



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



Identificador :1501_sergirocamora

Rocamora Gomis, Sergi

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
4.2.1.1. Termodinàmica del sistema.....	29
4.2.1.2. Selecció de l'alternativa	30
4.2.1.3. Modelització del sistema	31
4.2.1.3.1. Mètode gràfic de disseny	31
4.2.1.3.2. Mètodes algebriques complexes	32
4.2.1.4. Selecció de les condicions d'operació de la columna pel <i>pumparound</i>	32

4.2.1.4.1. Fluctuacions en la producció	33
4.2.1.5. Dimensionament de la columna	33
4.2.1.5.1. Empaquetament	33
4.2.1.5.2. Selecció dels plats repartidors i del col·lector de líquid	35
4.2.1.5.3. Separadors i reixa <i>hold-down</i>	38
4.2.1.5.4. <i>Inlets</i> de la columna	38
4.2.1.5.5. Selecció del material de la columna	39
4.2.1.5.6. Determinació del gruix de la columna.....	41
4.2.2. Simulació del bescanviador 08W01	42
4.2.3. Simulació del bescanviador 08W02	42
4.2.4. Disseny del bescanviador 08W03	42
4.2.5. Disseny dels dipòsits 08B01 i 08B02.....	42
4.2.6. Disseny de la instrumentació i control	42
4.2.7. Disseny de les canonades	42
4.2.8. Disseny del sistema de bombeig 08P01 i 08P02	42
4.3. Llistats	43
4.3.1. Llistat de canonades	43
4.3.2. Llistat de vàlvules.....	45
4.3.3. Llistat d'instrumentació.....	48
4.3.4. Llistat d'equips	49
4.4. Fulls d'especificació	50
4.4.1. Full d'especificació de la columna 08K01	50
4.5. Descripcions	54
4.5.1. Descripció funcional del projecte.....	54
5. SEGURETAT EN EL DISSENY DE LES INSTAL·LACIONS	56

5.1. Seguretat de processos.....	56
5.1.1. Estudi <i>HazOp</i>	56
5.1.2. Disseny de les vàlvules de seguretat	64
6. MEDIAMBIENT AL DISSENY DE LES INSTAL·LACIONS	65
6.1. Estudi d'Impacte Ambiental.....	65
6.1.1. Descripció del projecte	65
6.1.1.1. Localització	65
6.1.1.2. Marc legal.....	65
6.1.2. Descripció de l'activitat.....	66
6.1.2.1. Columna d'absorció	67
6.1.2.2. Condensador	68
6.1.2.3. Scrubbers	68
6.1.2.4. Zona d'emmagatzematge	68
6.1.2.5. Productes i quantitats.....	68
6.1.2.6. Consum energètic	69
6.1.2.7. Consum d'aigua.....	69
6.1.3. Anàlisi d'alternatives.....	70
6.1.3.1. Alternatives a l'emplaçament.....	70
6.1.3.2. Alternatives de procés	70
6.1.4. Descripció del medi.....	70
6.1.4.1. Medi abiòtic.....	71
6.1.4.1.1. Geologia.....	71
6.1.4.1.2. Hidrologia	71
6.1.4.1.3. Meteorologia i clima.....	71
6.1.4.1.4. Medi biòtic.....	72

6.1.4.1.5. Vegetació	72
6.1.4.1.6. Fauna.....	72
6.1.4.2. Medi social	72
6.1.4.2.1. Demografia i població	72
6.1.4.2.2. Socioeconomia.....	73
6.1.4.2.3. Ús del sòl	73
6.1.4.2.4. Infraestructures de comunicació	73
6.1.5. Detecció o identificació dels impactes	73
6.1.5.1. Generadors d'impacte.....	73
6.1.5.2. Receptors d'impacte	74
6.1.6. Caracterització dels impactes	74
6.1.7. Avaluació i valoració dels impactes	76
6.1.8. Mesures correctives	77
6.1.8.1. Mesures correctives especials pel fòsgè.....	77
6.1.8.2. Mesures correctives especials per l'àcid clorhídric.....	78
6.1.9. Conclusions	78
7. ESTUDI ECONÒMIC	79
8. CONCLUSIONS	80
9. RECOMANACIONS	81
10. BIBLIOGRAFIA.....	82
11. ANNEX	84
11.1. Disseny de la columna 08K01	84
11.1.1. Modelització gràfica de la columna	84
11.1.2. Simulació de la columna d'absorció amb Aspen+ 8.0	85
11.1.2.1. Propietats	85

11.1.2.2. Simulació.....	86
11.1.3. Estudi de les condicions d'operació de la columna amb pumparound.....	87
11.1.3.1. Configuració del software <i>Aspen + v8</i> pel <i>pumparound</i>	87
11.1.3.2. Determinació del nombre d'etapes teòriques	88
11.1.3.3. Estudi de la col·locació <i>pumparound</i>	88
11.1.3.4. Estudi del cabal del <i>pumparound</i>	93
11.1.3.5. Estudi del cabal de la columna	95
11.1.3.6. Efecte de la pressió i de la temperatura	96
11.1.3.7. Condicions d'operació.....	98
11.1.4. <i>Rating</i> de l'empaquetament de la columna d'absorció	99
11.1.5. Dimensionament de la columna	99
11.1.5.1. Selecció del tipus d'empaquetament	99
11.1.5.2. Plats repartidors	108
11.1.6. Estudi de les condicions d'operació per l'absorció simple	110
11.1.6.1. Cabal d'aigua.....	111
11.1.6.2. Nombre d'etapes.....	112
11.1.6.3. Elecció de les condicions d'operació	113
11.1.6.4. Selecció del material	115
11.1.6.5. Dimensionament del gruix de la columna	116
11.2. Estudi d'Impacte Ambiental.....	119
11.2.1. Caracterització dels impactes	119
11.2.2. Avaluació i valoració dels impactes	128

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	Alvarez, 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.

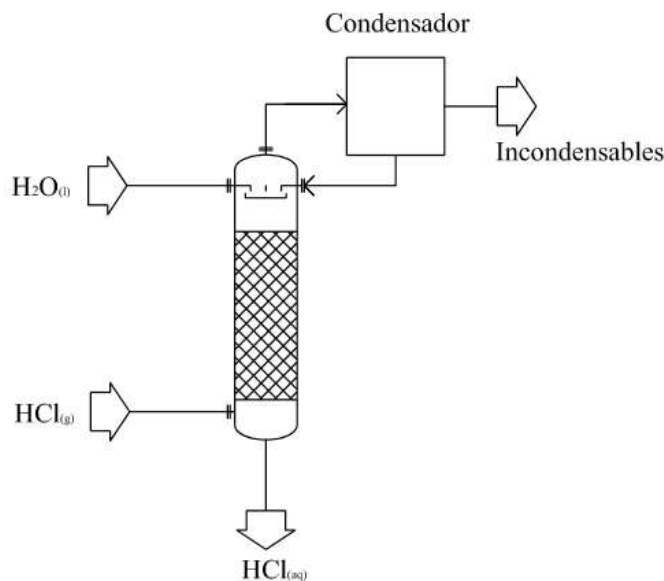


Figura 2.1. Esquema de la columna d'absorció adiabàtica.

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.

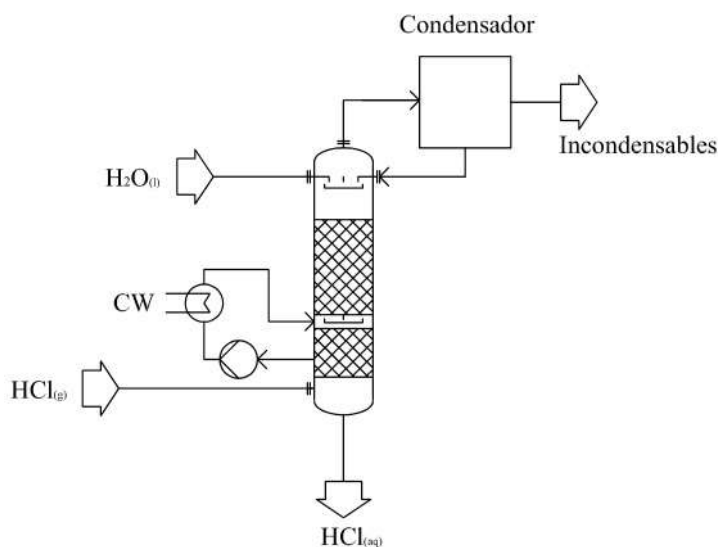


Figura 2.2. Esquema de la columna d'absorció isotèrmica.

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.

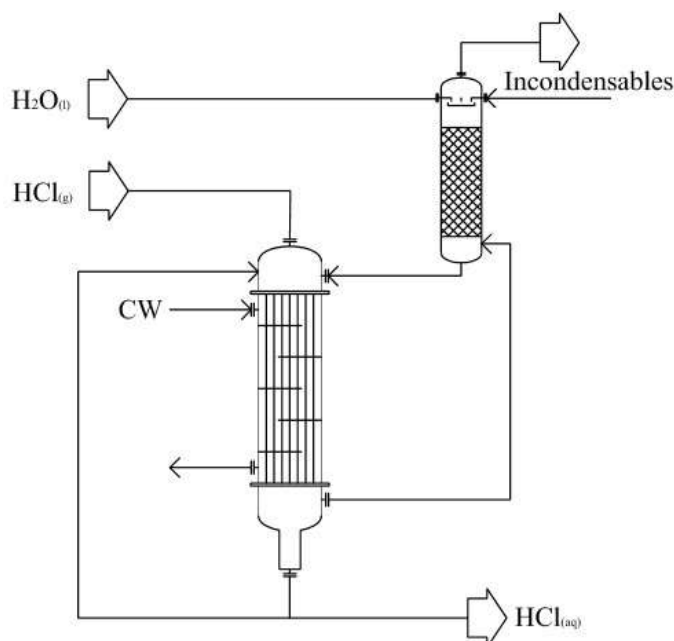


Figura 2.3. Esquema de l'absorbidor en el *falling film*.

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 a l'Apartat 4.2.1.2.

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		21 diciembre		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	13/04
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 desesbolupament 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												

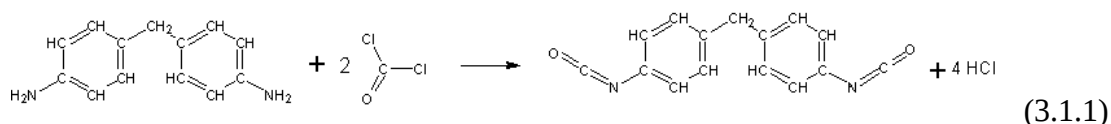
3. BASES PER AL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

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 a l'Apartat 4.2.1.5.

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.

<i>Utility</i>	Cost variable
Vapor (5 bar _g) [€/t]	29.5
Vapor (30 bar _g) [€/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 al TFG_1501_mariorodríguez.
- 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

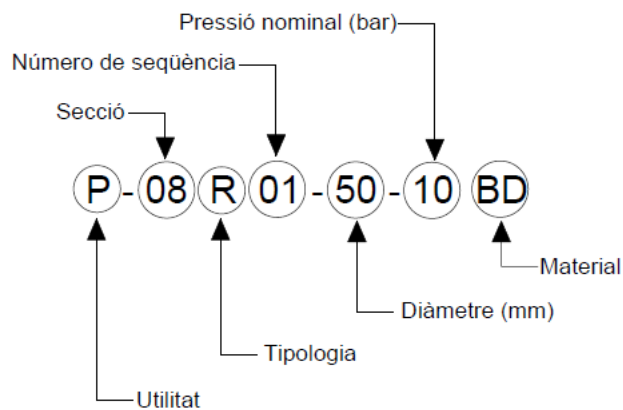


Figura 3.1. Nomenclatura de les canonades.

3.3.3. Nomenclatura instrumentació

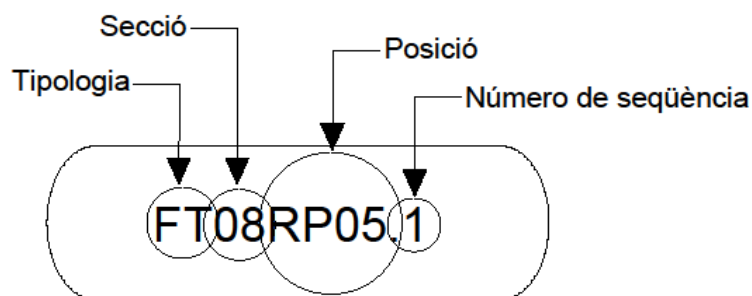


Figura 3.2. Nomenclatura de la instrumentació.

3.3.4. Nomenclatura vàlvules

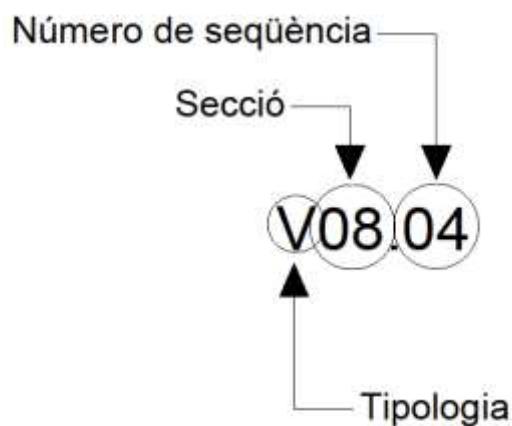
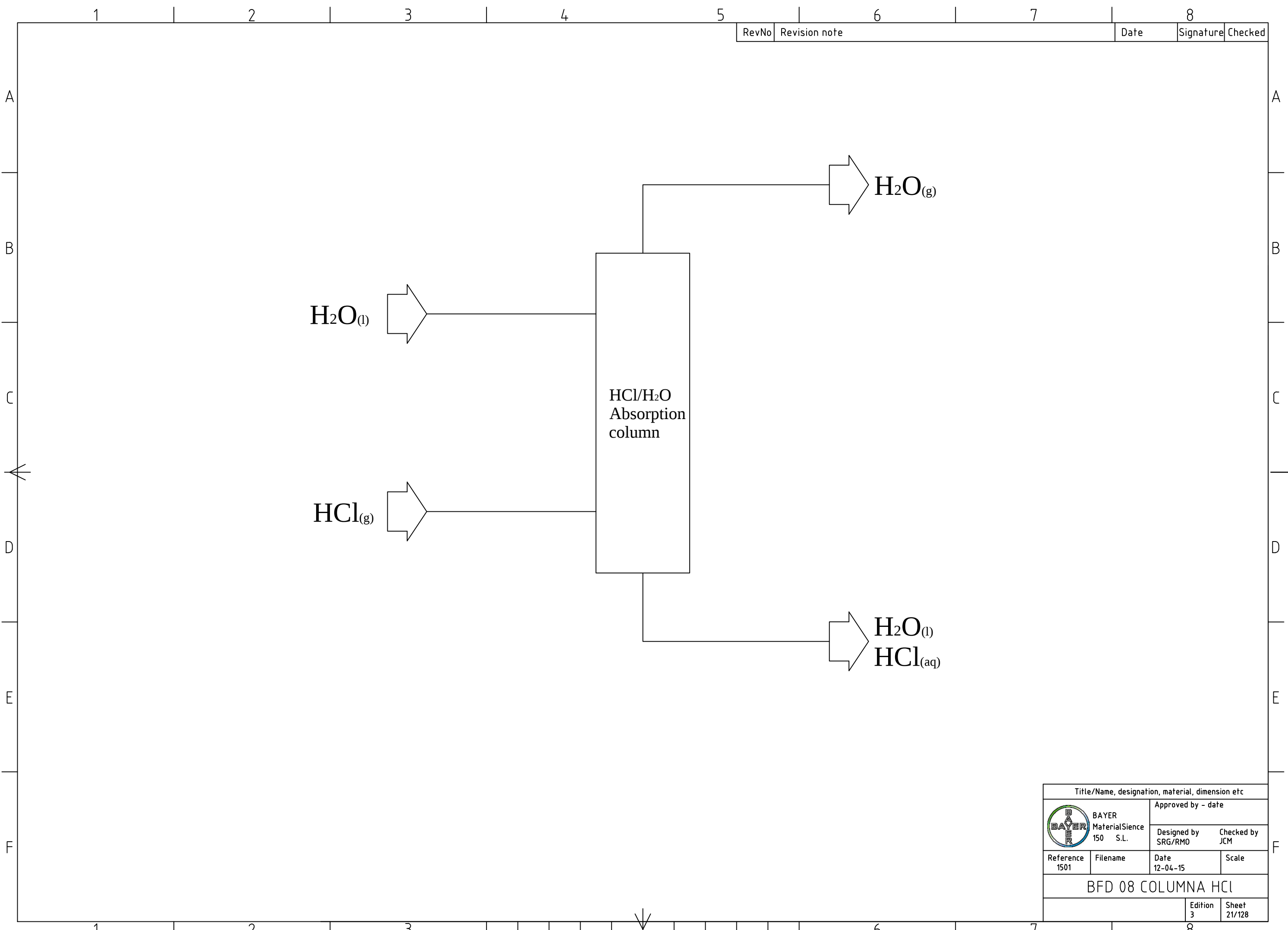
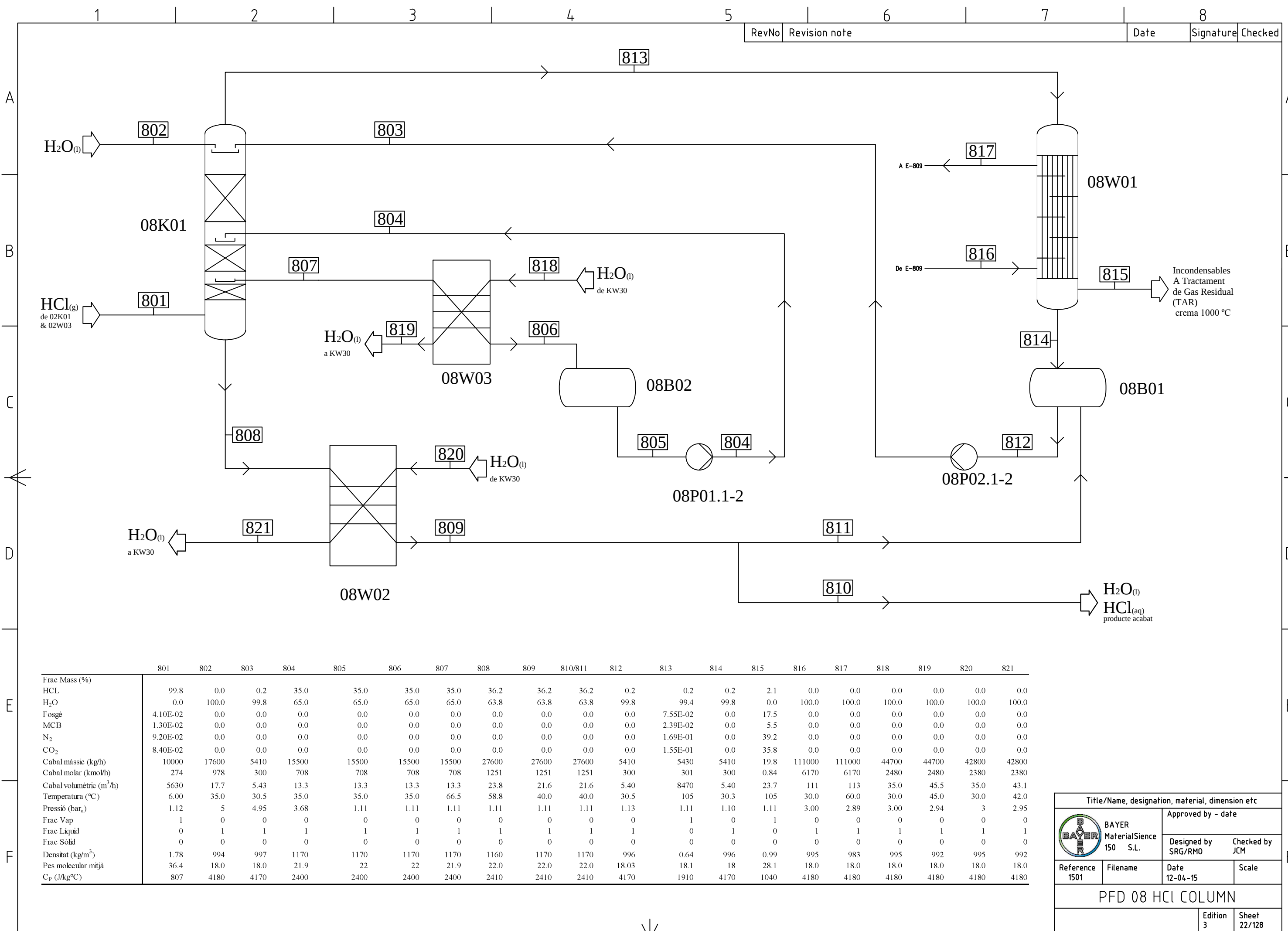


Figura 3.3. Nomenclatura vàlvules.



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

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
BFD 08 COLUMNA HCl			
		Edition 3	Sheet 21/128



	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
H2O	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
N2	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
CO2	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 (m³/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/m³)	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.

