	Vàlvula de diafragma amb posició de seguretat <i>fail open</i> entrada <i>pumparound</i> a 08K01	P-08R17-150-10SP	80	CI PTFE	AO	037
V08.83	Control	Vàlvula de diafragma amb posició de seguretat <i>fail open</i> producte	P-08R04-200-10SP	200	CI PTFE	AO	038
V08.07	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta	P-08R07-80-10SP	80	CI PTFE	-	-
V08.08	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta	P-08R13-100-10SD	100	CI PTFE	-	-
V08.09	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R13-100-10SD	25	CI PTFE	-	-
V08.10	Obrir/Tancar	Vàlvula de bola normalment oberta a la impulsio de la bomba 08P02.1	P-08R12-100-10SD	100	CS	-	-
V08.11	Seguretat	Vàlvula de retenció a la impulsio de la bomba 08P02.1	P-08R12-100-10SD	100	DI PTFE	-	-
V08.12	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R12-100-10SD	25	CI PTFE	-	-
V08.13	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PI08RP16.1 normalment oberta	P-08R12-100-10SD	50	DI PTFE	-	-
V08.14	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R12-100-10SD	25	CI PTFE	-	-
V08.15	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a l'aspiració de la bomba 08P02.1	P-08R12-100-10SD	100	CI PTFE	-	-
V08.16	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a la impulsio de la bomba 08P02.2	P-08R15-150-10SP	80	CI PTFE	-	-
V08.17	Seguretat	Vàlvula de retenció a la impulsio de la bomba 08P02.2	P-08R12-100-10SD	80	DI PTFE	-	-
V08.18	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R12-100-10SD	25	CI PTFE	-	-
V08.19	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PI08RP14.1 normalment oberta	P-08R12-100-10SD	50	DI PTFE	-	-
V08.20	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R12-100-10SD	25	CI PTFE	-	-
V08.21	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a l'aspiració de la bomba 08P02.2	P-08R12-100-10SD	100	CI PTFE	-	-
V08.22	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R16-150-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.24	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R01-250-10BD	25	CS	-	-
V08.25	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R01-250-10BD	25	CS	-	-
V08.26	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R02-250-10BD	25	CS	-	-
V08.27	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada de la canonada de la PSV V08.28	S-08R02-30-10SD	25	CS	-	-
V08.28	Seguretat	PSV amb preClí de seguretat de 5.5 barg	S-08R06-30-10SD	25	CS	-	-

Taula 4.17. (Cont.) Llistat de vàlvules de control, instrumentació i manuals de la instal·lació.

Tag	Utilitat	Descripció	Canonada	Ø cos (mm)	Material cos	Senyal	Targeta
V08.29	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R06-250-10BD	250	CS	-	-
V08.30	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R02-250-10BD	25	CS	-	-
V08.31	Obrir/Tancar	Vàlvula <i>check</i> (<i>vacuum breaker</i>)	S-08R02-250-10BD	50	CS	-	-
V08.32	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R17-150-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.33	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta	P-08R17-150-10SP	80	CI PTFE	-	-
V08.34	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PI08K01.1	08K01	80	DI PTFE	-	-
V08.35	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R03-200-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.36	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R04-200-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.37	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R03-150-10SD	150	CS	-	-
V08.38	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R05-150-10BD	25	CS	-	-
V08.39	Seguretat	PSV amb preClíó de seguretat de 5.5 barg	S-08R06-30-10SD	25	CS	-	-
V08.40	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada de la canonada de la PSV V08.39	S-08R06-30-10SD	25	CS	-	-
V08.41	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R06-150-10SD	25	CS	-	-
V08.42	Instrumentació	Vàlvula de comporta del LT08B01.1 normalment oberta	08B01	25	DI PTFE	-	-
V08.43	Instrumentació	Vàlvula de comporta del LT08B01.1 normalment oberta	08B01	25	DI PTFE	-	-
V08.44	Instrumentació	Vàlvula de comporta del LT08K01.1 normalment oberta	08K01	25	DI PTFE	-	-
V08.45	Instrumentació	Vàlvula de comporta del LT08K01.1 normalment oberta	08K01	25	DI PTFE	-	-
V08.46	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PT08RP25.1 normalment oberta	P-08R25-200-10SP	25	DI PTFE	-	-
V08.47	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PT08RP17.1 normalment oberta	P-08R17-100-10SD	25	DI PTFE	-	-
V08.48	Instrumentació	Vàlvula de comporta del LT08B02.1 normalment oberta	08B02	25	DI PTFE	-	-
V08.49	Instrumentació	Vàlvula de comporta del LT08B02.1 normalment oberta	08B02	25	DI PTFE	-	-
V08.50	Drenatge	Vàlvula de drenatge del tanc 08B01 normalment tancada	P-08R19-200-10SP	200	DI PTFE	-	-
V08.51	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R14-150-10SP		CI PTFE		
V08.52	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta	P-08R03-200-10SP	200	CI PTFE	-	-
V08.53	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R11-200-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.54	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta	P-08R11-200-10SP	200	CI PTFE	-	-
V08.55	Drenatge	Vàlvula de diafragma del drenatge del tanc 08B01 normalment tancada	P-08R12-200-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.56	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R16-150-10SP	25	CI PTFE		
V08.57	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R09-80-10SD	25	CI PTFE	-	-
V08.58	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R16-150-10SP	25	CI PTFE		
V08.59	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a l'aspiració de la bomba 08P01.1	P-08R16-150-10SP	150	CI PTFE	-	-
V08.60	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a l'aspiració de la bomba 08P01.2	P-08R16-150-10SP	150	CI PTFE	-	-
V08.61	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R06-150-10BD	150	CS	-	-

Taula 4.17. (Cont.) Llistat de vàlvules de control, instrumentació i manuals de la instal·lació.

Tag	Utilitat	Descripció	Canonada	Ø cos (mm)	Material cos	Senyal	Targeta
V08.62	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R05-150-10BD	150	CS	-	-
V08.63	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R04-150-10BD	150	CS	-	-
V08.64	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R04-150-10BD	25	CS	-	-
V08.66	Seguretat	PSV amb pressió de tarat 5.5 barg	S-08R04-150-10BD	25	CS	-	-
V08.68	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R06-150-10BD	150	CS	-	-
V08.69	Obrir/Tancar	Vàlvula de papallona normalment oberta	S-08R01-250-10BD	250	CS	-	-
V08.70	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R06-80-10BD	25	CI PTFE	-	-
V08.72	Purga	Vàlvula de bola normalment tancada	S-08R03-150-10BD	25	CS	-	-
V08.73	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PT08RP23.1 normalment oberta	P-08R17-150-10SP	50	DI PTFE	-	-
V08.74	Instrumentació	Vàlvula de comporta del PT08RP21.1 normalment oberta	P-08R17-150-10SP	50	DI PTFE	-	-
V08.75	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R17-150-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.76	Purga	Vàlvula de diafragma normalment tancada	P-08R17-150-10SP	25	CI PTFE	-	-
V08.77	Seguretat	Vàlvula de retenció a la impulsio de la bomba 08P01.1	P-08R17-150-10SP	150	DI PTFE	-	-
V08.78	Seguretat	Vàlvula de retenció a la impulsio de la bomba 08P01.2	P-08R17-150-10SP	150	DI PTFE	-	-
V08.79	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a la impulsio de la bomba 08P01.1	P-08R17-150-10SP	150	CI PTFE	-	-
V08.80	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta a la impulsio de la bomba 08P01.2	P-08R17-150-10SP	150	CI PTFE	-	-
V08.81	Obrir/Tancar	Vàlvula de diafragma normalment oberta	P-08R05-200-10SP	200	CI PTFE	-	-
V08.82	Drenatge	Vàlvula de diafragma del drenatge del tanc 08B02normalment tancada	P-08R16-150-10SP	25	CI PTFE	-	-

4.3.3. Llistat d'instrumentació

Taula 4.18. Llistat d'instrumentació.

Tag	Canonada/Equip	Descripció	Connexió	Senyal	Targeta*
TI08K01.1	08K01	Indicador de temperatura de la columna d'absorció 08K01	Soldada	-	-
TI08RP02.1	08K01	Indicador de temperatura del fons de la columna d'absorció 08K01	Bridada	-	-
TI08RS03.1	S-08R04-150-10BD	Indicador de temperatura de la sortida de refrigeració del bescanviador de plaques 08W02	Soldada	-	-
TI08RS09.1	S-08R06-150-10BD	Indicador de temperatura de la sortida de refrigeració del bescanviador de plaques 08W03	Soldada	-	-
TI08B01.1	08B01	Indicador de temperatura del dipòsit 08B01 amb alarma de nivell alt	Soldada	-	-
TI08B02.1	08B02	Indicador de temperatura del dipòsit 08B02 amb alarma de nivell baix	Soldada	-	-
TI08RP10.1	P-08R10-150-1SD	Indicador de temperatura a la sortida dels gasos incondensables del 08W01	Soldada	-	-
TT08RP04.1	P-08R04-200-10SP	Transmissor de temperatura de la sortida del bescanviador de plaques 08W02	Soldada	AI	010
TT08RP08.1	P-08R08-500-10SP	Transmissor de temperatura del cap de la columna d'absorció 08K01	Soldada	AI	011
TT08RP17.1	P-08R17-150-10SP	Transmissor de temperatura de l'entrada del <i>pumparound</i>	Soldada	AI	012
TT08RS02.1	S-08R02-250-10BD	Transmissor de temperatura de la sortida de refrigeració del bescanviador de tubs i carcassa 08W01	Soldada	AI	013
PI08RP23.1	P-08R16-150-10SP	Indicador de pressió a la impulsió de la bomba 08P01.1	Bridada	-	-
PI08RP21.1	P-08R16-150-10SP	Indicador de pressió a la impulsió de la bomba 08P01.2	Bridada	-	-
PI08RP16.1	P-08R12-100-10SD	Indicador de pressió a la impulsió de la bomba 08P02.1	Bridada	-	-
PI08RP14.1	P-08R12-100-10SD	Indicador de pressió a la impulsió de la bomba 08P02.2	Bridada	-	-
PT08K01.1	08K01	Transmissor de pressió de la columna d'absorció 08K01	Bridada	AI	014
PT08RP17.1	P-08R17-150-10SP	Transmissor de pressió a la impulsió de les bombes 08P01.1/2	Bridada	AI	015
PT08RP13.1	P-08R13-100-10SD	Transmissor de pressió a la impulsió de les bombes 08P02.1/2	Bridada	AI	016
FT08RP06.1	P-08R06-80-10BD	Transmissor de cabal de Coriòlis a l'entrada d'aigua desmineralitzada	Bridada	AI	017
FT08RP13.1	P-08R13-100-10SD	Transmissor de cabal de Coriòlis a l'entrada d'aigua recirculada	Bridada	AI	018
FT08RP17.1	P-08R17-150-10SP	Transmissor de cabal de Coriòlis <i>pumparound</i>	Bridada	AI	019
FT08RS03.1	S-08R03-150-10BD	Transmissor de cabal de placa d'orifici de l'entrada de refrigeració del bescanviador de plaques 08W02	Bridada	AI	020
FT08RS01.1	S-08R01-250-10BD	Transmissor de cabal de placa d'orifici de l'entrada de refrigeració del condensador 08W01	Bridada	AI	021
FT08RS05.1	S-08R05-150-10BD	Transmissor de cabal de placa d'orifici de l'entrada de refrigeració del bescanviador de plaques 08W03	Bridada	AI	022
LT08K01.1	08K01	Transmissor de nivell de la columna d'absorció 08K01 amb alarma d'alt nivell	Bridada	AI	027
LT08B01.1	08B01	Transmissor de nivell del dipòsit 08B01 amb alarmes d'alt i baix nivell	Bridada	AI	028
LT08B01.1	08B01	Transmissor de nivell del dipòsit 08B02 amb alarmes d'alt i baix nivell	Bridada	AI	029
LT08B02.2	08B02	Transmissor palpador sec de seguretat de les bombes 08P02.1/2 amb alarma d'alt nivell	Enroscat	DI	041
LT08B02.2	08B02	Transmissor palpador sec de seguretat de les bombes 08P01.1/2 amb alarma d'alt nivell	Enroscat	DI	042
LT08R12.1	P-08R12-100-10SD	Transmissor palpador mullats de seguretat de la bomba 08P01.1 amb alarma de baix nivell	Bridada	DI	043
LT08R12.2	P-08R12-100-10SD	Transmissor palpador mullats de seguretat de la bomba 08P01.2 amb alarma de baix nivell	Bridada	DI	044
LT08R16.1	P-08R16-150-10SP	Transmissor palpador mullats de seguretat de la bomba 08P02.1 amb alarma de baix nivell	Bridada	DI	045
LT08R16.2	P-08R16-150-10SP	Transmissor palpador mullats de seguretat de la bomba 08P02.2 amb alarma de baix nivell	Bridada	DI	046
DT08RP04.1	P-08R04-200-10SP	Transmissor nuclear de densitat de la sortida del bescanviador de plaques 08W02	Soldada	AI	040

4.3.4. Llistat d'equips

Taula 4.19. Llistat d'equips.

