



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



Reconversió d'un *splitter* de propà-propilè a un sistema amb recompressió de vapor

Treball fi de grau
Grau en Enginyeria Química



TFG_GEQ_1708
Curs acadèmic 2016-2017
Adrià Gras Simó
Tutor: Josep Basco Montia

El Dr. Josep Basco

Tutor del TFGEQ 1708

De títol: Reconversió d'un splitter de propà-propilè a un sistema amb recompressió de vapor

Elaborat pel Sr. Adrià Gras Simó

AUTORITZA* la presentació i defensa de l'esmentat TFGEQ

Signat: 

A Tarragona, el 31/8/2017

(*) En cas de NO AUTORITZAR la presentació i defensa de l'esmentat TFGEQ, cal indicar:

MOTIUS

MANCANCES OBSERVADES I MESURES CORRECTORES

Signat: _____

A Tarragona, el _____

INDEX

1. INTRODUCCIÓ	4
2. ETAPA PRELIMINAR.....	4
2.1. Abast del projecte.....	4
2.2. Descripció del projecte.....	4
2.3. Selecció del procés i estudi d'alternatives.....	5
2.3.1. Columna convencional	5
2.3.2. Columna de compressió de vapor.....	5
2.3.3. Columna de recompressió de vapor.....	5
2.3.4. <i>Heat-Integrated Distillation Column (HIDiC)</i>	6
2.4. Planificació.....	7
3. BASES DE DISSENY	10
3.1.1. Especificació de la matèria prima.....	10
3.1.2. Especificació de les <i>utilities</i>	10
3.1.3. Dades climatològiques.....	12
3.1.4. Efluents líquids	13
3.1.5. Aïllament	13
3.1.6. Protecció contra foc	13
3.1.7. Pressions i temperatura de disseny	13
3.1.8. Coeficient de corrosió.....	14
3.1.9. Intercanviadors	14
3.1.10. Especificacions bombes.....	14
3.1.11. Especificacions compressors	14
3.1.12. Emmagatzematge i distribució	14
3.2. Descripció del medi.....	14
3.2.1. Ubicació de la planta	14
3.2.2. Medi físic.....	15
3.2.3. Medi biològic.....	17
3.2.4. Medi humà.....	17
4. ENGINYERIA BÀSICA.....	18
4.1. Elaboració de diagrames	18
4.2. Llistats	28
4.2.1. Llistat de canonades i instrumentació.....	28
4.3. Disseny	37
4.3.1. Descripció del procés funcional	37

4.3.2. Simulació.....	37
4.3.3. Disseny d'equips	41
4.3.4. Disseny canonades.....	44
4.3.5. Disseny de la instrumentació.....	45
4.4. Fulls d'especificacions	46
5. SEGURETAT	58
5.1. Estàndards del procés	58
5.2. Sistemes de seguretat i lluita contra incendis.....	58
5.3. Equips de protecció individual (EPI)	59
5.3.1. Casc de seguretat o protecció	60
5.3.2. Ulleres de protecció.....	60
5.3.3. Protectors auditius	60
5.3.4. Sabates de seguretat.....	60
5.3.5. Roba antiestàtica i ignífuga d'alta visibilitat	60
5.3.6. Guants protectors químics i elèctrics.....	61
5.3.7. Altres EPI	61
5.3.8. Relació de la norma espanyola respecte els EPIS [Ref. 10].....	61
5.4. Zona ATEX.....	63
5.5. Hazop del procés	66
5.5.1. HAZOP de la columna R-101	67
6. MANUAL D'OPERACIÓ.....	76
6.1. Control dels equips.....	76
6.1.1. Control de pressió del <i>splitter</i>	76
6.1.2. Control del reflux i cabal de producte del <i>splitter</i>	76
6.1.3. Control de cap de columna del compressor i protecció contra sobretensions..	76
6.2. Control de qualitat.....	77
6.3. Posta en marxa	77
6.3.1. Condicions prèvies	77
6.3.2. Purga amb nitrogen.....	77
6.3.3. Arrencada de la secció del <i>splitter</i>	77
6.3.4. Pressió de prova.....	77
6.3.5. Preparació de propilè del <i>splitter</i> , arrencada del <i>splitter</i>	78
6.4. Parada del <i>splitter</i>	79
6.4.1. Parada de curt termini.....	79
6.4.2. Parada completa.....	79
6.5. Perturbacions.....	79

6.5.1. Parada d'emergència.....	79
6.5.2. Fallada de les <i>utilities</i>	80
7. MEDI AMBIENT.....	81
7.1. Estudi d'impacte ambiental.....	81
7.2. Mètode Conesa-Vitora	81
7.2.1. Detecció o identificació d'impactes	81
7.2.2. Caracterització dels impactes	82
7.2.3. Avaluació i valoració dels impactes	86
7.3. Mesures correctives.....	87
8. MANTENIMENT	88
8.1. Manteniment predictiu	88
8.2. Manteniment preventiu.....	89
8.3. Manteniment correctiu	89
8.4. RCM(Manteniment basat en la fiabilitat).....	89
8.4.1. Objectius del RCM	89
8.4.2. Fases d'aplicació.....	89
8.5. Manteniment basat en API 581	89
9. ESTUDI ECONÒMIC	90
9.1. Càlcul de la rentabilitat del procés	90
10. BIBLIOGRAFIA.....	93

ANNEXOS

A.1. DISSENY MECÀNIC DE LA COLUMA.....	93
A.2. DISSENY ACUMULADOR DE REFLUX.....	93
A.3. DISSENY BOMBA CENTRÍFUGA.....	93
A.4. DISSENY CANONADES.....	102
A.5. DISSENY DE LA VÀLVULA DE CONTROL.....	102
A.6. DISSENY DE LA PLACA D'ORIFICI.....	103
A.7. DISSENY VÀLVULA DE SEGURETAT.....	103
A.8. ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL.....	104
A.9. ESTUDI ECONÒMIC.....	112

NOMENCLATURA

Símbol	Descripció	Unitat
A	Àrea	cm ²
D	Diàmetre	m
Re	Número de Reynolds	Adim.
t	Temps	Min.
t	Gruix	mm
P	Pressió	bar
T	Temperatura	°C
C _v	Coefficient de la vàlvula	gpm
V	Volum	m ³
v	Velocitat	m/s
V	Força tallant total	lb
Q	Cabal volumètric	m ³ /s
i	impostos	%
ε	Eficiència	%
f _D	Factor de fricció de Darcy	Adim.
M	Moment	kg·cm
Z	Factor de compressibilitat	Adim.
Z	Mòdul de la secció per a la base de la cimentació	cm ³
W	Pes de la estructura i cimentació	kg
V	Voltatge	V
P	Potència	kW
M	Pes molecular	
W	Caudal màssic	kg/h
PD	Pressió diferencial	bar
ρ	Densitat	kg/m ³
μ	Viscositat	cP
P	Pressió de descàrrega	kg/cm ²
P _d	Pressió de disseny	kg/cm ²
NPSHA	<i>Net Positive Suction Head Available</i>	m
NPSHR	<i>Net Positive Suction Head Required</i>	m
f _c	Factor de fricció	Adim.
h _f	Pèrdues totals en el tram	m
P _{vap}	Pressió de vapor	bar
P _{asp}	Pressió d'aspiració	bar
P _{desc}	Pressió de descàrrega	bar
L	Longitud	m
hT	Altura faldó	m
S	Tensió admissible del material	lb/pulg ²
S	Càrrega	kg/cm ²

H	Longitud de la columna	m
R	Radi	m
D ₀	Diàmetre efectiu	m
L _c	Línia de congelació	m

1. INTRODUCCIÓ

Identificació del projecte

Títol del projecte	Reconversió d'un <i>splitter</i> de propà-propilè a un sistema amb bomba de calor
Identificador	TFGEQ_1708_agras
Tutor	Josep Basco Montia
Data d'entrega	31 de setembre de 2017
Localització	Tarragona

Aquest treball ha sigut possible gràcies a moltes persones, en especial a l'ajut prestat pel tutor, ja que s'ha esforçat molt i ha donat suport a l'equip en moments claus per a la realització del projecte.

2. ETAPA PRELIMINAR

2.1. Abast del projecte

A la consultoria *Gras consulting S.L.* se li ha encarregat un projecte on hi ha una planta en la qual hi ha una columna convencional que separa el propilè del propà, l'objectiu d'aquest projecte és optimitzar funcional i energèticament aquesta columna. Aquesta optimització es durà a terme amb un sistema de bomba de calor (*Vapour recompression column*), la construcció d'aquest sistema es podria dur a terme en 9 mesos i es podria posar en marxa en 18 mesos al finalitzar aquest projecte.

Per realitzar aquest projecte la inversió inicial seria de 1,259,850 \$, amb un VAN de 1,416,130 \$ i un TIR del 30%. La inversió tindria una vida útil de 20 anys amb un *Payback* de 3 anys i 4 mesos.

2.2. Descripció del projecte

L'equip 1708 de la consultoria *Gras consulting S.L.* se li ha encarregat el projecte del disseny d'un *splitter* de propà-propilè a un sistema de bomba de calor. Per això, s'ha dut a terme una recerca bibliogràfica d'aquesta tecnologia i d'altres alternatives per tal de poder dur a terme un estudi el qual ens ha pogut determinar quina d'aquestes és la més convenient sense deixar de marge les especificacions del client.

S'ha simulat el procés en *ASPEN* per treure el balanç de matèria i energia, i un cop optimitzats s'ha dut a terme el BCD, el PFD i P&ID.

Acte seguit s'ha efectuat la enginyeria bàsica del *splitter* amb recompressió del vapor incloent el disseny dels següents equips: columna de destil·lació, compressor, reboiler termosifó, acumulador de reflux, bomba, intercanviadors. Així com les especificacions dels equips, llistat de línies i equips, la instrumentació i els sistemes de control.

S'ha efectuat paral·lelament la enginyeria de detall que contempla els sistemes de control avançat, disseny mecànic d'equips, disseny de les sabates dels equips, instrumentació local i de panell, diagrama unifilar i isomètric.

S'han confeccionat els manuals d'operació, de seguretat, del medi ambient i de manteniment, per tal d'assegurar un funcionament adient de la planta i evitar riscos per a la societat i pel medi ambient.

Finalment s'ha realitzat un estudi econòmic presentant els valors de Payout, VAN i TIR així com un anàlisi de sensibilitat, per tal d'assegurar que el projecte es viable econòmicament.

2.3. Selecció del procés i estudi d'alternatives

La necessitat de voler optimitzar el procés, ve degut a que la destil·lació es el procés de separació més utilitzat de la indústria química. I en les plantes químiques, els processos de destil·lació solen consumir entre el 40 i el 70 % dels costos operacionals i inversions de capital [Ref. 1]. La baixa eficiència de les columnes de destil·lació convencional, el escalfament global i altres factors com l'energia circular i l'aprofitament dels recursos, fan que moltes companyies es plantegin i realitzin estudis per tal de millorar el seu procés energèticament.

Per aquest motiu, diversos estudis i diverses metodologies s'han estudiat i a dia d'avui ja són moltes alternatives les quals s'han desenvolupat al llarg del temps i que estan donant resultats molt positius. Algunes d'aquestes alternatives tals com VRC (*Vapor Recompression Column*), DWC (*Divided-Wall Column*), i *petlyuk column* han estat comercialitzades exitosament i implantades en indústries, donant a veure que les seves aplicacions a la indústria van augmentant significativament [Ref. 2].

Una de les configuracions més recents en aquest camp es HIDiC (*Heat-Integrated Distillation Column*) que està composta per una combinació entre VRC i les columnes de destil·lació adiabàtiques. Les alternatives estudiades per al procés de separació de propà-propilè han estat: la columna de compressió de vapor (VC), la columna de recompressió de vapor (VRC), la columna convencional (CC) i la configuració HIDiC.

2.3.1. Columna convencional

Tot i que les noves alternatives es comencin a implantar, la columna convencional és la configuració més utilitzada avui en dia, això dona a veure la importància que té dins de les indústries aquesta configuració. En el procés estudiat en aquest projecte, actualment la destil·lació de propà-propilè es realitza en una columna de destil·lació convencional. Com que en aquesta metodologia de separació, els compostos tenen punts d'ebullició molt pròxims (uns 6 °C aproximadament) fan que l'energia calorífica empleada per a poder escalfar i condensar en el reboiler i condensador siguin molt elevades. També s'ha de tenir en compte que aquesta separació al tenir aquests compostos tant similars, fan que les dimensions de la columna siguin de les més llargues que es construeixen, de tal manera que es solen dividir en 2 columnes, per evitar problemes de vinclament entre d'altres. A diferència de les altres alternatives, la columna convencional sol treballar a més pressió i té uns costos energètics més elevats, fet que depenent el tipus de procés i de la situació de cada cas, sigui la configuració menys adient a fer servir.

2.3.2. Columna de compressió de vapor

En la columna de compressió de vapor, el fluid en qüestió s'evapora al condensador, es comprimit a una temperatura més alta (de saturació), es condensa en el reboiler i es refreda per expansió en la vàlvula reguladora a una temperatura per sota de la temperatura del condensador. La selecció del fluid de treball adequat és un important grau de llibertat en el disseny. Un exemple industrial d'un VC és la separació d'etilè-età fent servir propilè com a fluid de treball [Ref. 3]. En casos en els que el vapor destil·lat no es pugui comprimir o en alguns sistemes innovadors de bomba de calor, la VC és una de les úniques opcions.

2.3.3. Columna de recompressió de vapor

A diferència de la columna de recompressió de vapor, el fluid en qüestió es el vapor del propi procés que surt per cap, el qual es comprimeix i es condensa en el reboiler al mateix temps que el producte de fons és escalfat. Un cop condensat, es separa el fluid en qüestió en reflux i producte, finalment el reflux es retorna a la columna de destil·lació. Aquest tipus de

destil·lació es un *state-of-art* per a sistemes de separació binàries, especialment la seva aplicació va centralitzada en la separació de components amb volatilitats relatives similars (propà-propilè per exemple). La VRC té una major eficiència i menys costos de capital que la VC.

No obstant això, la VRC no aborda directament el principal inconvenient de la VC: l'economia implicada en l'ús del compressor. De la mateixa manera, el destil·lat encara ha de complir almenys els requisits operatius del mitjà de transferència de calor, sense oblidar els criteris per a operacions de compressors segurs i econòmics. Totes aquestes restriccions limiten seriosament la finestra d'aplicació de la tecnologia VRC.