Reference

1501

Title/Name, designation, material, dimension etc

PFD 08 HCl COLUMN

Approved by - date

Designed by

SRG/RMO

Checked by

JCM

Date

12-04-15

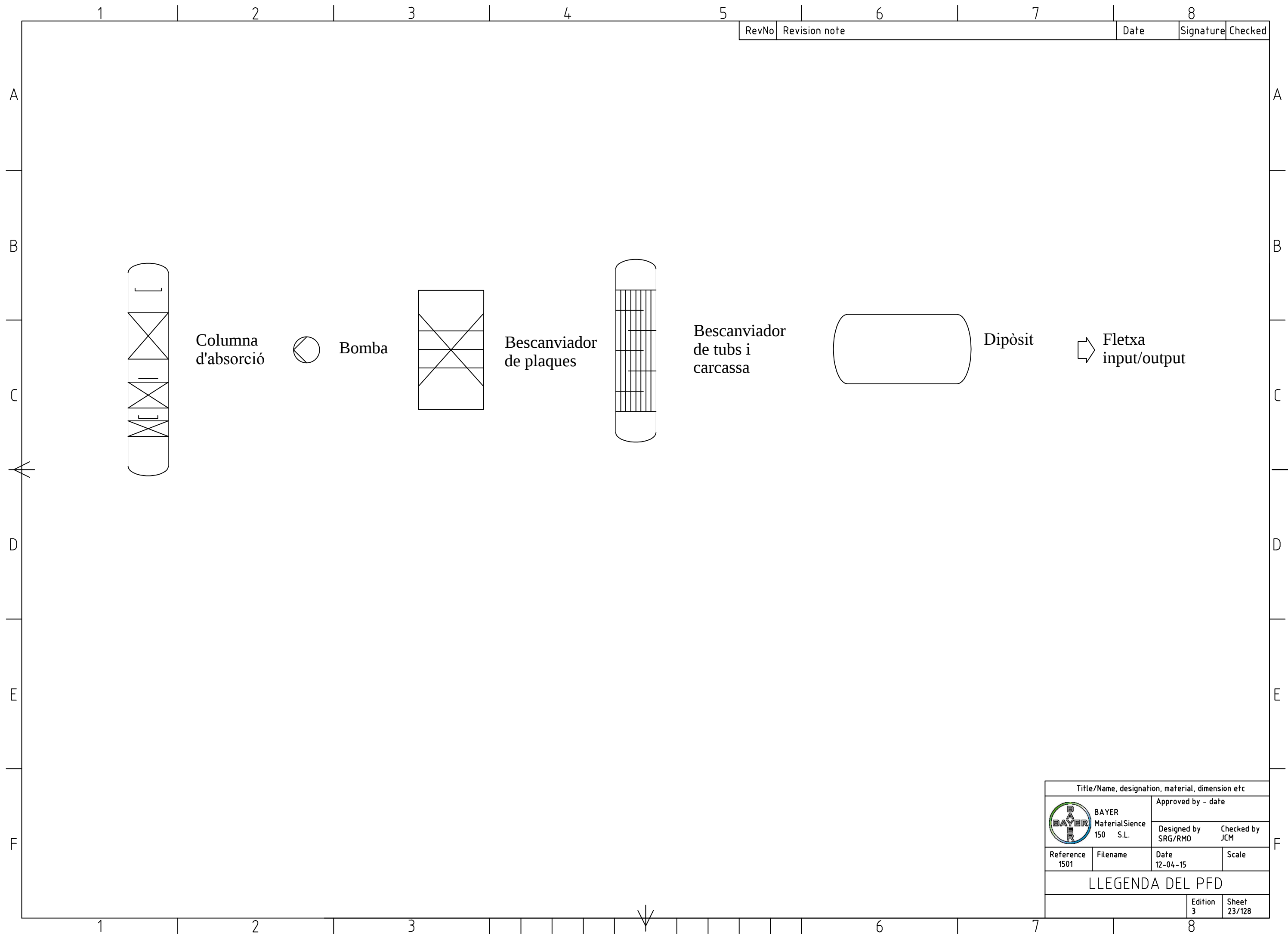
Scale

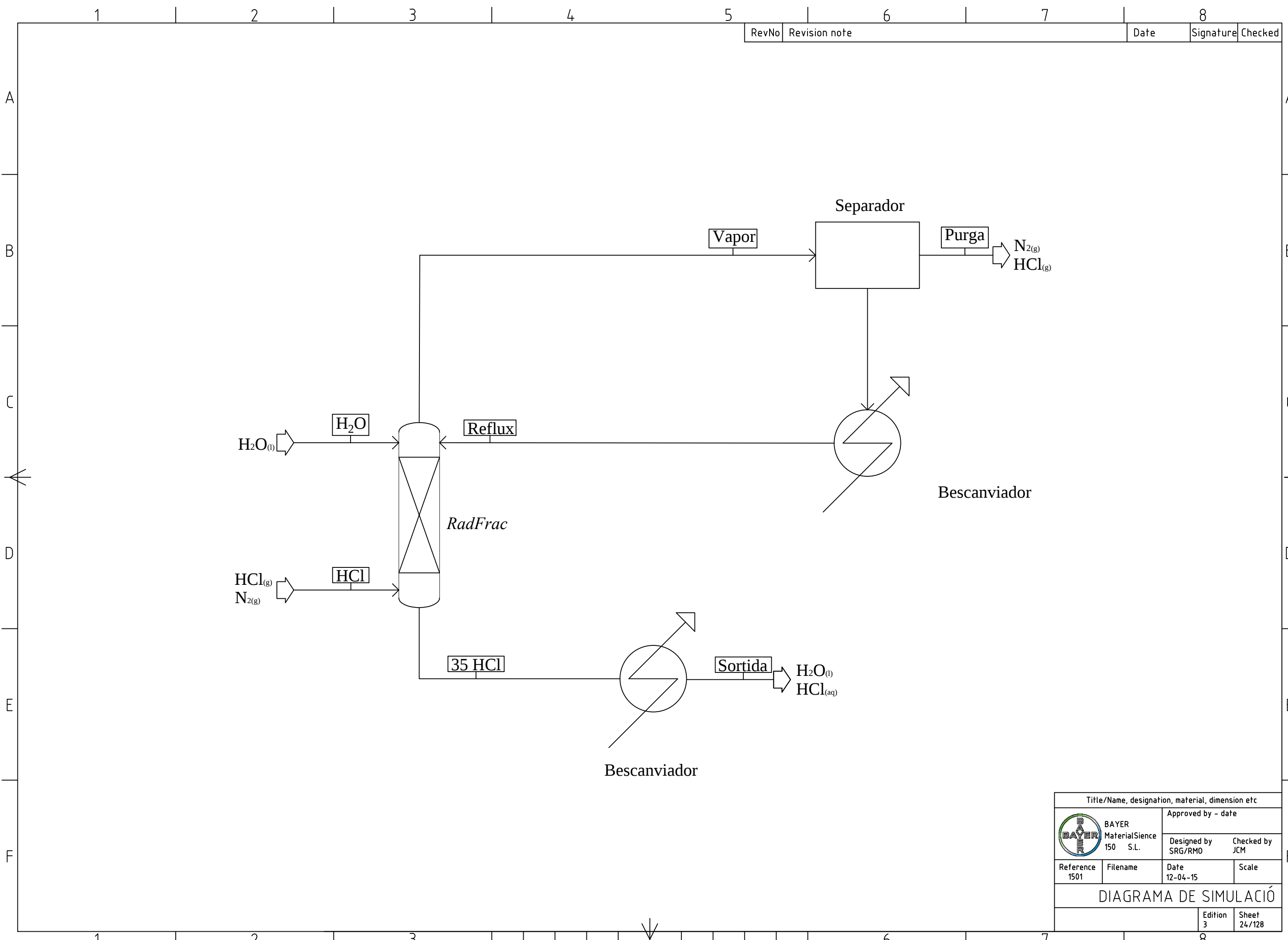
Edition

3

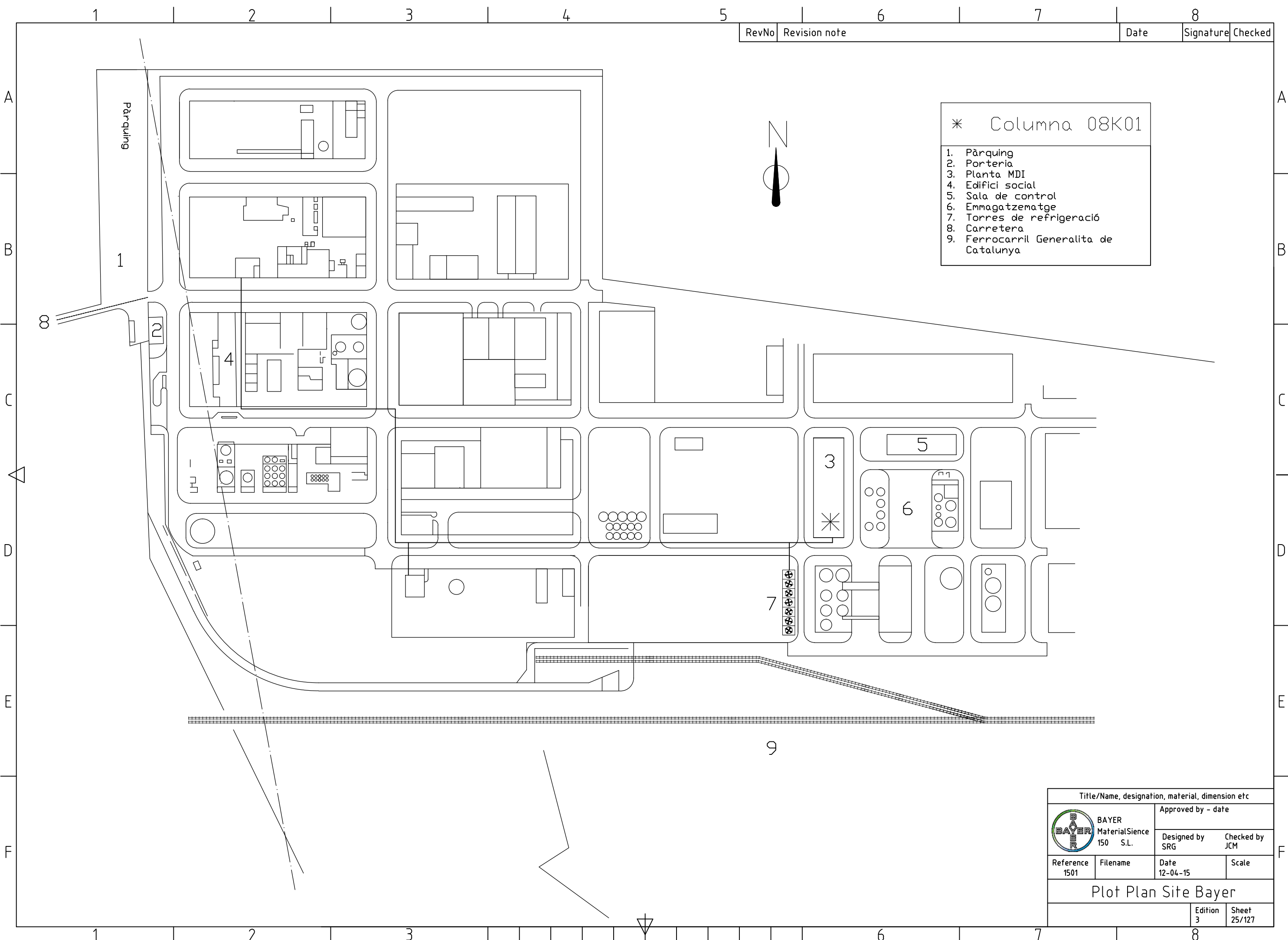
Sheet

22/128





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 24/128



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

* Columna 08K01

1. Pàrquing

2. Porteria

3. Planta MDI

4. Edifici social

5. Sala de control

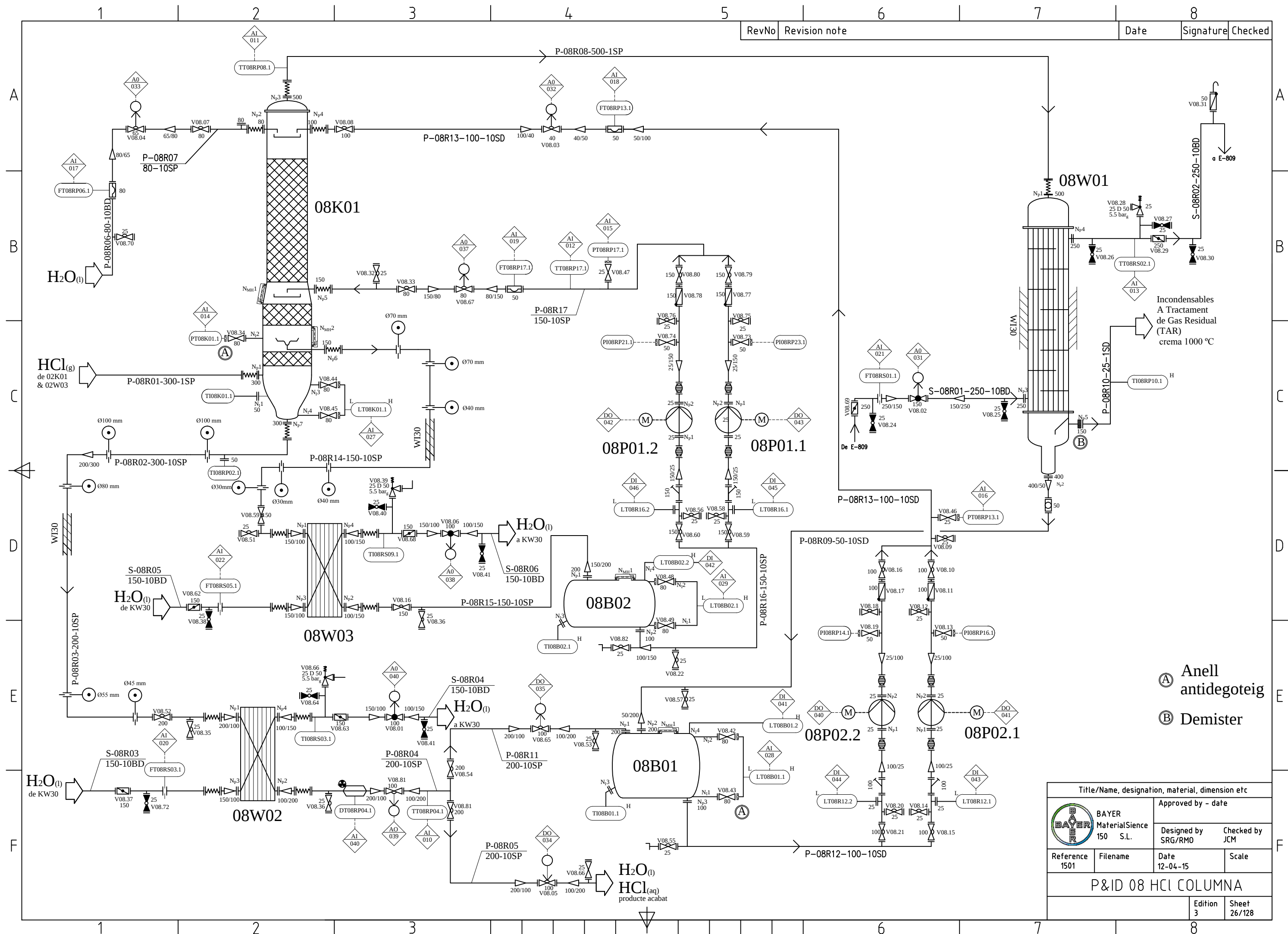
6. Emmagatzematge

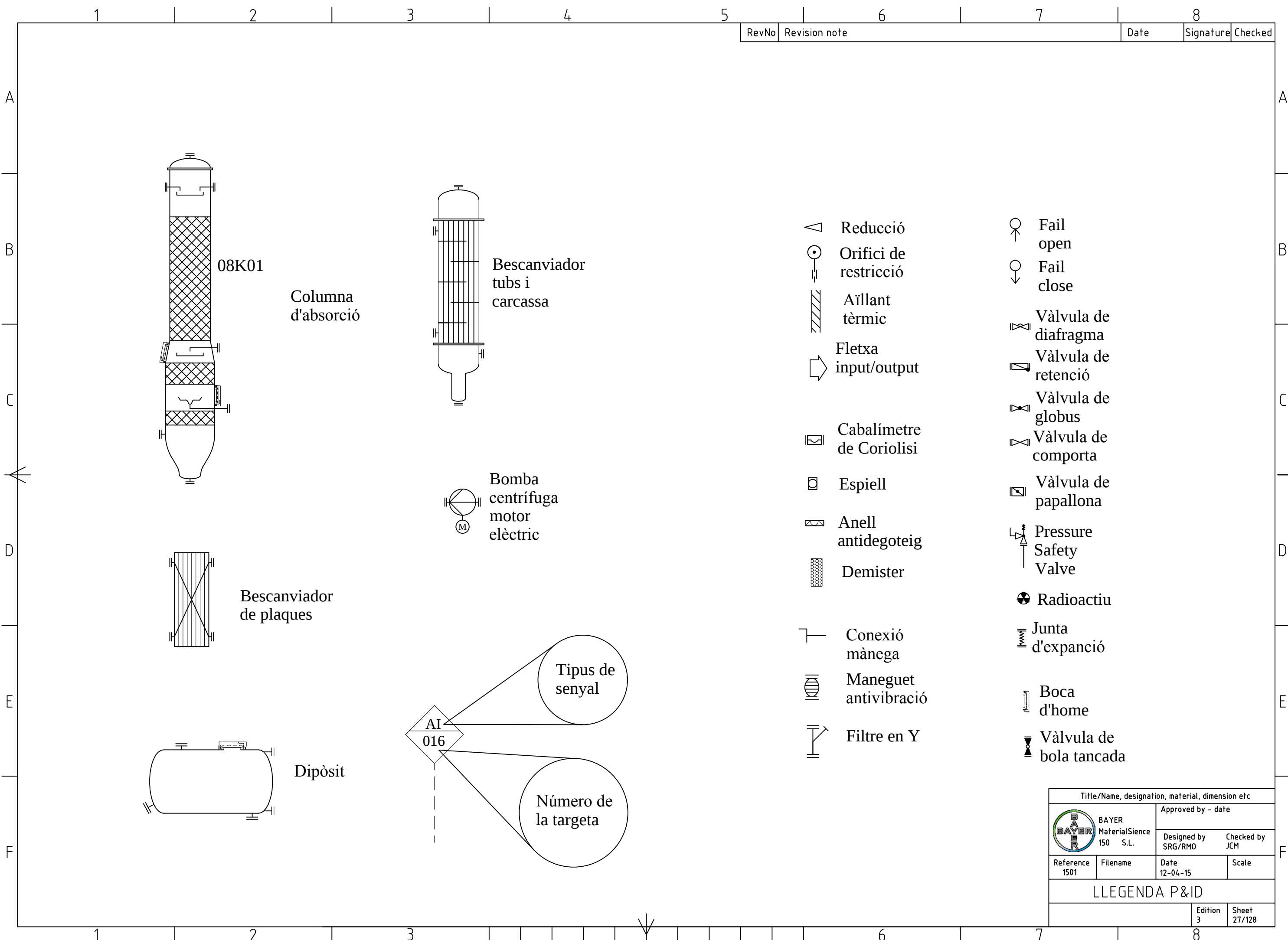
7. Torres de refrigeració

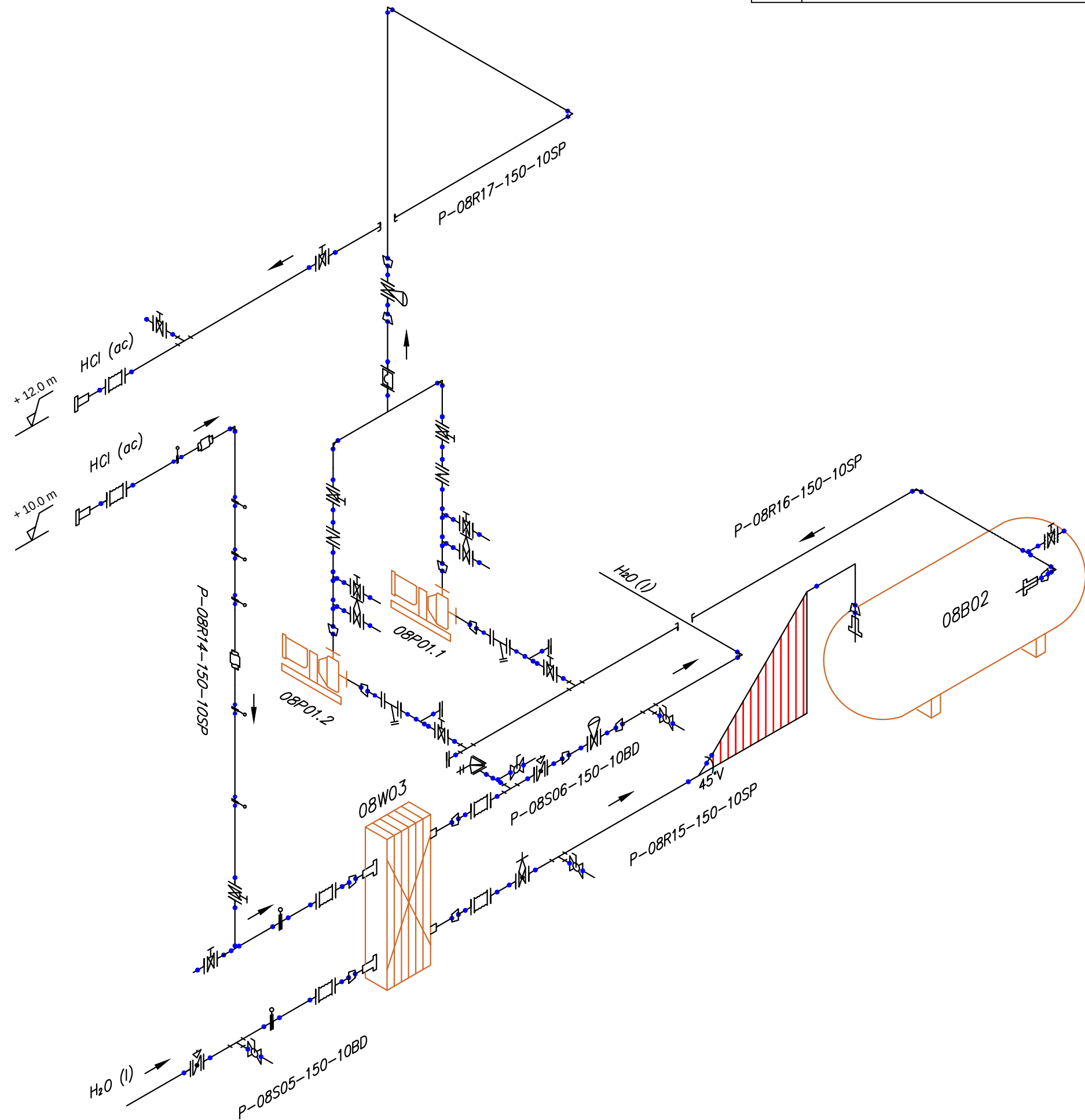
8. Carretera

9. Ferrocarril Generalita de Catalunya

Title/Name, designation, material, dimension etc			
 BAYER 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 25/127







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			
Isomètric pumparound				
		Edition	Sheet 28/128	

4.2. Disseny bàsic

4.2.1. Disseny de la columna d'absorció 08K01

4.2.1.1. Termodinàmica del sistema

En primer lloc, és necessari determinar si el sistema aigua-clorur d'hidrogen permet obtenir la concentració necessària, sense la necessitat de modificar-ne la temperatura o l'addició d'un tercer component per tal de modificar el comportament de la mescla. Per fer-ho, s'utilitza el diagrama xy del sistema a pressió atmosfèrica, Figura 4.1, per poder comprovar si existeix algun tipus de limitació termodinàmica.

Pel que fa a les característiques del sistema en cal destacar que aquest disposa d'una notable no idealitat degut a les elevades forces d'interacció entre els ions a la fase líquida. Degut a aquestes forces, el sistema ha de ser predit per models que tinguin en compte aquestes forces electrolítics.