Nom	P&ID	Material	Descripció	Pressió de disseny(bar _g)	T. disseny(°C)
08K01	08 HCl column	Acer al carboni/ <i>Teflon</i> /Fibra de vidre	Columna d'absorció	0.5/-1	130
08W01	08 HCl column	<i>DIABON NS2</i>	Condensador de tubs i carcassa	6/-1	170/-10
08W02	08 HCl column	<i>DIABON F100</i>	Bescanviador de plaques	6/-1	120/-10
08W03	08 HCl column	<i>DIABON F100</i>	Bescanviador de plaques	6/-1	120/-10
08P01.1/2	08 HCl column	Fosa de grafit esferoïdal	Bomba centrífuga d'arrossegament magnètic	16	50
08P02.1/2	08 HCl column	Fosa de grafit esferoïdal	Bomba centrífuga d'arrossegament magnètic	16	35
08B01	08 HCl column	10028-5 P355ML/PVDF	Dipòsit	2/-1	100
08B02	08 HCl column	10028-5 P355ML/PVDF	Dipòsit	2/-1	100



	Bayer MaterialScience					Nº 1		
	FULL D'ESPECIFICACIONS BOMBA P01							
A	CONDICIONS D'OPERACIÓ							
1	Fluid		Àcid clorhídric	Cabal nominal	m³/h	13.5		
2	Sòlids	Tipus		Altura nominal	m	22.7		
3		Pes	%	0.00	NPSHdisponible	m	4.56	
4	Temperatura de bombeig		t. b, °C	50.0	Pressió a l'entrada	barg	0.10	
5	pH a t. b			< 1	Viscositat cinemàtica a t. b	mm²/s	1.08	
6	Densitat		kg/m³	1151	Viscositat dinàmica a t. b	mPa·s	1.24	
7	Pressió de vapor a t. b		bar	0.60				
B	CARACTERÍSTIQUES DE LA BOMBA							
1	Fabricant		Richter	Tipus de rodet		Tancat		
2	Tipus de boma		MNK-B/F 25-25-160	Rodet ø	Dissenyat	mm	129	
3	Disseny		Bomba química		Màx.	mm	180	
4			Monobloc		Mín.	mm	105	
5	Autoaspirant		No	Flux	Nominal	m³/h	13.5	
6	Velocitat		min ⁻¹		2900	Màx.	m³/h	18.5
7	Etapes		1		Mín.	m³/h	1.00	
8	Connexió aspiració	Pressió de disseny	PN 16	Altura	Nominal	m	22.7	
9		Diàmetre nominal	DN 25		Màx.	m	25.2	
10		Normativa	ISO 7005-2		Mín.	m	21.0	
11	Connexió d'impulsió	Pressió de disseny	PN 16	Altura a Q = 0		m	25.2	
12		Diàmetre nominal	DN 25	NPSHrequerit		m	4.05	
13		Normativa	ISO 7005-2	Potència de l'eix		kW	2.55	
14	Carcassa	Drenate	No, brida cega	Màx. Potència de l'eix a màx. Rodet		kW	5.30	
15		Escalfament	No	Rendiment		%	35.0	
16	Tipus de lubricació		greix	Pot. accionament magnètic a 2900 rpm		kW	7.29	
17				Par nominal accionament magnètic		Nm	25.0	
18				Pes		kg	55.0	
C	MATERIAL							
1	Cos		EN-JS1049/PFA	Rodet		1.0601/PFA		
2	Revestiment del cos		PFA	Eix de la bomba		1.4057/PFA		
3	Base del coixinet		EN-JS1049/PFA	Carcassa		CFK-F		
4	Coixinet		SSiC/SG-Plus	Revestiment carcassa		PTFE		
5	Imant interior de la bomba		1.0601/PFA	Anell de segellat		FFKM		
6	Junta de la carcassa		TFM 1600					
D	CARACTERÍSTIQUES DEL MOTOR							
1	Fabricant		European standard (VCI)	Tipus de protecció		E		
2	Disseny específic		Seguretat incrementada	Velocitat		min ⁻¹	2900	
3	Voltatge elèctric		V	400/690	Muntatge		IM B35	
4	Freqüència		Hz	50	Protecció contra explosions		EEx II	
5	Tancament		No aplica	Pes		kg	55	
E								
1	Observacions			Creat per	Mario R.C			
2				Revisat per				
3	Data de consulta			Data de creació				

	Bayer MaterialScience				Nº 2		
	FULL D'ESPECIFICACIONS BOMBA P02						
A	CONDICIONS D'OPERACIÓ						
1	Fluid	Àcid clorhídric	Cabal nominal	m³/h	4.70		
2	Sòlids	Tipus	Altura nominal	m	33.6		
3		Pes %	0.00	NPSHdisponible	m	7.15	
4	Temperatura de bombeig	t. b, °C	Pressió a l'entrada	barg	0.11		
5	pH a t. b	< 1	Viscositat cinemàtica a t. b	mm²/s	1.40		
6	Densitat	kg/m³	Viscositat dinàmica a t. b	mPa·s	1.63		
7	Pressió de vapor a t. b	bar	0.31				
B	CARACTERÍSTIQUES DE LA BOMBA						
1	Fabricant	Richter	Tipus de rodet		Tancat		
2	Tipus de boma	MNK-B/F 25-25-160	Rodet ø	Dissenyat	mm	149	
3	Disseny	Bomba química		Màx.	mm	180	
4		Monobloc		Mín.	mm	105	
5	Autoaspirant	No	Flux	Nominal	m³/h	4.70	
6	Velocitat	min ⁻¹		2900	Màx.	m³/h	18.5
7	Etapes	1		Mín.	m³/h	1.00	
8	Connexió aspiració	Pressió de disseny	PN 16	Altura	Nominal	m	33.6
9		Diàmetre nominal	DN 25		Màx.	m	35.9
10		Normativa	ISO 7005-2		Mín.	m	32.0
11	Connexió d'impulsió	Pressió de disseny	PN 16	Altura a Q = 0		m	35.9
12		Diàmetre nominal	DN 25	NPSHrequerit		m	1.45
13		Normativa	ISO 7005-2	Potència de l'eix		kW	2.20
14	Carcassa	Drenate	No, brida cega	Màx. Potència de l'eix a màx. Rodet		kW	5.30
15		Escalfament	No	Rendiment		%	21.0
16	Tipus de lubricació	greix	Pot. accionament magnètic a 2900 rpm	kW	10.2		
17				Par nominal accionament magnètic	Nm	25.0	
18				Pes	kg	55.0	
C	MATERIAL						
1	Cos	EN-JS1049/PFA	Rodet			1.0601/PFA	
2	Revestiment del cos	PFA	Eix de la bomba			1.4057/PFA	
3	Base del coixinet	EN-JS1049/PFA	Carcassa			CFK-F	
4	Coixinet	SSiC/SG-Plus	Revestiment carcassa			PTFE	
5	Imant interior de la bomba	1.0601/PFA	Anell de segellat			FFKM	
6	Junta de la carcassa	TFM 1600					
D	CARACTERÍSTIQUES DEL MOTOR						
1	Fabricant	European standard (VCI)	Tipus de protecció			E	
2	Disseny específic	Seguretat incrementada	Velocitat	min ⁻¹	2900		
3	Voltatge elèctric	V	400/690	Muntatge			IM B35
4	Freqüència	Hz	50	Protecció contra explosions			EEx II
5	Tancament	No aplica	Pes	kg	55		
E	ALTRES						
1	Observacions		Creat per	Mario R.C			
2			Revisat per				
3	Data de consulta		Date de creació				

4.5. Descripcions

4.5.1. Descripció funcional del projecte

El clorur d'hidrogen procedent de la zona de fosgenació, amb petites traces de fosgè, nitrogen, monòxid de carboni, diòxid de carboni i monoclorbenzè de processos previs, entra al procés i es dirigeix cap a la columna d'absorció 08K01 on té lloc la operació bàsica, l'absorció del clorur d'hidrogen en aigua per a produir àcid clorhídric al 36.12 %.

La principal problemàtica d'aquesta operació és la gran quantitat de calor que es desprèn al tenir lloc la absorció, ja que aquesta fa que la temperatura dins de la columna augmenti i part de l'aigua utilitzada per a dur l'absorció s'evapori, i la concentració d'àcid sigui inferior a la desitjada. Aquest problema juntament amb la termodinàmica del procés limita la màxima concentració d'àcid clorhídric que es pot obtenir.

Per tal de solucionar l'anterior problema, la columna d'absorció de rebliment estructurat 08K01 opera a condicions atmosfèriques i compta amb un *pumparound*, amb el qual es retira líquid de l'etapa 14, es refreda mitjançant el bescanviador de plaques 08K03 i es torna a introduir a l'etapa 13. Aquest sistema compta amb un dipòsit (08B02) i un sistema de bombes (08P01.1 i 08P01.2) per assegurar-ne el correcte funcionament.

Amb aquest sistema, el que es pretén és extreure la calor generada, mitjançant la introducció del mateix líquid de procés d'una etapa més baixa a una de més alta, amb refredament intermedi, per així poder assolir la concentració desitjada.

Per una banda, s'obté àcid clorhídric per fons de columna concentrat fins a un 36.12% a una temperatura de 59 °C, el qual es refreda a 40 °C i s'envia a la zona de transport i distribució del producte. Tot i així, si l'àcid no compleix les expectatives de qualitat o la columna està en l'etapa inicial de posada en marxa, aquest producte es redirigeix al dipòsit 08B01, el qual mitjançant la zona de bombes 08P02.1 i 08P02.2 és torna a introduir a la columna, actuant com a líquid d'absorció, fins que s'aconsegueix el producte desitjat.

Per l'altra banda, obtenim el vapor d'aigua i les impureses de l'alimentació i traces de clorur d'hidrogen pel cap de columna a una temperatura de 105 °C. Tot i comptar amb el sistema de *pumparound* explicat anteriorment, el procés és tant altament exotèrmic que, a excepció de treballar de forma totalment isotèrmica, és inevitable la generació de vapor d'aigua. Així doncs, aquest corrent s'envia al condensador de tubs i carcassa 08K01, el qual

condensa el vapor d'aigua es pot tornar a utilitzar com a aigua d'absorció a la columna 08K01, i també compta amb una sortida d'incondensables per evitar l'acumulació d'impureses al procés. Un cop condensada l'aigua, aquesta s'envia al dipòsit 08B01 que, com anteriorment, mitjançant la zona de bombes 08P02.1 i 08P02.2 es introduïda de nou al procés.

5. SEGURETAT EN EL DISSENY DE LES INSTAL·LACIONS

5.1. Seguretat de processos

5.1.1. Estudi HazOp

S'ha realitzat un estudi *HazOp* per tal d'avaluar el risc del procés. S'ha dut a terme incloent tots els equips de la zona d'absorció d'àcid clorhídric (la columna 08K01, els bescanviadors 08W01-08W02-08W03, els dipòsits 08B01-08B02 i la zona de bombeig 08P01-08P02).

A les pàgines següents s'hi pot trobar el *HazOp* del procés.

Taula 5.1. HazOp del procés d'absorció d'àcid clorhídric.

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
Més	Nivell al fons de la columna 08K01.	Fallada del transmissor LT08K01.1. Indica menys nivell del real.	Sobrecompliment de 08K01. Sense conseqüències de seguretat.	El transmissor de nivell LT08K01.1 té una alarma de nivell alt que envia la senyal a la torre de control.	
	Nivell al dipòsit 08B02	Fallada del transmissor LT08B02.1. Indica menys nivell del real.	Sobrecompliment de 08B02. La pressió augmenta. Ruptura catastròfica amb projecció d'aigua àcida que pot afectar a les persones i al medi ambient.	Actuació del palpador LT08B02.2 que tanca V08.50.	
	Nivell al dipòsit 08B01	Fallada de LT08B01.1. Indica menys nivell del real.	Sobrecompliment de 08B01. La pressió augmenta. Ruptura catastròfica amb projecció d'HCl i traces gasoses que pot afectar a les persones i al medi ambient.	Actuació del palpador LT08B01.2 i es condensa menys al 08W01.	