A continuació es mostra una visualització esquemàtica dels tres processos descrits anteriorment.

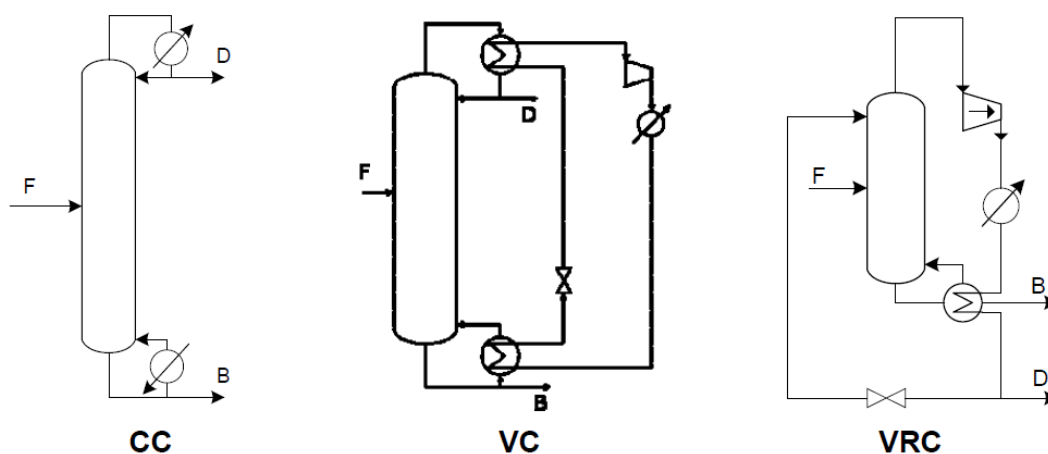


Figura 2.1 Diferents configuracions de la columna de destil·lació

2.3.4. Heat-Integrated Distillation Column (HIDiC)

La configuració HIDiC, és la aproximació més radical del disseny de la bomba de calor, fent ús de la integració calorífica interna. En comptes de fer servir un simple punt de calor com a font i dissipador, tota la secció de rectificació de la columna de destil·lació esdevé la font de calor, mentre que la part de *stripping* de la columna de destil·lació actua com el dissipador de calor [Ref. 4]. El problema de les diferents mides de les seccions de rectificació i de *stripping* són relativament fàcils d'abordar utilitzant una de les moltes alternatives configuracions HIDiC. El treball imposat prové del compressor instal·lat a la sortida de caps de la secció de *stripping*, mentre que el cycle de la bomba de calor es tanca per la vàlvula impulsant el líquid del fons de la columna de la secció de rectificació. És una de les alternatives més noves, i encara que té les seves limitacions ara mateix, en un futur pot ser una de les optimitzacions estàndards a nivell industrial.

A continuació és mostra la representació esquemàtica del funcionament de la columna HIDiC.

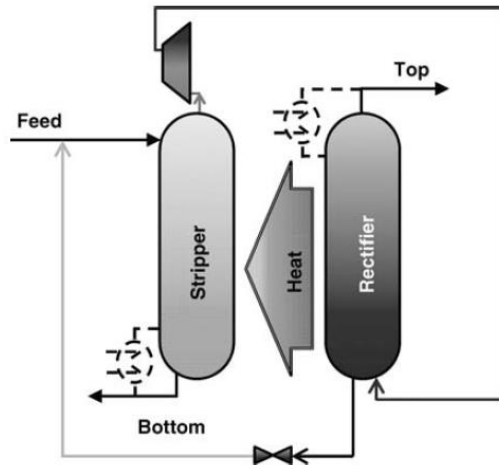


Figura 2.2 Configuració columna HIDiC

Finalment, s'ha pogut concloure que la millor configuració és la columna de recompressió de vapor (VRC) ja que aquesta treballa amb components de volatilitats relatives similars, com el cas que es planteja, i a banda de ser una de les alternatives de més èxit en les optimitzacions energètiques industrials, coneguda com el *state-of-art* per la separació de propà-propilè. No es descarta en un futur que sigui millor la configuració HIDiC, però la falta de recursos i d'investigació fan incompatible que es dugui a terme actualment [Ref. 5].

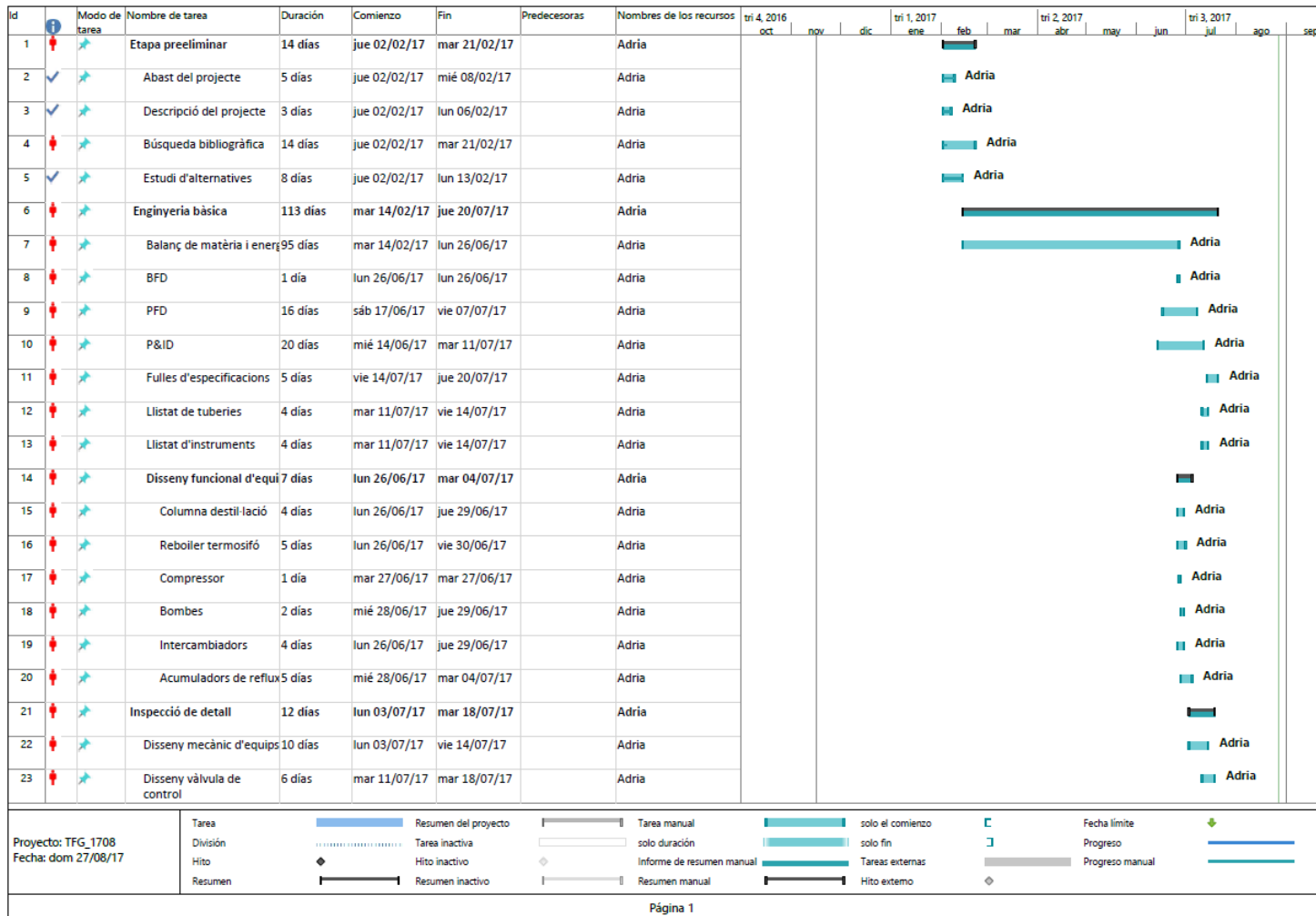
2.4. Planificació

S'ha dut a terme una planificació de les diverses tasques realitzades durant el projecte en un diagrama de *Gantt* per tal de portar un control diari i veure els possibles canvis deguts a inconvenients o endarreriments. El diagrama s'ha anat actualitzant contínuament, dins de cada tasca realitzada consta de les següents parts: realització de la tasca, revisió de la tasca i correcció de la tasca. Tot i això alguns canvis en les especificacions han fet que s'hagi de retocar en algun moment imprevist tasques ja corregides, això no es podrà visualitzar en el diagrama. Tampoc es podrà visualitzar les reunions periòdiques que s'han realitzat amb el tutor.

Finalment cal dir que ha calgut augmentar el termini d'entrega degut a certs inconvenients relacionats amb la simulació fent servir *Aspen*. Aquests inconvenients es veuran reflectits amb més detall en el apartat específic de simulació.

A continuació es mostra la última versió del diagrama de *Gantt* amb les dates que s'ha finalitzat cada tasca (on estarien incloses totes les parts descrites amb anterioritat).

Diagrama de Gantt



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	tri 4, 2016			tri 1, 2017			tri 2, 2017			tri 3, 2017		
								oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
24		Disseny sabates	3 días	dom 16/07/17	mar 18/07/17		Adria												
25		Isometric	2 días	mié 05/07/17	jue 06/07/17		Adria												
26		Diagrama unifilar	2 días	sáb 15/07/17	lun 17/07/17		Adria												
27		Manual de seguretat	13 días	mar 18/07/17	jue 03/08/17		Adria												
28		Seguretat ocupacional (Ef1 dia		mar 18/07/17	mar 18/07/17		Adria												
29		Hazops	9 días	mié 19/07/17	lun 31/07/17		Adria												
30		Document protecció contra explosions	3 días	mié 26/07/17	vie 28/07/17		Adria												
31		Vàlvula de seguretat	4 días	lun 31/07/17	jue 03/08/17		Adria												
32		Manual de medi ambient	4 días	jue 03/08/17	mar 08/08/17		Adria												
33		Anàlisis de cicle de vida	4 días	jue 03/08/17	mar 08/08/17		Adria												
34		Manual de manteniment	5 días	mar 08/08/17	lun 14/08/17		Adria												
35		Manteniment correctiu, preventiu i predictiu	3 días	mar 08/08/17	jue 10/08/17		Adria												
36		Manteniment basat en la condició	3 días	jue 10/08/17	lun 14/08/17		Adria												
37		Manteniment basat en API581	2 días	sáb 12/08/17	lun 14/08/17		Adria												
38		Manual de operacions	5 días	mar 15/08/17	lun 21/08/17		Adria												
39		Arracada de la unitat	3 días	mar 15/08/17	jue 17/08/17		Adria												
40		Parada de la unitat	3 días	mar 15/08/17	jue 17/08/17		Adria												
41		Situacions d'emergència	3 días	jue 17/08/17	lun 21/08/17		Adria												
42		Estudi econòmic	6 días	sáb 19/08/17	vie 25/08/17		Adria												
43		Càlcul rentabilitat	5 días	vie 18/08/17	jue 24/08/17		Adria												
44		Anàlisis de sensibilitat	6 días	vie 18/08/17	vie 25/08/17		Adria												
45		Revisions i correccions finals	5 días	vie 25/08/17	jue 31/08/17		Adria												

Proyecto: TFG_1708 Fecha: dom 27/08/17	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

Página 2

3. BASES DE DISSENY

3.1.1. Especificació de la matèria prima

El corrent d'entrada a la columna de separació propà-propilè és de 3600 kg/h que equival a 28800 t/any. El procés produeix durant 8000 h/any.

Aquesta corrent esta formada pels següents compostos amb la respectiva composició.

Taula 3.1. Especificacions del corrent d'entrada.

Component	Composició, %màssic
Propilè	9.18E-01
Etilè	1.35E-02
Nitrogen	2.11E-02
Hidrogen	5.00E-04
Metà	3.20E-03
Età	3.20E-03
Propà	5.26E-02
P(bara)	18.9
T(°C)	25.0

3.1.2. Especificació de les *utilities*

En les *utilities* del procés hi tenim vapor d'alta i baixa pressió, aigua de refrigeració, bruta i desmineralitzada, aire de instrumentació, nitrogen, fuel gas i per últim electricitat. A continuació s'han detallat les característiques de les *utilities* mencionades abans.

- **Vapor**

El vapor tant de alta com de baixa tenen les especificacions descrites a continuació.

Taula 3.2. Especificacions del vapor del procés.

Tipus	Pressió d'operació (barg)	Pressió de disseny (barg)	T d'operació (°C)	T de disseny (°C)
Alta pressió	35	40	265	305
Baixa pressió	5.5	8	170	250

- **Aigua de refrigeració**

L'aigua de refrigeració feta servir per refrigerar en l'equip E-100 té aproximadament les característiques descrites en la taula 3.3.

Taula 3.3. Especificacions per l'aigua de refrigeració.

Paràmetres	Valors
Pressió d'operació	5 barg
Pressió de disseny	8 barg
Temperatura d'entrada	27 °C
Temperatura de retorn	37 °C
pH	8-8.5
Duresa (CaCO ₃)	25 meq/l
Quantitat màxima de clorurs	350 mg/l
<i>Fouling factor</i> per a intercanviadors	4E-04 m ² ·K/W

- **Aigua bruta**

L'aigua bruta que s'ha fet servir en el procés té les especificacions descrites a continuació.

Taula 3.4. Especificacions de l'aigua bruta.

Paràmetres	Valors
Pressió d'operació	8 barg
Temperatura d'entrada	ambient
pH	7-8
Duresa total màxima (CaCO ₃)	500 meq/l
Ca	120 mg/l
Nitrats	<20 mg/l
Sulfats	200 mg/l
Conductivitat màxima	1500 µS/cm

- **Aigua desmineralitzada**

L'aigua desmineralitzada que es fa servir en el procés té les especificacions descrites a continuació.

Taula 3.5. Especificacions de l'aigua desmineralitzada.

Paràmetres	Valors
Pressió d'operació	11 barg
Pressió de disseny	13 barg
Temperatura d'entrada	ambient
pH	6.5-7
Silici	0.03
Àcid carbònic	1
Conductivitat màxima	0.3 µS/cm

- **Aire d'instrumentació**

L'aire d'instrumentació del procés realitzat, consta de les següents característiques, que s'agrupen en la taula 3.6.