L'absorció del clorur d'hidrogen en aigua és química i majoritàriament física (ref. 1) i és un procés altament exotèrmic, en el qual s'allibera aproximadament 2100 kJ per kg d'HCl gas absorbit. Aquesta energia fa que s'arribi a l'estat d'ebullició per nivells de concentració d'HCl elevats en el gas i part del dissolvent s'evapora, afectant altament el rendiment. És per això que l'opció isotèrmica és fortament aconsellable per aquests casos. El control de la temperatura d'aquesta opció és millor per evitar problemes de compatibilitat, majoritàriament amb l'empaquetament, ja que aquest està fet de plàstic, material típicament amb baixa resistència tèrmica, per evitar problemes de corrosió.

Si s'observa la Figura 4.1, en destaquen dos trets característics:

- La forma en S limita la màxima concentració d'HCl en l'absorció en condicions d'ebullició, a concentracions no superiors al 35 % en massa (21 % mol) a pressió atmosfèrica.
- L'azeòtrop (11.1 % mol), en aquest cas al tractar-se d'una absorció, la corba d'operació queda en tot moment per damunt de la corba d'equilibri, Figura 11.1, això fa que aquest no tingui cap efecte en l'operació. Per altra banda si es realitzés una destil·lació, es necessitarien dues columnes a pressions diferents per poder-ne eliminar els seus efectes, ja que amb una destil·lació simple no es pot sobrepassar la concentració azeotròpica.

L'equilibri de la Figura 4.1 està descrit segons el model proposat per Todd Brandes (ref. 2), mètode semi-empíric, basat en la Llei de Raoult modificada, tot utilitzant pseudo-pressions de vapor.

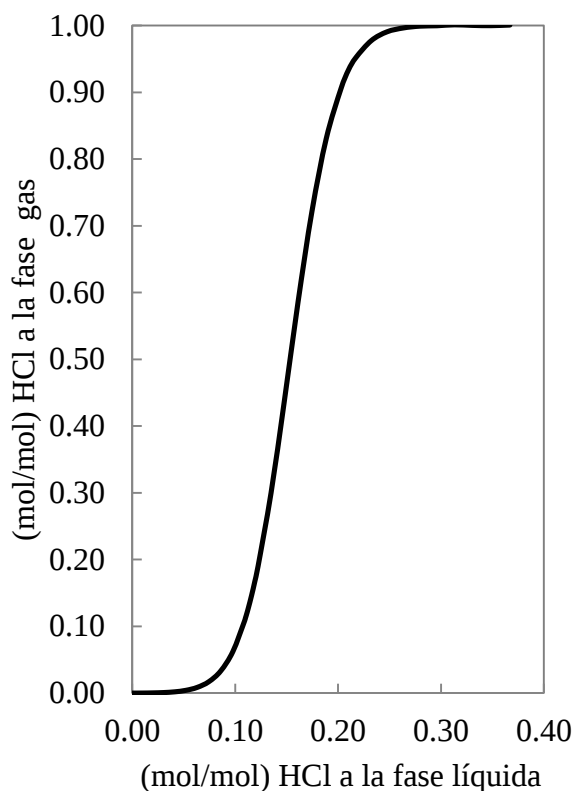


Figura 4.1. Equilibri LV del sistema aigua hidruro de clor a 1 atm.

4.2.1.2. Selecció de l'alternativa

Segons les alternatives que es presenten a l'Apartat 2.4, s'ha optat per fer un *revamping* de la columna que *Bayer* disposa actualment. D'aquesta manera, es pretén aprofitar els equips actuals i implementar aquells que siguin necessaris per a la nova instal·lació.

Les dues alternatives estudiades són:

- Augmentar l'alçada del rebliment, denominat absorció simple.
- Extreure líquid de la columna, refredar-lo i introduir-lo en una de les etapes superiors, denominat com *pumparound*.

Per tal d'aprofitar l'estructura de suport de la columna existent en la mesura del possible, els dissenys plantejats presenten la mateixa secció.

La primera configuració requereix un increment significatiu de l'alçada de rebliment per tal d'assolir una concertació del 35 %. En aquesta, una lleugera variació de les condicions d'operació, com per exemple temperatures del solvent (més elevades a l'estiu), o un embrutiment de l'empaquetament impedirien mantenir el nivell de concentració desitjat.

Per altra banda, amb el segon mètode, gairebé amb les mateixes dimensions de la columna actual, s'han aconseguit concentracions del 36 % amb molta facilitat, fet el qual fa que el sistema en si sigui més robust. És per això que, l'equip d'enginyers ha considerat desenvolupar-la amb més detall.

4.2.1.3. Modelització del sistema

L'absorció pot ser modelitzada bàsicament de dues maneres: mitjançant un mètode gràfic (ref. 3) o amb mètodes algebriks complexos.

4.2.1.3.1. Mètode gràfic de disseny

Consisteix en la construcció d'un diagrama xy d'equilibri i una corba d'operació. És de fàcil aplicació i de força utilitat, ja que permet obtenir una idea general de certs paràmetres del sistema, els quals poden ser utilitzats a posteriori com a valor inicial en càlculs més complexos.

Malauradament, ofereix bons resultats per sistemes d'intercanvi d'un sol solut entre un solvent inert i un gas inert. En el sistema HCl-H₂O aquest requisit no es compleix, ja que el gas inicialment és tot HCl, és a dir el solut, i part del solvent (H₂O) s'evapora al llarg de la columna.

Tot i això, s'han pres un seguit de suposicions, detallades a l'Annex 11.1.1, a fi de poder realitzar-ne una modelització preliminar, Figura 11.1, amb els següents resultats:

Taula 4.1. Valors extrets de la modelització gràfica.

Paràmetre	Valor
Cabal d'aigua a l'entrada (kg/h)	24640
Cabal d'HCl a l'entrada (kg/h)	9977
Cabal de vapor a la sortida (kg/h)	6110
Cabal d'àcid a la sortida (kg/h)	28506
Concentració de l'àcid (% w/w)	35
Nombre d'etapes teòriques	8

4.2.1.3.2. Mètodes algebrics complexes

En aquest cas, es tenen en compte els balanços de matèria i energia per a cada etapa d'equilibri. És un mètode que ofereix millors resultats però és de major complexitat. L'equip d'enginyers encarregat del disseny ha optat per l'ús del software d'enginyeria *Aspen + v.8*, capaç de simular equips de forma rigorosa amb gran varietat de compostos interactuant entre ells. A l'Annex 11.1.2 es mostra amb gran detall la justificació de la selecció dels diferents paràmetres informàtics utilitzat en la simulació. A la Taula 4.2 es mostren els paràmetres més rellevants per a dur a terme la simulació.

Aspen + a més de ser capaç de processar càlculs complexes, té l'avantatge que disposa d'una gran base de les propietats dels compostos i també en disposa de la majoria d'empaquetaments disponibles al mercat. Conté factors d'empaquetament per diferents mides, materials i correlacions per calcular-ne la caiguda de pressió.

Principalment, l'ús del simulador permet optimitzar al màxim les condicions d'operació de l'equip, com serien:

- El cabal, temperatura i pressió de l'aigua de servei.
- Pressió d'operació.
- Nombre d'etapes.
- Etapa d'extracció i reintroducció del líquid en el cas del *pumparound*.

Taula 4.2. Paràmetres més rellevants per les diferents simulacions.

Compostos presents en el sistema	HCl, H ₂ O i N ₂
Model termodinàmic	<i>eNRTL-RK</i>
Compostos d' <i>Henry</i>	HCl i N ₂
Model de simulació de l'equip	<i>RadFrac</i>
Model de convergència de l'equip	<i>solucions liquides altament no ideals</i>

4.2.1.4. Selecció de les condicions d'operació de la columna pel *pumparound*

Un cop estudiades les diferents configuracions possibles pel *pumparound* i els efectes de les diferents condicions d'operació, Annex 11.1.3.7, s'han escollit les següents condicions d'operació, les quals es mostren a la Taula 4.3. Aquestes condicions d'operació s'han dissenyat a partir de les condicions normals a l'estiu que és quan les temperatures seran més elevades i l'absorció perd eficiència.

Aquest sistema isotèrmic permet aconseguir concentracions d'HCl superiors al 36 % en massa, marge de concentració que garanteix el compliment dels requisits marcats pel client quan l'eficiència de l'operació disminueix.

Taula 4.3. Resum de les condicions d'operació de la columna.

Paràmetre	Valor
Entrada cabal d'aigua al cap (kg/h)	17600
Entrada cabal re-circulat al cap (kg/h)	5440
Sortida cabal de vapor al cap (kg/h)	5470
Cabal del <i>pumparound</i> (kg/h)	15500
Entrada cabal d'HCl fons (kg/h)	5440
Sortida cabal d'àcid al fons (kg/h)	27600
Concentració de l'àcid al fons (% w)	36.1
Pressió al fons de la columna (bar _a)	1.11

A l'Annex 11.1.3.7 es mostra l'evolució gràfica de la temperatura, les concentracions d'HCl a les dues fases i els cabals interns de la columna.

4.2.1.4.1. Fluctuacions en la producció

Com que la producció d'HCl està determinada per la de MDI, si la demanda del segon augmenta o disminueix també ho farà el primer. Així doncs, s'ha estudiat quin seria el comportament de la columna per ambdós canvis en la producció.

- Si la producció MDI disminueix, anomenat *turndown*, no s'ha detectat cap incongruència en el sistema i es pot disminuir la producció gairebé un 90 %.
- Si augmenta, la columna és capaç de treballar correctament fins a un augment del 7 % de la producció actual, ja que amb càrregues superiors a aquesta hi ha problemes d'inundació de la columna, al distribuïdor superior del *pumparound*.

4.2.1.5. Dimensionament de la columna

Un cop s'han obtingut les condicions d'operació que permeten obtenir la concentració d'àcid desitjada, el següent pas és dimensionar la hidrodinàmica i la part mecànica de la columna.

4.2.1.5.1. Empaquetament

La selecció del tipus d'empaquetament en l'absorció és clau, ja que proporciona la superfície de contacte entre les dues fases. Bàsicament existeixen dos tipus d'empaquetaments: els aleatoris i els estructurats.

En aquest estudi s'ha rebutjat d'entrada realitzar una anàlisi d'empaquetaments aleatoris, ja que aquests presenten coeficients globals de transferència de massa menors als estructurats, això es degut a que els estructurats presenten major superfície de contacte entre fases.

La selecció dels possibles tipus d'empaquetament s'ha fet tenint en compte els requisits detallats a l'Annex 11.1.4, els quals garanteixen unes prestacions òptimes d'aquests. A més, és indispensable que aquests siguin de materials plàstics (PP, PVDF, PTFE...) per evitar problemes severos de corrosió.

Aspen + ha sigut una eina de càlcul molt útil a l'hora de realitzar els estudis, ja que és capaç de processar càlculs per líquid *holdup* per l'absorció de gasos i per calcular la pèrdua de càrrega generada per l'empaquetament utilitza correlacions de Stichmair i pels empaquetaments de *Sulzer* utilitza les correlacions subministrades per aquest.

L'estudi ha estat realitzat sobre empaquetaments de *Sulzer* i *Koch-Glitsch*, característiques dels quals es troben detallades a la Taula 11.6:

- *Mellapak 250Y*.
- *Flexipac 2Y*.

Amb la incorporació del *pumparound*, el cabal intern de líquid en les etapes 13 i 14 és aproximadament el doble (tal i com es mostra a la Figura 11.16), fet que requereix augmentar el diàmetre intern de la columna en 20 cm.

Tal i com es mostra a l'Annex 11.1.5.1, tant la caiguda de pressió a la columna com l'energia a extreure al bescanviador 08W03 és superior en el *Flexipac 2Y*, cosa que fa que el *Mellapak 250Y* tingui un menor cost d'operació.

L'empaquetament serà de polipropilè a la gran part de la columna, ja que aquest és més econòmic, però a les zones més pròximes al cap on hi ha perill que es puguin superar els 110 °C, el material escollit serà de PVDF, que disposa d'una millor resistència tèrmica.

Taula 4.4. Resum dels valors obtinguts del dimensionament.

Paràmetre	Especificació
Tipus d'empaquetament	<i>Mellapack 250 Y</i>
Nombre d'etapes teòriques	15
HETP etapes 1-7 (mm)	372
Altura de l'empaquetament etapes 1-7 (m)	2.61
Diàmetre intern etapes 1-12 (m)	1.50
HETP etapes 8-12 (mm)	364
Altura de l'empaquetament etapes 8-12 (m)	1.82
Diàmetre intern etapes 13-15 (m)	1.50
HETP etapes 13-15 (mm)	340
Altura de l'empaquetament etapes 13-15 (m)	1.02
Diàmetre intern de la secció (m)	1.70
Material de les etapes 1-4	PVDF
Material de les etapes 4-15	PP
Temperatura etapa 1 (°C)	104
Temperatura etapa 15 (°C)	58.8
Temperatura màxima (°C)	112
Caiguda de pressió mitjana (mbar/m)	0.716
Pressió etapa 1 (bar _a)	1.107
Pressió etapa 15 (bar _a)	1.114
<i>Pumparound</i>	
Secció 1 (etapes de la X a la Y)	1-12
Secció 2(etapes de la X a la Y)	13-14
Secció 3(etapes de la X a la Y)	15

4.2.1.5.2. Selecció dels plats repartidors i del col·lector de líquid

Només és possible assolir el màxim rendiment d'una columna si a part de disposar d'un bon disseny del procés es disposa dels millors components interns, els quals garanteixen una correcta hidrodinàmica de la columna. El plat repartidor és l'element encarregat d'una repartició uniforme del cabal líquid d'entrada. D'aquesta manera s'intenta garantir la uniformitat de la superfície humida en tota la columna i conseqüentment evitar conductes preferencials del líquid.

S'ha decidit utilitzar el mateix proveïdor per l'empaquetament que pel plat repartidor, *Sulzer*, el qual en disposa amb els mateixos materials que l'empaquetament.

El líquid es descarrega a través de forats al fons del canal en lloc de lateralment contra un deflector vertical. Utilitza tubs al costat dels canals en lloc de forats en el fons del canal per distribuir el líquid sobre l'empaquetament.

Donat que el disseny del plat ve marcat pel fabricant, l'únic paràmetre a determinar és la densitat de forats i el seu diàmetre. A partir de la càrrega del líquid a suportar per cada plat i una densitat d'aproximadament 160 forat per m^2 , els forats dels plats tindran un diàmetre de 4 mm, tal i com es detalla a l'Annex 11.1.5.2.

El diàmetre dels plats és 10 cm més petit que el diàmetre intern de la seva secció de la columna per facilitar les tasques de manteniment als operaris. A la Taula 4.5, Taula 4.6 i Taula 4.7 es detallen les característiques i els paràmetres més rellevants de cada plat.

Taula 4.5. Paràmetres rellevants del dimensionament del plat repartidor del cap.

Paràmetre	Especificació
Densitat de forats ($1/m^2$)	160
Diàmetre dels forats (mm)	4
Diàmetre del plat repartidor (m)	1.4
Material de fabricació	PVDF
Cabal a repartir (m^3/h)	23.2
Càrrega de líquid (m^3/m^2h)	15.1

Taula 4.6. Paràmetres rellevants del dimensionament del plat repartidor sobre *pumparound*.

Paràmetre	Especificació
Densitat de forats ($1/m^2$)	160
Diàmetre dels forats (mm)	4
Diàmetre del plat repartidor (m)	1.6
Material de fabricació	PP
Cabal a repartir (m^3/h)	37.28
Càrrega de líquid (m^3/m^2h)	18.6

Taula 4.7. Paràmetres rellevants del dimensionament del plat repartidor sota *pumparound*.

Paràmetre	Especificació
Densitat de forats ($1/m^2$)	160
Diàmetre dels forats (mm)	4
Diàmetre del plat repartidor (m)	1.6
Material de fabricació	PP
Cabal a repartir (m^3/h)	37.28
Càrrega de líquid (m^3/m^2h)	11.8

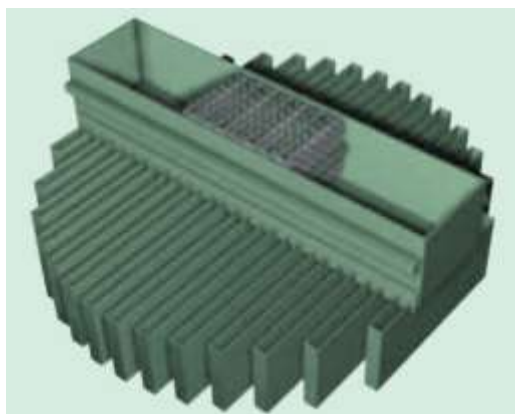


Figura 4.2. Representació gràfica de com seria el plat repartidor de la columna 08K01.

El col·lector utilitzat es suporta sobre un caneló anular soldat a la columna, tal i com es mostra a la Figura 4.4. D'aquesta manera es permet acumular el líquid a l'interior de la columna. La caiguda de pressió d'aquest és negligible. Es tracta del model SL de *Sulzer*.

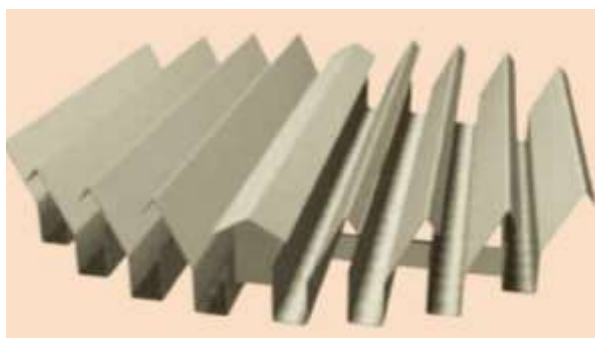


Figura 4.3. Representació gràfica de com seria el col·lector de la columna 08K01.



Figura 4.4. Detall de com s'aguanta el col·lector dins de la columna 08K01.

4.2.1.5.3. Separadors i reixa *hold-down*

L'empaquetament de la columna està disposat en tres trams de 4.43, 0.68 i 0.34 m. Les tres seccions es sostenen sobre col·lectors de grafit, concretament de *Diabon®*. En aquest cas, no es poden fer d'acer revestit de PTFE ja que no se'n fabriquen a un preu competitiu.

Pel que a fa al líquid *hold-down*, tal i com es recomana per Kister (ref. 7), com que la columna disposa d'un diàmetre petit, no és necessari de la seva utilització en el cas d'empaquetaments estructurats.



Figura 4.5. Graella per a la columna 08K01.

4.2.1.5.4. Inlets de la columna

Durant la preparació de l'especificació de la columna, el mètode d'alimentació de la columna i l'eliminació de gasos no s'han de passar per alt. Són tant importants com la selecció de l'empaquetament i dels *internals* adequats per la columna.

Per l'alimentació líquida, s'ha seleccionat el *LV inlet*, ja que es recomanat per alimentacions 100 % líquides i per columnes petites.



Figura 4.6. Representació gràfica del tipus d'entrada pel líquid a la columna.

Per l'alimentació del clorur d'hidrogen, s'ha optat per una alimentació simple sense placa de xoc ja que es descarta que amb el gas hi pugui entrar la quantitat suficient de líquid, la qual pugui danyar la columna per erosió.



Figura 4.7. Representació gràfica del tipus d'entrada pel gas a la columna.

4.2.1.5.5. Selecció del material de la columna

La selecció dels materials és fonamental per evitar greus problemes de corrosió, aquest problemes poden ser causats si els materials escollits no són compatibles amb el clorur d'hidrogen, producte altament corrosiu pels metalls.

Existeixen tres tecnologies (ref. 4 i 5) de construcció de les columnes que ofereixen bones prestacions gràcies a que disposen d'una bona resistència química i tèrmica:

- *KERA*®, subministrat per *Steuler KCH*.
- *Diabon*® subministrat per *SGL Group*.

- *LICUFLON[®]* subministrat per *SGL Group*.

No ha sigut fins als darrers anys que s'ha pogut aplicar amb bons resultats l'última de les tres. Aquesta és capaç de revestir les parets d'equips fets d'acer amb fluoro-polímers, com el PTFE àmpliament conegut com *Teflon[®]*, amb recobriment exterior de resina de polièster i fibra de vidre. En resum, combina la bona resistència a la corrosió per part del PTFE i la resistència mecànica de l'acer.

L'equip d'enginyers ha escollit fer la columna de *LICUFLON[®]*, ja que s'ha comprovat en les mateixes instal·lacions de *Bayer* que aquesta opció disposa d'una durabilitat molt superior a les altres dues i a més és més econòmica i requereix de menys manteniment. Per més detall de les dues descartades, consultar l'Annex 11.1.6.4.

La tecnologia *LICUFLON[®]* combina la resistència a la corrosió del PTFE amb la resistència mecànica de l'acer. El politetrafluoruretilè modificat (PTFE) és capaç de suportar la majoria de medis (en especial els dissolvents clorats) amb un rang de -40 °C a 260 °C. El PTFE no contamina el procés, a més, disposa d'excel·lents propietats antiadherents i resistència a la corrosió i redueix dràsticament el risc al dany degut al xoc tèrmic. La variació de la temperatura no afecta a la resistència química i té una excel·lent resistència a impacte a temperatures baixes. Degut a les seves propietats antiadherents del fluoro-plàstic no acumula fouling.

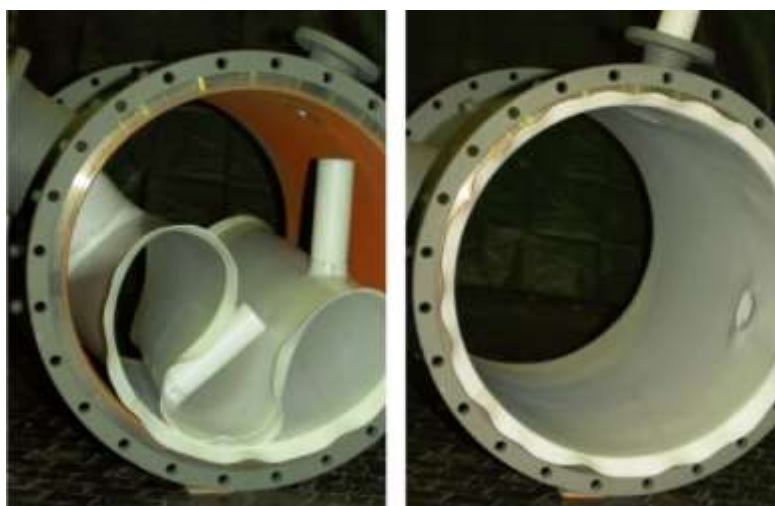


Figura 4.8. Muntatge del revestiment de PTFE en una columna d'absorció d'acer.