Diseño de una absorción de gas HCl en agua, apto para conseguir
una concentración de ácido clorhídrico en peso >35 %

72-114

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
Menys	Nivell al fons de la columna 08K01	Fallada del transmissor LT08W01.1. Indica més nivell del real.	Sense conseqüències de seguretat.		
	Nivell al dipòsit 08B02	Fallada del transmissor LT08B02.1. Indica més nivell del real.	Cavitació de la bomba 08P01.1/2. Possible ruptura de la tanca mecànica amb vessament a l'exterior d'aigua àcida.	Actuació del palpador LT08R16.1/2 que atura la bomba.	
	Nivell al dipòsit 08B01	Fallada del transmissor LT08B01.1. Indica més nivell del real.	Cavitació de la bomba 08P02.1/2. Possible ruptura de la tanca mecànica amb vessament a l'exterior d'HCl.	Actuació del palpador LT08R12.1/2 que atura la bomba.	
Més	Cabal d'aigua d'absorció a la columna 08K01	Fallada del transmissor de cabal FT08RP05.1 o FT08RP11.1. Indica menys cabal del real.	Sobrecompliment de 08K01. Veure <i>Més nivell al fons de la columna 08K01.</i>		
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W01	Fallada del transmissor de cabal FT08RS04.1. Indica menys cabal del real.	L'aigua condensada s'envia a la columna a menys temperatura. Sense conseqüències de seguretat.		

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
Més	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W02	Fallada del transmissor de cabal FT08RS01.1. Indica menys cabal del real.	El producte s'envia a la zona de tancs a menys temperatura. Sense conseqüències de seguretat.		
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W03	Fallada del transmissor de cabal FT08RS07.1. Indica menys cabal del real.	L'àcid s'envia a la columna a menys temperatura. Sense conseqüències de seguretat.		
Menys	Cabal d'aigua d'absorció a 08K01	Fallada del transmissor de cabal FT08RP25.1 o FT08RP06.1. Indica més cabal del real.	Augment de la pressió i temperatura d'operació.	Actuació del PT08K01.1.	
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W01	Fallada del transmissor de cabal FT08RS04.1. Indica més cabal del real.	Possibilitat de no condensació amb emissió de gasos àcids al TAR.	Actuació de l'alarma del TI08RP10.1	
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W02	Fallada del transmissor de cabal FT08RS01.1. Indica més cabal del real.	El producte s'envia a la zona de tancs a més temperatura. Sense conseqüències de seguretat.		

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
Menys	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W03	Fallada del transmissor de cabal FT08RS07.1. Indica més cabal del real.	L'àcid s'envia a la columna a més temperatura. Sense conseqüències de seguretat.		
No	Cabal d'aigua d'absorció a 08K01	V08.07 i V08.03 tancades.	L'HCl gas s'absorbeix als <i>scrubbers</i> dels incondensables. Sense conseqüències de seguretat.		
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W01	V08.69 o V08.02 o V08.29 tancada/es.	El vapor i els incondensables s'envien als <i>scrubbers</i> . Sense conseqüències de seguretat.		
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W02	V08.37 o V08.63 o V08.01 tancada/es.	El producte s'envia a la zona de tancs a més temperatura. Sense conseqüències de seguretat.		
	Cabal d'aigua de refrigeració al bescanviador 08W03	V08.62 o V08.68 o V08.06 tancada/es.	L'aigua àcida s'envia al 08B02 a més temperatura.	El TI08B02.1 ho detecta actua alarma nivell alt.	

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
Invers	Cabal d'aigua de refrigeració a 08W01	Fallada del transmissor de cabal FT08RS03.1.	Possibilitat de buit total, amb implosió de l'equip i vessament d'aigua àcida que pot afectar a les persones i al medi ambient.	El <i>vacuum breaker</i> V08.31 actua i la pressió del sistema s'igual a l'atmosfèrica.	
Més	Pressió a la columna 08K01	Foc extern.	Augment de la pressió a la columna 08K01.	Actuació del PT08K01.1.	
		Fallada aigua d'absorció.	Ídem <i>No cabal d'aigua d'absorció a la columna 08K01.</i>		
	Pressió a l'aigua de refrigeració de 08W01	Les vàlvules V08.29 i V08.02 estan tancades.	Expansió tèrmica de l'aigua. Ruptura catastròfica amb projecció d'aigua àcida que pot afectar a les persones i al medi ambient.	Si la pressió arriba a 5.5 barg, la PSV V08.28 actua i es produeix vessament d'aigua de refrigeració a l'exterior.	
	Pressió a l'aigua de refrigeració de 08W02	Vàlvules 08.37 i la V08.01 estan tancades.	Expansió tèrmica de l'aigua. Ruptura catastròfica amb projecció d'aigua àcida que pot afectar a les persones i al medi ambient.	Si la pressió arriba a 5.5 barg, la PSV V08.66 actua i es produeix vessament d'aigua de refrigeració a l'exterior.	

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
Més	Pressió a l'aigua de refrigeració de 08W03	Vàlvules 08.62 i la V08.06 estan tancades.	Expansió tèrmica de l'aigua. Ruptura catastròfica amb projecció d'aigua àcida que pot afectar a les persones i al medi ambient.	Si la pressió arriba a 5.5 bar _g , la PSV V08.39 actua i es produeix vessament d'aigua de refrigeració a l'exterior.	
	Pressió al dipòsit 08B01	Foc extern	L'aigua àcida s'evapora augmentant la pressió a l'interior del dipòsit amb ruptura catastròfica.		Dissenyar PSV per aquest escenari.
	Pressió al dipòsit 08B02	Foc extern	L'àcid s'evapora augmentant la pressió a l'interior del dipòsit amb ruptura catastròfica.		Dissenyar PSV per aquest escenari.
Més	Temperatura a la columna 08K01	Fallada del transmissor de temperatura TT08RP07.1. Indica menys temperatura del real i ídem <i>més pressió a la columna 08K01.</i>	Ídem <i>més pressió a la columna 08K01.</i>		
Altra	Composició a	Fons columna 08K01.	Sense conseqüència de seguretat.		

Diseño de una absorción de gas HCl en agua, apto para conseguir
una concentración de ácido clorhídrico en peso >35 %

77-114

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
No	<i>Utilities</i>	Fallada energia elèctrica	Parada de les bombes 08P01.1/2 i 08P02.1/2. Parada de l'aire de les vàlvules i aquestes van a la seva pertinent posició segura.		
		Fallada aire d'instrumentació	V08.01 oberta V08.02 oberta V08.03 oberta V08.04 oberta V08.05 tancada V08.06 oberta V08.65 oberta V08.67 oberta V08.83 oberta		

5.1.2. Disseny de les vàlvules de seguretat

Referenciat al TFG_1501_rubenmolina

6. MEDIAMBIENT AL DISSENY DE LES INSTAL·LACIONS

6.1. Estudi d'Impacte Ambiental

L'Estudi d'Impacte Ambiental (EsIA) s'ha dut a terme considerant el projecte com un procés de nova implantació, tal i com es va recomanar a l'assignatura de Tecnologia del Medi Ambient (TMA).

6.1.1. Descripció del projecte

El present document recull la incidència ambiental que suposa l'*Ampliació de la planta de producció de MDI amb una secció d'absorció d'àcid clorhídric*.

L'ampliació de la planta de producció de MDI s'ha decidit dur a terme per a poder tractar una corrent gasosa altament rica amb clorur d'hidrogen (99,8 % en massa) i petites traces de fòsfor, monoclorbenzè (MCB), nitrogen, monòxid de carboni i diòxid de carboni. Amb aquest tractament, el que es vol és convertir aquest corrent gasós en una corrent concentrada d'àcid clorhídric (al 35 % en massa), el qual es pot comercialitzar amb la conseqüent generació de beneficis i garantir un correcte tractament dels residus (algun d'ells altament tòxic com el fòsfor).

L'objectiu del procediment d'avaluació d'impacte ambiental és actuar amb un instrument eficaç per a avaluar les afeccions, o impactes ambientals significatius, que una activitat pot tenir sobre el medi ambient en el que incideix. El nucli al voltant del qual s'articula tot el procediment administratiu d'avaluació d'impacte ambiental és l'Estudi d'Impacte Ambiental, que es tracta d'un document tècnic que descriu i valora, de forma adequada, els efectes que es preveu que la realització del projecte pot arribar a produir sobre els diferents components ambientals del medi, tant en la fase de construcció com d'explotació.

6.1.1.1. Localització

Es troba a l'Apartat 3.2.2.

6.1.1.2. Marc legal

El marc legal que li és d'aplicació a una Avaluació d'Impacte Ambiental comprèn les directives de la Unió Europea i la normativa desenvolupada per les diferents administracions amb competència en matèria ambiental (estatal i autonòmica). També cal considerar les ordenances municipals específiques que regulen determinats aspectes ambientals.

Així doncs, d'acord amb la Llei 21/2013, de 9 de desembre, el present projecte queda classificat de la següent manera:

Taula 6.1. Classificació legislativa del projecte.

Annex	Grup	Activitat
I.1	5.a).1.iv	<i>Instalaciones para la producción a escala industrial de sustancias mediante transformación química o biológica, de los productos o grupos de productos siguientes: Hidrocarburos nitrogenados, en particular, aminas, amidas, compuestos nitrosos, nítricos o nitratos, nitrilos, cianatos e isocianatos.</i>
I.1	5.a).2.i	<i>Instalaciones para la producción a escala industrial de sustancias mediante transformación química o biológica, de los productos o grupos de productos siguientes: Gases y, en particular, el amoniaco, el cloro o el cloruro de hidrógeno, el flúor o fluoruro de hidrógeno, los óxidos de carbono, los compuestos de azufre, los óxidos del nitrógeno, el hidrógeno, el dióxido de azufre, el dicloruro de carbonilo.</i>
I.1	5.a).2.ii	<i>Instalaciones para la producción a escala industrial de sustancias mediante transformación química o biológica, de los productos o grupos de productos siguientes: Ácidos y, en particular, el ácido crómico, el ácido fluorhídrico, el ácido fosfórico, el ácido nítrico, el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, el ácido sulfúrico fumante, los ácidos sulfurados.</i>

6.1.2. Descripció de l'activitat

El Diisocianat de difenil metà (o MDI) és un dels productes que BAYER fabrica al site que té a la Canonja. En el procés de producció d'aquest producte es genera, entre d'altres, clorur d'hidrogen com a subproducte.

Originalment, la previsió que s'havia fet era que una part d'aquest clorur d'hidrogen es subministraria directament en forma gasosa a una empresa veïna. Aquesta previsió finalment no s'ha fet efectiva, i és per això s'ha decidit que tot el clorur d'hidrogen generat serà absorbit amb aigua, generant així àcid clorhídric (el qual té molta tirada en el mercat).

Malauradament, segons les MTD disponibles sobre la producció de MDI, aquesta opció no es considera i per tant aquest procés en conjunt no va subjecte a cap MTD establerta (ref. 13). De totes maneres, algunes de les MTD disponibles poden associar-se a l'absorció de clorur d'hidrogen amb aigua, com és el cas del procés de *Recovery of HCl from exhaust gases*, en el qual s'aprofita el clorur d'hidrogen per generar un corrent d'àcid clorhídric concentrat al 30% (ref. 14).

La planta d'absorció de clorur d'hidrogen té l'objectiu principal de transformar el clorur d'hidrogen que es genera com a subproducte en àcid clorhídric concentrat al 35 % en massa.

Com que la producció de MDI és un procés continu que treballa les 24 h del dia els 365 dies de l'any (teòricament), la planta d'absorció d'àcid clorhídric també treballarà sota les mateixes condicions.

Així doncs, la planta consta de 4 parts principals:

- Columna d'absorció isotèrmica: s'encarrega de posar en contacte l'aigua amb el clorur d'hidrogen, per tal de generar una solució líquida d'ambdós, és a dir, l'àcid clorhídric.
- Condensador: degut al caràcter altament exotèrmica de l'absorció, part de l'aigua que s'utilitza per absorbir el clorur d'hidrogen surt en forma de vapor d'aigua pel cap de columna. Així doncs, mitjançant aquest condensador, es pot recircular l'aigua i disminuir molt notablement el seu consum. Aquest condensador és un bescanviador de tubs i carcasses, en el qual s'utilitza aigua com a fluid per a dur a terme la condensació.
- Zona d'scrubbers: mitjançant dos scrubbers, s'absorbeix en aigua els corrents gasosos residuals del procés.
- Zona d'emmagatzematge: la generació d'àcid clorhídric en el *site* és enormement gran, cosa que fa que sigui necessària una gran capacitat d'emmagatzematge.

A l'Apartat 4.1.2 s'hi troba el PFD del procés.