Taula 3.6. Especificacions de l'aire d'instrumentació.

Paràmetres	Valors
Pressió d'operació	7 barg
Temperatura d'entrada	20 °C
Temperatura de rosada	-40 °C
<i>Holdup</i> en emergència	15 minuts

- **Nitrogen**

Les especificacions del nitrogen estan descrites a continuació, tot i que en cada cas pugui variar.

Taula 3.7. Especificacions del nitrogen.

Paràmetres	Valors
Pressió d'operació	12 barg
Pressió de disseny	15 barg

Temperatura d'entrada	20 °C
Temperatura de disseny	50 °C

- **Fuel gas**

A continuació es mostren les especificacions del fuel gas en cas que calgui incloure'l dins del procés.

Taula 3.8. Especificacions del fuel gas.

Paràmetres	Valors
Pressió normal	5 barg
Temperatura normal	30 °C
Poder calorífic superior	42939 kJ/kg
Poder calorífic inferior	38757 kJ/kg

- **Electricitat**

Hi han 3 fases, conté una freqüència de 50 Hz i hi ha voltatges de 6000,690 i 380 volts. La xarxa proporciona 25 kV.

Taula 3.9. Especificacions dels motors, il·luminació, instrumentació i DCS.

Servei	Potència	Voltatge	Fases
Motors	45 kW	400 V	3
	>45 kW; <400 kW	690 V	3
	4000 kW	6 kV	3
Il·luminació		230 V	1
DCS, Instrumentació		24 V DC	1
		230 V AC	

Els transformadors són de tipus sec.

3.1.3. Dades climatològiques

Aquí es tindran en compte diversos paràmetres pel disseny dels equips i de les estructures, per tant, es necessari conèixer la climatologia del medi, per això, es mostren en la taula que hi ha tot seguit.

Taula 3.10. Disseny per a processos en funció de la climatologia.

Paràmetres	Mínim °C	Màxim °C
Bases de disseny per al procés	-2	35
Bases de disseny aire acondicionat interior	23±3	23±3
Humitat relativa	75%	75%
Bases disseny <i>air-cooler</i>	-	32
Bases de disseny torre de refrigeració bulb humit	-	24
Bases de disseny torre de refrigeració bulb sec	-	33

- **Vent**

Aquí es té en compte la direcció del vent en funció de l'època de l'any, per tenir el coneixement de cap on es podria produir vinclament, o les fugues cap on es desplaçarien en el cas de que succeïssin.

-Estiu: direcció Sud-Est Sud-Oest.

-Hivern: direcció Oest Sud-Oest.

- **Sismicitat**

La zona presenta algun tipus de sismicitat petita.

- **Sòl**

La duresa del sòl està entre 1.5 i 2 kg/cm². La línia de congelació es troba a 0.8 metres de profunditat.

3.1.4. Efluents líquids

En aquest apartat podem veure els tipus d'aigua i si hi ha alguna mesura així com els valors d'aquesta aigua de partícules químiques i biològiques orgàniques trobades en l'aigua.

Taula 3.11 Tipus d'efluents líquids.

Efluent	Conduir a
Aigua de pluja	Red de recollida pluvial
Aigua no contaminada	Red normal
Aigua contaminada	Red de químics a tractament

Els límits per l'aigua no contaminada es troben a la taula 3.12.

Taula 3.12 Límits per a l'aigua no contaminada.

Paràmetres	Valors
pH	5.5-9.5
DQO	200 mg/l
DBO ₅	87.5 mg/l
Sòlids en suspensió	75 mg/l

3.1.5. Aïllament

El tipus d'aïllament per a protecció personal serà el capaç d'assegurar que $T \geq 60$ °C.

El tipus d'aïllament per a equips i canonades serà per al fred i ha de complir que $T < 11$ °C.

3.1.6. Protecció contra foc

Per la protecció contra foc es seguirà la reglamentació específica del Reial Decret.

3.1.7. Pressions i temperatura de disseny

A la taula 3.13 que es mostra a continuació, es descriuen les formes en les que en funció de la pressió, quina pressió de disseny tindran els diversos equips del procés.

Taula 3.13 Com dissenyar a diferents pressions d'operació.

Màxima pressió d'operació en continu	Disseny (cap)
Buit fins atmosfera	Buit/1.75 barg
Atmosfera fins 10 barg	Màxima pressió operació + 1 bar
10 barg fins 40 barg	Màxima pressió operació + 10%
40 barg fins 70 barg	Màxima pressió operació + 10%

La temperatura de disseny màxima d'operació en continu és de +20 °C.

3.1.8. Coeficient de corrosió

Per a acers ferrosos es permet 1 mm (C_2).

Per a acers austenítics i no ferrosos $C_2=0$.

3.1.9. Intercanviadors

Longitud preferida de 6 m. On els tubs d'acer al carboni tinguin un OD de 25 mm (1") espessor 2 m (14 BWG). I els tubs d'acer inoxidable tinguin un OD de 25 mm (1") espessor 2 m (16 BWG).

El coeficient d'embrutiment per a intercanviadors ve donat per la taula que es mostra a continuació.

Taula 3.14 Factor *Fouling* per a diferents fluids en intercanviadors.

Fluid	Coefficient $m^2 \cdot K/W$
Aigua de refrigeració	4E-04
Gas de recicla	4E-04 (amb arrossegament de pols)
Gas de recicla	2E-04 (sense arrossegament de pols)
Vapor d'aigua	2E-04
Propilè	2E-04

3.1.10. Especificacions bombes

Per al procés API610, 8a edició. Tanca mecànica DIN 24960.

3.1.11. Especificacions compressors

Standard API 616/618

3.1.12. Emmagatzematge i distribució

Aquest paràmetres no es tenen en compte degut a que aquesta és només una part del procés en la qual no desencadena amb el producte final destinat a emmagatzemar-se i distribuir-se.

3.2. Descripció del medi

En aquest apartat, es mostraran tots els detalls del territori i emplaçament de la planta de propilè, així com un estudi detallat del medi físic, biològic i humà d'aquesta.

3.2.1. Ubicació de la planta

La planta està situada en el Polígon Industrial Gran Indústria de Tarragona, al Tarragonès. La superfície del procés ocuparà aproximadament al voltant de 300 m².

L'accés al polígon es fa per la zona Sud, a través de l'autovia de Tarragona-Salou, i per la zona Nord, per la carretera de Barcelona.

Les raons per les quals s'ha escollit aquest polígon industrial, són diverses, com per exemple el clima de la ubicació o les facilitats que hi han en el transport de matèries primeres i productes.

Aquesta situació està comunicada amb una bona xarxa de carreteres i xarxa ferroviària, que faciliten el transport de mercaderies. La planta és propera al port de Tarragona, port industrial important, situat a 2,5 Km de la planta, i a 6 Km de l'aeroport de Reus.

Aquest polígon disposa d'un servei del parc de bombers, aquest servei consisteix en disposar d'un equip especialitzat per fer front a qualsevol tipus d'emergència dins de la indústria química

El clima d'aquesta regió és un factor important a tenir en compte, i resulta molt favorable per l'empresa ja que hi ha un clima mediterrani amb una temperatura mitja de 16°C.

Finalment, un altre factor important que és favorable per l'empresa, és la proximitat amb altres indústries del sector químic, com o DOW, Messer, BASF, Shell, Bayer i Repsol , amb les quals s'hi podria col·laborar en cas de necessitat.

3.2.2. Medi físic

3.2.2.1. Descripció del territori

El terreny on es situarà la planta es de tipus urbanitzable segons el pla territorial del Camp de Tarragona, on es mostra la superfície de sòl urbanitzable i no urbanitzable.

En les zones no urbanitzables, s'ha de respectar els espais naturals protegits, el sòl, la flora i la fauna.

3.2.2.2. Geologia i geomorfologia

La zona del Tarragonès es pot dividir en dos sectors, l'occidental i l'oriental, separats pel riu Francolí. La part occidental té una topografia uniforme en canvi, la del oriental és més irregular i elevada. Totes les cotes del territori són inferiors a 200 metres.

La geomorfologia de la zona és una depressió composta per materials tous terciaris i quaternaris amb terrenys geològics del Cenozoic. El municipi de Tarragona està compost per sòls rics en argiles i llims, tot i que en la zona del centre hi predominen les roques calcàries i margues.

3.2.2.3. Edafologia

Els sòls pertanyents a Tarragona, són del tipus Xerochrept, de l'ordre dels alfisòls. Aquest tipus de sòl és jove i ric en alumini i ferro. El fet de que siguin sòls rics en argiles, sobretot en la superfície, causa una menor lixiviació, i tenen una capacitat de saturació de 35%.

Les característiques dels alfisòls fan que siguin ideals per als cultius, proporcionant una alta fertilitat, tampoc presenten problemes de salinitat, erosió o estancament, això fa que siguin idonis per al seu us agrícola o silvícola.

3.2.2.4. Atmosfera

En l'atmosfera s'hi presenten diversos contaminants que afecten a la zona de Tarragona, i en aquesta regió hi ha una activitat important d'indústria química, es per això que és important estudiar els diversos compostos presents en l'atmosfera. Els principals contaminants són:

- NO₂: A Tarragona, la mesura de diòxid de nitrogen anual, correspon a 23 µg/m³, quan el màxim mesurat horàriament és de 138 µg/m³. En el complex industrial, hi ha un nivell de 20 µg/m³, i el màxim mesurat és de 120 µg/m³. Els límits anuals són de 40 µg/m³ i els límits de les mesures horàries és de 200 µg/m³
- CO: Les mesures corresponents a Tarragona, són de 1mg/m³, el límit d'aquestes emissions és de 10 mg/m³
- H₂S: El sulfur d'hidrogen arriba a al nivell màxim diàriament, a 3.6 µg/m³ en el centre de la ciutat de Tarragona i de 4 µg/m³ en la zona industrial. En els

màxims horaris el nivell arriba a 24 µg/m³ i 45 µg/m³, en la ciutat i en la zona industrial, respectivament.

- O₃: En la zona de Tarragona ciutat, l'ozó arriba a nivells màxims de las mitges horàries de 151 mg/m³. El llindar d'informació a la població és de 180 mg/m³, i el llindar d'alerta és de 240 mg/m³.

3.2.2.5. Climatologia

Catalunya i la zona del Tarragonès, disposa d'un clima mediterrani, és a dir, amb uns hiverns suaus i humits, i amb uns estius calorosos i secs. Les precipitacions són irregulars i estacionals, es concentren en les estacions de primavera i tardor.

La temperatura mitjana anual del Tarragonès varia entre 15.5 i 17 °C, i unes precipitacions mitjanes de 500-600 mm.

S'ha fet un recull de les dades meteorològiques segons el Servei Meteorològic de Catalunya, aquestes són:

Taula 3.15 Condicions meteorològiques a l'any 2014

Paràmetres meteorològics	Valor resultant	unitats
Precipitació acumulada	544.8	mm
Temperatura ambient mitjana	17,4	°C
Temperatura màxima absoluta	34,3	°C
Velocitat mitjana del vent	2,4	m/s
Irradiació solar diària mitjana	17	MJ/m ²

3.2.2.6. Hidrologia

En l'estudi de la hidrologia de la regió del Tarragonès, s'hi inclou l'anàlisi dels recursos hídrics subterranis, i les aigües superficials.

3.2.2.7. Hidrologia subterrània

Tarragona es troba sobre la massa d'aigua subterrània del Baix Francolí, amb una extensió de 179 km².

Segons l'Agència Catalana d'Aigua (ACA), aquesta aigua té un risc associat degut a l'estat químic de l'aigua ja que conté nivells elevats de nitrats i plaguicides, fruit de les activitats agrícoles, alts nivells d'organoclorats i metalls pesats, degut a l'activitat industrial.

En aquesta zona del Francolí, hi ha dos aqüífers, l'aqüífer fluvial del riu Francolí i l'aqüífer del Camp de Tarragona. Tots dos presenten permeabilitat intergranular, tot i que en l'aqüífer del Camp de Tarragona es caracteritza per les terrasses fluvials, en canvi, el del Francolí, es caracteritza pels materials sedimentaris

Les aigües subterrànies que ja estan contaminades, podrien empitjorar si es realitza una explotació del terreny inadequada, aquesta contaminació de les aigües és irreversible causant efectes de llarga durada. És per això que les aigües subterrànies estan especialment protegides.

3.2.2.8. Hidrologia superficial

En la hidrologia superficial s'hi inclouen les quatre conques hidrogràfiques del municipi de Tarragona, aquestes són, les Rieres del Baix Camp, la conca del Francolí, la conca de la Punta de la Mora i la conca del Gaià

En aquestes conques hi ha rius i torrents que drenen les terres i hi creix vegetació a causa de la humitat, sobretot en les conques del Francolí i Gaià.

La conca del Francolí té una superfície de 853 km² i una longitud de 60 km, i la conca del Gaià té una superfície de 423 km² i una recorregut de 85 km. Com s'ha

descriu anteriorment, el règim fluvial de la zona, és mediterrani, i les precipitacions anuals són escasses.

3.2.3. Medi biològic

L'aprofitament per conreus i la humanització del paisatge vegetal es posen de manifest amb les comunitats vegetals que actualment es troben a la zona d'estudi així com pel seu estat de conservació. En general es pot dir que la vegetació presenta actualment moltes espècies típiques dels ecosistemes amb una intensa degradació antròpica.

Tal i com es veu cal destacar que tot i l'elevada antropització del municipi, Tarragona gaudeix d'una varietat d'ambients molt diversos: des de les zones més humides a les vores dels rius, rieres, sèquies i canals, als indrets mediterranis subhumits o discretament eixuts, passant per les zones de pinedes i les de conreus i una franja costanera que combina les platges arenoses amb els penya-segats i les costes rocoses.

La zona de ponent, des del nucli urbà de Tarragona fins al límit municipal amb Vila-seca, es troba ocupada bàsicament per zones urbanes i industrials que li donen un caràcter més antròpic al municipi i, d'altra banda, a la zona de llevant predominen els boscos, bosquines i matollars.

Les zones forestals, ubicades al nord-est del municipi, presenten una certa varietat d'hàbitats que donen lloc a una gran diversitat d'espècies vegetals i animals (brolles, garrigues, conreus, pineda mediterrània, alzinars, suredes...).