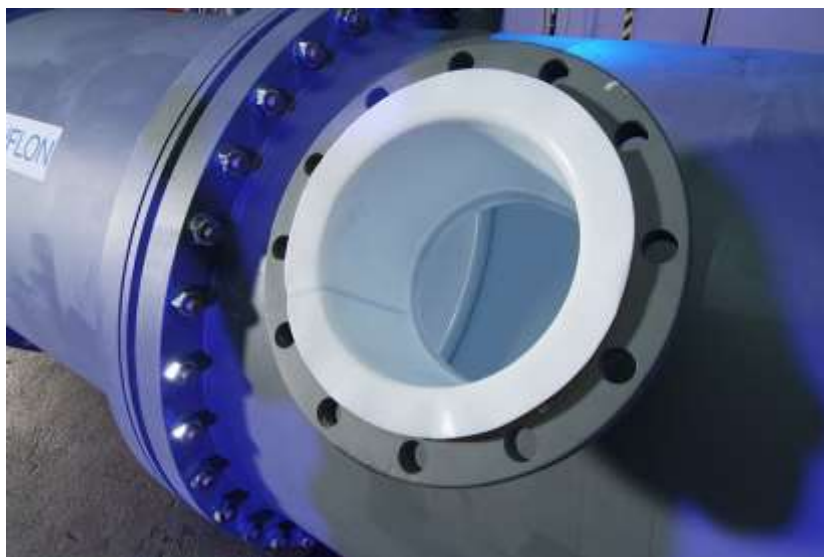


Figura 4.9. Detall d'una brida de la columna amb la tecnologia LICUFLON[®].

4.2.1.5.6. Determinació del gruix de la columna

Coneixent el tipus de tecnologia que s'utilitzarà per fer l'esquelet de la columna, se'n pot determinar el gruix. Per fer-ho s'ha seguit la metodologia segons Megyesy (ref. 6), que correspon al codi ASME.

El disseny s'ha fet sota els següents criteris (a l'Annex 11.1.6.5 es detalla el càlcul):

- El gruix serà constant per qualsevol secció de la columna.
- La columna està dissenyada per buit total amb una temperatura de 130 °C.
- El disseny es fa sobre la secció cilíndrica de 1.7 m de diàmetre, ja que és la més dèbil de l'equip.
- No s'ha tingut en compte la resistència del *lining* de 4.0 mm ni del revestiment exterior de 2.0 mm.
- L'acer al carboni emprat és 10028-5 P355ML, el qual és adequat per temperatures moderades.

Així doncs, el gruix d'acer resultant és de 10 mm. Amb aquest gruix es garanteix que l'equip aguantarà condicions de buit total pel cas de pressió externa i per pressió interna aguantarà 44.1 bar_g. Ara bé, com que no s'espera que l'equip sofreixi variacions de pressió significatives, es legalitzarà a 0.5 bar_g. D'aquesta manera queda fora del *Reial Decret* 2060/2008 i s'evita gran nombre de tasques administratives i les inspeccions periòdiques pertinents.

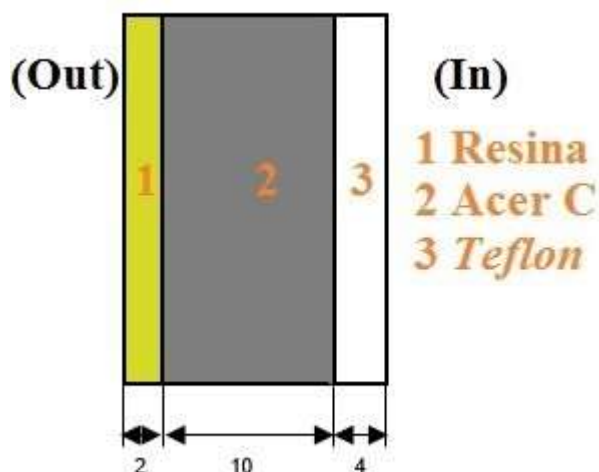


Figura 4.10. Disposició dels materials de la columna 08K01 i el pertinent gruix en mil·límetres.

Per més detall de la construcció de la columna consular l'Apartat 4.4.1

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

Referenciat al TFG_1501_mariorodríguez.

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

Referenciat al TFG_1501_mariorodríguez.

4.3. **Llistats**

4.3.1. **Llistat de canonades**

SD: Polipropilè; SP: Polifluorur de vinilidè; BD: Acer al carboni; W130: Llana de vidre

Taula 4.8. 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	1		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

¹ Canonada no accessible al personal.



Taula 4.8. (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	Gruix Aïllament (mm)	Diàmetre intern (mm)	Gruix (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 4.9. 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 4.9. (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 4.9. (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 4.10. 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

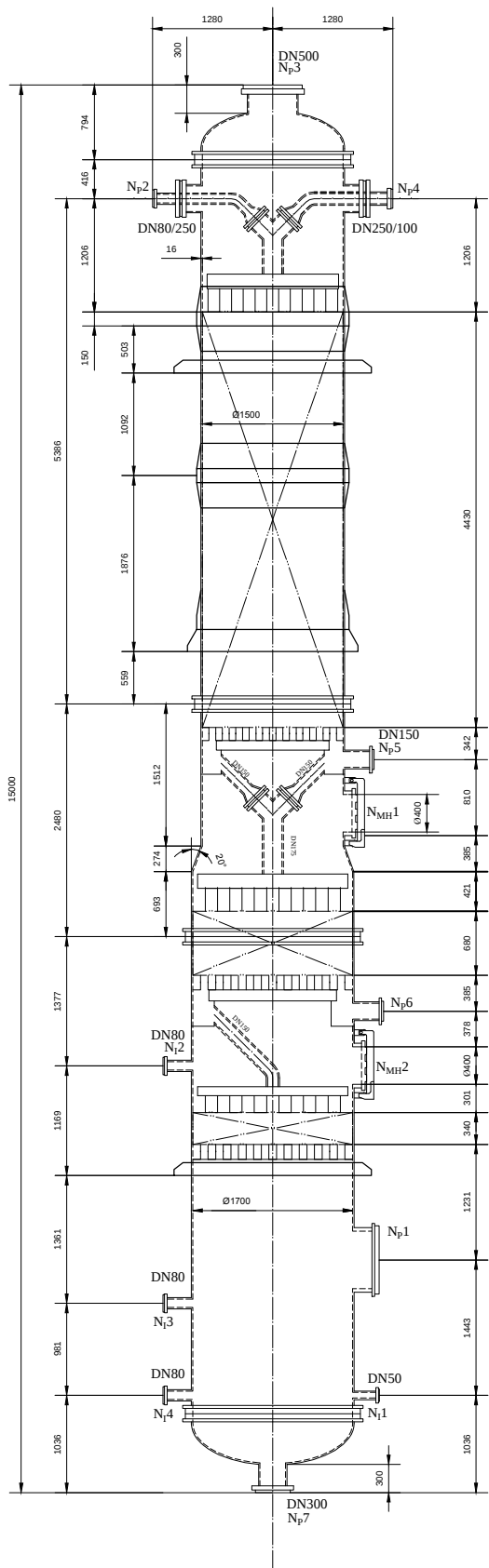
Taula 4.11. Llistat d'equips.

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

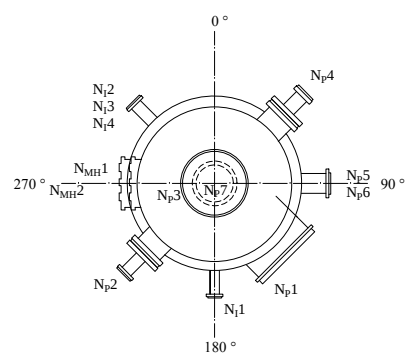


1	PROJECTE		Revamping		ESPECIFICACIÓ Columna 08K01			Nº		50 /128			
2								Nº FULLA		1 de 4			
3	EMPRESA		Bayer MS					DATA		11-05-15			
4	FÀBRICA		MDI					FET PER		Rocamora S			
5	PLANTA		Vila-Seca		BAYER MaterialSciene SL			REVISAT PER		Crusells J			
6								APROBAT PER					
7	ÍTEM		08K01					Nº UNITATS		1			
8	SERVEI		Absorció HCl amb aigua.										
9	OPERACIÓ	DESCRIPCIÓ		Absorció d'HCl amb aigua									
10		PRODUCTE		HCl líquid al 36 % en massa.									
11		TEMPERATURA		58.80 °C									
12		PRESSIÓ		82.90 mbar _g									
13		DENSITAT		1,160.00 kg/m ³									
14	CONSTRUCCIÓ	DIMENSIONS	DIÀMETRES		1.5 i 1.7 m		DISENY I PROBA	CODI	EN 13445				
15			ALTURA		15.00 m								
16			GRUIX		37.00 mm								
17		FONS	SUPERIOR		El·líptic 2:1			TEMP. (°C)	MÀX		130		
18			INFERIOR		El·líptic 2:1				MÍN		-10		
19		VOL. / PES	VOL. REBL		11.05 m ³			PRESSIÓ (bar _g)	MÀX		0.5		
20			VOL. TOTAL		29.10 m ³				MÍN		-0.5		
21			PES		10700 kg				GRUIX DE CORROSIÓ		- mm		
22		INSTAL·LACIÓ		SGL Group				EFICIÈNCIA DE SOLDADURA		1			
23		AILLAMENT		-				Alleujament de tensions		Vibracions			
24		RESINA PROTECTORA		Resina poliester i fibra de vidre				RADIOGRAFIAT		Totalment			
25													
26	MATERIALS				DESCRIPCIÓ								
27		CARCASSA			Acer al carboni 10028-5 P355ML								
28		FONS			Acer al carboni 10028-5 P355ML								
29		REVESTIMENT INTERN			Teflon® NXT 70								
30		REVESTIMENT EXTERN			Resina poliester i fibra de vidre								
31		CARGOLS			Acer al carboni								
32		SOPORTS PELS INTERNS			Acer al carboni 10028-5 P355ML de Teflon® NXT 70								
33		JUNTES INTERIOR			Teflon® NXT 70								
34		JUNTES EXTERNAS			Teflon® NXT 70								
35		SOPORTS EXTERIORS			Acer al carboni 10028-5 P355ML								
36		INTERNS - REBLIMENT			Teflon® NXT 70								
37		INTERNS - suports reblliment			Diabon®								
38	Nozzels	DESCRIPCIÓ		Nº ID		SERVEI		DN		Norma DIN		PRESS DISSENY (bar _g)	
39		TI08K01.1		I1		Indicador de temperatura al fons		50		2501		10.0	
40		PT08K01.1		I2		Transmissor de temperatura		80		2501		10.0	
41		LT08K01		I3		Nivell deferència de pressió		80		2501		10.0	
42				I4		Nivell diferència de pressió		80		2501		10.0	
43		P-08R01-300-1SP		P1		Entrada HCl		600		2501		10.0	
44		P-08R07-80-10SP		P2		H2O absorció		80 / 250		2501		10.0	
45		P-08R08-500-1SP		P3		Vapor generat		500		2501		10.0	
46		P-08R13-100-10SP		P4		Recicle		100 / 250		2501		10.0	
47		P-08R17-150-10SP		P5		Pumparound inlet		150		2501		10.0	
48	P-08R14-150-10SP		P6		Pumparound outlet		150		2501		10.0		
49	P-08R02-300-10SP		P7		Àcid		300		2501		10.0		
50	Altres	DESCRIPCIÓ		Nº ID		SERVEI		Diametre intern (mm)		PRESS DISSENY (barg)			
51		Boca home 1		MH1		Boca d'home		400		10.0			
52		Boca home 2		MH2		Boca d'home		400		10.0			
53	NOTES	Pressió de prova hidràulica 0.65 bar _g											
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													

1	PROJECTE	Revamping	ESPECIFICACIÓ	Nº	51 /128
2				Nº FULLA	2 de 4
3	EMPRESA	Bay er MS		DATA	11-05-15
4	FÀBRICA	MDI		FET PER	Rocamora S
5	PLANTA	Vila-Seca	BAYER MaterialSciene SL	REVISAT PER	Crusells J
6				APROBAT PER	0.00
7	ÍTEM	08K01		Nº UNITATS	1
8	SERVEI	Absorció HCl amb aigua.			



CAP
EL·LÍPTIC 2:1



CAP
EL·LÍPTIC 2:1

1	PROJECTE	Revamping	ESPECIFICACIÓ						Nº		52 /128	
2									Nº FULLA		3 de 4	
3	EMPRESA	Bayer MS							DATA		11-05-15	
4	FÀBRICA	MDI							FET PER		Rocamora S	
5	PLANTA	Vila-Seca	BAYER MaterialSciene SL						REVISAT PER		Crusells J	
6									APROBAT PER		0.00	
7	ÍTEM	08K01							Nº UNITATS		1	
8	SERVEI	Absorció HCl amb aigua.										
9	Seccions											
10	LLIT		1			2			3			
11	NOMBRE D'ETAPES TEÒRIQUES		8			5			3			
12	REBLIMENT		MellaPack 250 Y			MellaPack 250 Y			MellaPack 250 Y			
13	DIÀMETRE INTERN COLUMNA (mm)		1500			1500			1700			
14	Caigua de pressió (mbar/m)		0.822			0.684			0.462			
15	ALTURA TOTAL REBLIMENT (mm)		2610			1820			1020			
16	HETP (mm)		370			360			340			
17												
18												
19	CONDICIONES OPERACIÓN											
20	LÍQUID	CABAL (kg/h)	25900			26700			42900			
21		DENSITAT (kg/m³)	1075			1124			1154			
22		VISCOSITAT (cP)	0.49			0.71			1.01			
23		TENS. SUPERF. (mN/m)	74.0			81.8			86.9			
24		PRESSIÓ (mbar)	79.3			81.4			82.6			
25		TEMPERATURA (°C)	112			85			67			
26	VAPOR	CABAL (kg/h)	8290			9130			9770			
27		DENSITAT (kg/m³)	1			1			1			
28		VISCOSITAT (cP)	0			0			0			
29		PRESSIÓ (mbar)	79.3			81.4			82.6			
30		TEMPERATURA (°C)	112			85.2			65.1			
31	RANG D'OPERACIÓ		0.34			1.00			0.26			
32	Càrrega de líquid (m³/m²h)		14.0			13.5			14.4			
33	Factor F (Pa ^{0.5})		1.39			1.26			0.98			
34	ESPUMA - SYSTEM FACTOR		7			1			2			
35	MATERIAL	COLUMNA (COS)	Acer al Carboni			Acer al Carboni			Acer al Carboni			
36		REBLIMENT	PVDF i PP			PP (polipropilè)			PP			
37		DISTRIBUIDORS	PVDF			PP			PP			
38		SOPORTS	Lining PP			Lining PP			Lining PP			
39		ALTRES	0			0			0			
40												
41												
42												
43												
44			IN	IN	OUT	IN	IN	OUT	OUT			
45	Nº ID		P-08R01-300-1SP	P-08R07-80-10SP	P-08R08-500-1SP	P-08R13-100-10SP	P-08R17-150-10SP	P-08R14-150-10SP	P-08R02-300-10SP			
49	SERVEI		HCl	Aigua	Vapor	Reflux	Pumparò und	Pumparò und	Àcid			
51	BRIDA		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7			
52	FASE		V	L	V	L	L	L	L			
53	TEMPERATURA	°C	6.00	35.0	105	30.5	35.0	65.1	58.8			
54	PRESSIÓ	bara	1.11	5.00	1.09	1.09	1.12	1.11	1.10			
55	FRAC LÍQ.		0.0	100	0.0	100	100	100	100			
56	CABAL MOLAR	kmol/h	274	978	301	300	708	708	1251			
57	CABAL MÀSSIC	kg/h	10000	17600	5430	5410	15500	15500	27600			
58	CABAL VOLUMÈTRIC	m3/h	17.7	8470	5.43	13.3	13.3	23.8	8450			
59	DENSITAT	kg/m3	1.78	994	0.64	996	1170	1170	1160			
60	CP	J/kg°C	807	4178	1906	4165	2400	2400	2409			
61	VISCOSIDAD	cP	0.014	0.648	0.013	0.700	1.525	1.525	1.097			
62	TENSIÓN SUPERFICIAL	N/m	-	0.071	-	0.072	0.090	0.090	0.088			
63	PESO MOLECULAR	g/mol	36.4	18.0	18.1	18.0	21.9	21.9	22.0			
64	SÓLIDS		No	No	No	No	No	No	No			
65												
66												
67												
68												
69												
70												

PROJECTE	Revamping	ESPECIFICACIÓ Columna 08K01	Nº	53 /128
EMPRESA	Bayer MS		Nº FULLA	4 de 4
FÀBRICA	MDI		DATA	11-05-15
PLANTA	Vila-Seca		FET PER	Rocamora S
ÍTEM	08K01	BAYER MaterialSciene SL	REVISAT PER	Crusells J
SERVEI	Absorció HCl amb aigua.		APROBAT PER	0.00
			Nº UNITATS	1

PARÀMETRES HIDRÀULICS

Etap	Liquid Cabal Màsic	Vapor Cabal Màsic	Liquid Cabal Volum.	Vapor Cabal Volum.	Liquid Pes Molecular	Vapor Pes Molecular	Liquid Densitat	Vapor Densitat	Liquid Viscositat	Vapor Viscositat	Tensió Superficial
	kg/h	kg/h	m3/h	m3/h			kg/m3	kg/m3	cP	cP	0
1	25882	8290	26.1	11599	18.7	20.5	992	1	0.299	0.014	61.9
2	26515	8924	25.3	9614	20.1	26.2	1048	1	0.376	0.016	69.4
3	26714	9122	24.8	8701	20.7	29.2	1077	1	0.458	0.017	73.9
4	26729	9137	24.5	8200	21.0	30.7	1091	1	0.518	0.017	76.4
5	26726	9134	24.3	7897	21.1	31.5	1100	1	0.560	0.017	77.8
6	26723	9131	24.2	7686	21.2	32.2	1106	1	0.593	0.017	78.8
7	26720	9129	24.1	7520	21.3	32.7	1111	1	0.621	0.017	79.6
8	26719	9128	24.0	7374	21.3	33.1	1115	1	0.646	0.017	80.3
9	26719	9128	23.9	7232	21.4	33.5	1119	1	0.672	0.017	80.9
10	26721	9129	23.8	7075	21.5	34.0	1123	1	0.702	0.017	81.6
11	26727	9135	23.7	6878	21.5	34.5	1128	1	0.741	0.017	82.5
12	26746	9155	23.6	6561	21.6	35.3	1135	1	0.802	0.017	83.7
13	42857	9766	37.3	6950	21.9	35.4	1150	1	0.947	0.016	86.1
14	42882	9791	37.2	6771	21.9	35.8	1152	1	0.973	0.016	86.5
15	27592	10000	23.8	5695	22.0	36.4	1161	2	1.097	0.014	88.1

VALORS K=Y/X

Etap	K=Y/X		
	HCl	H2O	Altres
1	0.02	1.04	5024
2	1.17	0.98	2406
3	3.04	0.65	3042
4	3.77	0.47	3495
5	4.08	0.38	3811
6	4.25	0.32	4053
7	4.34	0.28	4258
8	4.41	0.25	4447
9	4.46	0.22	4642
10	4.50	0.19	4865
11	4.54	0.16	5157
12	4.55	0.13	5626
13	4.50	0.08	6722
14	4.48	0.07	6903
15	4.39	0.05	7759

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 %

58-128

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.		



Diseño de una absorción de gas HCl en agua, apto para conseguir

una concentración de ácido clorhídrico en peso >35 %

59-128

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.		



Diseño de una absorción de gas HCl en agua, apto para conseguir

una concentración de ácido clorhídrico en peso >35 %

60-128

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 scrubbers 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 scrubbers. 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 barg, 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 més pressió a la columna 08K01.	Ídem més pressió a la columna 08K01.		
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 %

63-128

Paraula guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Respostes del sistema	Accions a emprendre
No	Utilities	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 mostra 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 amoníaco, 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.

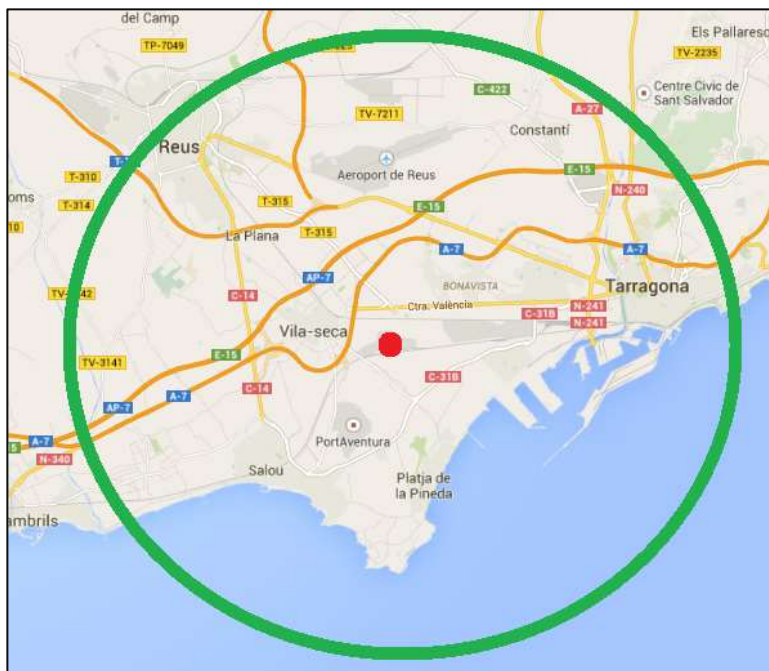


Figura 6.1. Zona de la qual es realitza la descripció del medi.

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 0, 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 6.7. (Cont) Resum de la caracterització dels diferents impactes.

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 és 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 (fosc), 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. Disseny de la columna 08K01

11.1.1. Modelització gràfica de la columna

Per poder aplicar aquest mètode s'han dut a terme les següents suposicions per l'elaboració de la corba d'operació, perquè el seu comportament sigui més similar a la realitat:

- L'HCl s'absorbeix totalment.
- L'absorció es produeix a un cabal constant al llarg de la columna.
- La quantitat d'aigua evaporada s'obté a partir de la quantitat evaporada per la columna del 32 % multiplicada per un factor de 35/32.
- No es consideren la influència dels compostos minoritaris.
- La pressió es manté constant a 1 atm.
- L'equilibri líquid-vapor és el predit amb el mètode de Todd Brandes.

Taula 11.1. Valors obtinguts per l'elaboració de la corba d'operació.