6.1.2.1. Columna d'absorció

La columna d'absorció s'encarrega de posar en contacte el clorur d'hidrogen (juntament amb totes les traces que porta) amb l'aigua encarregada d'absorbir-lo. L'aigua encarregada de dur a terme l'absorció prové de dos corrents diferents: una prové d'un corrent de recirculació intern d'aigua evaporada durant l'absorció (d'aquesta manera el consum d'aigua és molt inferior) i la resta d'aigua necessària prové de la xarxa de subministrament d'aigua desmineralitzada.

El disseny i el funcionament de la columna 08K01 es troba detalladament explicat a l'Apartat 4.2.1.

6.1.2.2. Condensador

El condensador té la funció de condensar el vapor d'aigua que es genera en la columna d'absorció degut a que, com s'ha dit anteriorment, el procés és altament exotèrmic. Aquest bescanviador compta amb una sortida per a incondensables, ja que totes les impureses que entren amb el clorur d'hidrogen surten del procés en aquesta purga. Aquest corrent d'incondensables s'envia a la zona de *scrubbers*, on s'absorbeixen aquests gasos per evitar cap mena d'emissió atmosfèrica.

El disseny i el funcionament del condensador 08W01 es troba detalladament explicat a l'Apartat 4.2.2.

6.1.2.3. Scrubbers

Són els encarregats d'absorbir el fòsgè i el monoclorbenzè dels corrents de gasos residuals del procés. En aquests, l'absorció es duu a terme mitjançant aigua, la qual es tracta posteriorment.

Segons les MTD disponibles, aquest tipus de tractament de corrents de gasos residuals rep el nom de *Wet Scrubbers for gas removal* (ref. 15). Aquest sistema és ideal per a VOC perillosos, com és el cas del fòsgè.

6.1.2.4. Zona d'emmagatzematge

El *site* compta amb una capacitat total d'emmagatzematge d'àcid clorhídric de 11.700 m³ repartits de la següent manera: tres tancs de 1.900 m³ i dos tancs de 3000 m³.

Com que l'àcid clorhídric és un àcid altament fort, els tancs seran d'acer al carboni recoberts amb un *lining* interior d'ebonita.

Aquest nou tanc anirà connectat interiorment a la ventilació de la resta de tancs ja construïts, per evitar qualsevol mena d'emissió. Aquestes ventilacions van connectades a un sistema de rentats amb aigua.

6.1.2.5. Productes i quantitats

La modificació més important amb la introducció de la nova planta és que el clorur d'hidrogen, en la seva forma gasosa, deixarà de ser producte i aquest es convertirà en àcid clorhídric i a banda, s'utilitzarà aigua per a dur a terme l'absorció.

Taula 6.2. Quantitats i naturalesa dels productes de procés.

Producte	Quantitat (kg/h)	Naturalesa
Clorur d'hidrogen/Àcid clorhídric (HCl)	9,977	Reactiu/Producte
Aigua (H ₂ O)	50,000	Líquid de procés
Fosgè (COCl ₂)	4.1	Impuresa
Monoclorbenzè "MCB" (C ₆ H ₅ Cl)	1.3	Impuresa
Nitrogen (N ₂)	3.1	Impuresa
Monòxid de carboni (CO)	5.9	Impuresa
Diòxid de carboni (CO ₂)	8.4	Impuresa

6.1.2.6. Consum energètic

Amb la implantació de la nova planta d'absorció d'àcid clorhídric, el consum elèctric del *site* augmentarà considerablement. Aquest consum elèctric estarà fonamentat bàsicament en el consum per part de les bombes d'impulsió i de la instrumentació del procés.

Així doncs, a la Taula 6.3 es mostra el consum estimat d'energia elèctrica que suposarà la nova planta.

Taula 6.3 Consum elèctric estimat del nou projecte.

	Situació actual	Situació futura
Consum elèctric anual (MWh)	0	108

6.1.2.7. Consum d'aigua

Com s'ha dit anteriorment, el consum d'aigua amb la nova planta augmentarà considerablement per 4 factors: l'aigua que s'utilitza per dur a terme l'absorció (part d'aquesta s'evapora en el procés i es pot reutilitzar) i l'aigua que s'utilitza per al condensador, el bescanviador d'acondicionament de producte i el bescanviador del *pumparound*.

D'aquesta manera, a la Taula 6.4 es mostra el consum estimat d'aigua. En aquest consum no s'hi té en compte l'aigua que es recircula dins del mateix procés, ja que això no suposa un consum extra, sinó que aquesta aigua es reutilitza.

Taula 6.4 Consum d'aigua del nou projecte.

Consum d'aigua (kg/h)	Situació actual	Situació futura
Absorció	0	
Refrigeració 08W01	0	
Refrigeració 08W02	0	
Refrigeració 08W03	0	
TOTAL	0	

6.1.3. Anàlisi d'alternatives

6.1.3.1. Alternatives a l'emplaçament

L'emplaçament de la nova planta de producció ha vingut determinat principalment pel fet que l'empresa *BAYER* disposa de terrenys lliures al *site* en el qual es produeix el MDI. Així doncs, en aquest cas no s'ha considerat cap altre alternativa que no sigui construir la nova planta en el *site* ja existent situat a la Canonja, ja que aporta els següents avantatges:

- Proximitat amb la planta de producció de MDI.
- Disponibilitat de totes les instal·lacions i sistemes auxiliars necessaris.
- Disponibilitat de bones infraestructures i comunicacions.
- Impacte ambiental poc considerable degut a que s'integrarà dins del *site* ja construït.

6.1.3.2. Alternatives de procés

Les alternatives al procés d'absorció d'àcid clorhídric es troben explicades i discutides a l'Apartat 2.4.

6.1.4. Descripció del medi

La instal·lació de la zona de tractament del clorur d'hidrogen es realitzarà en un entorn altament industrialitzat, les característiques del qual es detallen a continuació. Aquesta descripció s'ajusta íntegrament al medi el qual és susceptible a veure's afectat. En la present descripció de l'entorn s'han considerat aproximadament 15 km al voltant de la planta, tal i com es mostra a la Figura 6.1.

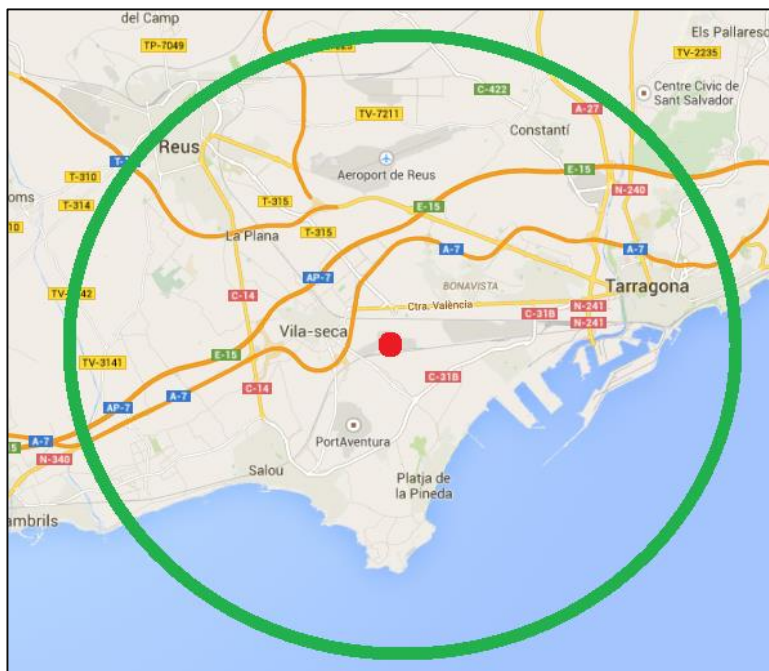


Figura 6.1. Zona de la qual es realitza la descripció del medi.

6.1.4.1. Medi abiòtic

6.1.4.1.1. Geologia

L'orografia del Camp de Tarragona forma part de la plana costanera de la depressió prelitoral catalana. El costat muntanyós interior correspon a la Serra Prelitoral Catalana.

Els sòls que caracteritzen l'àrea d'estudi són de tipus marró càlcic. A la Vall del Francolí es localitzen sòls d'al·luvions i a la costa es localitzen els sorrasòls en forma de dunes.

6.1.4.1.2. Hidrologia

El sistema fluvial està bàsicament constituït per dos rius, el Gaià i el Francolí, i un conjunt de rieres, que formen una xarxa prou densa.

La hidrografia subterrània està constituïda per un sistema d'aqüífers multicapes, superficial i profund. Es recarreguen amb aigua de pluja i són fortament explotats.

6.1.4.1.3. Meteorologia i clima

El tipus de clima és mediterrani temperat càlid, amb règim de pluges d'uns 500 mm anuals i una temperatura mitjana anual de 16 °C aproximadament.

Els vents predominants són típicament la tramuntana, el mestral i el migjorn. A més, degut a la proximitat al mar en determinades èpoques, el règim de marinada pot ser considerable.

Al tractar-se d'una zona clarament industrialitzada, a l'atmosfera es detecta una contaminació de fons de certs contaminants, tot i que la mitjana d'aquests valors no sobrepassa en cap cas la legislació establerta al respecte.

6.1.4.1.4. Medi biòtic

Segons la categoria d'Espais d'Interès Natural, la ubicació de la planta de tractament de clorur d'hidrogen, no coincideix amb cap àrea assenyalada amb algun tipus de protecció jurídica.

6.1.4.1.5. Vegetació

Tenint en compte les característiques mediambientals descrites anteriorment, la vegetació climàtica que dominaria seria l'alzinar litoral, acompanyada de lianes i arbustos de fulla perenne. Pel contrari la realitat mostra que la intervenció de l'home, tan en l'agricultura i en la indústria, és molt aparent en aquest entorn, de manera que pràcticament no queda rastre d'aquesta vegetació.

6.1.4.1.6. Fauna

L'àrea on s'inscriuen les noves instal·lacions presenta una fauna bastant empobrida i d'escàs valor ambiental. Bàsicament es poden diferenciar dos tipus de fauna:

- Fauna d'àrees cultivades: tords, alàudids, sargantana ibèrica, serp verda, eriçó comú, la rata agrest, i el talp.
- Fauna de matolls i àrees naturals degradades: collalbes, tallarols, merles, eriçó comú, la guineu, el gripau d'esperons, culibrilla cega i la sargantana cendrosa.

6.1.4.2. Medi social

En aquest apartat es descriuen els aspectes demogràfics, socials i econòmics de la zona.

6.1.4.2.1. Demografia i població

En l'àrea estudiada s'assenta una població de 489.452 habitants, el que suposa aproximadament un 60% de la població de la província de Tarragona.

6.1.4.2.2. Socioeconomia

El Camp de Tarragona disposa d'un dels complexos químics més importants d'Espanya. Sector el qual ha impulsat en gran part l'activitat urbana-industrial que s'ha anat concentrant en l'àrea, creant una situació social i econòmica molt diferent a la que presentava dècades anteriors. S'han generat més de 10.000 llocs de treball directes d'ocupació estable i qualificada i 30.000 llocs de treball induït.

6.1.4.2.3. Ús del sòl

A la zona estudiada pren especial importància l'activitat industrial química i petroquímica derivada del petroli, i que es localitza principalment en dos polígons denominats Nord i Sud de Tarragona.

6.1.4.2.4. Infraestructures de comunicació

El Camp de Tarragona disposa de bones comunicacions tan a nivell, marítim, terrestre i aeri.

6.1.5. Detecció o identificació dels impactes

Un impacte ambiental és qualsevol activitat humana que modifica el medi ambient. L'efecte que causa sobre aquest pot ser tant positiu (generació de llocs de treball) o negatiu (emissions a l'atmosfera).

6.1.5.1. Generadors d'impacte

Els generadors d'impacte són els elements de la instal·lació capaços d'alterar el medi, tant en la fase de construcció com en la fase d'explotació. Aquests, poden ser referir-se tant a la planta d'absorció d'àcid clorhídric com a les infraestructures associades.

Així doncs, a la Taula 6.5 s'hi troben els generadors d'impacte tant per la fase de construcció com per la fase d'explotació.

Taula 6.5 Generadors d'impacte associats al projecte.

Generadors d'impacte associats	
Fase de construcció	Ocupació del terreny (i terrenys auxiliars), obra civil, instal·lacions auxiliars de construcció, instal·lacions auxiliars de subministrament elèctric, instal·lacions auxiliars de subministrament d'aigua, instal·lacions de manteniment de maquinària, emissions atmosfèriques, emissions sonores (i vibracions), generació i abocament de residus i incidència socioeconòmica.
Fase d'explotació	Emissions sonores (i vibracions), emissions atmosfèriques (i olors) i vessament de líquid, emissions lumíniques, generació i abocament de residus, transformació del territori i incidència socioeconòmica.

6.1.5.2. Receptors d'impacte

Els receptors d'impacte són els elements de la instal·lació que reben directa o indirectament els efectes generats en la fase de construcció o explotació de la planta.