Els marges fluvials i, especialment la desembocadura del Gaià i el Francolí, són hàbitats interessants des del punt de vista de la riquesa de fauna que hi contenen ja que són zones atractives per la nidificació d'ocells i com a zones de biòtop-pont entre les grans zones humides per als ocells migratoris.

Les zones de la plana, caracteritzades majoritàriament per ser zones obertes, presenten un mosaic important de comunitats vegetals antròpiques, conreus agrícoles i vegetació ruderal de camins, camps, zones urbanes, etc. Aquest ambient dona lloc a una varietat important de fauna.

Finalment, a l'ambient dels penya-segats litorals destaquen per la presència de fauna ornítica, amb elements poc representatius del municipi.

3.2.4. Medi humà

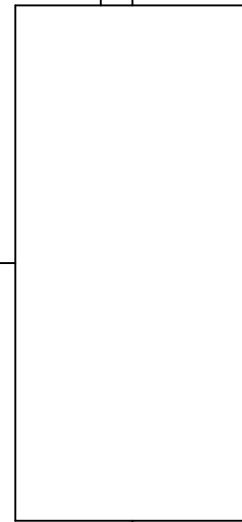
Pel que fa el paisatge més proper a la localització de l'empresa, és a dir Reus-Tarragona, el relleu es quasi totalment planer. Això ha permès que hi hagi una gran disponibilitat d'extenses porcions de sòls aptes per al conreu. Però aquest últim fet també implica que la forestació sigui mínima i es limita a trobar-se només en petits cims de turons al sector montuós o prop del riu Francolí.

Per tant, el paisatge que més destaca en aquesta àrea ha sigut el més afectat per la implantació dels grans polígons, àrees comercials i les diferents vies de comunicació. Es pot esmentar com a grans exemples la zona humida dels Prats de La Pineda que es veuen afectats per l'extensió de parc d'atraccions Port Aventura o les vores del riu Francolí que es veuen amenaçades per l'extensió del Port de Tarragona.

El sector central d'aquest tram es troben numerats conreus però també noves construccions empresarials i polígons comercials. Al sud, està caracteritzada per la construcció de quasi la totalitat del terreny seguint l'entorn de la T-11, de l'autopista AP-7 i seguint al llarg de la N-340 on es localitza el polígon industrial on està situada la *LyondellBasell*. El oest destaca pel desenvolupament continu del polígon de Constantí i pel creixement urbà de la ciutat de Reus.

FROM BFD 99

Propilè (3306.41 kg/h)
 Etilè (75.8 kg/h)
 Nitrogen (3.79 kg/h)
 Hidrogen (1.75 kg/h)
 Metà (11.37 kg/h)
 Propà (189.5 kg/h)
 Età (11.37 kg/h)



Propilè (49.36 kg/h)
 Etilè (73.33 kg/h)
 Nitrogen (3.78 kg/h)
 Hidrogen (0.005 kg/h)
 Metà (11.27 kg/h)
 Propà (0.22 kg/h)
 Età (10.31 kg/h)

TO INCINERATOR

Propilè (3053.38 kg/h)
 Etilè (2.47 kg/h)
 Nitrogen (0.01 kg/h)
 Hidrogen (0.005 kg/h)
 Metà (0.1 kg/h)
 Propà (26.9 kg/h)
 Età (1.06 kg/h)

TO REACTORS

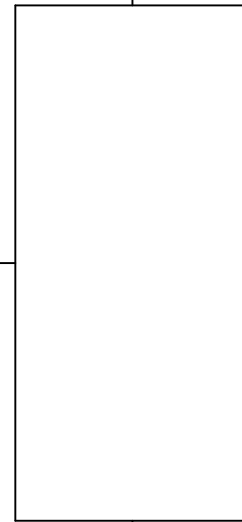
Propilè (203.67 kg/h)
 Propà (162.38 kg/h)

TO INCINERATOR

<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>Gras consulting S.L.</i>
20/08/2017	A.Gras	
<i>Escala</i>		
<i>BFD-100</i>		<i>Nº 2</i>
<i>ACTUAL INSTALLATION</i>		<i>Sustitueix a Nº 1</i>
		<i>Sustituit per</i>

FROM BFD 99

Propilè (3306.41 kg/h)
Etilè (75.8 kg/h)
Nitrogen (3.79 kg/h)
Hidrogen (1.75 kg/h)
Metà (11.37 kg/h)
Propà (189.5 kg/h)
Età (11.37 kg/h)



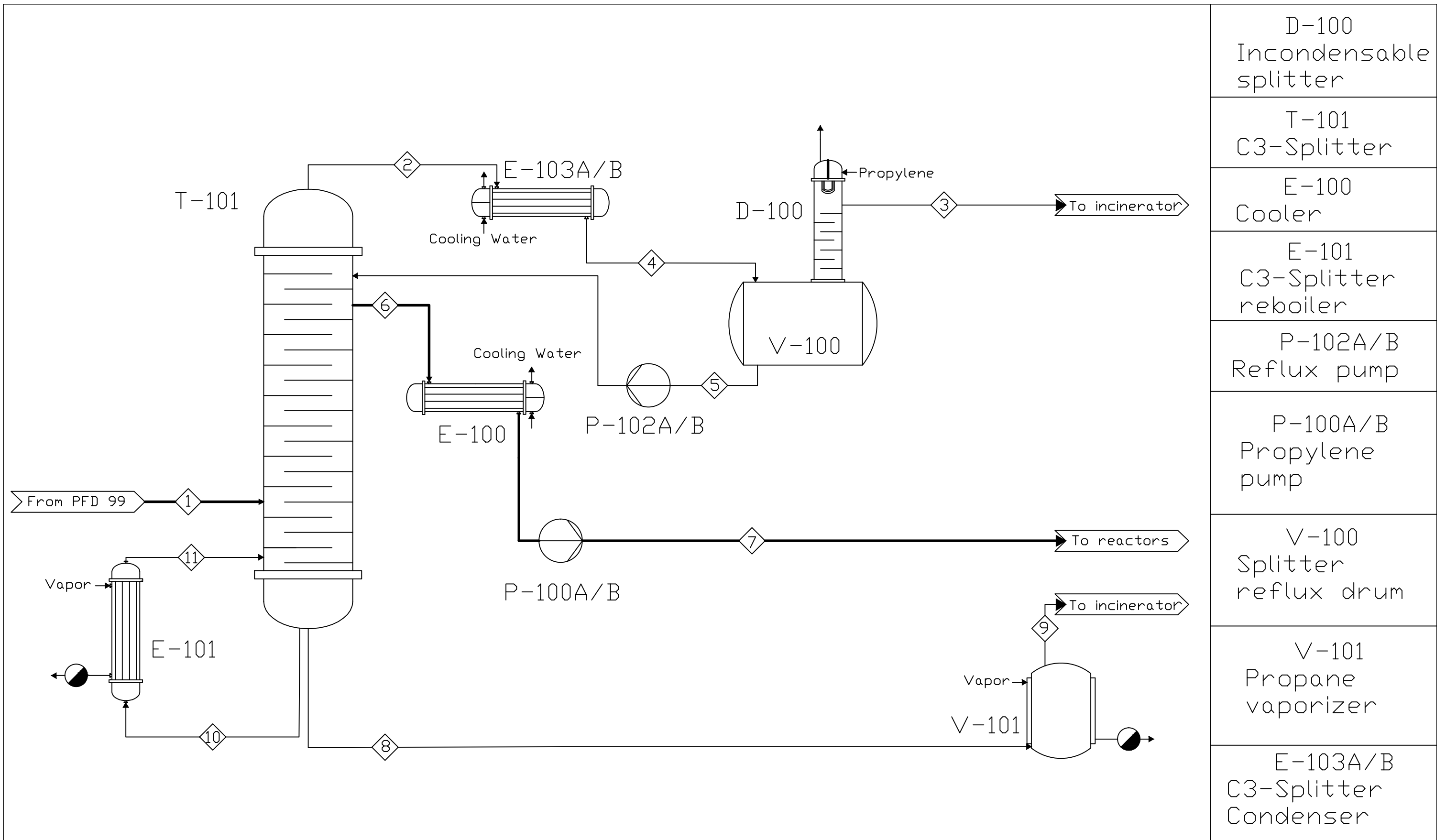
Propilè (3109.3 kg/h)
Etilè (75.8 kg/h)
Nitrogen (3.79 kg/h)
Hidrogen (1.75 kg/h)
Metà (11.37 kg/h)
Propà (20.65 kg/h)
Età (11.37 kg/h)

TO REACTORS

Propilè (204.86 kg/h)
Propà (161.14 kg/h)

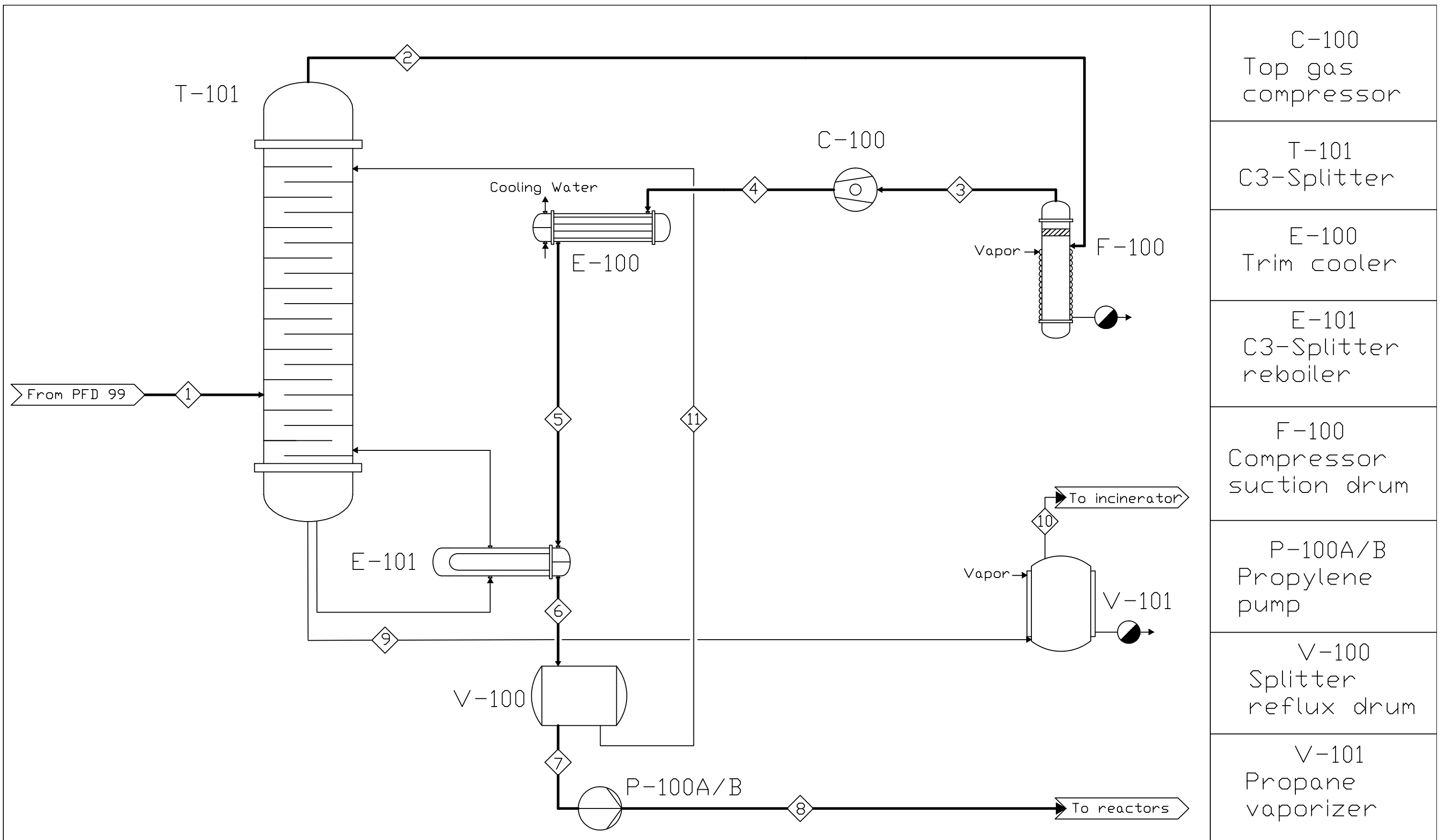
TO INCINERATOR

<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>Gras consulting S.L.</i>
20/08/2017	A.Gras	
<i>Escala</i>		
<i>BFD-100</i>		<i>Nº 2</i>
<i>NEW INSTALLATION</i>		<i>Sustitueix a Nº 1</i>
		<i>Sustituit per</i>



D-100 Incondensable splitter
T-101 C3-Splitter
E-100 Cooler
E-101 C3-Splitter reboiler
P-102A/B Reflux pump
P-100A/B Propylene pump
V-100 Splitter reflux drum
V-101 Propane vaporizer
E-103A/B C3-Splitter Condenser