	HCl _(g)	HCl _(l)	H ₂ O _(g)	H ₂ O _(l)	HCl _(g)	HCl _(l)	H ₂ O _(g)	H ₂ O _(l)
	(kmol/h)				(mol/mol)			
Fons	273	273	0.00	1029	0.210	1.000	0.790	0.000
	220	220	66.3	1095	0.167	0.769	0.833	0.231
	166	166	133	1162	0.125	0.555	0.875	0.445
	112	112	200	1229	0.084	0.359	0.916	0.641
	58.2	58.9	267	1296	0.043	0.179	0.957	0.821
	4.32	4.32	334	1363	0.003	0.013	0.997	0.987
Cap	0.00	0.00	339	1368	0.000	0.000	1.000	1.000

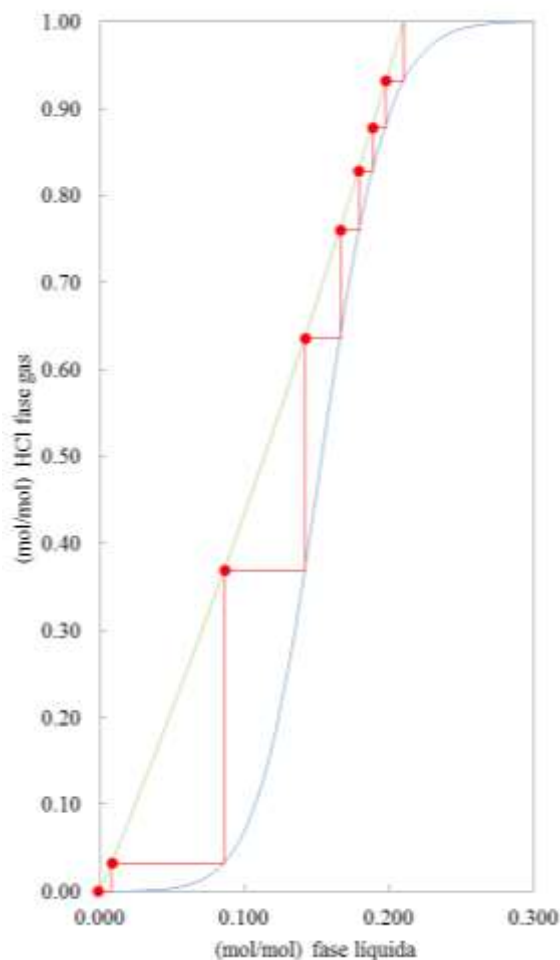


Figura 11.1. Representació gràfica del nombre d'etapes teòriques pel sistema clorur d'hidrogen aigua a pressió atmosfèrica. Corba d'equilibri (1 atm) ———, corba d'operació ——— i etapes d'equilibri ● ———.

11.1.2. Simulació de la columna d'absorció amb Aspen+ 8.0

El simulador *Aspen+ 8.0* permet dimensionar la columna d'absorció d'àcid clorhídric en estat estacionari. A continuació s'explicaran les condicions que s'han utilitzat en aquest *software* per tal d'aconseguir que els resultats siguin els que s'obtingran en el moment d'operació de la columna. Cal remarcar d'entrada, que l'absorció d'HCl en aigua disposa de certa complexitat per convergir adequadament.

11.1.2.1. Propietats

Els compostos que es tracten en el sistema són l'aigua, el clorur d'hidrogen i el nitrogen. Aquest nitrogen representa que són els gasos incondensables com el CO, CO₂ i

fosgè, per facilitar el càlcul a l'hora d'obtenir la convergència del sistema. Altres compostos com el monoclorbenzè no s'han inclòs al sistema, ja que la seva presència provocava la no convergència dels balanços. El clorur d'hidrogen i el nitrogen s'han tractat com a composts d'Henry degut a aquests es troben en forma de gasos i segueixen la llei d'Henry.

Com que els compostos a tractar formen una mescla electrolítica on les interaccions entre ions són molt fortes i que resulten difícils de descriure amb els models teòrics simples. El mètode escollit per fer els càlculs és el *eNRTL-RK*, aquest es idèntic i consistent al *ELECNRTL* per a sistemes que contenen un electrolític i, a més, és un mètode molt versàtil que pot treballar a baixes i altes concentracions amb diferents solvents i aigua. Aquest model utilitza l'equació d'estat de *Redlich-Kwong* per a les propietats en la fase vapor, l'estat de referència no-simètric per les espècies iòniques, és a dir, consisteix en considerar els solvents líquids purs i els components salins com a dilució infinita, i finalment, per calcular la solubilitat dels gasos supercrítics s'utilitza la llei d'*Henry*. A més, aquest mètode utilitza un mateix model termodinàmic per calcular els coeficients d'activitat, l'energia lliure de Gibbs i l'entalpia.

11.1.2.2. Simulació

Amb l'objectiu de simular la columna d'absorció s'ha utilitzat el model *RadFrac* basat en l'equilibri del clorur d'hidrogen i l'aigua. Aquest permet simular diferents operacions de separació de forma rigorosa i escollir el criteri de convergència segons els comportaments dels components, en el cas estudiat es selecciona un criteri per a *soluciones liquides altament no ideals*. L'error dels balanços de matèria i energia té fixat una tolerància del 0,001.

Durant la simulació no es considera que la columna disposa d'un calderí, però si que existeix un condensador a la sortida dels vapors que es troba dissenyat a l'Apartat 4.2.2, el qual recupera l'aigua i el clorur d'hidrogen no absorbit i s'extreuen els incondensables. Ha estat simulat amb la següent consideració, com un separador i un bescanviador ideals. El percentatge de clorur d'hidrogen recuperat és del 5 %, aquest es torna a enviar a la columna juntament amb l'aigua a una temperatura de 25 °C.

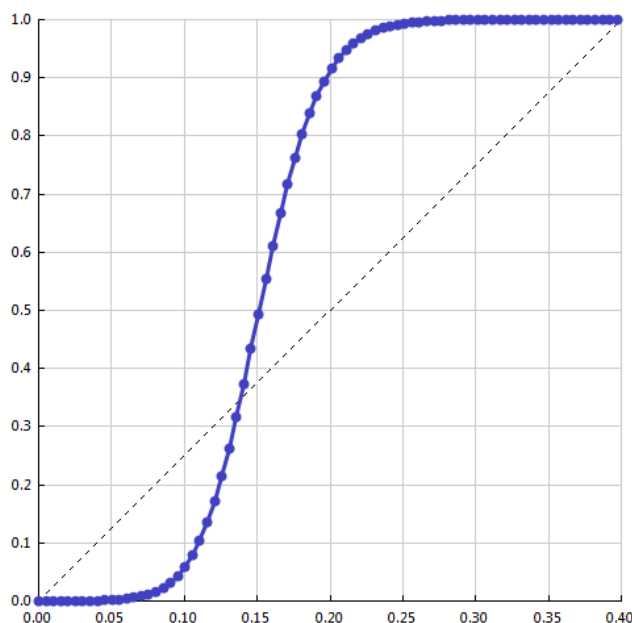


Figura 11.2. Diagrama xy creat pel software *Aspen +*, l'eix de les ordenades correspon a la fracció molar en tan per 1 d'HCl en el gas i el de les abscisses la fracció en tan per 1 d'HCl al líquid. És el sistema aigua-clorur d'hidrogen a 1 atm.

11.1.3. Estudi de les condicions d'operació de la columna amb pumparound

En aquest apartat bàsicament s'estudia el comportament de la columna d'operació segons la configuració del sistema *pumparound*, amb una altura de rebliment similar a l'actual.

11.1.3.1. Configuració del software *Aspen + v8* pel *pumparound*

La configuració del programa és gairebé la mateixa que per una absorció simple, però en aquest cas, és necessari afegir el complement *pumparound*, procés el qual és molt simple.

Només en cal determinar el següents paràmetres:

- Etapa d'entrada i sortida de la columna.
- Temperatura i pressió a la qual torna a entrar.
- Cabal a recircular.

Un cop fet això el programa ja realitzarà els càlculs tenint en compte aquesta recirculació interna, amb refrigeració.

11.1.3.2. Determinació del nombre d'etapes teòriques

S'ha escollit un nombre d'etapes les quals permetin obtenir una altura de la columna similar a l'altura actual de l'equip de *Bayer* la qual és de 14.8 m. Per fer-ho s'ha assumit a partir dels paràmetres hidràulics obtinguts pel disseny de la columna d'absorció simple, una HETP de 0.4 m. L'altura de rebliment és d'uns 4 m, més l'espai requerit tan al fons com al cap de la columna i pel *pumparound* s'assolirà l'altura actua.

11.1.3.3. Estudi de la col·locació pumparound

Consisteix en analitzar quin és l'efecte produït sobre els corrents de sortida de la columna la posició en que es troba el *pumparound*, tan l'etapa per on s'extreu com per a on s'introdueix. La totalitat dels resultats obtinguts es troben a la Taula 11.2.

Per fer-ho, s'ha mantingut constant les següents condicions d'operació:

- Cabal d'aigua 17615 kg/h.
- Temperatura de l'aigua 40 °C.
- Pressió de l'aigua 5 bar_a.
- Pressió columna 1.107 bar_a.
- Nombre d'etapes d'equilibri totals 15.

Si es representen part dels resultats de la Taula 11.2, només les dades en que s'extreu el *pumparound* de l'etapa 14, com en les següents figures (Figura 11.3, Figura 11.4 i Figura 11.5) s'observa que com més a prop del cap s'introdueixi el *pumparound* més elevada és la calor que s'ha d'extreure al bescanviador, menys puresa s'obté d'HCl pel fons i més HCl es perd pel cap de la columna.

D'aquesta manera es pot afirmar que les condicions d'operació són més favorables si el *pumparound* entra a una posició pròxima del fons de la columna.

Per altra banda, si s'analitza la influència de a quina etapa s'extreu el *pumparound* tot mantenint una alimentació d'aquest per l'etapa nº 10 (Figura 11.6, Figura 11.7 i Figura 11.8), hom observa que com més pròxim al fons és realitza l'extracció la pèrdua d'HCl a la fase vapor és major, la concentració d'HCl pel fons és menor però s'ha de refredar menys. D'aquesta manera interessa que s'introdueixi a una etapa lleugerament elevada com la 13, tot i que s'hagi de refredar més, l'estudi està realitzat a unes condicions ambientals molt severes

(40 °C l'aigua) les quals fan que s'hagi de refredar més que en les condicions típiques a les quals haurà d'operar la columna, uns 25 °C.

L'equip d'enginyers un cop analitzats els resultats creu que les millors condicions d'operació es donaran quan part del líquid intern de la columna:

- S'extreu a l'etapa 14
- S'introdueix a l'etapa 13.

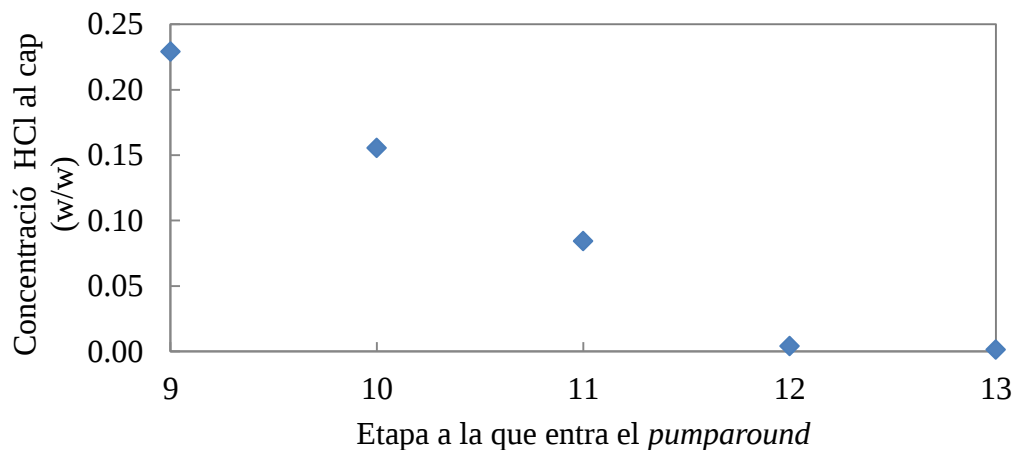


Figura 11.3. Estudi de l'efecte de l'etapa d'introducció del *pumparound* respecte la concentració d'HCl al cap de la columna a la fase vapor. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15 i s'extreu a la 14.

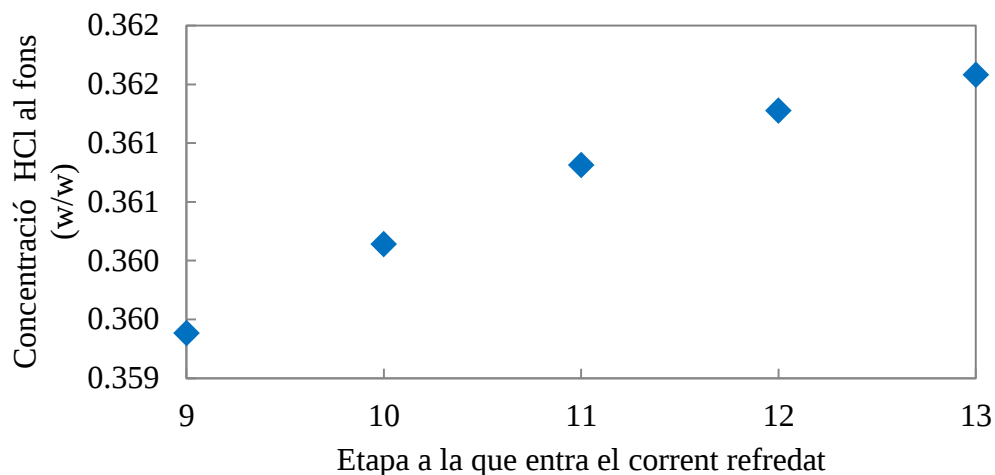


Figura 11.4. Estudi de l'efecte de l'etapa d'introducció del *pumparound* respecte la concentració d'HCl al fons de la columna a la fase líquida. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15 i s'extreu a la 14.

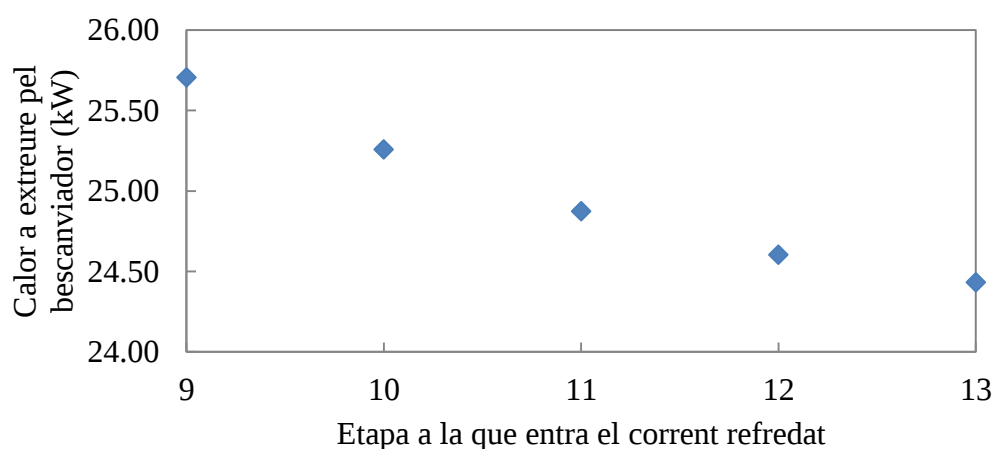


Figura 11.5. Estudi de l'efecte de l'etapa d'introducció del *pumparound* respecte la calor necessària per refredar el *pumparound*. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15 i s'extreu a la 14.

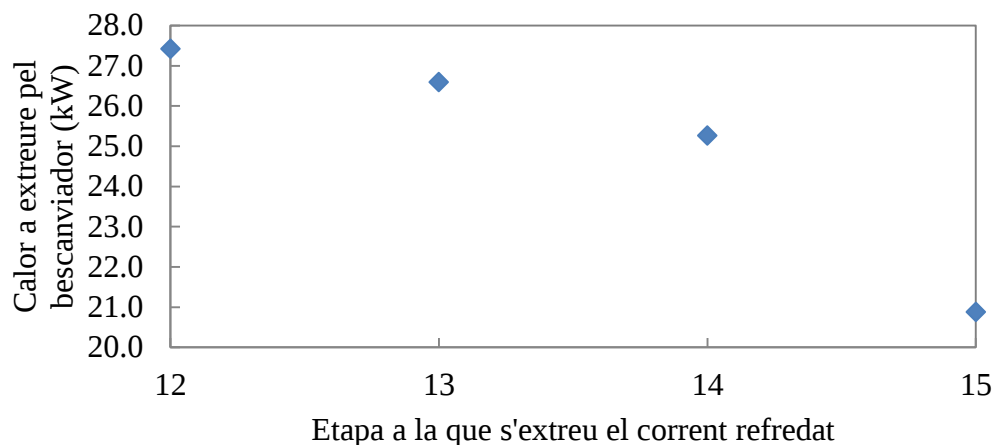


Figura 11.6. Estudi de l'efecte de l'etapa d'extracció del *pumparound* respecte la calor necessària per refredar el *pumparound*. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15 i s'introdueix a la 10.

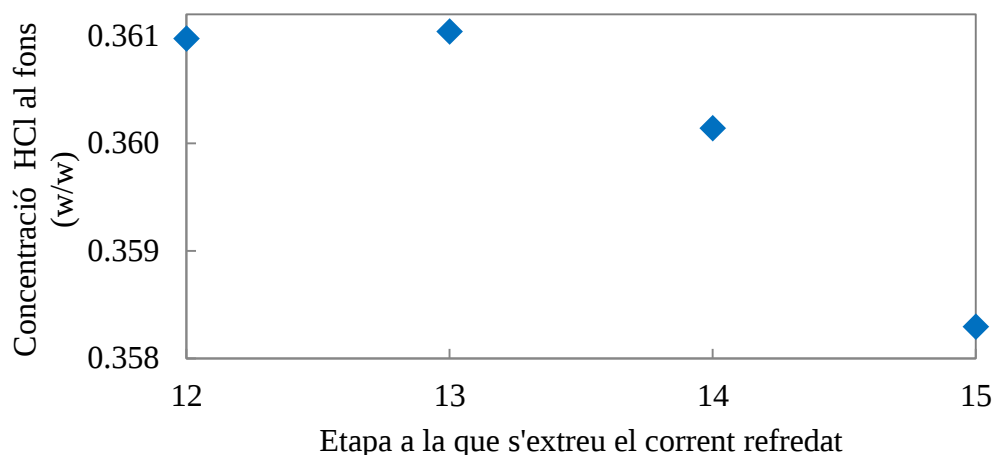


Figura 11.7. Estudi de l'efecte de l'etapa d'extracció del *pumparound* respecte la concentració d'HCl al fons al líquid. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15 i s'introdueix a la 10.

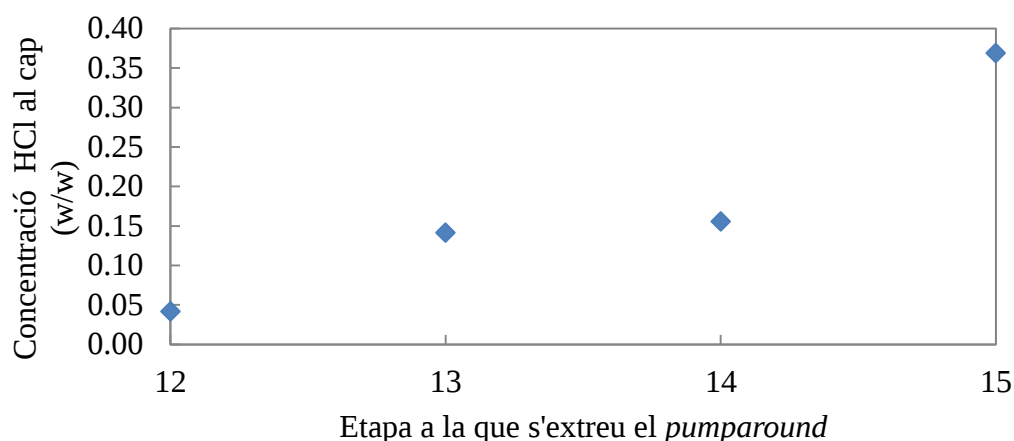


Figura 11.8. Estudi de l'efecte de l'etapa d'extracció del *pumparound* respecte la concentració d'HCl al cap al vapor. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15 i s'introdueix a la 10.

Taula 11.2. Efectes sobre les condicions dels cabals obtinguts segons la ubicació del *pumparound*.

Sortida etapa	Pumparound		Composició fons (w/w)	Resultats	
	Entrada etapa	Cabal (kg/h)		Composició vapor (w/w)	Calor extreta en <i>pumparound</i> (kW)
14	13	15500	0.362	0.002	24.4
14	12	15500	0.361	0.004	24.6
14	11	15500	0.361	0.084	24.9
14	10	15500	0.360	0.155	25.3
14	9	15500	0.359	0.229	25.7
15	14	15500	0.360	0.225	20.0
15	13	15500	0.360	0.227	20.2
15	12	15500	0.359	0.251	20.4
15	11	15500	0.359	0.303	20.6
15	10	15500	0.358	0.369	20.9
13	12	15500	No convergeix		
13	11	15500	0.361	0.024	26.3
13	10	15500	0.361	0.141	26.6
13	9	15500	0.360	0.173	27.3
13	8	15500	0.359	0.280	27.8

Taula 11.2 (Cont) Efectes sobre les condicions dels cabals obtinguts segons la ubicació del *pumparound*.

12	11	15500		No convergeix	
12	10	15500	0.361	0.041	27.4
12	9	15500	0.360	0.137	27.9
12	8	15500	0.360	0.250	28.5
12	7	15500	0.358	0.368	29.4

11.1.3.4. Estudi del cabal del *pumparound*

Un cop s'ha determinat a quines etapes funcionarà el *pumparound*, és necessari avaluar-ne el cabal que hi circularà. Per fer-ho s'han realitzat diferents simulacions variant-ne el cabal mantenint constants els següents paràmetres de la columna:

- Cabal d'aigua 17615 kg/h.
- Temperatura de l'aigua 40 °C.
- Pressió de l'aigua 5 bar_a.
- Pressió columna 1.107 bar_a.
- Nombre d'etapes 15.
- S'introdueix el *pumparound* a la 13 i es treu a la 14.

Els valors obtinguts es representen a les següents figures. A la Figura 11.10 s'observa com a mesura que s'augmenta el cabal recirculat la quantitat d'energia a extreure augmenta de forma lineal, tal i com és d'esperar segons l'Equació 11.1.1.

$$\dot{Q} \uparrow = \dot{m} \uparrow (C_p \Delta T) \quad (11.1.1)$$

On $\dot{Q}$ és l'energia en (kW), $\dot{m}$ és el cabal màssic (kg/s), C_p és la calor específica (kJ/kg°C) i ΔT la diferència de temperatures entre l'entrada i la sortida en (°C).