Taula 6.6. Receptors d'impacte associats al projecte.

Receptors d'impacte associats	
Fase de construcció	Modificació de l'estructura i qualitat del <u>sòl</u> , modificació dels <u>aqüífers</u> (ja que tenen un alt grau de filtració), emissions <u>atmosfèriques</u> , destrucció total o parcial de comunitats <u>vegetals</u> , pèrdua o pertorbació d' <u>hàbitats faunístics</u> , repercussió en el <u>sector constructiu/enginyeril</u> i modificació de l'activitat de la <u>població</u> propera.
Fase d'explotació	Augment del <u>nivell sonor</u> , contaminació lumínica, <u>vessament</u> de líquid i <u>emissions atmosfèriques</u> , modificació del <u>paisatge</u> , repercussió en el <u>sector químic/enginyeril</u> , augment del <u>transit</u> diari i modificació de l'activitat de la <u>població</u> propera.

6.1.6. Caracterització dels impactes

Els impactes ambientals considerats són el resultat de la interacció entre els generadors i els receptors d'impacte a través d'un mecanisme determinat. A la Taula 6.7 es troben els impactes ambientals associats a la nova planta d'absorció d'àcid clorhídric.

Per tal de poder tipificar els diferents impactes, s'ha emprat la caracterització basada amb els criteris establerts pel Real Decret 1131/1988, la qual es detalla a continuació. Per cadascuns dels impactes s'ha realitzat una taula, disponible a l'Annex 11.1, on es detalla el tipus d'impacte, la zona d'afectació, el període d'afectació i la pertinent caracterització.

- Positiu o negatiu.
- Efecte mínim o notable.

- Directe o indirecte.
- Simple, acumulatiu o sinèrgic.
- A curt, mitjà o llarg termini.
- Temporal o permanent.
- Reversible o irreversible.
- Recuperable o irrecuperable.
- Periòdic o irregular.
- Continu o discontinu.

Un cop caracteritzats, es poden classificar com:

- Compatible: aquell que té una recuperació immediata un cop finalitzada l'activitat i no requereix pràctiques protectores o correctores.
- Moderat: aquell en què la seva recuperació no requereix de pràctiques correctores intensives i en què la consecució de les condicions ambientals inicials requereix cert temps.
- Sever: aquell en què la recuperació de les condicions del medi exigeix l'adequació de mesures protectores o correctores i en el qual, encara amb aquestes mesures, aquella recuperació requereix d'un període de temps dilatat.
- Crític: aquell amb una magnitud superior al límit de l'acceptable.

Tal i com es mostra a la Taula 6.7, gràcies a l'aplicació de les mesures correctores, tots els impactes són caracteritzats com a tipus compatible. Així doncs, la planta estarà amb acordança amb el medi que l'envolta i no en suposarà un inconvenient.

Taula 6.7. Resum de la caracterització dels diferents impactes.

Impacte	Fase de manifestació	Tipologia
Modificació de l'estructura i qualitat del sòl	Construcció	Compatible
Contaminació acústica	Construcció/Explotació	Compatible
Contaminació atmosfèrica	Construcció/Explotació	Compatible
Contaminació química de l'aigua superficial	Construcció/Explotació	Compatible
Contaminació dels aqüífers	Construcció	Compatible
Contaminació del sòl	Construcció/Explotació	Compatible
Impacte sobre la flora	Construcció/Explotació	Compatible
Impacte sobre la fauna	Construcció/Explotació	Compatible

Taula 6.8. Resum de la caracterització dels diferents impactes. (cont)

Molèsties a la població humana	Construcció/Explotació	Compatible
Modificació del paisatge	Construcció/Explotació	Compatible
Canvis sobre l'estructura socioeconòmica	Construcció/Explotació	Compatible

6.1.7. Avaluació i valoració dels impactes

Per tal de dur a terme una avaluació quantitativa dels impactes, s'ha utilitzat el mètode de la Matriu de Leopold.

A continuació es justifiquen les interaccions i els valors atorgats a cadascuna:

- Material de construcció-Modificació de l'habitat: és un impacte negatiu, que indica que en el procés de construcció de la planta es modificarà part de l'habitat natural de la zona.
- Material de construcció-Alteració del sòl: és un impacte negatiu, que indica que en el procés de construcció de la planta es modificarà part de l'habitat natural de la zona.
- Afectació del sòl-Superfícies pavimentades: és un impacte positiu, ja que s'evitarà possibles filtracions de líquids al sòl (i aqüífers).
- Afectació del sòl-Excavacions superficials: és un impacte negatiu, ja que es modifica l'estructura i estètica original del sòl.
- Afectació del sol-Fugues i vessaments: és un impacte negatiu, tot i que s'espera que no se'n produeixin en el funcionament nominal de la planta.
- Qualitat de l'aigua-Alteració de la hidrologia: és un impacte negatiu, tot i que no es preveu una gran generació d'aigües residuals.
- Qualitat de l'aigua-Superfícies pavimentades: és un impacte positiu, ja que el paviment evitarà el contacte entre les aigües utilitzades en el procés i el sòl (i aqüífers).
- Qualitat de l'aigua-Fugues i vessaments: és un impacte negatiu, tot i que no s'esperen ni fugues ni vessaments que afectin la qualitat de l'aigua.
- Qualitat atmosfèrica-Camions: és un impacte negatiu, ja que s'espera un elevat transit de camions que generen emissió de gasos d'efecte hivernacle.
- Qualitat atmosfèrica-Emissions de gasos residuals: és un impacte negatiu, tot i que no s'esperen emissions de gasos residuals en el funcionament nominal de la planta.
- Qualitat atmosfèrica-Fugues i vessaments: és un impacte negatiu, tot i que no s'esperen evaporacions de possibles líquids que hagin fugat en el funcionament nominal de la planta.

- Animals terrestres-Alteració del sòl: és un impacte negatiu, ja que la possible modificació del sòl pot afectar les espècies de les quals n'és part del seu ecosistema.
- Animals terrestres-Sorolls i vibracions: és un impacte negatiu, ja que la possible generació de sorolls o vibracions pot afectar el ritme de vida de les espècies pròximes.
- Animals terrestres-Camions: és un impacte negatiu, ja que l'augment del trànsit de camions pot comportar l'atropellament d'espècies animals de la zona.
- Vistes panoràmiques i paisatge-Indústria química: és un impacte negatiu, ja que la nova planta afecta fortament a la estètica del *site*.
- Vistes panoràmiques i paisatge-Emmagatzematge de productes: és un impacte negatiu, ja que l'emmagatzematge de producte ocupa un gran volum que afecta fortament a la estètica del *site*.
- Llocs de feina-Indústria química: és un impacte positiu, ja que la nova planta generarà llocs de treball (majoritàriament places fixes).
- Llocs de feina-Camions: és un impacte positiu, ja que la nova planta generarà llocs de treball.

6.1.8. Mesures correctives

Degut a que tots els impactes ambientals de la planta s'han considerat com a compatibles, no és necessària l'aplicació de cap mena de mesura correctiva a banda dels sistemes dels quals es disposarà a la instal·lació, explicats en el document.

6.1.8.1. Mesures correctives especials pel fòsgè

Tot i que l'Estudi d'Impacte Ambiental no suposi la implementació de cap mesura correctiva, degut a la perillositat del fòsgè, s'ha decidit que es col·locaran detectors d'aquest a les zones crítiques de fuga, acompanyades amb *sprinklers* d'amoníac gas per a combatre-les. Els operaris disposaran de detectors de fòsgè i sempre hauran d'anar equipats amb mascaretes de cara completa.

A més a més, a les canonades per les quals circuli aquest gas se les sobre-segmentarà mitjançant un extra de vàlvules automàtiques del tipus on/off connectades als detectors mencionats anteriorment. A banda, les bombes seran del tipus magnètic, ja que aquestes bombegen líquid amb fòsgè dissolt i d'aquesta manera s'evita qualsevol mena de fuga que amb un altre tipus de bomba podria produir-se.

6.1.8.2. Mesures correctives especials per l'àcid clorhídric

Tot i que l'Estudi d'Impacte Ambiental no suposi la implementació de cap mesura correctiva, degut a que l'àcid clorhídric és un àcid altament fort, s'ha decidit que es col·locaran les mesures preventives per a possibles vessaments d'aquest.

En el cas de vessaments considerables, aquests es recolliran en cubetes i es neutralitzaran mitjançant sosa càustica. Un cop neutralitzat, s'enviarà cap a la zona de tractament d'aigües esmentada anteriorment.

Si el vessament és mínim, l'àcid clorhídric serà absorbit amb sorra absorbent i tractat a la zona de tractament de residus sòlids.

6.1.9. Conclusions

Després de realitzar l'Estudi d'Impacte Ambiental de la nova planta d'absorció d'àcid clorhídric, es pot concloure que aquesta no suposa cap mena d'amenaça considerable per al medi ambient. Això es pot demostrar degut a l'anàlisi qualitatiu i quantitatiu dels impactes que es produeixen pel fet de construir i operar aquesta nova planta.

Això és degut a que des de l'Administració del projecte s'ha apostat per les MTD aplicables al procés d'absorció i tractament dels gasos residuals.

Així doncs, tot i que el procés treballi amb un producte altament tòxic (fosgè), en condicions de funcionament nominal la fiabilitat que aporta la planta és molt alta, i només en casos extrems es podrien donar casos de fugues i vessaments no controlats (pels quals es disposa d'equips per a combatre-ho).

7. ESTUDI ECONÒMIC

Referenciat al TFG_1501_rubenmolina

8. CONCLUSIONS

S'han dissenyat els elements que componen la nova instal·lació de la zona d'absorció d'àcid clorhídric de la planta de Bayer *MaterialScience*.

Amb aquest projecte s'ha pogut concloure que el procés més adequat per aconseguir la concentració d'àcid clorhídric desitjada és el sistema isotèrmic (*pumparound*). Amb això s'aconsegueix una reducció de la manipulació i de les operacions logístiques.

La inversió necessària per a dur a terme la nova instal·lació serà retornada com a màxim durant el sisè any de l'activitat. La reducció dels costos logístics permetran obtenir un benefici del 14 % respecte la configuració actual. Considerant que la vida del projecte és de 10 anys els factors financers VAN i TIR del projecte són favorables, 55.7 M€ i 14% respectivament.

9. RECOMANACIONS

L'equip d'enginyers encarregats de la realització d'aquest projecte en recomanen realitzar un estudi de detall de la configuració suggerida, ja que amb aquesta inversió es preveu un futur benefici d'un producte amb un baix valor de mercat.

10. BIBLIOGRAFIA

A continuació es mostra la bibliografia citada en el text, ordenada en ordre d'aparició en el treball:

1. De Dietrich Process Systems GmbH. (05/03/2014). QVF Process Systems. "recuperat" 19 de maig de 2015 "des de" <http://goo.gl/ggEBR7>
2. Brandes, T. Semiempirical Model of the Vapor-Liquid Phase Behavior of the Hydrogen Chloride – Water System. *Ind. Eng. Chem.* **2005**, 44, 639-644.
3. McCabe (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Madrid: MacGraw-Hill.
4. Material catalogue. (2012) SGL GROUP The Carbon Company. "recuperat" 20 de maig de 2015 "des de" <https://goo.gl/zdIvnR>
5. KERA material catalogue (2010). STEULER KCH. "recuperat" 20 de maig de 2015 "des de" <http://goo.gl/FZMT4O>
6. Eugene F. Megyesy (2004). *Pressure Vessel Handbook*. 12th ed. Oklahoma: Library of Congress Control. 18-33.
7. Kister, Henry Z (1990). *Distillation operation*. 5th ed. New York: MacGraw-Hill, cop.
8. ASM. (1994) *Corrosion in the Petrochemical Industry*. 1st ed. New York: ASM International.
9. Stanley M. W. (1990) *Chemical Process Equipment Selection and Design (Heuristics in Chemical Engineering)*. 4 th ed. Boston. Butterworth heinemann.
10. Boiler Steel Plate SA515. (2010) Gang Steel. "recuperat" 20 de maig de 2015 "des de" <http://goo.gl/rxvMPU>
11. EC Duro-Bond PVDF lining. (20/02/2007). Electrochemical and Engineering & Manufacturing Co."recuperat" 20 de maig de 2015" des de http://electrochemical.net/wp-content/uploads/2011/11/pvdf_lining.pdf
12. Siemens. (2015) Simatic PCS7 Process Control System Catalog STPS7."recuperat" 20 de maig de 2015 "des de" <https://goo.gl/B0MAsl>
13. Best Available Techiques in the Large VOlume Organic Chemical Industries (Febrer 2003) "recuperat" 20 de maig de 2015" des de <http://goo.gl/GLh2wM>
14. Reference Document on Best Available Techiques for the Manufacture of ORganic Fine Chemicals (Agost 2006) "recuperat" 20 de maig de 2015 "des de" <http://goo.gl/bXgN1u>
15. Reference Document on Best Available Techiques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (Febrer 2003) "recuperat" 20 de maig de 2014 " des de" <http://goo.gl/RS0Dpo>
16. Gualito, et al. Design Method for Distillation Columns Filled with Metallic, Ceramic, or Plastic Structured Packings. *Ind. Eng. Chem Res.* **1997**, 36, 1747-1757.
17. Kakç, S. (2012) *Heat exchanger: selection, rating, and thermal design*. 3rd ed Boca Raton. CRC Press.
18. Campo, A.(2014) *Válvulas de control: selección y cálculo*. 1st ed Madrid. Díaz de Santos.
19. Richardson Engineering Services, INC. (2001) *R-Book software marketed*.1st ed.