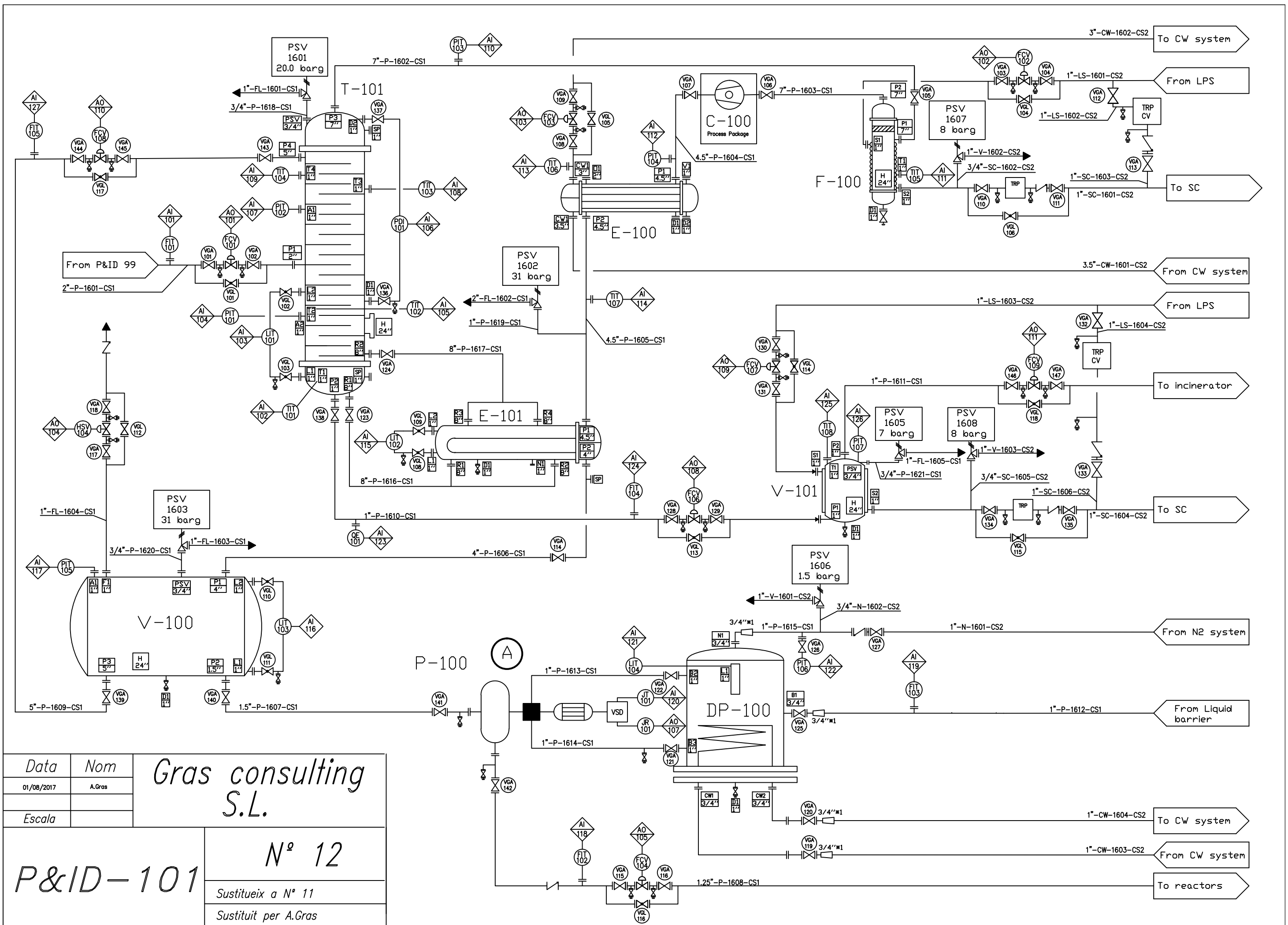
<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>Gras consulting S.L.</i>	<i>Stream</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
21/07/2018	A.Gras		Temperature(°C)	25	23.6	-12.7	34.3	41.90	40.2	40.2	35	44.0	40.30	44.0	43.8			
			Pressure (barg)	18.9	16.6	16.5	16.5	17.45	16.63	16.63	38	17	5	17	17			
<i>Escala</i>			Cabal (kg/h)	3600	37322.7	150.0	37173	20902.08	3083.93	3083.93	366.05	366.05	52256	52256				
<i>PFD-100</i> <i>ACTUAL INSTALLATION</i>			<i>Nº 2</i> <i>Sustitueix a</i> <i>Sustituit per</i>		Propylene	3306.41	27281.9	49.36	27233	20370.85	3053.38	3053.38	203.67	203.67	30579.58	30579.58		
					Ethylene	75.8	7874.4	73.33	7801.1	184.80	2.47	2.47	0	0	0	0	0	
					Nitrogen	3.79	31.16	3.78	27.376	4.60	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
					Ethane	11.37	1705.7	10.31	1695.39	113.07	1.06	1.06	0	0	0	0	0	0
					Propane	189.5	136.12	0.22	135.89	227.16	26.9	26.9	162.38	162.38	21676.42	21676.42	21676.42	21676.42
					Methane	11.37	285.10	11.27	273.83	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0
					Hidrogen	1.75	8.319	1.745	6.574	1.60	0.005	0.005	0	0	0	0	0	0

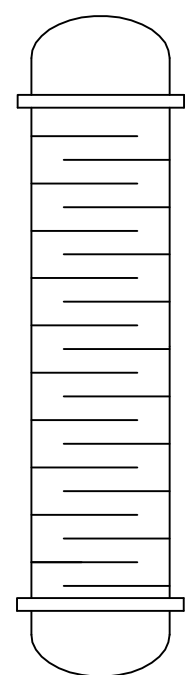


- C-100
Top gas
compressor
- T-101
C3-Splitter
- E-100
Trim cooler
- E-101
C3-Splitter
reboiler
- F-100
Compressor
suction drum
- P-100A/B
Propylene
pump
- V-100
Splitter
reflux drum
- V-101
Propane
vaporizer

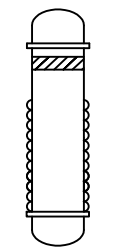
Data	Nom	<i>Gras consulting S.L.</i>	Stream	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
24/07/2017	A.Gras	Nº 5 <i>Sustitueix a</i> <i>Sustituit per</i>	Temperature(°C)	25	19.4	19.4	63.9	49.7	29.7	29.7	32	25.6	40.30	29.7	
			Pressure (barg)	18.9	10.6	10.6	22	22	21.9	21.9	28	11	5	21.9	
			Labal (kg/h)	3600	40385	40385	40385	40385	40385	40385	3234	3234	366	366	37151
			Propylene	3306.41	38827.39	38827.39	38827.39	38827.39	38827.39	38827.39	3109.3	3109.3	204.86	204.86	35718
			Ethylene	75.8	946.6	946.6	946.6	946.6	946.6	946.6	75.8	75.8	0	0	870.79
			Nitrogen	3.79	47.33	47.33	47.33	47.33	47.33	47.33	3.79	3.79	0	0	43.54
			Methane	11.37	141.99	141.99	141.99	141.99	141.99	141.99	11.37	11.37	0	0	130.62
			Propane	189.5	257.83	257.83	257.83	257.83	257.83	257.83	20.65	20.65	161.14	161.14	237.2
			Ethane	11.37	141.99	141.99	141.99	141.99	141.99	141.99	11.37	11.37	0	0	130.62
			Hydrogen	1.75	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	1.75	1.75	0	0	20.09

PFD-101
NEW INSTALLATION

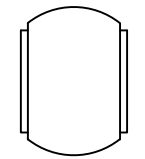




Distillation column



Compressor suction drum



Propane vaporizer



Hand switch valve



Pressure differential indicator

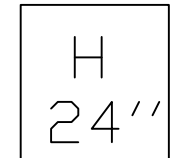


Flow control valve

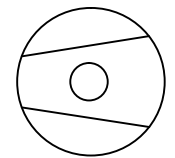


Sampling

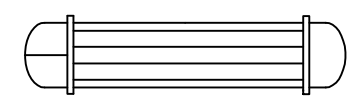
Diameter
Type
Lane TAG
Material
1"-LS-1603-CS2



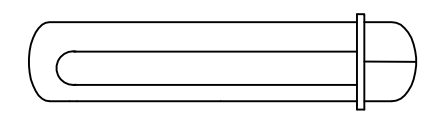
Inlet



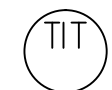
Centrifugal compressor



Trim cooler



Thermosiphon reboiler



Temperature indicator transmissor



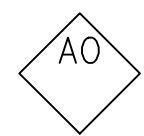
Flow indicator transmissor



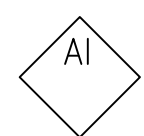
Pressure indicator transmissor



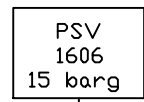
Level indicator transmissor



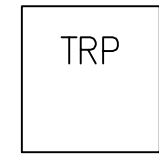
Analogic output



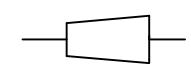
Analogic input



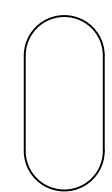
Pressure safety valve



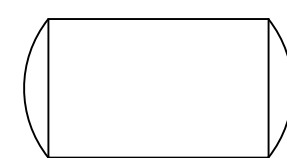
Vapour trap



Reducer



Centrifugal pump



Vessel



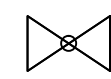
Power regulator



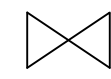
Power transmissor



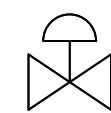
Check valve



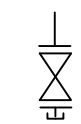
Globe valve



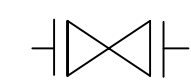
Gate valve



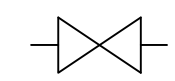
Control valve



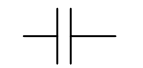
Drainage



Flayed valve



Welded valve



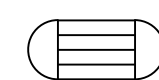
Flayed



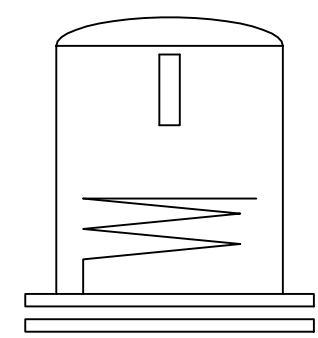
Welded



Seal



Motor pump



Cryogenic tank of the mechanical tank

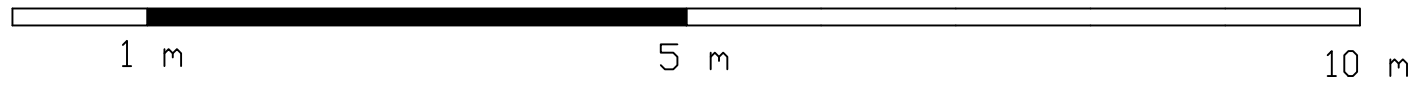
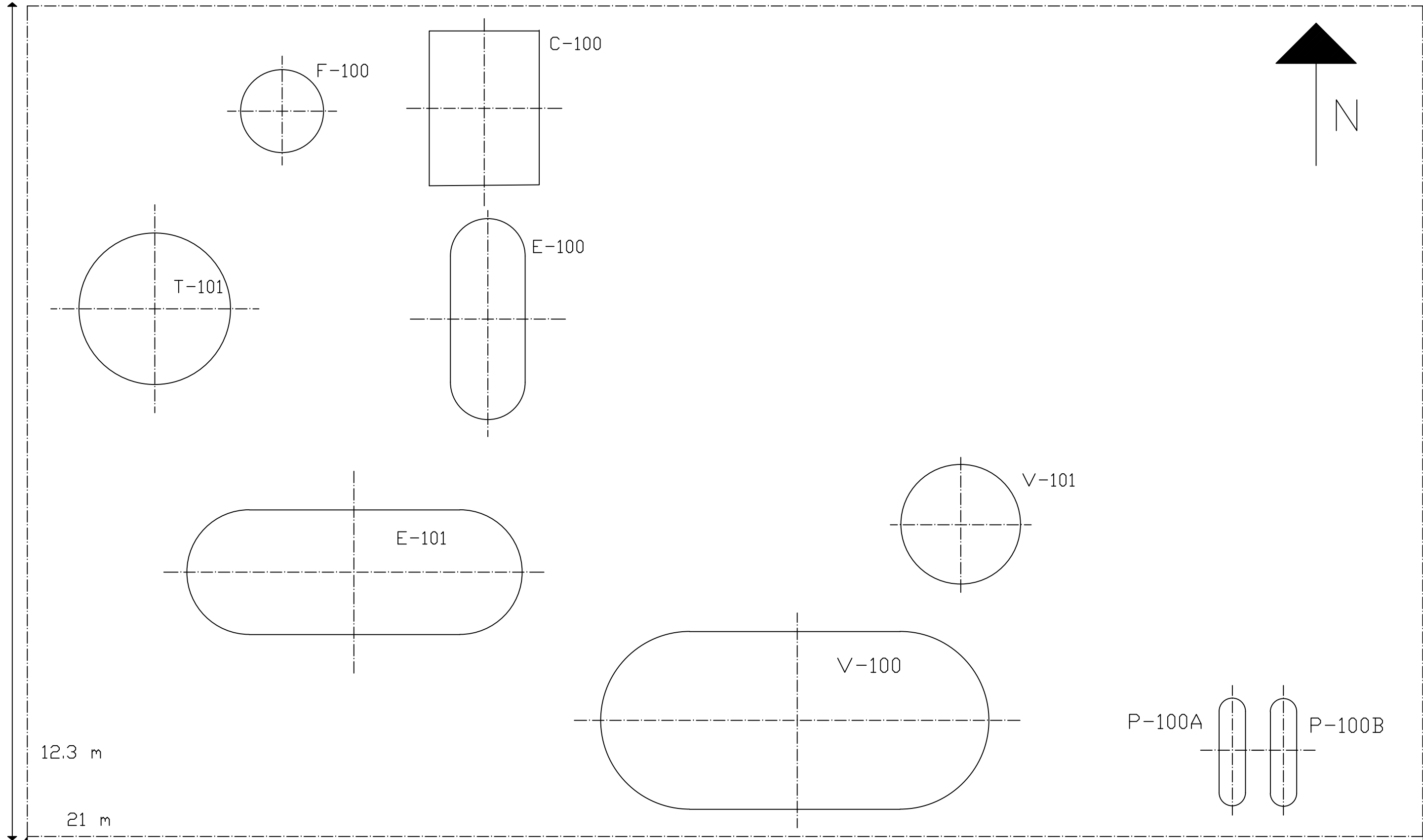
Data	Nom	Gras consulting S.L.
08/12/2016	A.Gras	
Escola		
Legend		Nº 1
		Sustitueix a Nº
		Sustituit per