Per altra banda, si s'analitzen les composicions de fons i de cap d'HCl, s'observa que amb cabals elevats ambdues concentracions es mantenen constants en els seus valors màxims i mínims respectivament. Aleshores el cabal òptim serà aquell més petit que permeti aconseguir una concentració màxima d'HCl pel fons i es perdi la mínima quantitat d'HCl pel corrent de vapor.

El cabal òptim segons les simulacions realitzades resulta ser de 15500 kg/h.

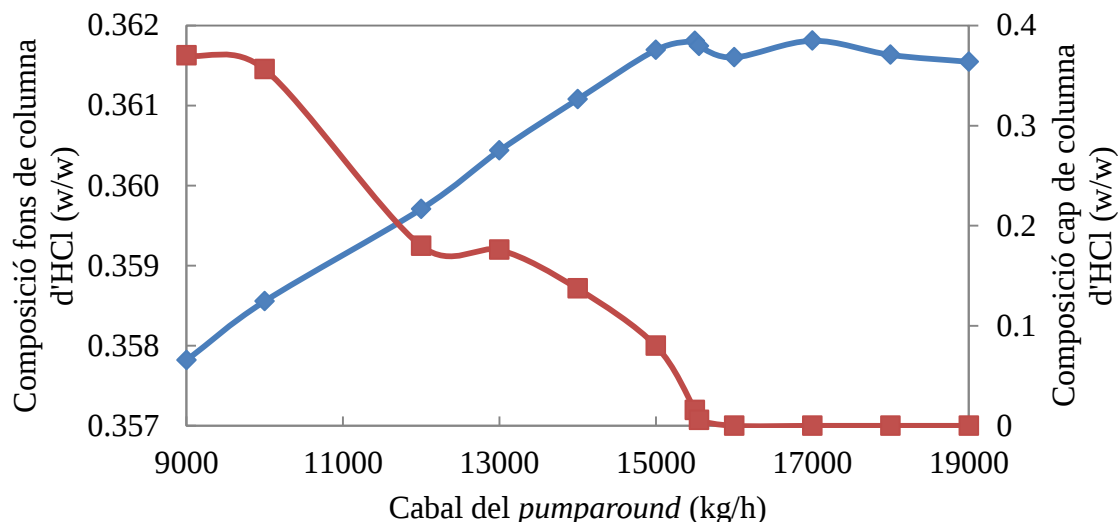


Figura 11.9. Representació dels efectes sobre la composició al cap de la columna (■) i al fons (◆) quan es varia el cabal del pumparound. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15, s'introdueix el pumparound a la 13 i es treu a la 14.

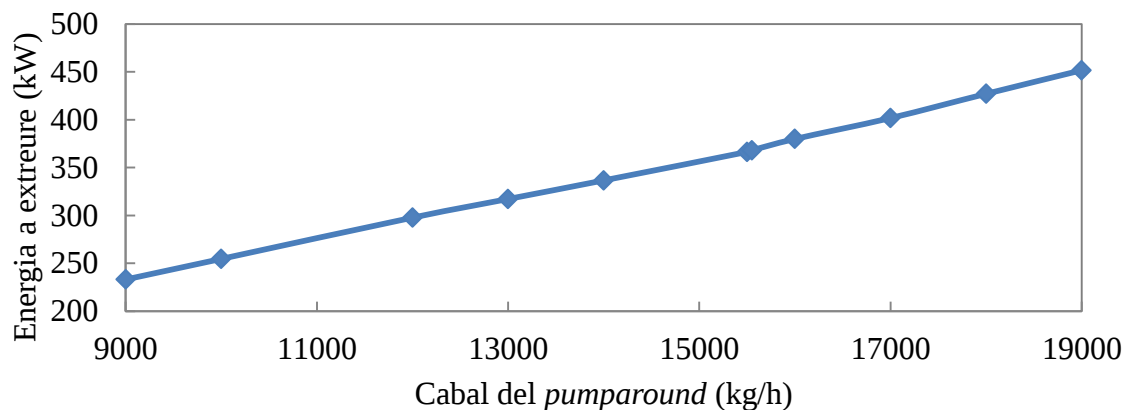


Figura 11.10. Representació de l'energia necessària per refredar el pumparound (◆) quan se'n varia el cabal. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 40 °C, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15, s'introdueix el pumparound a la 13 i es treu a la 14.

11.1.3.5. Estudi del cabal de la columna

Finalment, amb la part del *pumparound* dimensionada toca fer-ho de la columna, és a dir, determinar quin ha de ser el cabal d'aigua necessari per aconseguir una concentració com a mínim del 35 %. Per fer-ho s'han realitzat diferents simulacions variant-ne el cabal mantenint constants els següents paràmetres de la columna:

- Temperatura de l'aigua 40 °C.
- Pressió de l'aigua 5 bar_a.
- Pressió columna 1.107 bar_a.
- Nombre d'etapes 15.
- Cabal del *pumparound* 15500 kg/h.
- S'introdueix el *pumparound* a la 13 i es treu a la 14.

A la Figura 11.11 s'observa com a mesura que s'augmenta el cabal d'aigua, la puresa del fons va disminuint gairebé de forma lineal. Per altra banda, al cap de la columna amb cabals elevats no es perd gens d'HCl pel corrent de vapor. Aleshores el cabal òptim serà el cabal més petit que permeti operar sense pèrdues d'HCl. Aquest cabal resulta ser de 17615 kg/h.

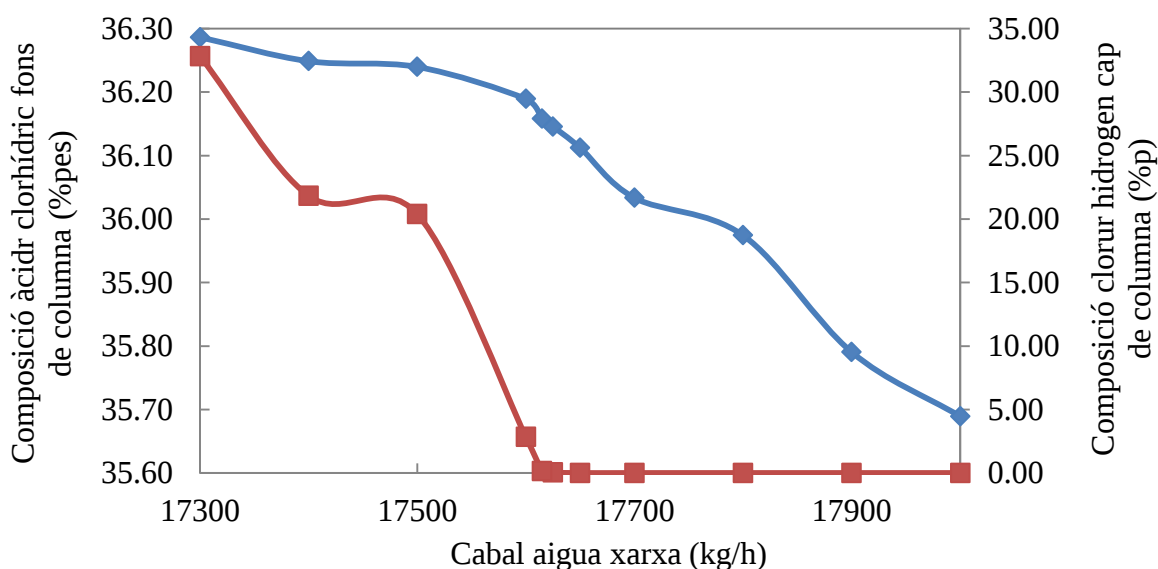


Figura 11.11. Representació dels efectes sobre la composició al cap de la columna (■) i al fons (◆) quan es varia el cabal d'aigua d'entrada. Condicions: temperatura de l'aigua 40 °C,

pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15, cabal *pumparound* 15500 kg/h, s'introdueix el *pumparound* a la 13 i es treu a la 14.

11.1.3.6. Efecte de la pressió i de la temperatura

Un cop s'han escollit les condicions d'operació de la columna, s'estudia quin serien els efectes sobre les condicions del producte en cas que es modifiquin les temperatures i pressions dels fluids.

És de major interès saber com afectarà la variació de temperatura ja que aquesta patirà fluctuacions al llarg de l'any ja que la columna és refrigerada amb aigua de torre i la temperatura d'aquesta té dependència directa amb les condicions meteorològiques.

Els canvis en la pressió bàsicament només podrien ser causats per un funcionament inadequat de les bombes que empenyen els fluids.

Tal i com es mostra a la Figura 11.12, en els dies més calorosos d'estiu que és quan es podrien donar unes condicions més severes que les de disseny, el producte aconseguit seria menys pur que al hivern així com també es per més HCl per cap. Tot i que no sigui tan pur com al hivern es segueix produint amb una concentració superior al 36 % en massa.

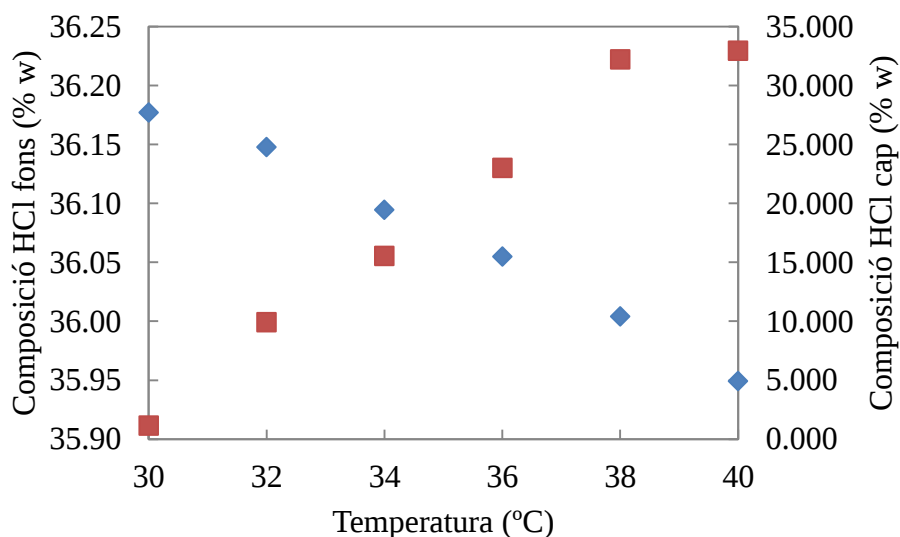


Figura 11.12. Representació dels efectes sobre la composició al cap de la columna (■) i al fons (◆) quan es varia les temperatures de l'aigua d'entrada, del recicle i del *pumparound*. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, pressió de l'aigua 5 bar_a, pressió columna 1.107 bar_a,

nombre d'etapes 15, cabal *pumparound* 15500 kg/h, s'introdueix el *pumparound* a la 13 i es treu a la 14.

En el cas de la pressió, a mesura que s'augmenta aquesta, la concentració d'HCl pel fons també ho fa però gairebé es manté constant. La concentració del cap descriu una tendència en forma d'hipèrbole amb un mínim a 3 bar_a. Tot i això, es mantindrà una pressió de 5 bar per evitar fugues d'HCl cap a les canonades d'aigua del cap de la columna. Fet el qual les podria corroir de forma severa i ràpida.

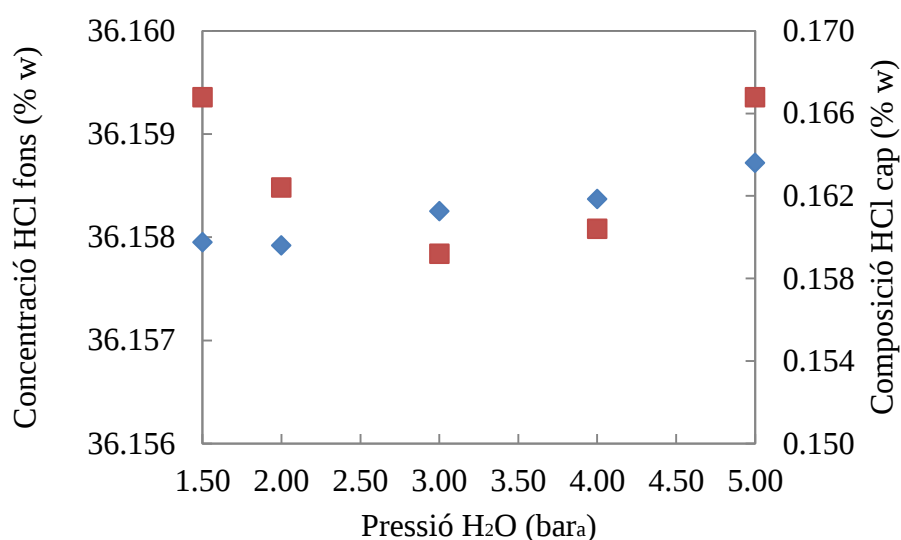


Figura 11.13. Representació dels efectes sobre la composició al cap de la columna (■) i al fons (◆) quan es varia les pressions de l'aigua d'entrada, del recicle i del *pumparound*. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 30 °C, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15, cabal *pumparound* 15500 kg/h, s'introdueix el *pumparound* a la 13 i es treu a la 14.

11.1.3.7. Condicions d'operació

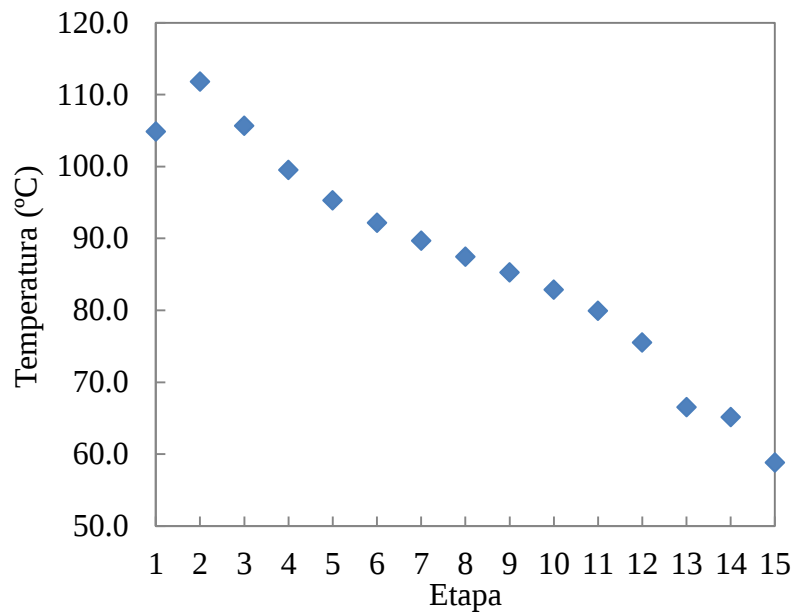


Figura 11.14. Evolució de la temperatura al llarg de les etapes d'equilibri segons les condicions de disseny.

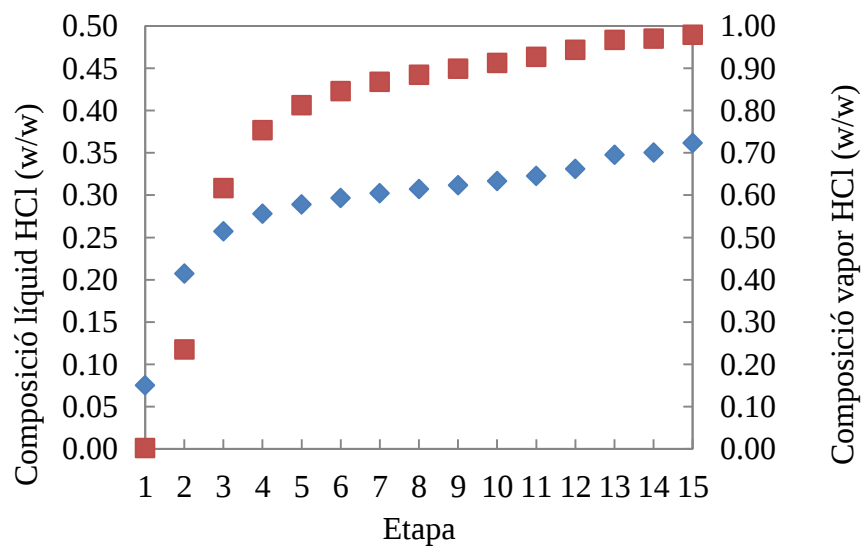


Figura 11.15. Evolució de les composicions d'HCL al cap (■) i al fons (◆) segons les condicions de disseny.

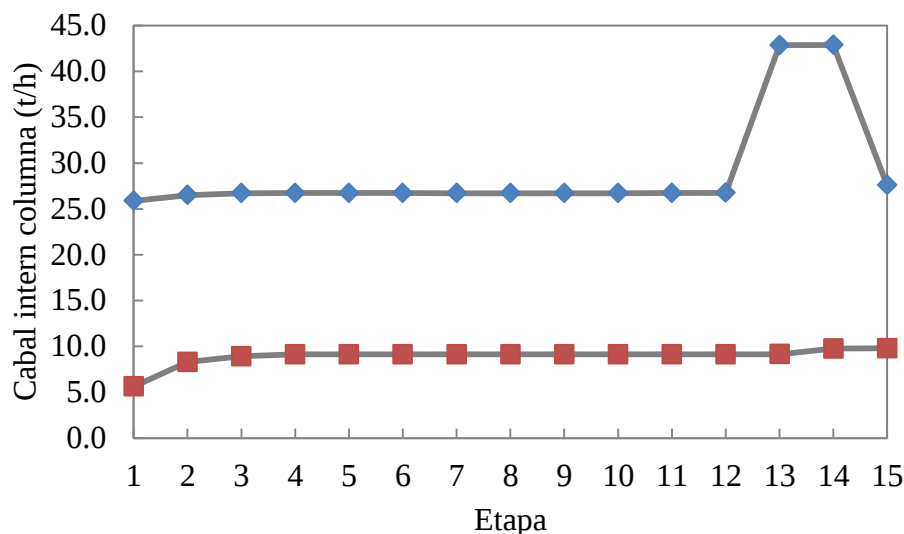


Figura 11.16. Evolució dels cabals interns de la columna tan de vapor (■) com de líquid (◆) segons les condicions de disseny.

11.1.4. Rating de l'empaquetament de la columna d'absorció

Aspen+ permet avaluar diferents tipus d'empaquetament. El model *RadFrac* conté una gran base de dades amb diferents empaquetaments, subministradors, materials i dimensions disponibles en l'actual mercat. En el cas d'aquest projecte s'utilitza l'empaquetament estructurat *Mellapak* de *Sulzer* model 250Y de plàstic. Aquest empaquetament és l'utilitzat en totes les etapes de la columna.

Les especificacions que demana el simulador són el diàmetre de la columna i l'HETP que s'obté segons l'Apartat 4.2.1. La pèrdua de càrrega, que depèn del tipus d'empaquetament, està determinada amb les correlacions proporcionades per *Sulzer*.

11.1.5. Dimensionament de la columna

11.1.5.1. Selecció del tipus d'empaquetament

Finalment, amb les condicions d'operació de la columna determinades, queda escollir quin és el millor tipus d'empaquetament per a la columna.

El principal objectiu de qualsevol tipus d'empaquetament és maximitzar l'eficiència per una capacitat donada dins d'un cost raonable. Per aconseguir-ho, el material dels empaquetaments estan dissenyats per aconseguir les següents característiques:

- Maximitzar l'àrea específica de contacte, això maximitza l'àrea de contacte líquid-vapor i com a conseqüència l'eficiència.
- Repartir l'àrea de contacte de manera uniforme.
- Maximitzar l'espai buit per unitat de volum de la columna. Això minimitza la resistència soferta pel gas.
- Minimitzar la fricció.
- Minimitzar el cost.

Els dos paràmetres més importants per la selecció de l'empaquetament són l'àrea de contacte i la fracció de buit. Els diferents empaquetaments sobre els quals es va realitzar l'estudi i les seves característiques es troben a la Taula 11.6.

Per fer el *rating* de la columna amb els diferents empaquetaments, també es va utilitzar *Aspen+*. Tot seguit s'explica el procediment per tal d'introduir correctament totes les dades demanades pel simulador pel cas del *Mellapack 250 Y*.

En aquest cas el simulador demana d'entrada un valor de la l'altura equivalent d'un plat d'equilibri (HETP) i el diàmetre de la columna. A les gràfiques subministrades pel fabricant es troba l'altura d'una unitat de transferència (HTU) en funció de la mescla binària, la càrrega de líquid i un paràmetre que depèn de la densitat del gas i de la velocitat del gas, anomenat factor F. La relació entre HETP i HTU es defineix (ref. 16) segons l'Equació 11.1.2.

$$\text{HETP} = \text{HTU} \frac{\ln(\lambda)}{\lambda - 1} \quad (11.1.2)$$

$$F = U_{gs} \rho_g^{0.5} \quad (11.1.3)$$

On:

λ , rati entre pendent corba d'equilibri i corba d'operació.

U_{gs} , velocitat efectiva del gas.

ρ_g , densitat del gas.

Malauradament, tal i com es mostra a la Figura 11.17, *Sulzer* només disposa de dades pels sistemes aigua-acetona i aigua-diòxid de sofre. Aleshores el grup d'enginyers van contactar directament amb el proveïdor el qual va recomanar l'ús del sistema aigua-acetona, ja que és l'opció més conservadora.

Per poder calcular el factor F és necessari executar el *rating*, ja que d'aquesta manera es mostren els perfils de velocitats, cabals i densitats tan pel líquid com pel gas al llarg de la columna. Però com s'ha dit anteriorment es necessita un valor d'HETP, és a dir, és un càlcul iteratiu. Per realitzar la primera iteració es va assumir un valor de la HETP de 0.40 m.

Per la segona iteració ja es disposava dels valors necessaris per calcular el factor F. Tal i com es mostra a la Taula 11.3

Taula 11.3. Dades obtingudes per l'*Aspen* del cabal intern de gas per tal de calcular els nous factors F i la càrrega de líquid, a partir d'una HETP de 0.4m i diàmetre constant.