20. Turton, R et al. (2003) *Analysis, synthesis, and design of chemical processes*. 2nd ed. Upper Saddle River. Prentice Hall PTR.
21. Bowen, B. (2014) *Hydrochloric Acid Price Report*. Annual ed. London. ICIS Pricing Europe.
22. Creus, A. (1999) *Instrumentación Industrial*. 6th ed. Barcelona. Alfaomega Grupo Editor SA.
23. FISHER®. (2005) *Control Valve Handbook*. 4th ed. U.S.A.



11. ANNEX

11.1. Estudi d'Impacte Ambiental

11.1.1. Caracterització dels impactes

Taula 11.1. Avaluació i valoració de la modificació de l'estructura i la qualitat del sòl.

Modificació de l'estructura i la qualitat del sòl

Detall de l'impacte

Aquest impacte es generarà en la fase de construcció de la Planta, però tindrà una repercussió al llarg de tota la vida del projecte. L'adequació dels terrenys en la zona d'actuació, que permetin la construcció de les instal·lacions productives i de logística de la nova planta, així com l'execució de rases per al soterrament de les xarxes de subministrament elèctric i d'aigua, en produiran l'alteració.

Zona i temps d'afectació

L'impacte afecta exclusivament a la zona d'actuació i no té impactes indirectes en altres àmbits.

Disposa d'un efecte prolongat al llarg del temps, ja que es produeix des d'abans de l'inici d'obres, es manté al llarg de tota la fase de construcció i al llarg de la fase d'explotació. Fins i tot en el cas de desmantellament de les instal·lacions en finalitzar la vida útil, probablement l'impacte tindria continuïtat a través d'una nova adequació urbanística

Caracterització*

Positiu		Simple		Reverible		Periòdic	
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	C/O	Irregular	C/O
Temporal		Directe	C/O	Recuperable		Continu	C/O
Persistent	C/O	Indirecte		Irrecuperable	C/O	Discontinuu	

Tipificació

Atès que els danys ocasionats afecten a recursos de baix valor i tenint en compte que la zona d'absorció s'instal·larà dins d'un parc industrial, l'impacte serà tipificat com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.2. Avaluació i valoració de la contaminació acústica.

Contaminació acústica

Detall de l'impacte

Aquest impacte consisteix en l'alteració de les condicions acústiques de la zona degut a l'emissió de sorolls i vibracions que es descriuen a continuació per a les dues fases:

En la fase d'obres és producte de les emissions procedents de la realització de l'obra civil així com de la logística dels materials. Els operaris encarregats de l'obra civil, s'hauran d'equips amb els elements de protecció adequats, quan es realitzin activitats les quals puguin ocasionar dany a l'oïda humana, típicament d'uns 90 dB.

En la fase d'operació, l'emissió de soroll i vibracions a l'exterior serà baix, bàsicament quedarà reduït al soroll i vibracions generats pels camions encarregats de fer la logística del producte. Atès que la instal·lació només disposa de dos elements dinàmics els quals poden generar vibracions i soroll, dues bombes centrífugues, les quals en condicions normals d'operació, ben lubricades i revisades, generen poc soroll.

Zona i temps d'afectació

No només repercuteix a on s'ubicaran les noves instal·lacions sinó que també les vies d'accés.

Aquest és un impacte d'efecte permanent, ja que tot i que l'efecte de l'impacte no sigui el mateix en l'etapa de construcció que en la d'operació, l'impacte es manté des de l'inici fins al final de la vida útil.

Caracterització*

Positiu		Simple		Reverible	C	Periòdic	O
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	O	Irregular	C
Temporal	C	Directe	C/O	Recuperable	C/O	Continu	O
Persistent	O	Indirecte		Irrecuperable		Discontinuu	I

Tipificació

Degut a que el nivell de soroll mitjà enregistrat al límit al límit dels terrenys del Parc Industrial no superaran els 60 dB en horari nocturn i 70 dB en diürn/vespertí, límits establerts segons la legislació vigent al terme municipal de la Canonja.

L'impacte serà tipificat com a *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.3. Avaluació i valoració de la contaminació atmosfèrica.

Contaminació atmosfèrica

Detall de l'impacte

Aquest impacte consisteix en l'alteració de les condicions actuals dels valors de contaminants atmosfèrics a la zona produïda per l'emissió de contaminants a través d'una sèrie d'accions que es descriuen en dues fases diferents:

Fase d'obres, és producte de les emissions generades per la combustió interna de la maquinària utilitzada en la construcció. A més, a causa de l'erosió i al tràfec dels materials es produirà un increment en els nivells de partícules sòlides contaminants, tant sedimentables com en suspensió.

Fase d'operació, és un impacte que es produeix per l'emissió dels gasos relacionats amb el procés només a través dels focus puntuals, ja que totes les corrents que poden contenir clorur d'hidrogen i gasos residuals s'envien a una etapa de doble absorció (*scrubber*) amb aigua en la qual queden absorbits el fòsgè i el MCB abans de ser emmagatzemades. El CO, el CO₂ i el N₂ són alliberats a l'atmosfera, sota els límits establerts per la legislació. En el cas de produir-se una fuga inesperada s'actuarià tal i com es detalla a les mesures correctives. Cal afegir les emissions generades per la logística del producte.

Zona i temps d'afectació

Afecta principalment la zona d'ubicació de la nova planta i l'àrea de dispersió màxima dels contaminants. Per altra banda, les vies d'accés a la instal·lació seran l'àmbit d'expressió de focus lineals associats al trànsit de camions, degut a la construcció i a la logística del producte.

El seu efecte és permanent, ja que es produeix tant en la fase d'obres com en la de operació.

Caracterització*

Positiu		Simple		Reverible	C	Periòdic	O
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	O	Irregular	C
Temporal	C	Directe	C/O	Recuperable	C	Continu	O
Persistent	O	Indirecte		Irrecuperable	O	Discontinuu	C

Tipificació

Amb anterioritat a la introducció de mesures preventives, l'impacte es podria considerar com *impacte moderat*, ja que seria un impacte de gran magnitud sobre recursos de valor mitjà amb possibilitat de recuperació a mitjà termini amb el cessament de l'activitat.

L'impacte després de la introducció de mesures correctores serà: *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.4. Avaluació i valoració de la contaminació química de l'aigua superficial.

Contaminació química de l'aigua superficial

Detall de l'impacte

Per a aquest impacte cal tenir en compte els següents aspectes:

La nova planta de fabricació d'àcid clorhídric està dissenyada per minimitzar l'abocament d'aigües residuals, a través de la recirculació de les corrents de procés. Totes les aigües residuals generades a la nova planta s'enviaran als dipòsits de neutralització en el quals s'ajusta el pH entre 6 i 9. La descàrrega del dipòsit de neutralització es farà de forma discontinua al sistema d'aigües residuals del *Parc Industrial BAYER*.

El sistema està dotat d'instal·lacions de mesura i control on-line de TOC i pH, que assegurin el compliment dels paràmetres d'abocament establerts.

Zona i temps d'afectació

Les aigües residual abocades per l'establiment són actualment abocades al Mar Mediterrani.

Aquest impacte repercuteix en la fase d'operació de la planta, ja que es considera irrellevant durant la fase de construcció de la mateixa

Caracterització*

Positiu	Simple	Reverible	O	Periòdic	O
Negatiu O	Acumulatiu O	Irreversible		Irregular	
Temporal	Directe	Recuperable	O	Continu	O
Persistent O	Indirecte O	Irrecuperable		Discontinuu	

Tipificació

Amb anterioritat a la introducció de mesures preventives, l'impacte es podria considerar com *impacte moderat*, ja que seria un impacte de gran magnitud sobre recursos de valor mitjà amb possibilitat de recuperació a mitjà termini amb el cessament de l'activitat.

L'impacte després de la introducció de mesures correctores serà: *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.5. Avaluació i valoració de la contaminació de l'aquífer.

Contaminació de l'aquífer

Detall de l'impacte

Degut a que la planta serà situada en una zona adaptada per l'activitat industrial, l'ocupació dels terrenys i la implantació dels diferents elements no suposarà canvis substancials en les condicions actuals de recàrrega de l'aquífer, ja que, tal com s'ha comentat anteriorment, la profunditat a la que es troba l'aquífer en la zona d'actuació és de major de 10 metres. A més, no es preveu existència de risc de contaminació de la qualitat de les aigües subterrànies en disposar el sòl de paviment.

Zona i temps d'afectació

L'impacte s'inicia amb les obres i es manté al llarg de tota la vida útil de la planta i afectarà bàsicament a l'aquífer.

Caracterització*

Positiu	Simple	Reverible	C/O	Periòdic
Negatiu C/O	Acumulatiu C/O	Irreversible		Irregular C/O
Temporal	Directe C/O	Recuperable	C/O	Continu
Persistent C/O	Indirecte	Irrecuperable		Discontinuu C/O

Tipificació

Atès, que l'impacte disposa d'un risc molt baix, es tipifica com a *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.6. Avaluació i valoració de la contaminació del sòl.

Contaminació del sòl

Detall de l'impacte

Aquest impacte consisteix en l'alteració de les condicions actuals de la qualitat del substrat a la zona produïda per l'emissió de contaminants a través d'una sèrie d'accions que es descriuen segons la fase, en la qual es generen:

- En la fase d'obres, la construcció d'edificis i infraestructures associades, així com el muntatge de la maquinària d'instal·lació, comportaran un risc associat de contaminació del substrat per possibles abocaments accidentals de substàncies que es considerin perilloses (olis i lubricants per al manteniment de vehicles i maquinària d'obra, carburants, pintures resines, formigó i additius del formigó, etc.) També durant la construcció es generaran residus que tindran una implicació directa amb la contaminació del sòl depenent de la seva gestió final.
- En la fase d'operació, continua existint el risc associat de contaminació del substrat per possibles abocaments accidentals de substàncies perilloses. A més, la planta serà permanentment un productor de residus, els quals indirectament acabaran afectant a la qualitat del sòl. Per altra banda, no es preveu l'existència d'un risc de contaminació del sòl dels blocs on s'ubicaran les noves instal·lacions, ja que aquestes estaran completament pavimentades.

Zona i temps d'afectació

L'impacte és permanent, ja que es produirà des de l'inici de les obres fins al final de l'explotació i afectarà a la zona on s'ubica la planta i a la zona d'emmagatzematge dels residus generats.

Caracterització*

Positiu	Simple	Reverible		Periòdic
Negatiu C/O	Acumulatiu C/O	Irreversible	C/O	Irregular C/O
Temporal	Directe C/O	Recuperable	C/O	Continu
Persistent C/O	Indirecte	Irrecuperable		Discontinuu C/O

Tipificació

Tenint en compte que la nova planta està dissenyada amb sòl pavimentat (zona tancs, producció, càrrega i descàrrega de camions, vials i annexos a zones de producció), l'impacte serà tipificat com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.7. Avaluació i valoració de l'impacte sobre la flora.

Impacte sobre la flora

Detall de l'impacte

Les obres de la planta i de les seves infraestructures auxiliars no impliquen la destrucció o degradació de comunitats vegetals dins de l'àrea d'afectació.

Els efectes de les partícules emeses durant l'obra civil i dels gasos contaminants emesos per la planta sobre la vegetació dins de l'àmbit d'estudi, no es preveu que siguin significatius, a més al voltant de la instal·lació, en els quals la vegetació és força escassa.

Zona i temps d'afectació

L'impacte s'inicia amb les obres i es manté al llarg de tota la vida útil de la planta i afectarà a la zona d'actuació i de manera indirecta a l'àrea de dispersió màxima dels contaminants.