Duplicate equipment



Composition analyzer

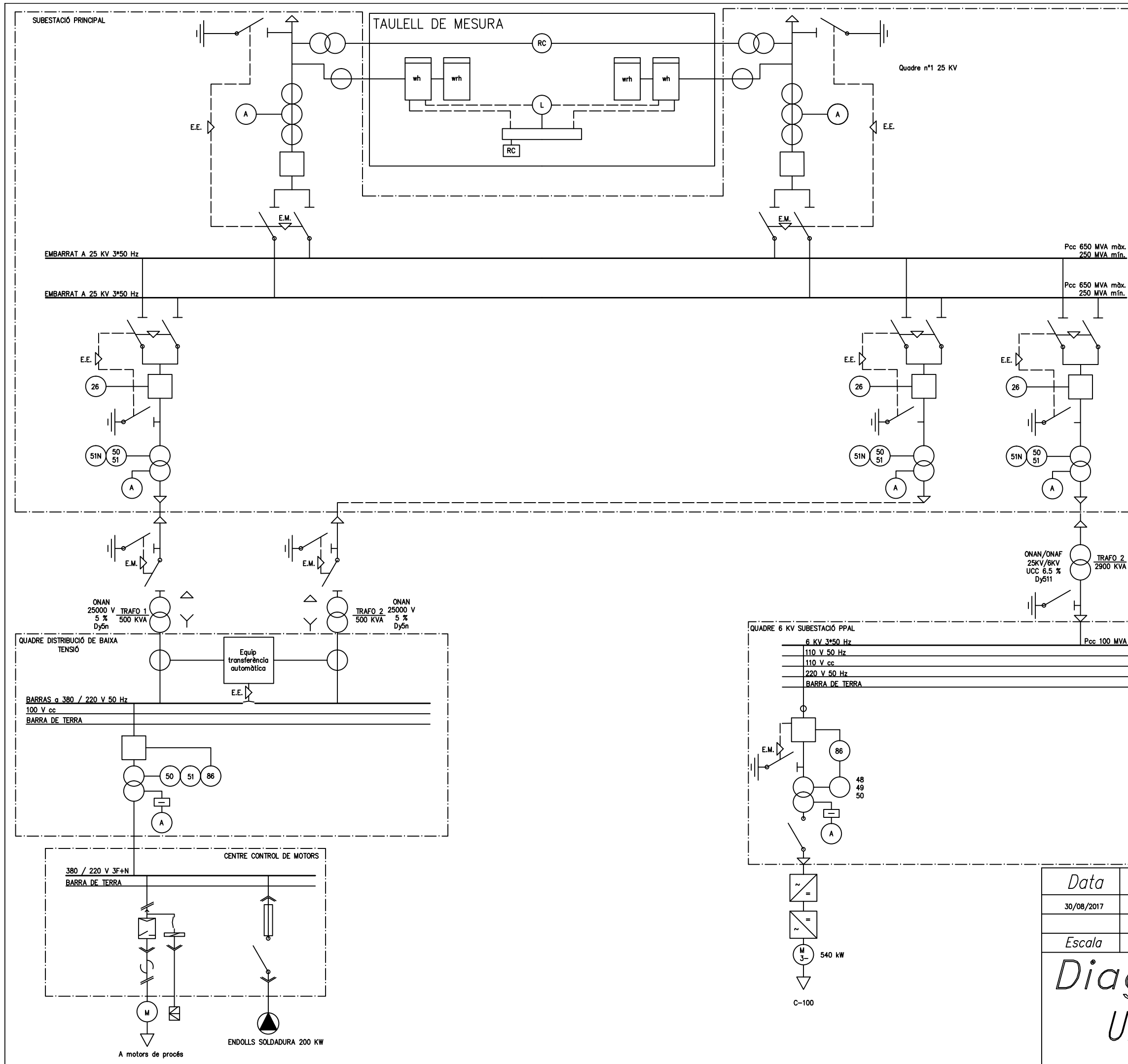


<i>Data</i>	<i>Nom</i>
06/08/2017	A.Gras
<i>Escala</i>	

*Gras consulting
S.L.*

*PLOT
PLAN*

Nº 1
Sustitueix a Nº
Sustituit per



NOMENCLATURA

	Transformador de potència
	Interrupitor automàtic de tall en aire
	Seccionador en buit
	Fusible
	Comandament elèctric d'interruptors
	Comandament elèctrics de contactors
	Enclavament E.M. Enclavament mecànic E.E. Enclavament elèctric
	Aparell mesura A - Amparímetre
	CONTADOR Kwh - Energia Activa KVARH - Energia Reactiva
	Equip endollable
	Motor asíncon
	Arrancador. Conté fusibles i contactor amb element tèrmic tripolar. Protecció monofàsica. Pulsador de parada i pilots de servei.
	Estació de maniobra
	Variador revolucions
	Relé de protecció. Els números indiquen: 26. màxima temperatura oli 46. sobretensionat 49. tèrmic de component simètric 50. sobretensionat instantània
	50N. sobretensionat residual inst. 51. sobretensionat temps invers 51N. sobretensionat neutre a terra temps invers 63. Relé Buchholz 86. Enclavament amb rearme manual

Data	Nom
30/08/2017	A.Gras
Escala	

Gras consulting
S.L.

Diagrama
Unifilar

N° 2

Sustitueix a N° 1

Sustituit per

4.2. Llistats

4.2.1. Llistat de canonades i instrumentació

A continuació es mostren els llistats de les canonades i dels instruments que ocupen el procés estudiat. Per tal d'aclarir possibles malentesos, CS1 significa *Carbon Steel 1* el qual es refereix al tipus d'acer que està format aquella canonada o equip el CS2 es refereix a Acer al Carboni estàndard, en canvi, el CS1 fa referència al Acer al Carboni Manganès Calmat, aquest tipus d'acer ha estat triat pel disseny degut a les seves propietats que permeten evitar la ruptura fràgil i la cristal·lització a baixa temperatura. També s'ha tingut en compte el factor de la corrosió galvànica. CS1 seria un substitut al Acer Inoxidable, amb el punt a favor de que CS1 és més barat. No s'ha inclòs dintre el llistat de canonades l'aïllament, ja que les canonades que inclouen aïllament són les canonades P-1604, i les línies de vapor LS i SC i el seu gruix i tipus es mostraran en l'apartat d'aïllament tèrmic.

L'ordre dels llistats nombrats es mostren a continuació:

- Llistat de canonades -3 pàgines
- Llistat de instrumentació -5 pàgines

LLISTAT DE CANONADES	LINE Nº	SECTION	NOM. SIZE	PIPE SPEC CODE	P & ID (B1)	FROM	TO	FLUID	PHASE	T operation	P operation
			Inches							°C	Bar (g)
Data Owner	Process	Process	Process	Process	Process	Piping	Piping	Process	Process	Process	Process
OLD	P-1601	T-101	2	CS1	101	P&ID 99	T-101	Process	L	25	18.9
NEW	P-1602	T-101	7	CS1	101	T-101	F-100	Process	G	19.4	10.6
NEW	P-1603	T-101	7	CS1	101	F-100	C-100	Process	G	19.4	10.6
NEW	P-1604	T-101	4 1/2	CS1	101	C-100	E-100	Process	G	63.9	22
NEW	P-1605	T-101	4 1/2	CS1	101	E-100	E-101	Process	G	49.7	22
NEW	P-1606	T-101	4	CS1	101	E-101	V-100	Process	L	29.7	21.9
NEW	P-1607	T-101	1 1/2	CS1	101	V-100	P100A/B	Process	L	29.7	21.9
NEW	P-1608	T-101	1 1/4	CS1	101	P100A/B	Reactors	Process	L	32	28
NEW	P-1609	T-101	5	CS1	101	V-100	T-101	Process	L	29.7	21.9
NEW	P-1610	T-101	1	CS1	101	T-101	V-101	Process	L	25.6	11
NEW	P-1611	T-101	1	CS1	101	V-101	Incinerator	Process	G	40.3	5
NEW	P-1612	T-101	1	CS1	101	Liquid barrier Seal	Cryogenic tank	Pump	L		
NEW	P-1613	T-101	1	CS1	101		Cryogenic tank	Pump	L		
NEW	P-1614	T-101	1	CS1	101	Cryogenic tank	Seal	Pump	L		
NEW	P-1615	T-101	1	CS1	101	N-1612	Cryogenic tank	Nitrogen	G		
NEW	V-1601	T-101	1	CS2	101	N-1602	Secure place	Nitrogen	G		1.5
NEW	N-1601	T-101	1	CS2	101	N2 system	P-1615	Nitrogen	G		
NEW	N-1602	T-101	3/4	CS2	101	N-1601	PSV 1606	Nitrogen	G		1.5

NEW	LS-1601	T-101	1	CS2	101	LPS	F-100	Steam	G	170	5.5
NEW	SC-1601	T-101	1	CS2	101	F-100	SC	Steam	L		5.5
NEW	V-1602	T-101	1	CS2	101	SC-1602	Secure place	Steam	G		8
NEW	SC-1602	T-101	3/4	CS2	101	F-100	V-1602	Steam	G		8
NEW	LS-1602	T-101	1	CS2	101	LS-1601	SC-1603	Steam	L		5.5
NEW	SC-1603	T-101	1	CS2	101	LS-1602	SC-1601	Steam	L		5.5
NEW	LS-1603	T-101	1	CS2	101	LPS	V-101	Steam	G	170	5.5
NEW	LS-1604	T-101	1	CS2	101	LS-1603	SC-1606	Steam	L		5.5
NEW	SC-1604	T-101	1	CS2	101	V-101	SC	Steam	L		5.5
NEW	SC-1605	T-101	3/4	CS2	101	V-101	V-1603	Steam	G		8
NEW	V-1603	T-101	1	CS2	101	SC-1605	Secure place	Steam	G		8
NEW	SC-1606	T-101	1	CS2	101	LS-1604	SC-1604	Steam	L		5.5
NEW	CW-1601	T-101	3 1/2	CS2	101	Cw system	E-100	Cooling water	L	27	5
NEW	CW-1602	T-101	3	CS2	101	E-100	Cw system	Cooling water	L	37	5
NEW	CW-1603	T-101	1	CS2	101	Cw system	Cryogenic tank	Cooling water	L	27	5
NEW	CW-1604	T-101	1	CS2	101	Cryogenic tank	Cw system	Cooling water	L	37	5
NEW	P-1616	T-101	8	CS1	101	T-101	E-101	Process	L	25.6	11

NEW	P-1617	T-101	8	CS1	101	E-101	T-101	Process	G	25.9	11
NEW	P-1618	T-101	3/4	CS1	101	T-101	FL-1601	Process	G		20
NEW	P-1619	T-101	1	CS1	101	P-1605	FL-1602	Process	G		31
NEW	P-1620	T-101	3/4	CS1	101	V-100	FL-1603	Process	G		31
NEW	P-1621	T-101	3/4	CS1	101	V-101	FL-1604	Process	G		7
NEW	FL-1601	T-101	1	CS1	101	P-1618	Flare system	Antorxa	G		20
NEW	FL-1602	T-101	2	CS1	101	P-1619	Flare system	Antorxa	G		31
NEW	FL-1603	T-101	1	CS1	101	P-1620	Flare system	Antorxa	G		31
NEW	FL-1604	T-101	1	CS1	101	V-100	Flare system	Antorxa	G		31
NEW	FL-1605	T-101	1	CS1	101	P-1621	Flare system	Antorxa	G		7

Llistat d'instrumentació

INSTRUMENT TAG	P&ID	INSTRUMENT DESCRIPTION	LINE NUMBER	SPEC.
VGA-101	101	Gate valve	2"-P-1601	CS1
VGA-102	101	Gate valve	2"-P-1601	CS1
VGA-103	101	Gate valve	1"-LS-1601	CS2
VGA-104	101	Gate valve	1"-LS-1601	CS2
VGA-105	101	Gate valve	7"-P-1602	CS1
VGA-106	101	Gate valve	7"-P-1603	CS1
VGA-107	101	Gate valve	4.5"-P-1604	CS1
VGA-108	101	Gate valve	3"-CW-1602	CS2
VGA-109	101	Gate valve	3"-CW-1602	CS2
VGA-110	101	Gate valve	1"-SC-1601	CS2
VGA-111	101	Gate valve	1"-SC-1601	CS2
VGA-112	101	Gate valve	1"-LS-1602	CS2
VGA-113	101	Gate valve	1"-SC-1603	CS2
VGA-114	101	Gate valve	4"-P-1606	CS1
VGA-115	101	Gate valve	1.25"-P-1608	CS1
VGA-116	101	Gate valve	1.25"-P-1608	CS1
VGA-117	101	Gate valve	1"-FL-1604	CS1
VGA-118	101	Gate valve	1"-FL-1604	CS1
VGA-119	101	Gate valve	1"-CW-1603	CS2
VGA-120	101	Gate valve	1"-CW-1604	CS2
VGA-121	101	Gate valve	1"-P-1614	CS1
VGA-122	101	Gate valve	1"-P-1613	CS1
VGA-123	101	Gate valve	8"-P-1616	CS1

VGA-124	101	Gate valve	8"-P-1617	CS1
VGA-125	101	Gate valve	1"-P-1612	CS1
VGA-126	101	Gate valve	1"-P-1615	CS1
VGA-127	101	Gate valve	1"-N-1601	CS2
VGA-128	101	Gate valve	1"-P-1610	CS1
VGA-129	101	Gate valve	1"-P-1610	CS1
VGA-130	101	Gate valve	1"-LS-1603	CS2
VGA-131	101	Gate valve	1"-LS-1603	CS2
VGA-132	101	Gate valve	1"-LS-1604	CS2
VGA-133	101	Gate valve	1"-SC-1606	CS2
VGA-134	101	Gate valve	1"-SC-1604	CS2
VGA-135	101	Gate valve	1"-SC-1604	CS2
VGA-136	101	Gate valve	Column PDI	CS1
VGA-137	101	Gate valve	Column PDI	CS1
VGA-138	101	Gate valve	1"-P-1610	CS1
VGA-139	101	Gate valve	5"-P-1609	CS1
VGA-140	101	Gate valve	1.5"-P-1607	CS1
VGA-141	101	Gate valve	1.5"-P-1607	CS1
VGA-142	101	Gate valve	1.25"-P-1608	CS1
VGA-143	101	Gate valve	5"-P-1609	CS1
VGA-144	101	Gate valve	5"-P-1609	CS1
VGA-145	101	Gate valve	5"-P-1609	CS1
VGA-146	101	Gate valve	1"-P-1611	CS1
VGA-147	101	Gate valve	1"-P-1611	CS1
VGL.101	101	Globe valve	2"-P-1601	CS1
VGL.102	101	Globe valve	Column level	CS1
VGL.103	101	Globe valve	Column level	CS1