Etap	Cabal volumètric del gas (m ³ /h)	Velocitat del gas (m/s)	Densitat del gas (kg/m ³)	Cabal volumètric del líquid (m ³ /h)	Factor F (Pa ^{0.5})	Càrrega del líquid (m ³ /m ² h)	Radi (m)
1	11700	1.83	0.71	26.1	1.55	14.8	0.75
2	9640	1.51	0.92	25.3	1.46	14.3	0.75
3	8710	1.37	1.05	24.8	1.40	14.0	0.75
4	8200	1.29	1.11	24.5	1.36	13.9	0.75
5	7900	1.24	1.16	24.3	1.34	13.7	0.75
6	7690	1.21	1.19	24.2	1.32	13.7	0.75
7	7520	1.18	1.21	24.1	1.30	13.6	0.75
8	7380	1.16	1.24	24.0	1.29	13.6	0.75
9	7230	1.14	1.26	23.9	1.28	13.5	0.75
10	7070	1.11	1.29	23.8	1.26	13.5	0.75
11	6870	1.08	1.33	23.7	1.25	13.4	0.75
12	6560	1.03	1.40	23.6	1.22	13.3	0.75
13	6950	1.09	1.41	37.3	1.29	21.1	0.75
14	6770	1.06	1.45	37.2	1.28	21.1	0.75
15	5690	0.89	1.76	23.8	1.19	13.4	0.75

Tot i que a les etapes 13 i 14 es supera la càrrega de líquid permesa que és de 20 m³/m²h per la pròxima iteració s'haurà d'augmentar el diàmetre la les últimes tres etapes. De totes maneres s'ha seguit amb aquestes dades per calcular la segona iteració. La columna en dues seccions diferents. La primera secció compres les etapes de la 1 ala 7 i la segona de la 8 a la 15. Per cada zona s'agafa el valor de F de la Taula 11.3 més gran, en aquest cas 1.55 i 1.29 Pa^{0.5} respectivament. Amb aquests valors ja es pot anar a les taules del subministrador i extreure'n el corresponent valor de HTU, tal i com es mostra a la Figura 11.17 els quals resulten ser de 0.46 i 0.45 per la primera i la segona secció.

Tal i com va recomanar el fabricant, s'utilitza el sistema acetona-aiuga.

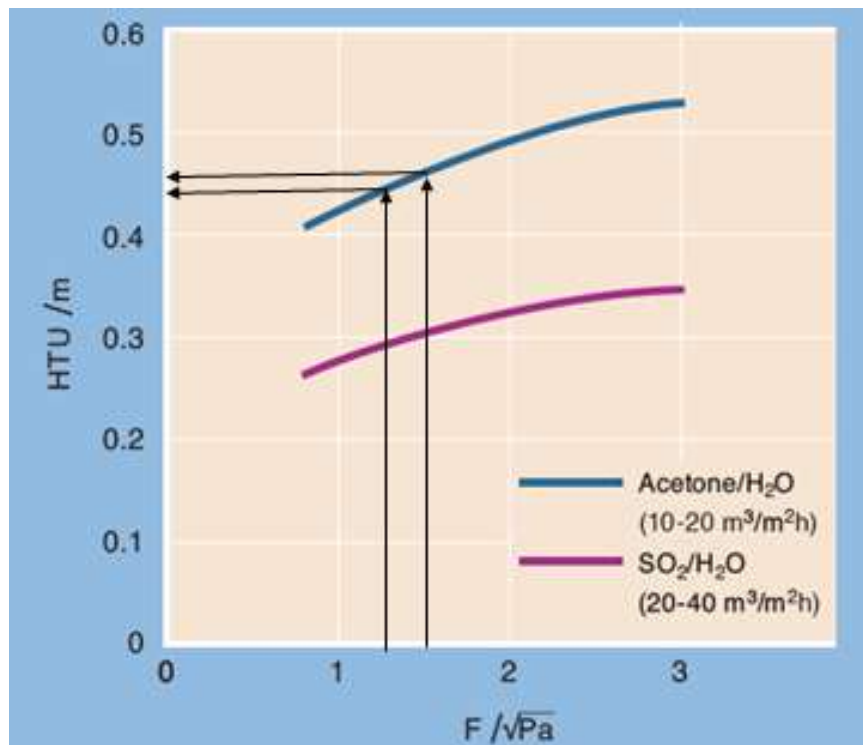


Figura 11.17. Corbes que relacionen el factor F amb l'HTU segons els sistemes binaris (aigua-acetona i aigua-diòxid de sofre), dins de certa càrrega de líquid (m³/m²h), per empaquetaments de plàstic. Font extreta del catàleg de rebliments de Sulzer.

Finalment aquests valors d'HTU s'han de passar a HETP tal i com es mostra a les Equacions 11.1.3 i 11.1.4. Si s'examina la Figura 11.19, ni la corba d'equilibri ni la d'operació disposen d'un pendent constant que permeti calcular el factor λ . És per aquest motiu que s'ha decidit fer-ho només d'un interval més petit, en aquest cas des de 0.1 a 0.21, interval on hi ha la densitat d'etapes més elevada, tal i com es mostra a la Figura 11.20.

$$\text{HETP} = 0.46 \frac{\ln\left(\frac{9.12}{6.06}\right)}{\frac{9.12}{6.06} - 1} \approx 0.372 \text{ m} \quad (11.1.3)$$

$$\text{HETP} = 0.45 \frac{\ln\left(\frac{9.12}{6.06}\right)}{\frac{9.12}{6.06} - 1} \approx 0.364 \text{ m} \quad (11.1.4)$$

Un cop es disposa del nou valor d'HETP ja es pot inserir al software les noves dades i repetir el dimensionament. Aquesta tercera iteració disposa d'un diàmetre de 1.7 m per les etapes 13-15.

A partir dels resultats de la Taula 11.5 s'ha decidit dividir la columna en tres seccions, informació del les qual es detalla a la Taula 11.4.

Taula 11.4. Resum de les tres seccions que s'utilitzen pel disseny.

Zona	Etapes	HETP	Radi (m)
1	1-7	0.372	0.750
2	8-12	0.364	0.750
3	12-15	0.364	0.850

Taula 11.5. Dades obtingudes per l'*Aspen* del cabal intern de gas per tal de calcular els nous factors F i la càrrega de líquid, a partir d'una HETP de 0.372 i 0.364 m i diàmetre variable.

Etapa	Cabal volumètric del gas (m ³ /h)	Velocitat del gas (m/s)	Densitat del gas (kg/m ³)	Cabal volumètric del líquid (m ³ /h)	Factor F (Pa ^{0.5})	Càrrega del líquid (m ³ /m ² h)	Radi (m)
1	11600	1.83	0.71	26.1	1.54	14.8	0.75
2	9630	1.51	0.93	25.3	1.46	14.3	0.75
3	8710	1.37	1.05	24.8	1.40	14.0	0.75
4	8200	1.29	1.11	24.5	1.36	13.9	0.75
5	7900	1.24	1.16	24.3	1.34	13.7	0.75
6	7690	1.21	1.19	24.2	1.32	13.7	0.75
7	7520	1.18	1.21	24.1	1.30	13.6	0.75
8	7370	1.16	1.24	24.0	1.29	13.6	0.75
9	7230	1.14	1.26	23.9	1.28	13.5	0.75
10	7070	1.11	1.29	23.8	1.26	13.5	0.75
11	6870	1.08	1.33	23.7	1.25	13.4	0.75
12	6560	1.03	1.40	23.6	1.22	13.3	0.75
13	6950	0.85	1.41	37.3	1.01	16.4	0.85
14	6770	0.83	1.45	37.2	1.00	16.4	0.85
15	5690	0.70	1.76	23.8	0.92	10.5	0.85

De les tres seccions es seleccionen els valors del factor F els quals resulten ser de 1.54, 1.29 i 1.01 Pa^{0.5}. Utilitzant la Figura 11.18 s'obtenen els següents valors d'HTU, 0.46, 0.45 i 0.42 m. Els quals es passen a HETP amb l'Equació 11.1.5, l'Equació 11.1.6 i l'Equació 11.1.7.

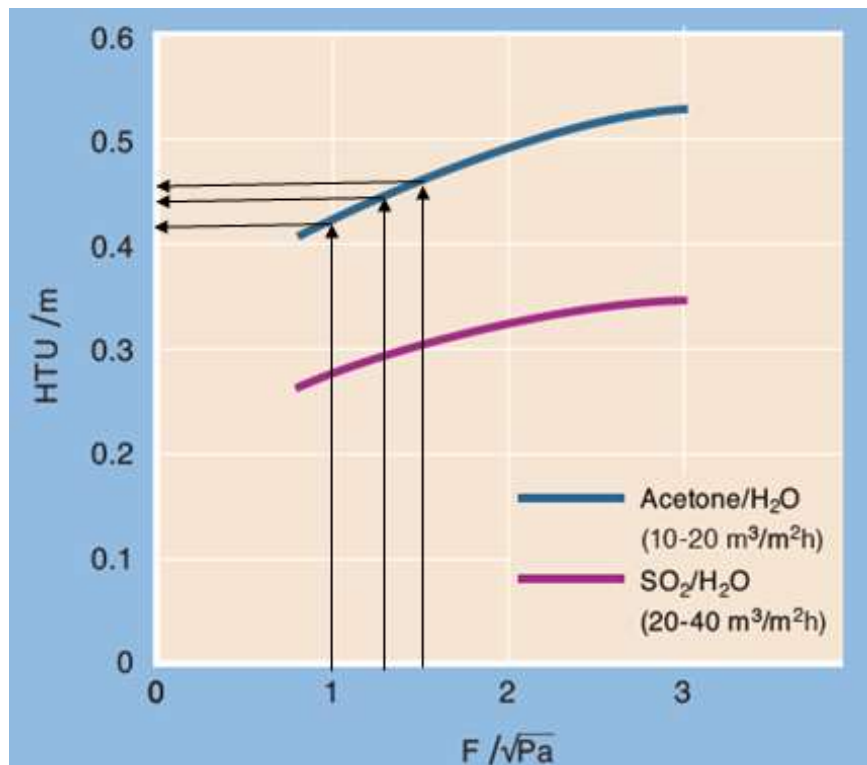


Figura 11.18. Corbes que relacionen el factor F amb l'HTU segons els sistemes binaris (aigua-acetona i aigua-diòxid de sofre), dins de certa càrrega de líquid (m³/m²h), per empaquetaments de plàstic. Font extreta del catàleg de rebliments de Sulzer.

$$HETP = 0.46 \frac{\ln\left(\frac{9.12}{6.06}\right)}{\frac{9.12}{6.06} - 1} \approx 0.372 \text{ m} \quad (11.1.5)$$

$$HETP = 0.45 \frac{\ln\left(\frac{9.12}{6.06}\right)}{\frac{9.12}{6.06} - 1} \approx 0.364 \text{ m} \quad (11.1.6)$$

$$HETP = 0.42 \frac{\ln\left(\frac{9.12}{6.06}\right)}{\frac{9.12}{6.06} - 1} \approx 0.340 \text{ m} \quad (11.1.7)$$

Finalment es repeteix el dimensionament amb les dades de les tres seccions obtingudes anteriorment i com que els valors obtinguts amb dues seccions i anteriors gairebé no variaven, es va finalitzar el procés iteratiu. En el cas que aquests haguessin sigut molt diferents s'hagués tingut de repetir tot el procés anterior fins que les dades d'una iteració i altra fossin molt idèntics.

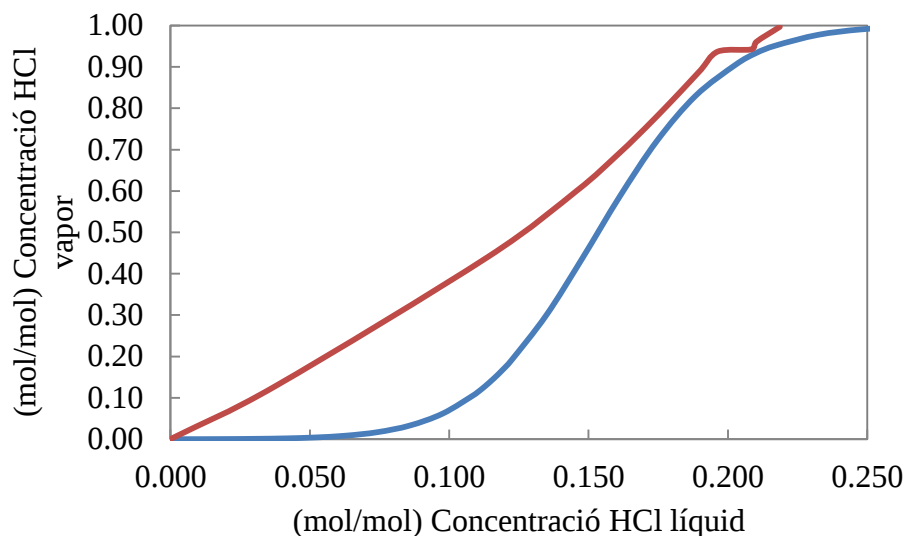


Figura 11.19. Corba d'operació (—) i corba d'equilibri (—) del sistema d'absorció H_2O -HCl- N_2 a 1.107 bar.

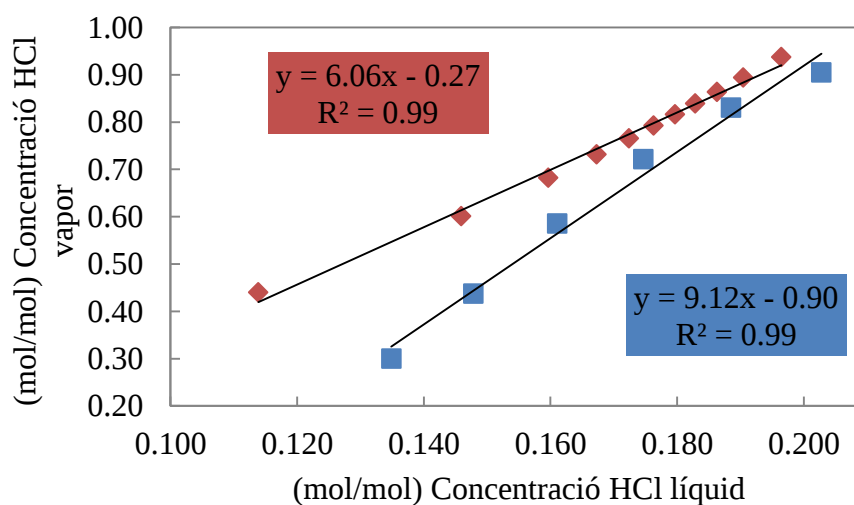


Figura 11.20. Corba d'operació (◆) i corba d'equilibri (■) del sistema d'absorció H_2O -HCl- N_2 a 1.107 bar, entre els límits molars 0.1 i 0.21.

Tot i que el software ja és capaç de calcular la caiguda de pressió amb mètodes rigorosos, no està de més comprovar que dóna si es mira directament de la figura proposada pel mateix subministrador.

Les caiguda de pressió per metre de rebliment obtinguda a l'Aspen + en cada secció són de 0.822, 0.684 i de 0.462 mbar i segons el gràfic, d'aproximadament 0.8, 0.6 i 0.4 mbar, discrepància que es dona per més que acceptable.

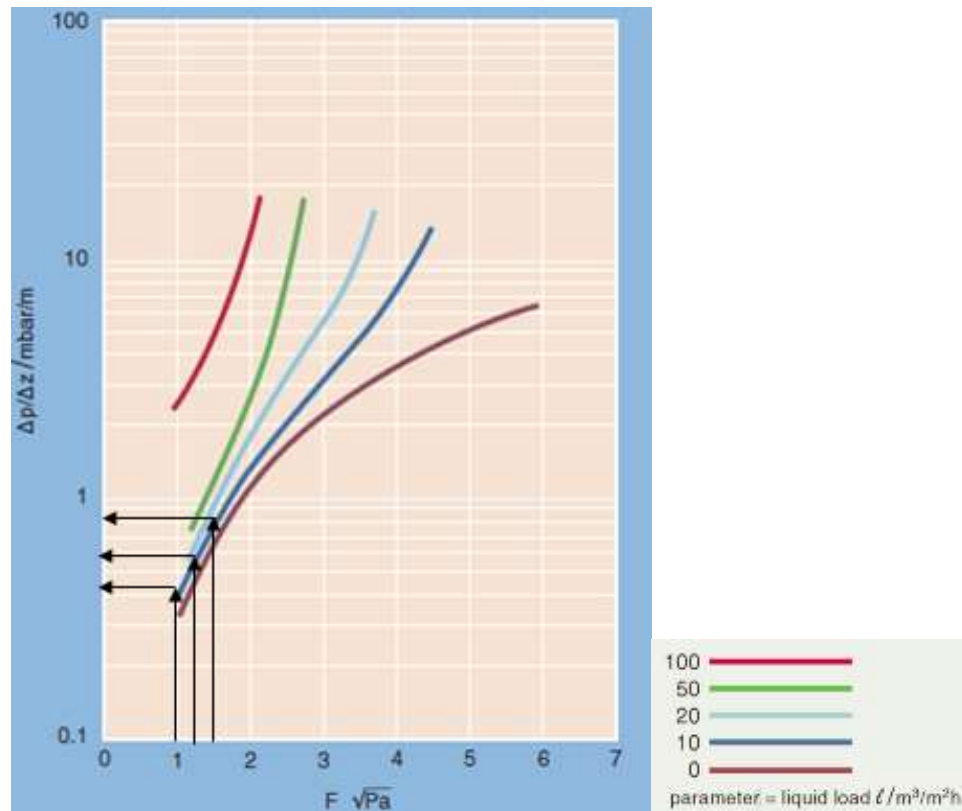


Figura 11.21. Comprovació de la caiguda de pressió amb la figura proposada pel fabricant.

Aquest procediment s'hauria de realitzar per ambdós empaquetaments, però Koch disposa d'informació molt limitada pels empaquetaments no metàl·lics. Aleshores, s'ha assumit que els valors d'HETP serien molt similar donada la semblança entre els empaquetaments.

Taula 11.6. Característiques principals dels empaquetaments.

Model	Fabricant	Mida	Àrea m^2/m^3	Fracció de buit ϵ (%)
Flexipac	Koch	2Y	225	98
Mellapak	Sulzer	250Y	250	98

Per determinar quin dels dos empaquetaments és més adequat pel disseny s'han tingut en compte els següents paràmetres:

- Caiguda de pressió per etapa.

- Temperatura del líquid i del vapor.
- Concentració en massa d'HCl en ambdues fases.
- Energia a extreure al bescanviador.

Els resultats han mostrar que la única diferència es mostra en la caiguda de pressió i en l'energia del bescanviador. Ambdós afecten directament a costos d'operació, el primer a més energia d'impulsió i el segon a més cabal d'aigua de refrigeració ha de ser bombejat.

Així doncs, tal i com es mostra en la Figura 11.22 i a la Taula 11.7, tan la caiguda de pressió com l'energia a extreure és superior en el *Flexipac 2Y*, consegüentment fa que el *Mellapack 250 Y* tingui un menor cos d'operació.

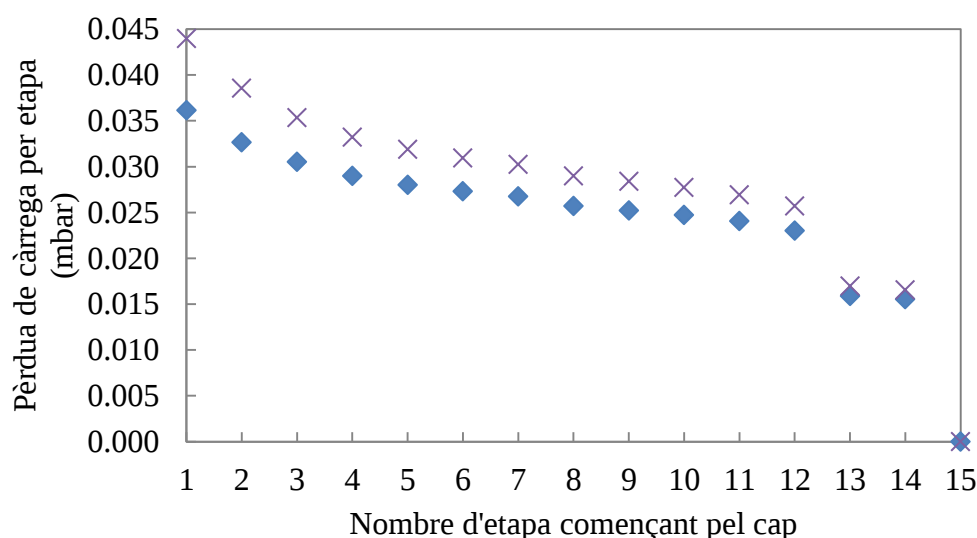


Figura 11.22. Caiguda de pressió al llarg de la columna amb diferents tipus d'empaquetament. Condicions: cabal d'aigua 17615 kg/h, temperatura de l'aigua 30 °C, pressió columna 1.107 bar_a, nombre d'etapes 15, cabal *pumparound* 15500 kg/h, s'introdueix el *pumparound* a la 13 i es treu a la 14.

Taula 11.7. Energia a refredar al bescanviador 08W02.

Tipus d'empaquetament	250Y	2Y
Energia (kW)	368.1	368.2

11.1.5.2. Plats repartidors

Per tal de dissenyar els plats repartidor s'han tingut en compte els següents criteris:

- El diàmetre exterior del plat és 10 cm més petit que l'interior de la columna.
- Que no se superi ni la càrrega màxima ni la mínima capaç d'operar el plat sense problemes.
- Que el material sigui compatible amb el sistema.
- Elecció del nombre de forats amb l'ajuda de la Figura 11.23.

Taula 11.8. Característiques del plat repartidor.

Paràmetre	Especificació
Diàmetre	0.25-6m
Càrrega de líquid	1-20 m ³ /m ² h
Densitat de forats	80 fins 200 forats per m ² .
<i>Turndown ratio</i>	3:1 màx; multi etapa 10:1
Càrrega de gas	Factor F fins 4.5 Pa ^{0.5}
Detalls de construcció	S'aguanten sobre l'empaquetament.

Càlcul de la càrrega nominal del líquid, segons l' Equació 11.1.8.

Cabals pel disseny del plat del cap de la columna:

- Aigua de procés: 17.7 m³/h.
- Recicle: 5.47 m³/h.
- Diàmetre del plat 1.4 m.

$$L = \frac{\dot{v}}{A} = \frac{17.7+5.47}{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2 \pi} = 15.1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} \quad (11.1.8)$$

Cabals pel disseny del plat superior al *pumparound*:

- Líquid de l'etapa 12: 23.6 m³/h.
- *Pumparound*: 13.7 m³/h.
- Diàmetre del plat 1.6 m.

$$L = \frac{\dot{v}}{A} = \frac{23.6+13.7}{\left(\frac{1.6}{2}\right)^2 \pi} = 18.6 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} \quad (11.1.9)$$

Cabals pel disseny del plat inferior del *pumparound*:

- Líquid de l'etapa 15: 23.8 m³/h.
- Diàmetre del plat 1.6 m.



$$L = \frac{\dot{v}}{A} = \frac{23.8}{\left(\frac{1.6}{2}\right)^2 \pi} = 11.8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

On:

$\dot{v}$ és el cabal volumètric.

A és la superfície sobre a qual es reparteix el líquid.

L la càrrega de líquid.