Caracterització*

Positiu		Simple		Reverible		Periòdic	O
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	C/O	Irregular	C
Temporal	C	Directe		Recuperable		Continu	O
Persistent	O	Indirecte	C/O	Irrecuperable	C/O	Discontinuu	C

Tipificació

Degut a que la planta es situa dins d'una zona industrialitzada i que es tracta d'un impacte indirecte de petita magnitud, l'impacte serà tipificat com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.8. Avaluació i valoració de l'impacte sobre la fauna.

Impacte sobre la fauna

Detall de l'impacte

Durant la fase d'obres, les afeccions sobre la fauna poden tenir dos possibles orígens: la pèrdua o pertorbació dels hàbitats faunístics, per la destrucció o alteració d'altres components de l'ecosistema i pel pas de maquinàries i vehicles d'obra.

D'altra banda, durant la fase d'explotació no es preveu cap afectació a excepció del flux de camions que transportaran l'àcid clorhídric.

Zona i temps d'afectació

En aquest cas es produeix en les dues fases, però és sobretot en la de construcció quan és més notable i afecta a la fauna dels voltants de la planta, la qual és escassa.

Caracterització*

Positiu		Simple		Reverible		Periòdic	
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	C/O	Irregular	C/O
Temporal		Directe	C/O	Recuperable		Continu	
Persistent	C/O	Indirecte		Irrecuperable	C/O	Discontinuu	C/O

Tipificació

Gràcies a que la zona d'implantació de la Planta és molt industrialitzada, l'impacte serà tipificat com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.9. Avaluació i valoració de les molèsties a la població humana.

Molèsties a la població humana

Detall de l'impacte

Durant la fase de construcció s'incrementaran lleugerament els nivells sonors a causa de la pròpia obra civil i construcció, com a l'augment del trànsit rodat de camions per al transport de materials, així com l'augment de pols i emissions a causa de l'obra.

D'altra banda, durant la fase d'explotació degut a un lleuger increment dels nivells sonors ambientals, de les emissions atmosfèriques, les emissions lumíniques per l'enllumenat

nocturn i de seguretat.

Zona i temps d'afectació

És un impacte permanent i afecta a la zona d'obres, en les vies d'accés i també en l'àrea de dispersió de les emissions associades a la nova activitat.

Caracterització*

Positiu	Simple	Reverible	C/O	Periòdic	C/O
Negatiu C/O	Acumulatiu C/O	Irreversible		Irregular	
Temporal	Directe	Recuperable	C/O	Continu	C/O
Persistent C/O	Indirecte C/O	Irrecuperable		Discontinu	

Tipificació

Degut a les mesures correctores que s'implantaran, l'impacte es pot tipificar com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.10. Avaluació i valoració de la modificació del paisatge.

Modificació del paisatge

Detall de l'impacte

Durant la fase d'obres es produiran una sèrie d'alteració dels elements paisatgístics actuals degut als elements necessaris per a la construcció.

En la fase d'explotació els impactes es deriven exclusivament de la implantació de la nova Planta i tots els seus elements auxiliars. Les instal·lacions de major altura seran també les de més pes en la modificació del paisatge.

Zona i temps d'afectació

S'iniciarà amb les obres i finalitzarà amb el desmantellament de la planta i afectarà a tota l'àrea la qual pot percebre una alteració de les condicions actuals.

Caracterització

Positiu	Simple	Reverible	C/O	Periòdic	C/O
Negatiu C/O	Acumulatiu C/O	Irreversible	C/O	Irregular	
Temporal	Directe	Recuperable	C/O	Continu	C/O
Persistent C/O	Indirecte	Irrecuperable		Discontinu	

Tipificació

La situació de convivència i veïnatge amb el Polígon Industrial afavoreix la dilució perceptiva en l'entorn industrial existent, de manera que l'impacte serà tipificat com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.11. Avaluació i valoració dels canvis sobre l'estructura socioeconòmica.

Canvis sobre l'estructura socioeconòmica

Detall de l'impacte

La construcció de la Planta dinamitzarà lleugerament les activitats subsidiàries, com ara l'activació del sector de la construcció, enginyeria, muntatge d'equips, etc... Mentre que l'explotació d'aquesta, fixarà l'activitat química.

Zona i temps d'afectació

L'impacte és d'efecte permanent ja que s'inicia amb les obres i s'expressa al llarg de tota l'activitat, i afecta sobretot a l'economia del Camp de Tarragona.

Caracterització*

Positiu	C/O	Simple		Reverible	C/O	Periòdic	C/O
Negatiu		Acumulatiu	C/O	Irreversible		Irregular	
Temporal		Directe		Recuperable	C/O	Continu	C/O
Persistent	C/O	Indirecte	C/O	Irrecuperable		Discontinuu	

Tipificació

Els impactes sobre el medi socioeconòmic són totalment compatibles amb la conservació de l'estructura socioeconòmica de la zona, ja que serà un procés de potenciació. Es tipificarà com *impacte compatible*.

* C = construcció O = Operació.

11.1.2. Avaluació i valoració dels impactes

Taula 11.12. Matriu de Leopold, emprada per l'avaluació quantitativa dels diferents impactes associats a l'activitat.

	del Modificació hàbitat	Alteració del sòl	de la Alteració hidrologia	i Superfícies paviments	Sorolls i vibracions	Indústria química	Excavacions superficials	Emmagatzematge de productes	Camions	Emissions de gasos residuals	Fugues i vessaments
Material de construcció	-2/4	-2/4									
Afectació del sòl				2/4			-1/3				-1/8
Qualitat de l'aigua			-1/5	2/5							-1/9
Qualitat atmosfèrica									-3/8	-1/8	-1/9
Animals terrestres		-3/2			-3/2				-3/2		
Vistes panoràmiques i paisatge						-4/3		-4/2			
Llocs de feina						4/5			4/5		



11.2. Disseny de les canonades

11.2.1. Càlcul de la gruixària de l'aïllament tèrmic W130

En el procés de disseny s'han tingut en compte la transferència de calor per mitjà de la conducció, la convecció i radiació.

La resistència tèrmica per conducció ve definida per l'Equació 11.2.1 de Fourier.

$$\frac{q}{H} = \frac{\Delta T}{\frac{\ln(\frac{r_{ext}}{r_{int}})}{2 \cdot \pi \cdot k}} \quad (11.2.1)$$

La resistència tèrmica per convecció ve regida per l'Equació 11.2.2 de Newton.

$$\frac{q}{H} = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot h_{conv}}} \quad (11.2.2)$$

L'equació que determina la resistència tèrmica per radiació és l'equació 11.2.3 de Stefan-Boltzman.

$$\frac{q}{H} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot (T_{sup1}^4 - T_{sup2}^4) \quad (11.2.3)$$

L'estimació del aïllament necessari es realitza igualant el flux de calor total transferit al corresponent entre la superfície que es vol protegir (la exterior) i l'ambient exterior. L'equació resultant és la següent:

$$\frac{T_{sup,ext} - T_{ext}}{\frac{1}{r_{ext} \cdot (h_{conv} + h_{rad})_{ext}}} = \frac{T_{int} - T_{ext}}{\frac{1}{r_{int} \cdot h_{conv,int}} + \sum \frac{\ln(\frac{r_{i+1}}{r_i})}{k_i} + \frac{1}{r_{ext} \cdot (h_{conv} + h_{rad})_{ext}}} \quad (11.2.4)$$

Mitjançant un procediment iteratiu s'obté el gruix de llana de vidre necessari per mantenir la temperatura de la superfície a un valor determinat. El valor dels coeficients de transferència de calor i constants utilitzades es troben a la Taula 11.13. Les condicions de disseny emprades han sigut les més desfavorables, velocitat mínima del vent i temperatura exterior elevada.

Taula 11.13. Informació de disseny de l'aïllament tèrmic.

σ (W/m ² ·K ⁴)	5.67·10 ⁻⁸	k PVDF (W/m ² ·K)	0.160
ε	0.88	k LDV (W/m ² ·K)	0.043
	P-08R02-300-10SP	P-08R03-200-10SP	P-08R14-150-10SP
T superfície exterior (°C)	40.0	40.0	40.0
T interior (°C)	70.0	70.0	80.0
T exterior (°C)	35.0	35.0	35.0
Velocitat del vent(m/s)	0.50	0.50	0.50
R convecció interior (m·K/W)	0.0019	0.0014	0.0017
R conducció PVDF (m·K/W)	0.0654	0.0772	0.0878
R conducció LDV(m·K/W)	0.4022	0.573	0.9302
R convecció radiació exterior (m·K/W)	0.0783	0.1087	0.1275
Gruix de disseny(mm)	18.6	18.4	24.0
Gruix aplicat (mm)	25.0	25.0	25.0
Diàmetre exterior sense aïllament	323.9	219.1	168.3
Diàmetre exterior amb aïllament (mm)	373.9	269.1	218.2

On r és radi de la canonada (m), k és la conductivitat del material (W/m²·K), h_{conv} és el coeficient de transferència per convecció (W/m·K), σ és la Constant Stefan Boltzman (W/m²·K⁴) i ε és el coeficient d'emissió del material, plàstic en aquest cas.

11.2.2. Coeficients de pèrdua de càrrega dels accessoris

Es mostren els valors aplicats a les pèrdues de càrregues localitzades.

Taula 11.14. Accessoris, coeficient adimensional k_L i pèrdua de càrrega.

Accessoris	Tipus	Coeficient k_L	ΔP (bar)
Té flux recte		20.0·f	
Té flux derivat		60.0·f	
Colze a 90°		30.0·f	
Colze a 45°		16.0·f	
Vàlvula de globus	Manual	340·f	
	Control		0.70
Vàlvula de diafragma	Manual	340·f	
	Control		0.70
Vàlvula de papallona	Manual	100 f	
Vàlvula antiretorn	Accionament automàtic	100·f	
Reductor $d_1/d_2 = 0.8$		0.06	
Reductor $d_1/d_2 = 0.5$		0.07	
Entrada tub		0.50	

Taula 11.14 (Cont.). Accessoris, coeficient adimensional k_L i pèrdua de càrrega.

Accessori	Tipus	Coeficient k_L	ΔP (bar)
Sortida tub		1.00	
Junta d'expansió		1.70	
Filtre		5.00	
Densímetre		2.00	
Cabalímetre ¹	Coriolis		0.50
	Placa d'orifici		0.50
	Ø 100		0.01
Orifici de restricció ⁵	Ø 85		0.06
	Ø 55		0.18
	Ø 45		0.43
P-08R03-200-10SP	Ø 70		0.02
	Ø 40		0.15
	Ø 30		0.46
Bescanviador ⁶	08W01	Refrigerant	0.108
		Procés	0.004
	08W02	Refrigerant	0.046
		Procés	0.018
	08W03	Refrigerant	0.057
		Procés	0.007

11.2.3. Informació complementaria d'equips a pressió

Informació complementària extreta del Reial Decret 769/1999 i 2060/2008.

11.2.3.1. Classificació del fluid

Els fluids es divideixen en dos grups, 1 i 2.

Dintre del grup 1 s'inclouen els fluids perillosos. Per fluid perillós s'entén una substància explosiva, extremadament inflamable, fàcilment inflamable, inflamable, tòxica, molt tòxica i comburent.

El grup 2 inclou tots els fluids no contemplats en el grup 1.

Per més informació es pot consultar l'apartat 2 de l'article 2 de la Directiva 67/548/CEE, del Consell de 27 de juny, per la qual es classifiquen les substàncies químiques.

⁵ Pèrdua de càrrega calculada al TFG_1501_rubenmolina

⁶ Pèrdua de càrrega calculada al TFG_1501_joancrusells

11.2.3.2. Categorització de les canonades

Els equips a pressió es classifiquen per categories en funció del grau creixent de perillositat. La categorització es regeix per mitjà dels apartats mostrats a continuació:

a) Gasos, gasos líquats, gasos dissolts a pressió, vapors i líquids la pressió de vapor dels quals a la temperatura màxima admissible sigui superior a 0.5 bar a la pressió atmosfèrica normal, dintre dels següents límits:

Per a fluids del grup 1, si el DN és superior a 25 (Figura 11.1).

Per a fluids del grup 2, si el DN és superior a 32 i el producte $PS \cdot DN$ superior a 1000 bar (Figura 11.2).

b) Líquids la pressió de vapor dels quals a la temperatura màxima admissible sigui inferior a 0,5 bar per damunt de la pressió atmosfèrica normal, dintre dels següents límits:

Per a fluids del grup 1, si el DN és superior a 25 i el producte $PS \cdot DN$ superior a 2000 bar (Figura 11.3).

Per a fluids del grup 2, si PS és superior a 10 bar, el DN superior a 200 i el producte $PS \cdot DN$ superior a 5000 bar (Figura 11.4).