VGL.104	101	Globe valve	1"-LS-1601	CS2
VGL.105	101	Globe valve	3"-CW-1602	CS2
VGL.106	101	Globe valve	1"-SC-1601	CS2
VGL.108	101	Globe valve	Reboiler LIT	CS1
VGL.109	101	Globe valve	Reboiler LIT	CS1
VGL.110	101	Globe valve	Vessel LIT	CS1
VGL.111	101	Globe valve	Vessel LIT	CS1
VGL.112	101	Globe valve	1"-FL-1604	CS1
VGL.113	101	Globe valve	1"-P-1610	<u>CS1</u>
VGL.114	101	Globe valve	1"-LS-1603	CS1
VGL.115	101	Globe valve	1"-SC-1604	CS2
VGL.116	101	Globe valve	1.25"-P-1608	CS1
VGL.117	101	Globe valve	5"-P-1609	CS1
VGL.118	101	Globe valve	1"-P-1611	CS1
PSV 1601	101	Pressure safety valve	1"-FL-1601	CS1
PSV 1602	101	Pressure safety valve	1"-FL-1602	CS1
PSV 1603	101	Pressure safety valve	1"-FL-1603	CS1
PSV 1604	101	Pressure safety valve	1"-FL-1604	CS1
PSV 1605	101	Pressure safety valve	1"-FL-1605	CS1
PSV 1606	101	Pressure safety valve	1"-V-1601	CS2
PSV 1607	101	Pressure safety valve	1"-V-1602	CS2
PSV 1608	101	Pressure safety valve	1"-V-1603	CS2
FCV 101	101	Flow control valve	2"-P-1601	CS1
FCV 102	101	Flow control valve	1"-LS-1601	CS2
FCV 103	101	Flow control valve	3"-CW-1602	CS2
FCV 104	101	Flow control valve	1.25"-P-1608	CS1
FCV 106	101	Flow control valve	1"-P-1610	CS1
FCV 107	101	Flow control valve	1"-LS-1603	CS2
FCV 108	101	Flow control valve	5"-P-1609	CS1

FCV 109	101	Flow control valve	1"-P-1611	CS1
HSV 104	101	Hand switch valve	1"-FL-1604	CS1
LIT 101	101	Level indicator/transmisor		CS1
LIT 102	101	Level indicator/transmisor		CS1
LIT 103	101	Level indicator/transmisor		CS1
LIT 104	101	Level indicator/transmisor		CS1
FIT 101	101	Flow indicator/transmisor	2"-P-1601	CS1
FIT 102	101	Flow indicator/transmisor	1.25"-P-1608	CS1
FIT 103	101	Flow indicator/transmisor	1"-P-1612	CS1
FIT 104	101	Flow indicator/transmisor	1"-P-1610	CS1
FIT 105	101	Flow indicator/transmisor	5"-P-1609	CS1
QE 101	101	Composition analyzer	1"-P-1610	CS1
JT 101	101	Power transmisor		
JR 101	101	Power regulator		
TIT 101	101	Temperature indicator/transmisor	Column	CS1
TIT 102	101	Temperature indicator/transmisor	Column	CS1
TIT 103	101	Temperature indicator/transmisor	Column	CS1
TIT 104	101	Temperature indicator/transmisor	Column	CS1
TIT 105	101	Temperature indicator/transmisor	Steam shirt	CS2
TIT 106	101	Temperature indicator/transmisor	3"-CW-1602	CS2
TIT 107	101	Temperature indicator/transmisor	4.5"-P-1605	CS1
TIT 108	101	Temperature	V-101	CS1

indicator/transmisor				
PIT 101	101	Pressure indicator/transmisor	Column	CS1
PIT 102	101	Pressure indicator/transmisor	Column	CS1
PIT 103	101	Pressure indicator/transmisor	7"-P-1602	CS1
PIT 104	101	Pressure indicator/transmisor	E-100	CS1
PIT 105	101	Pressure indicator/transmisor	V-100	CS1
PIT 106	101	Pressure indicator/transmisor	1"-P-1615	CS1
PIT 107	101	Pressure indicator/transmisor	V-101	CS1
PDI 101	101	Pressure differential indicator	Column	CS1

4.3. Disseny

4.3.1. Descripció del procés funcional

El client ha demanat un model específic de recompressió de vapor que serà explicat a continuació. Aquest fet, limita molt el fet de que pugui ser viable o no, ja que només parteixes d'una sola configuració possible. Es vol assolir una puresa del 99% de producte (propilè). El procés consta de una columna, on separa el cabal de propà(fons) i propilè(cap), el cabal de cap (reflux més producte) s'introdueix en un *demister* per a que no arrastri gotes al compressor, un cop arriba al compressor es comprimeix i el vapor, que està sobreescalfat, es refreda al *trim cooler*, arribat per sota del punt de rosada. Tot seguit, el corrent s'introdueix dins al reboiler/condensador, on finalment es condensa, llavors el cabal va a l'acumulador de reflux, on producte i reflux es separen, el reflux torna a la columna mentre que el producte va a la zona de reactors de la planta. Mentrestant, el cabal de fons es enviat a un dipòsit en el que el corrent passa a gas per finalment ser cremat a torxa. Un dels punts que ha remarcat el client es que la temperatura de sortida de tubs del reboiler sigui molt pròxima a la de carcassa.

La columna de destil·lació, en la simulació constarà de 90 plats ideals, que equivaldran a uns 100 plats reals, corresponent amb la columna actual en funcionament. La columna en la realitat està partida en 2, per evitar efectes de vincament principalment. Tot i això, per facilitar el càlcul, s'ha decidit realitzar la simulació com si fos una columna sencera. En canvi pel disseny mecànic s'ha tingut en compte que en són dues.

4.3.2. Simulació

Aquest apartat estarà dividit en dues parts, degut a que s'ha considerat important remarcar el motiu per el qual s'ha hagut de enrederir l'entrega del treball i al mateix temps, veure els inconvenients que poden haver-hi per tal de que en futurs casos, no succeeixi. Primerament es faran les simulacions genèriques dels dos programes, *Aspen Hysys* i *Aspen plus*, i després es detallarà en profunditat la simulació dels equips en *Hysys*.

Un factor important a l'hora de la simulació i el disseny del procés, és escollir el model termodinàmic a fer servir, ja que en funció d'això, paràmetres com les propietats termodinàmiques i de transport es veuen afectades significativament. Llavors primerament s'ha realitzat un estudi per tal de determinar el millor paquet termodinàmic, conclouent que la millor manera tenint en compte la composició, la pressió, el rang de temperatura i moltes altres variables, la millor elecció es a partir d'una equació d'estat (EoS). Això es degut a que el procés està funcionant amb components hidrocarburs no polars en un moderat rang de pressió i de temperatura. Finalment s'ha fet servir la EoS més adequada que és *Peng-Robinson*, tenint en compte que els paràmetres binaris per a l'equilibri propà-propilè s'han obtingut a partir de la regressió de dades experimentals, ja que els paràmetres definits per *Aspen* són molt genèrics i poden dur a errors significatius. Una altre opció que també hagués pogut donar bons resultats és a partir de l'equació de estat de *Soave-Redlich-Kwong* (RKS). Tot i en el cas d'haver triat *Peng-Robinson* o RKS en *Aspen*, que descriuen adequadament les mescles de propà propilè i la seva desviació considerable de les mescles ideals, *Howat-Swift* han desenvolupat una correlació que descriu i encaixa millor amb les dades experimentals. Hi ha moltes diferències respecte les altres equacions d'estat, no només amb la volatilitat relativa, sinó que també es pot observar amb les etapes teòriques, amb el reflux i també al diàmetre de la torre. Conclouent, en cas de poder fer-se servir, utilitzar *Howat-Swift* [Ref. 6]. Sinó una altre opció correcte és la que s'ha realitzat en aquesta simulació i comentat abans.

4.3.2.1. Simulació *Aspen Plus*

Un cop triat el mètode fet servir per la simulació (apartat 4.3.2), havent escollit les especificacions i establint les propietats dels components, s'ha donat pas a la simulació de la

torre convencional (procés actual). Primerament, s'ha realitzat una simulació amb el model *DSTWU* per a obtenir el número d'etapes, la etapa d'alimentació, la relació de reflux mínima, el balanç de matèria inicial i la temperatura del procés. Aquesta simulació inicial ens permet tenir una idea aproximada dels resultats del procés fent servir un model de disseny rigorós. Un cop finalitzada la simulació *DSTWU* i amb les dades obtingudes com a punt de partida, es realitza el disseny rigorós mitjançant el model *Radfrac*. En el model *Radfrac* es configuren una sèrie de especificacions d'operació, com per exemple: el reflux de la columna, i la quantitat de cabal de destil·lat. També s'introdueixen el nombre d'etapes, l'etapa d'alimentació, l'etapa de sortida d'alguna extracció o entrada lateral, i altres variables de disseny, que permetran obtenir un disseny més acurat i realístic de la columna, obtenint resultats com el calor que cal aportar en el reboiler, l'energia que absorbeix el condensador, el balanç de matèria, etc.

Per la simulació del procés actual, s'ha tingut en compte com si el condensador tingués dues sortides: destil·lat líquid i vapor (incondensables). Aquesta configuració no ha donat la puresa de destil·lat desitjada, i per això s'ha descartat. Per assolir la puresa desitjada, s'ha realitzat una extracció lateral en la columna, i el condensador només té el destil·lat vapor (incondensables). Amb aquesta configuració, que es mostra a continuació, s'ha assolit una puresa de més del 99% de propilè.

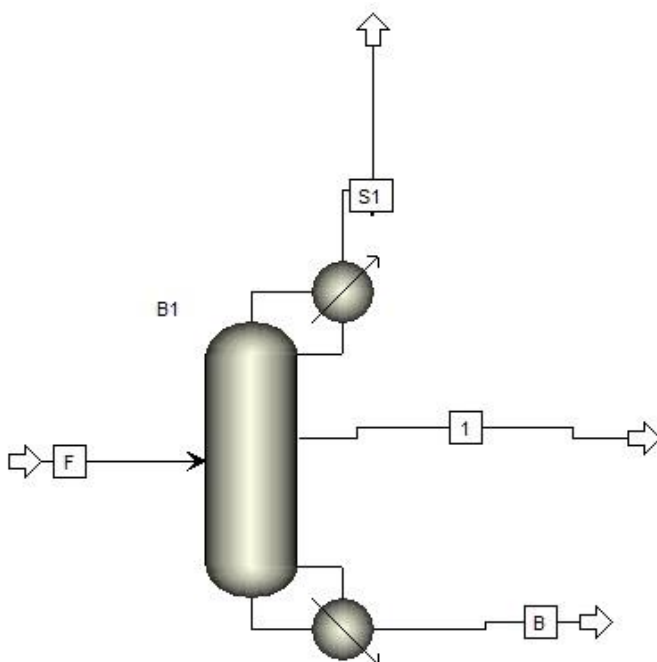


Figura 4.1 Columna de destil·lació convencional.

Un cop dissenyada la columna convencional, s'ha donat pas a simular la columna de recompressió de vapor. Aquesta simulació s'ha realitzat pas per pas, ja que té problemes de convergència i dona errors si no es vigila.

Primerament, s'ha dissenyat una columna de destil·lació on el destil·lat és tot vapor. Aquesta columna serveix com a punt de partida per a realitzar els passos a posteriori. Permet saber la composició que tindran les corrents en la recompressió final així com del reflux.

A continuació s'ha dissenyat una columna de destil·lació sense condensador, amb sortida pel cap de vapor i una entrada lateral líquida (reflux) com es mostra en la figura 4.2.

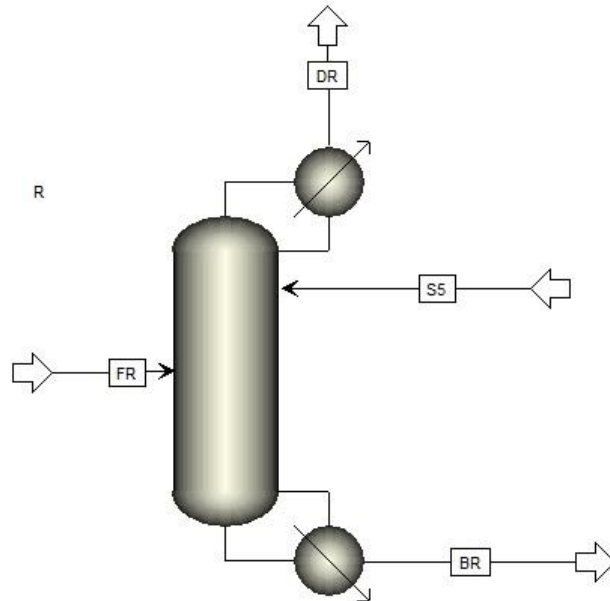


Figura 4.2 Columna de destil·lació sense condensador.

Un cop dissenyada la columna, s'ha agafat el corrent de vapor per cap i per separat (sense connectar amb la columna) s'han dissenyat el compressor el refredador i el condensador/reboiler, un cop dissenyats s'han adjuntat a la columna i s'ha anat iterant en funció de la composició fins a que l'equip que fa de reboiler/condensador tingués la mateixa energia calorífica. No s'ha pogut ajuntar i tancar el cycle degut a que tot i tenir marges d'error menyspreables en les concentracions dels corrents reflux d'entrada a la columna i de retorn de la columna (S5 i S13 de la figura 4.3), al ajuntar les corrents, es desquadrava significativament el balanç energètic i de matèria iterat anteriorment, aquest problema de convergència ha sigut un dels punts claus en endarrerir el projecte. Tot i això, l'expert en simulació va considerar correcte els valors donats abans de tancar el sistema, i va considerar com a vàlida, la realització de la resta del treball a partir del disseny anterior, justificant el petit marge d'error de les concentracions de reflux. La columna de destil·lació amb recompressió de vapor sense tancar es mostra a continuació.