El dimensionament del diàmetre dels forats s'ha fet mitjançant la figura proporcionada pel fabricant i la càrrega de líquid calculada anteriorment. D'entrada s'ha escollit una densitat de forats mitja de 160 m⁻² aproximadament, densitat la qual és un terme mig. Si la densitat és massa elevada, els forats resultants són petits i podria haver-hi problemes d'embrutiment al llarg del temps ja que s'utilitza aigua de torre.

Finalment amb la combinació del tres factors s'ha decidit escollir la mateixa mida pels tres plats. D'aquesta manera és facilitat el manteniment d'aquests en cas de substitució. La mida escollida és de 4 mm tal i com es mostra a la Figura 11.23, Figura 11.24 i a la Figura 11.25 respectivament.

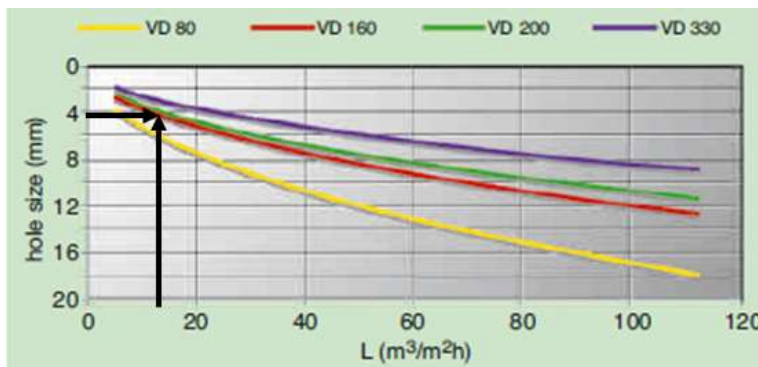


Figura 11.23. Densitat de forats segons la càrrega de líquid i el seu diàmetre. Dimensionament del plat repartidor de la zona del cap de la columna.

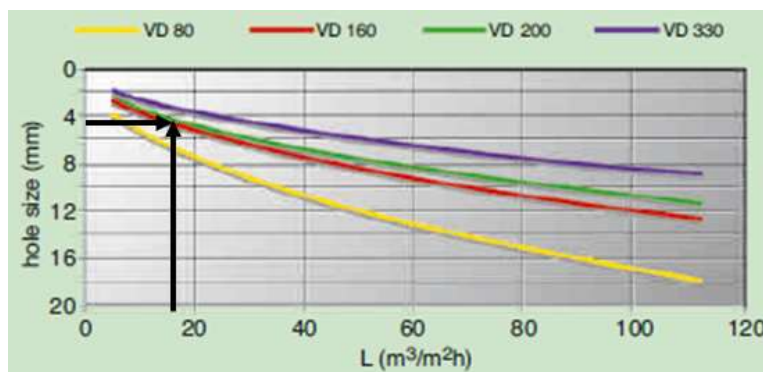


Figura 11.24. Densitat de forats segons la càrrega de líquid i el seu diàmetre. Dimensionament del plat repartidor de la zona sobre del *pumparound*.

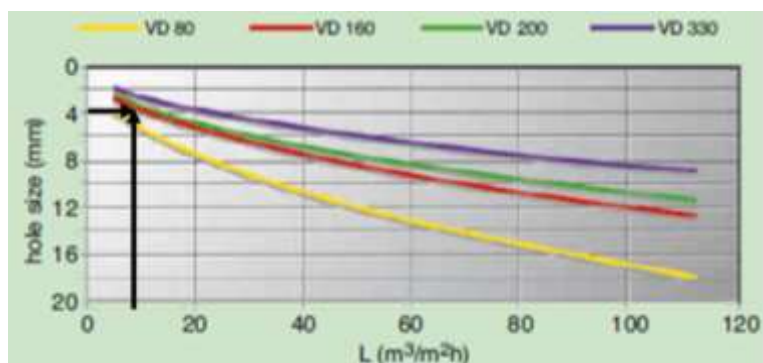


Figura 11.25. Densitat de forats segons la càrrega de líquid i el seu diàmetre. Dimensionament del plat repartidor de la zona sota del *pumparound*.

11.1.6. Estudi de les condicions d'operació per l'absorció simple

En aquest apartat es realitza l'estudi de l'efecte del cabal i el nombre d'etapes a la concentració del producte de fons, la qual ha d'aconseguir esser del 35 % en pes d'àcid clorhídric. A més, també es tindrà en compte que la sortida per cap contingui la mínima quantitat de clorur d'hidrogen.

Per a aquest estudi s'utilitza un model més simple de la simulació del dimensionament de la columna, on es tenen en compte les següents consideracions i simplificacions:

- L'aigua d'entrada és la suma de s'abasteix de la xarxa d'aigua i la recirculació que prové del condensador 08W01 i, per tant, entren en un mateix corrent.
- L'aigua de recirculació no conté traces de clorur d'hidrogen.
- El paquet termodinàmic i el model *RadFrac* té la mateixa configuració que el dit a l'anterior apartat.

- Les condicions de l'aigua són les que provenen de la xarxa (25 °C i 5 bar) i, per tant, no es modifiquen.

11.1.6.1. Cabal d'aigua

Per a fer aquest estudi s'executen diferents simulacions modificant el cabal en un rang 22900 fins a 24100 kg/h. Per altra banda, el cabal d'entrada d'HCl, nitrogen i el nombre d'etapes teòriques, es mantenen constants per a qualsevol cabal d'aigua.

Les condicions en les quals s'ha realitzat aquest estudi es troben a la Taula 11.9

Taula 11.9. Condicions d'operació per a l'estudi de l'efecte del cabal.

Corrent/Equip	Paràmetre	Valor
Aigua entrada	Temperatura (°C)	25.0
	Pressió (bar)	5.00
Entrada clorur d'hidrogen	Temperatura (°C)	6.00
	Pressió (bar)	1.11
	Cabal (kg/h)	10000
Columna 08K01	Nombre d'etapes	19
	Pressió etapa 1 (bar)	1.107

Modificant el cabal d'aigua d'entrada es recullen els resultats obtinguts envers la concentració de l'àcid clorhídric i la sortida de clorur d'hidrogen per cap i es mostren a la Figura 11.26.

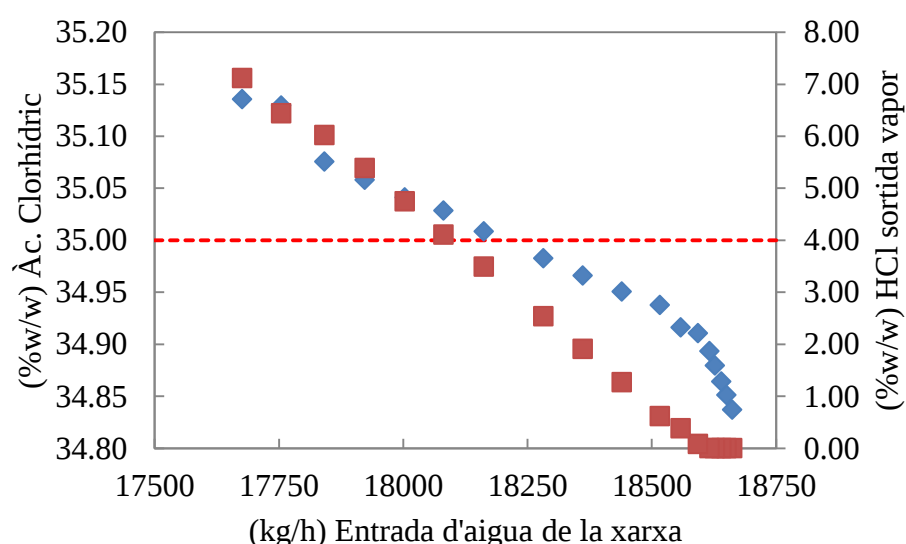


Figura 11.26. Concentració d'àcid clorhídric en el fons de la columna (◆) i concentració de clorur d'hidrogen en el cap de columna (■) en funció del cabal d'aigua de la xarxa. La línia discontinua marca la especificació que ha d'aconseguir la columna.

A partir dels resultats de l'anterior figura s'arriba a les següents conclusions:

- A partir de 18100 kg/h d'aigua s'aconsegueix arribar a l'especificació desitjada i, per tant, la quantitat mínima de clorur d'hidrogen en els vapors és del 4 % en pes.
- La tendència del sistema es que en augmentar el cabal d'aigua la puresa de l'HCl disminueix més ràpid en el rang que va des del primer punt fins a 18600 kg/h i la tendència es inferior a partir d'aquest instant.
- La quantitat de clorur d'hidrogen en la sortida per cap disminueix de forma aproximadament lineal a mesura que s'augmenta el cabal d'aigua.
- Si la quantitat d'aigua no és suficient, aquesta s'evapora completament i l'equip no pot operar amb normalitat.

11.1.6.2. Nombre d'etapes

Per realitzar el següent estudi les condicions d'operació són les mateixes que les citades a l'Apartat anterior, però amb la modificació de les etapes de la columna en un rang que va des de les 19 etapes fins a 100. El cabal d'aigua de la xarxa que s'utilitza és de 17754 kg/h.

Es treballa amb aquest cabal, ja que l'objectiu principal d'aquest estudi es observar la tendència a reduir la concentració de clorur d'hidrogen a la sortida pel cap de columna. Recollint les dades obtingudes amb les diferents simulacions es forma la s'obté la Figura 11.27.

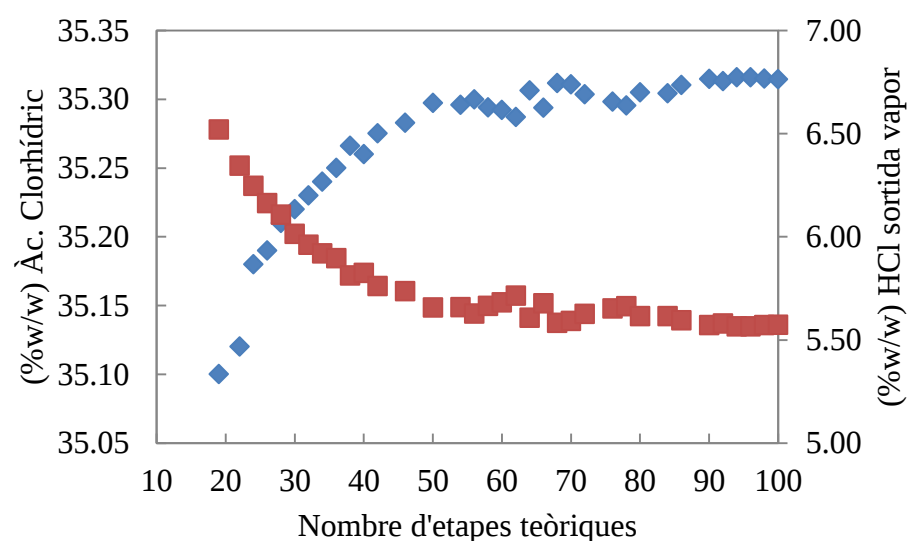


Figura 11.27. Concentració d'àcid clorhídric en el fons de la columna (◆) i concentració de clorur d'hidrogen en el cap de columna (■) en funció de les etapes teòriques.

Observant els resultats obtinguts s'arriba a les següents conclusions:

- La concentració de clorur d'hidrogen a la sortida de cap de columna es redueix amb més tendència en el rang que va des de les 19 etapes fins les 30. La reducció assolida en aquest interval és del 8 % del valor inicial.
- La concentració d'àcid clorhídric augmenta conforme s'incrementa el nombre d'etapes. La tendència és superior en l'interval que va fins a les 30 etapes.

11.1.6.3. Elecció de les condicions d'operació

Un cop estudiats els efectes que té la temperatura, el cabal d'aigua i el nombre d'etapes d'equilibri tal i com es detalla a l'Apartat 11.1.6, s'han d'escollir les condicions d'operació tenint en compte que per cap no pot sortir una concentració superior al 2 % en pes de clorur d'hidrogen i que degut a limitacions físiques i mecàniques de la instal·lació la columna no pot ser molt més alta. Aleshores, l'equip d'enginyers encarregats del disseny ha decidit escollir un cabal el qual amb 19 etapes no assoleix la puresa necessària d'àcid, però que perd poc clorur d'hidrogen pel cap. Augmentant lleugerament el nombre d'etapes, l'equip serà capaç d'assolir els nivells marcats pel client.

El cabal seleccionat és de 18500 kg/h, ja que amb 19 etapes té una puresa del 34.94 %, tal i com es mostra a la Figura 11.28, si s'augmenten les etapes fins a 23, l'especificació del producte ja és la correcta.

Les condicions d'operació que compleixen aquests requisits són les següents:

- Un cabal d'aigua de 18500 kg/h.
- Nombre d'etapes teòriques de 23.

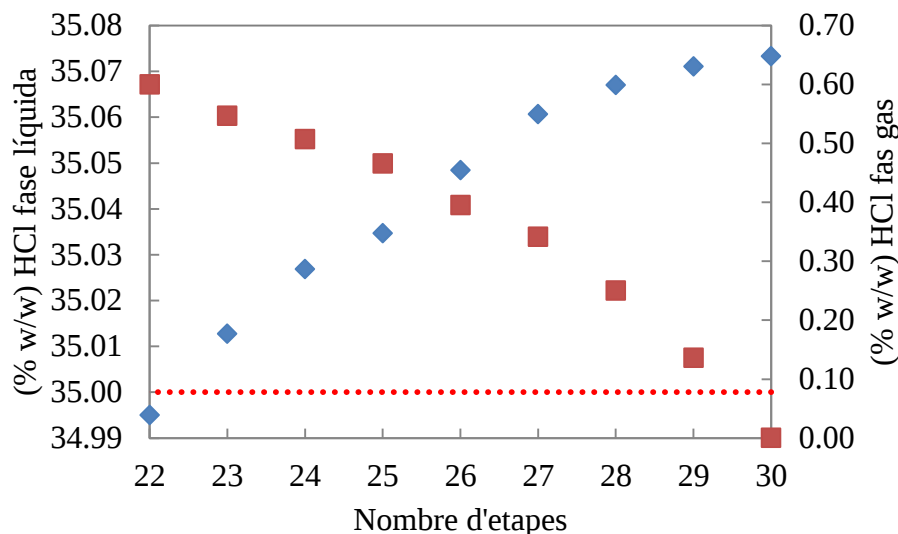


Figura 11.28. Efecte de l'augment del nombre d'etapes per a un cabal constant d'aigua de 1850 kg/h. Concentració d'àcid clorhídric en el fons de la columna (◆) i concentració de clorur d'hidrogen en el cap de columna (■) en funció de les etapes teòriques.

Un cop determinades les condicions d'operació la columna és simulada amb la incorporació del recicle del corrent de vapor, el qual és condensat i refredat abans de tornar a entrar-hi, tal i com es mostra a l'Apartat 4.1.4. Cal recordar que això no s'havia pogut realitzar anteriorment, ja que si s'ampliava la dificultat del sistema amb més equips i recirculacions aquest tenia problemes en trobar un camí de resolució adequat i sorgien problemes de convergència.

S'ha pogut observar que si simplement s'augmenta l'altura de rebliment, la dependència amb l'aigua de refrigeració és molt elevada i no es pot arribar a una concentració del 35 %. Degut a la calor d'absorció generada el solvent s'evapora en excés i el rendiment de l'operació cau en picat. Durant els mesos d'estiu, quan la temperatura ambient és elevada i les torres de refrigeració no són tan efectives, conseqüentment la temperatura de l'aigua utilitzada és més elevada i s'obtenen concentracions inferiors al 35 % en massa.

Taula 11.10. Balanç de matèria obtingut un cop aplicada la recirculació del corrent de vapor.

	Entrada líquid	Entrada gas	Vapor	Recirculació	Àcid 35 % massa
H ₂ O (kg/h)	1027.	0	272.6	272.6	1027
HCl (kg/h)	0.	273.6	16.4	16.3	273.6
N ₂ (kg/h)	0.	0.821	0.821	0.	0.
Temperatura (°C)	25	6	111	25	65.2
Pressió (bar _a)	5	1.124	1.107	5	1.114
Etapa	1	23	1	1	23

11.1.6.4. Selecció del material

La *KERA*[®] SP 20 és un durplàstic a base de resina fenòlica, reforçat amb fibra de vidre i fibra de carboni especialment pretractades. El SP 20 és especialment resistent a àcids i molts lleixius no oxidants i a molts dissolvents. A més és altament apropiat en sol·licitacions de càrregues mecàniques i tèrmiques.

Àmbits d'aplicació en la indústria química, electròlisi HCl, fabricació isocianats (HDI, MDI, TDI) i concentració HCl.

Avantatges:

- Alta resistència química.
- Disseny individual i il·limitat.
- Resistència duradora a temperatures de fins a 140 ° C.
- Càrrega de cap a 170 ° C.



Figura 11.29. Part interna d'una columna de destil·lació amb plats fets de campana fet de *KERA*[®].

Les columnes de *DIABON*[®] estan fetes de grafit i estan compostes per cilindres buits els quals s'uneixen amb un sistema de varetes d'unió. Disposa d'una bona conductivitat tèrmica, un baix coeficient d'expansió i un baix mòdul elàstic, característiques les quals ofereixen una excel·lent resistència al xoc tèrmic. Aquest grafit incorpora una resina la qual en tapa els porus evitant d'aquesta manera la fuga de producte.

Les columnes fetes amb *DIABON*[®] s'utilitzen per:

- L'absorció adiabàtica d'halur d'hidrogen.
- L'absorció i desorció de clorurs d'hidrogen.
- Separació de mescles d'àcids per destil·lació.
- La purificació de gasos de combustió altament agressius.



Figura 11.30. Plats de columna fets de *DIABON*[®].

11.1.6.5. Dimensionament del gruix de la columna

Primerament l'equip ha estat dissenyat per buit total i posteriorment s'ha comprovat quina pressió es capaç de suportar en cas de pressió interna.

Es tracta d'un càlcul iteratiu, en el qual es suposa un gruix de l'equip i es calcula quina pressió (relativa) suporta. És un càlcul iteratiu perquè depèn de dos factors, el A i el B, els quals estan tabulats. El primer d'aquests depèn de la geometria i el segon de les propietats mecàniques del material. Per més detall consultar (ref. 6). Les propietats mecàniques de l'acer es troben a la Taula 11.12.

La pressió obtinguda amb l'Equació 11.1.10, per un gruix donat ha de ser igual o superior a la pressió per la qual se'l dissenya. En el cas que el factor A sigui més petit de 0.0002 s'utilitza l'Equació 11.1.11.

Pressió externa

$$P_a = \frac{4B}{3(D_o/t)} \quad (11.1.10)$$

$$P_a = \frac{2AE}{3(D_o/t)} \quad (11.1.11)$$

P_d Pressió de disseny (MPa).

P_a Pressió calculada (MPa).

B Factor del material.

E Mòdul elàstic del material a la temperatura de disseny (MPa).

D_o Diàmetre interior (mm).

t Gruix (mm).

A la Taula 11.11 es mostren els valors més significatius de les diferents iteracions.

Tal i com s'explica a l'informe, el diàmetre intern serà de 1708 mm en lloc de 1700 mm ja que no es té en compte la resistència que pugui oferir el *Teflon*[®]. El paràmetre L correspon a la distància entre el fons de la columna i l'anell de reforç més pròxim, aquesta distància té un valor de 5.85 m.

Taula 11.11. Valors més rellevants dels càlculs iteratius per calcular la pressió.

Gruix (mm)	L/ D_o	D_o/t	Factor A	Factor B (MPa)	Pressió (MPa)
29	3.42	58.9	0.001	96.5	2.19
14	3.42	122	0.0003	30.3	0.33
10	3.42	171	0.0002	20.0	0.16
8	3.42	214	0.0001	-	0.07

El gruix escollit és de 10 mm, el qual es troba disponible pel fabricant.

Amb el gruix obtingut es calcula quina pressió aguantarà en el cas de pressió interna. En aquest cas es tracta d'un càlcul directe mitjançant l'Equació 11.1.12. La pressió obtinguda és de 44.1 bar_g.



$$P_a = \frac{SE}{0.5 D_o - 0.4t} \quad (11.1.12)$$

P_a Pressió calculada (MPa).

E Eficiència de la soldadura.

S Tensió de ruptura (MPa).

D_o Diàmetre interior (mm).

t Gruix (mm).

La columna 08K01 amb un gruix de 10 mm d'acer al carboni serà capaç d'aguantar condicions de buit total i una pressió interna de 44.1 barg.

Taula 11.12. Paràmetre mecànics de l'acer al carboni AS-515 utilitzat.

Paràmetre	Valor
Mòdul Elàstic a 130 °C (GPa)	210
Tensió de ruptura (MPa)	379
Eficiència de soldadura	1
Grau	70



11.2. Estudi d'Impacte Ambiental

11.2.1. Caracterització dels impactes

Taula 11.13. 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, provablement 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	Discontinu

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 11.14. 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		Discontinu	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 11.15. 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 11.16. 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 11.17. Avaluació i valoració de la contaminació de l'aqüífer.

Contaminació de l'aqüífer

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'aqüífer, ja que, tal com s'ha comentat anteriorment, la profunditat a la que es troba l'aqüífer 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'aqüífer.

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		Discontinu	C/O

Tipificació

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

* C = construcció O = Operació.

Taula 11.18. 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 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		Discontinu	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 11.19. 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	O
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	C/O
Temporal	C	Directe		Recuperable	O
Persistent	O	Indirecte	C/O	Irrecuperable	C/O
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 <i>impacte compatible</i> .					
* C = construcció O = Operació.					

Taula 11.20. 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 fase, 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	
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	C/O
Temporal		Directe	C/O	Recuperable	
Persistent	C/O	Indirecte		Irrecuperable	C/O
Tipificació					
Gràcies a que la zona d'implantació de la Planta és molt industrialitzada, l'impacte serà tipificat com <i>impacte compatible</i> .					
* C = construcció O = Operació.					



Taula 11.21. 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
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	
Temporal		Directe		Recuperable	C/O
Persistent	C/O	Indirecte	C/O	Irrecuperable	Discontinu
Tipificació					
Degut a les mesures correctores que s'implantaràn, l'impacte es pot tipificar com <i>impacte compatible</i> .					
* C = construcció O = Operació.					

Taula 11.22. 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
Negatiu	C/O	Acumulatiu	C/O	Irreversible	C/O
Temporal		Directe	C/O	Recuperable	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 <i>impacte compatible</i> .					
* C = construcció O = Operació.					

Taula 11.23. 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		Discontinu	

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.

11.2.2. Avaluació i valoració dels impactes

Taula 11.24. Matriu de Leopold, emprada per l'avaluació quantitativa dels diferents impactes associats a l'activitat.

	del Modificació hàbitat	Alteració del sòl	la de 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		