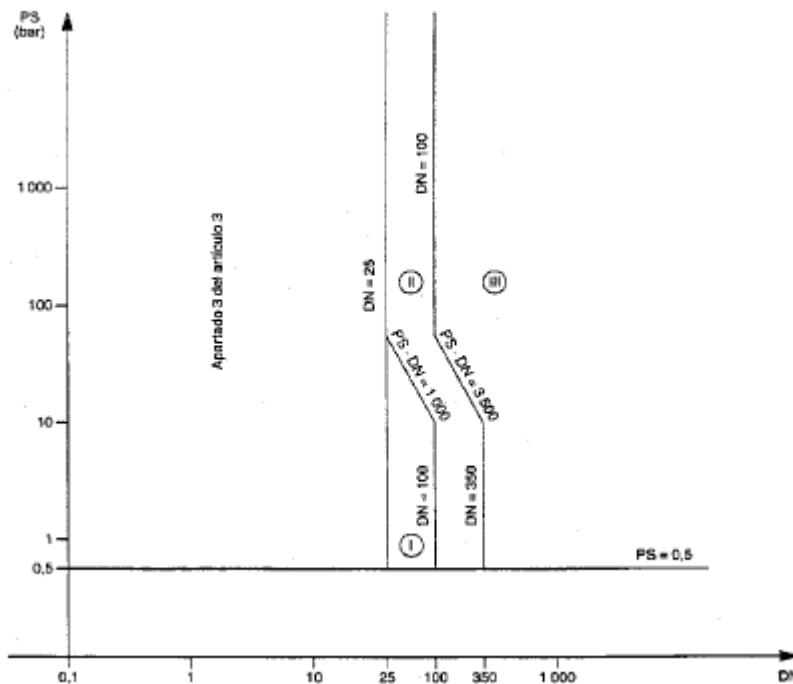


Figura 11.1. Quadre 6. Canonades contemplades en el primer incís del apartat 1.3 a) de l'article 3 del Reial Decret 769/1999.

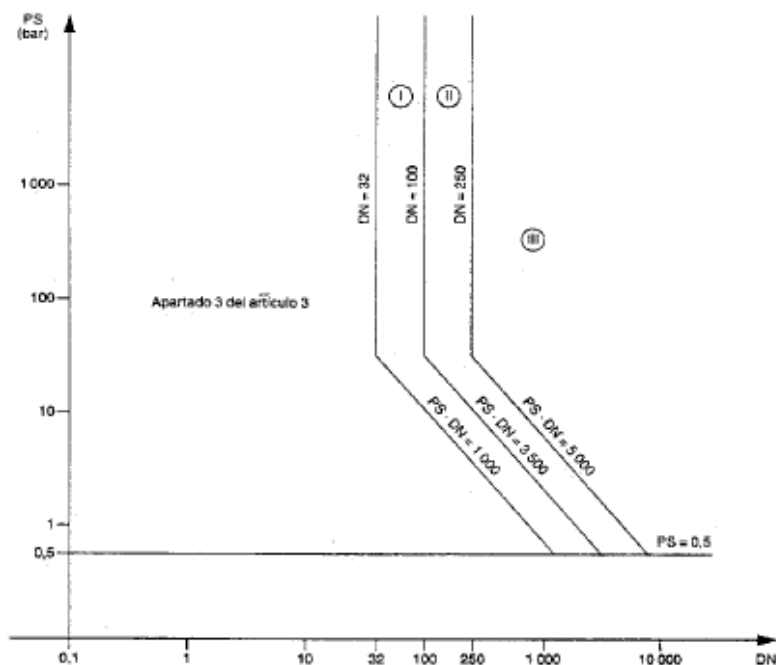


Figura 11.2. Quadre 7. Canonades contemplades en el segon incís del apartat 1.3 a) de l'article 3 del Reial Decret 769/1999.

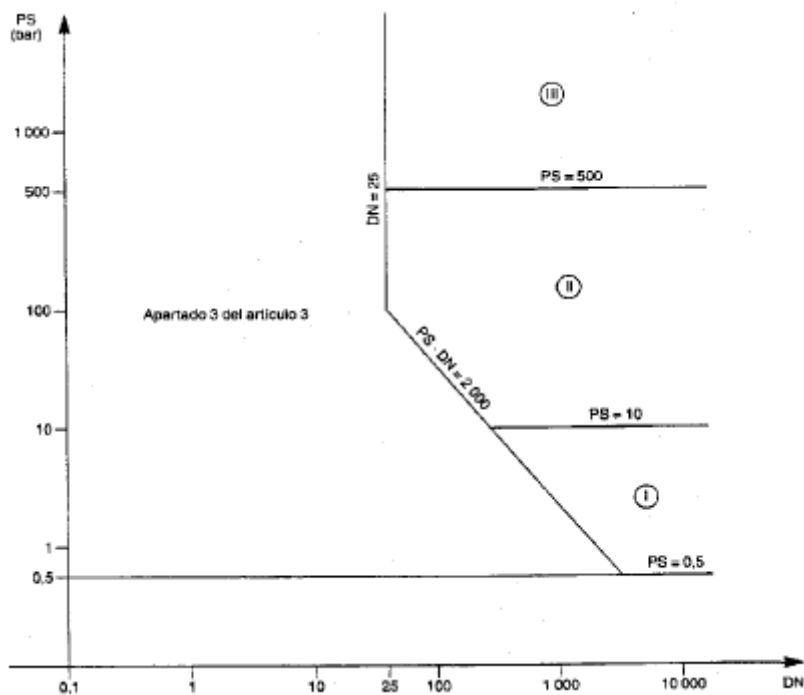


Figura 11.3. Quadre 8. Canonades contemplades en el primer incís del apartat 1.3 b) de l'article 3 del Reial Decret 769/1999.

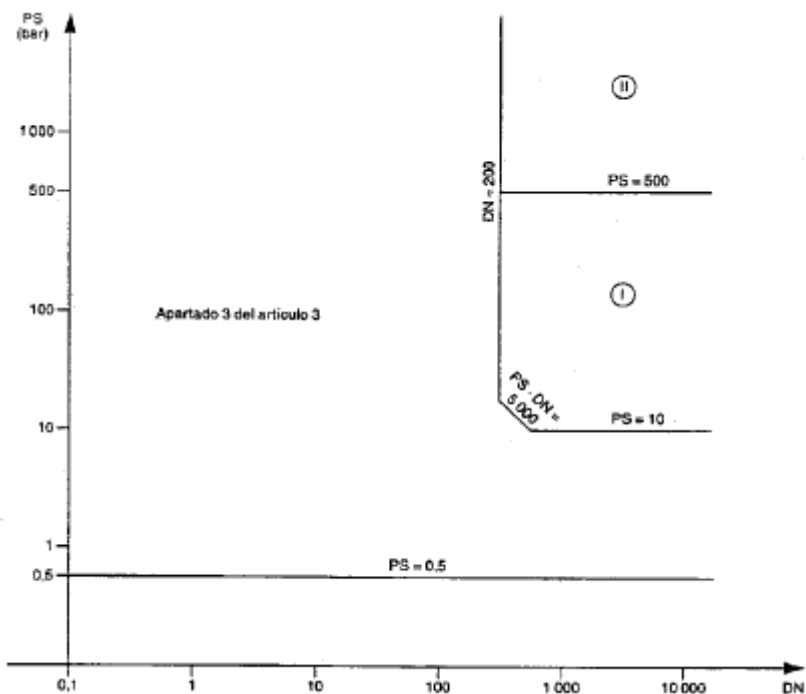


Figura 11.4. Quadre 9. Canonades contemplades en el segon incís del apartat 1.3 b) de l'article 3 del Reial Decret 769/1999.

11.2.3.3. Inspeccions

Tots els equips a pressió de les categories I a IV s'han de sotmetre periòdicament a inspeccions i proves que garanteixin el manteniment de les condicions tècniques i de seguretat, necessàries per al seu funcionament.

Les inspeccions periòdiques les ha de realitzar una empresa registrada com instal·ladora d'equips a pressió, en aquest cas l'OCA (Organisme de Control Autoritzat).

Taula 11.15. Canonades incloses segons l'article 3.2 del Reial Decret 769/1999, als quadres 6, 7, 8 i 9 del annex II del mateix.

Nivell d'inspecció	Agent i periodicitat					
	I-2	II-2	III-2	I-1	II-1	III-1
Nivell B	O.C.A 12 anys		O.C.A 6 anys		O.C.A 6 anys	
Nivell C	No obligatori		No obligatori		O.C.A 12 anys	

Les comprovacions a realitzar i especificacions necessàries per cada nivell d'inspecció es troben a l'annex III (inspeccions periòdiques) del Reial Decret 2060/2008.

11.2.4. Normes UNE

- UNE-EN ISO 225. Elementos de fijación. Pernos, tornillos, espárragos y tuercas. Símbolos y designación de las dimensiones.
- UNE-EN 1092-1. Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero.
- UNE-EN 1092-2. Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bidas de fundición.
- UNE-EN ISO 1594. Sistemas de canalización en materiales plásticos para aplicaciones industriales. Polibutileno (PB), polietileno (PE) y polipropileno (PP).
- EN 10216-3. Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 3: Tubos de acero aleado de grano fino
- UNE-EN 10242. Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.
- UNE-EN 10253:u Accesorios para tuberías soldados a tope. Parte 2: Aceros al carbono y aceros aleados ferríticos con control específico.
- UNE-EN ISO 12162. Materiales termoplásticos para tubos y accesorios para aplicaciones a presión. Clasificación, coeficiente de diseño y designación.

- UNE-EN 12560-1. Bridas y sus juntas. Juntas para las bridas designadas por Clase.
Parte 1: Juntas planas no metálicas con y sin insertos.

- UNE-EN 12560-4. Bridas y sus juntas. Juntas para las bridas designadas por Clase.
Parte 4: Juntas metálicas corrugadas, planas o estriadas y juntas metaloplásticas para bridas de
acero.

- UNE 13480-3. Tuberías metálicas industriales. Diseño y cálculo.

- UNE 14692-2. Petroleum and natural gas industries. Glass-reinforced plastics (GRP)
piping. Qualification and manufacture.

Especificaciones para componentes y el sistema.

- UNE 14692-3. Petroleum and natural gas industries. Glass-reinforced plastics (GRP)
piping. System design.

- UNE 19046. Tubos de acero sin soldadura roscables. Tolerancias y características.

- UNE 100171. Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación.

11.3. Disseny del sistema de bombeig 08P01 i 08P02

11.3.1. Càlcul de l'alçada d'aspiració i impulsió

L'altura necessària que ha de tenir la bomba per superar la pressió a la sortida de la mateixa es calcula per mitjà de l'Equació 11.3.1, l'Equació 11.3.2 i l'Equació 11.3.3. La Figura 11.5 mostra un esquema de la situació present.

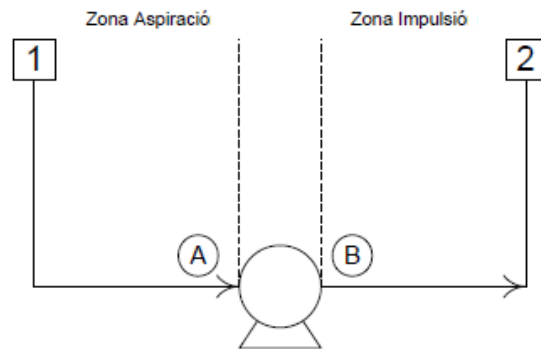


Figura 11.5. Situació de la bomba.

$$\frac{P_A}{\rho \cdot g} = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 - h_{T1} \quad (11.3.1)$$

$$\frac{P_B}{\rho \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2 + h_{T2} \quad (11.3.2)$$

$$\frac{P_B - P_A}{\rho \cdot g} = \Delta h \quad (11.3.3)$$

P_A és la pressió absoluta a l'entrada de la bomba (Pa); P_B és la pressió absoluta a la sortida de la bomba (Pa);

Taula 11.16. Característiques dels corrents P-08R16-150-10SP (1) i P-08R17-150-10SP (2) i altura de bomba.

Paràmetre	Bomba P01	Bomba P02
P_1 (Pa)	$1.01 \cdot 10^5$	$1.01 \cdot 10^5$
P_2 (Pa)	$1.11 \cdot 10^5$	$1.11 \cdot 10^5$
P_A (Pa)	$1.10 \cdot 10^5$	$1.11 \cdot 10^5$
P_B (Pa)	$3.67 \cdot 10^5$	$4.95 \cdot 10^5$
v_1 (m/s)	0.20	0.16
v_2 (m/s)	0.20	0.16
z_1 (m)	1.00	1.00
z_2 (m)	12.0	23.0
ρ (kg/m ³)	1151	1163
h_{T1} (m)	0.11	0.01
h_{T2} (m)	10.7	10.6
h_b (m)	22.7	33.6