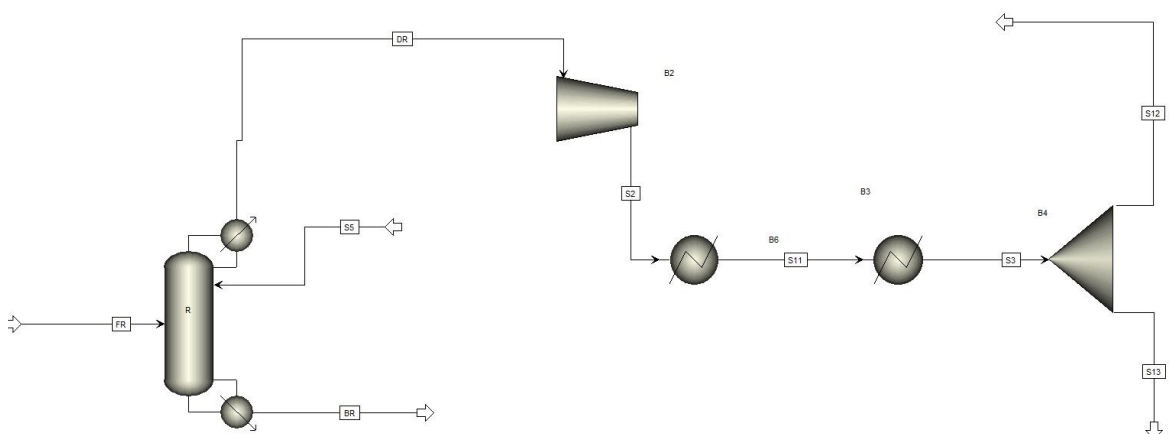
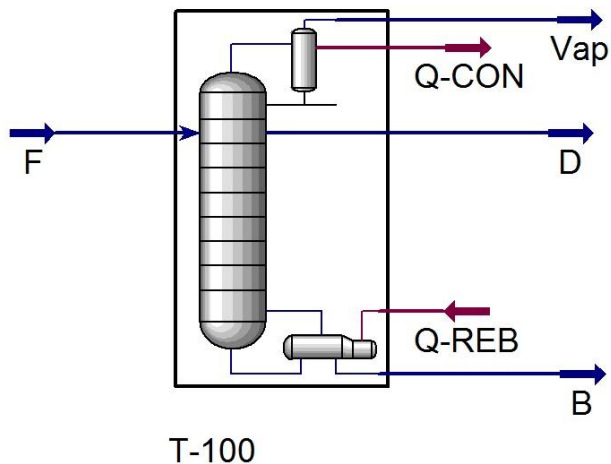


Figura 4.3 Columna de destil·lació amb recompressió de vapor sense tancar.

Finalment, la consultoria ha optat per realitzar la simulació fent servir el programa *Aspen Hysys*, encara que s'hagi d'invertir més temps, amb l'objectiu de poder aconseguir tancar la recompressió i poder obtenir resultats més consistents.

4.3.2.2. Simulació *Aspen Hysys*

S'ha realitzat més o menys el mateix procés que en *Aspen Plus*. S'ha dissenyat la columna convencional (figura 4.4) i després s'ha dut a terme la recompressió de vapor pas a pas.



T-100

Figura 4.4 Columna de destil·lació convencional.

Primerament, s'ha realitzat també una destil·lació on tot el destil·lat és vapor, on s'ha agafat les dades del reflux i de les temperatures i composicions, així com l'energia calorífica del reboiler i condensador, per a poder dissenyar la columna amb recompressió de vapor. Després s'ha dissenyat la torre amb l'entrada de reflux i sense condensador, i s'ha dissenyat cada equip un per un fins que s'ha pogut tancar el sistema gràcies a 2 factors claus, un factor és introduint un *recycle* a la corrent del reflux que entra a la columna, això dona un valor inicial al corrent d'entrada de reflux a la columna, i quan es tanca el sistema comença a iterar fins que convergeix arribant al valor introduït. L'altre paràmetre és afegint un *set* unint les energies calorífiques del reboiler/condensador per a que siguin iguals. La simulació resultant es mostra a continuació en la figura 4.5.

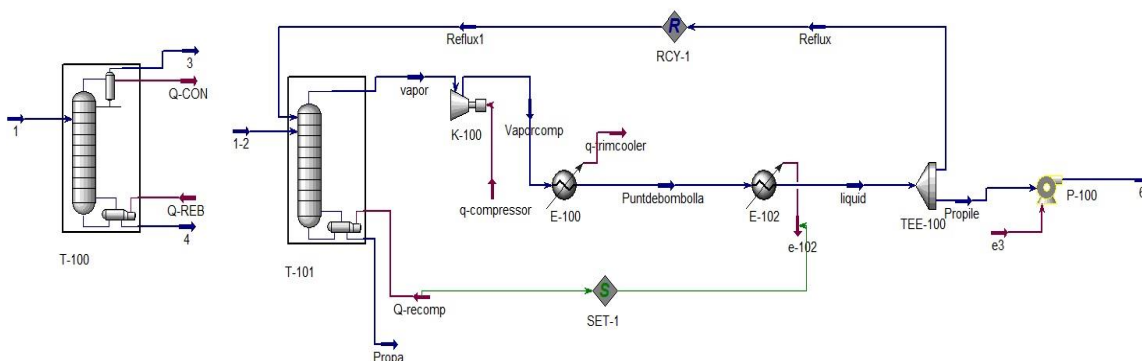


Figura 4.5 Columna de destil·lació amb recompressió de vapor.

També s'ha realitzat el disseny mecànic sota pressió interna i una carga de vent de 160 km/h de la columna, del seu faldó i de la corresponent cimentació. El procediment seguit està explicant en l'annex A.1, el resultats es mostren en la taula següent.

Taula 4.2 Resultats del disseny mecànic de la columna, faldó i cimentació.

Variable	Valor
Altura	26 m
Diàmetre	1.3 m
Pressió de disseny	20 barg
T _{disseny}	100 °C/-50 °C
T _{fons}	25.6 °C
Gruix de corrosió admissible	1.5 mm
Gruix columna	18 mm
Alçada faldó	5 m
Gruix faldó	12 mm
Pes total buit	15860 kg
Pes canonades	4100 kg
Pes faldó	3000 kg
Volum de la torre	34.5 m ³
Línia congelació	1.2 m
Profunditat cimentació	1.8 m

4.3.3.2. Disseny del compressor C-100

Aquest compressor té la finalitat d'augmentar la pressió de 10.6 barg fins a 22 barg. S'ha comprovat i calculat el rati de compressió [Ref. 7], concloent que no cal que el compressor sigui multi-etapa en el procés simulat. S'ha dissenyat amb *Aspen*, tenint en compte una eficiència del 75%. El compressor és de tipus centrífug d'una etapa. Els resultats es mostren en la següent taula. Tot i que s'ha dissenyat de la mateixa manera que els altres equips i amb el mateix tipus de material, en la taula d'especificació es mostren detalladament tots els diferents tipus de materials fets servir realment en el disseny i construcció del recipient. Això permet veure la quantitat de materials que s'han de fer servir realment.

Taula 4.3 Resultats i especificacions del compressor.

Variable	Valor
Delta P	11.4 bar
Rati de compressió	2.08
Eficiència	75 %
T _{sortida}	63.9 °C
Energia consumida	540 kW

4.3.3.3. Disseny intercanviadors de calor

Els intercanviadors de calor s'han dissenyat mitjançant el simulador *Aspen Exchanger Design & Rating*. S'han dissenyat seguint el codi ASME Code Sec VIII Div 1.

A continuació es mostren els criteris de disseny i els resultats es poden veure en les fulles d'especificació corresponents.

- **Trim cooler E-100**

- El refredador es de tipus BEM horitzontal.
- El fluid calent de procés circula per tubs.

- L'aigua de refrigeració circula per carcassa.
- L'aigua de refrigeració va de 25 a 40 °C.
- El material de construcció és A-179 per tubs i A-285-C per la resta.

- **Reboiler E-101**

- El reboiler es un reboiler termosifó de tipus BHU horitzontal.
- Fluid calent passa per tubs, que és el vapor de caps.
- Per carcassa, està el fluid a escalfar de fons de columna.
- Per carcassa la diferència de temperatura d'entrada i sortida és de 0.2 °C.
- Per tubs la diferència de temperatura d'entrada i sortida és de 20 °C aproximadament
- El material de construcció A-285-C.

4.3.3.4. Disseny acumulador de reflux V-100

El tanc acumulador de reflux s'ha dissenyat en funció del temps de residència, que és de 15 minuts. Està en disposició horitzontal i té un volum intern de 20 metres cúbics. Les dimensions i característiques de l'equip es mostren en la següent taula i el procediment de càlcul es mostra en l'annex A.2.

Taula 4.4 Dimensions i característiques del acumulador de reflux V-100.

Paràmetre	Valor	Unitat
Cabal de líquid	78.75	m ³ /h
Temps de residència	15	min
Volum	20	m ³
Longitud del dipòsit	4.65	m
Diàmetre del dipòsit	2.4	m
Temperatura de disseny	100/-50	°C
Pressió de disseny	31	barg
Gruix recipient	48	mm
Pes recipient	16638	kg

4.3.3.5. Disseny bomba centrífuga P-100 A/B

La bomba P-100 A/B impulsa el producte des de el tanc acumulador fins als reactors. La bomba centrífuga té una doble tanca mecànica per motius de seguretat, evitant d'aquesta manera fugues al exterior de producte, ja que és altament inflamable i perillós. El disseny de la bomba es mostra en l'annex A.3 i els resultats de la selecció de la bomba obtinguts es mostren en la següent taula.

Taula 4.5 Resultats i especificacions de la bomba P-100 A/B

Paràmetre	Valor	Unitat
Cabal volumètric	6.3	m ³ /h
Altura impulsió	99	m
NPSHA	3.76	m
Potència necessària	1.6	kW
Eficiència calculada	56	%
Model bomba		Roma II.10 T
Potència bomba seleccionada	4.9	kW
NPSHR	1.35	m

La bomba seleccionada pertany al catàleg tècnic de bombes *hasa*. Per més característiques de la bomba mirar la fulla d'especificacions en el respectiu apartat. També s'ha inclòs en l'annex A.3 la especificació del catàleg del fabricant.

4.3.4. Disseny canonades

Per al disseny de canonades per tal de no tenir una pèrdua de càrrega elevada, s'ha tingut en compte les velocitats en funció de si és líquid o vapor. La velocitat màxima del líquid és 2.5 m/s i la del vapor és de 30 m/s.

El dimensionament i el disseny mecànic de les tuberies es mostra en l'annex A.4,

El *Schedule* fet servir és el 40 ja que és un espessor estàndard i econòmic, s'ha comprovat que el *Schedule* 40 és un gruix correcte desde el punt de vista de integritat mecànica i disseny hidràulic.

El material de construcció es acer al carboni manganès calmat com ja s'ha explicat anteriorment en l'apartat 4.2.1.

4.3.4.1. Aïllament tèrmic de les canonades

Per mesures de seguretat no hi pot haver cap canonada que superi els 60 °C, per tant, caldrà aïllar tèrmicament les canonades que superin aquesta temperatura. S'estudiarà en un futur aïllar les corrents per a no perdre energia calorífica, ja que aquest projecte té la finalitat d'optimitzar energèticament el procés.

El material escollit per aïllar es llana de roca, ja que es traca d'un material amb bones propietats aïllants, comú i econòmic. La llana de roca anirà protegida de tal forma que no es pugui mullar i haver-hi infiltracions, que puguin malmetre l'aïllament o corroir la canonada.

Les corrents que necessita aïllament tèrmic de procés és la corrent de la sortida del compressor canonades P-1604, i les línies de vapor LS i SC.

S'ha fet servir la següent taula en funció de la temperatura i el diàmetre nominal per a determinar el gruix de l'aïllant.

Taula 4.6 Especificació aïllant de calor.

KRUPP UHDE		INSULATION SPECIFICATION																UAN : 03-5019-600	
		Insulation Type: W																Page : 6	
		Description : Heat insulation																Report Date : 17.06.00	
																		Report Rev : 0	
																		Print Date : 21.11.2001	
																		Print Time : 17:05	
DN	> ←	Insulation Thickness Values																	
		15	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
10	30	30	30	40	50	50	60	60	60	60	60	80	80	80	80	80	80	80	
15	30	30	40	40	50	50	60	60	60	60	70	80	80	80	80	80	80	80	
20	30	40	40	40	50	60	60	60	60	60	70	80	80	80	80	80	80	100	
25	30	40	40	50	50	60	60	60	60	60	70	90	90	100	100	100	120	120	
32	30	40	50	50	50	60	70	70	70	70	70	90	100	100	100	100	120	120	
40	30	40	50	50	50	60	70	70	70	70	70	90	100	100	100	100	120	120	
50	30	40	50	50	60	60	70	70	70	70	80	80	90	100	100	100	120	120	
65	40	40	50	50	60	70	70	70	70	70	80	80	100	100	100	100	130	150	
80	40	50	50	50	60	70	80	80	80	80	90	110	110	120	130	130	150	150	
100	40	50	50	50	60	70	80	80	80	100	100	110	110	120	130	130	160	160	
125	40	50	50	70	70	70	80	80	80	90	110	120	120	120	150	160	160	160	
150	40	50	70	70	70	70	80	100	100	100	110	130	130	130	150	160	160	160	
200	40	50	60	70	80	80	90	100	100	120	120	130	130	130	150	170	180	180	
250	50	60	60	70	80	80	100	100	100	120	120	140	140	170	170	180	190	190	
300	60	60	60	70	80	80	100	100	100	140	140	140	170	180	180	190	200	200	
350	60	60	60	70	80	80	100	100	100	140	140	170	170	180	190	200	200	200	
400	60	60	60	80	80	100	100	100	100	140	150	170	180	180	190	200	210	210	
500	60	60	80	80	90	100	100	100	110	150	160	180	190	200	210	220	220	220	
600	60	60	80	80	90	100	100	100	110	160	180	190	200	210	220	220	220	220	
700	60	60	80	80	90	110	130	140	140	190	200	200	200	210	220	220	220	220	
800	60	60	80	90	90	110	150	170	170	200	200	200	200	210	220	220	220	220	
900	70	90	100	100	100	110	160	170	180	200	200	200	200	210	220	220	220	220	
1000	70	90	100	100	100	110	170	180	190	200	200	200	200	210	220	220	220	220	
1200	70	90	100	100	100	110	170	190	190	200	200	200	200	280	290	300	300	300	
1400	70	100	100	100	100	150	180	200	200	200	200	280	290	300	300	300	300	300	
1600	70	100	100	100	100	180	190	200	200	200	200	280	290	300	300	300	300	300	
1800	80	100	100	100	100	170	190	200	200	200	200	290	300	300	300	300	300	300	
2000	80	100	100	100	100	170	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
2200	80	100	100	100	100	180	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
2400	80	100	100	100	100	180	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
2600	90	100	100	100	100	180	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
2800	90	100	100	100	100	180	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
3000	90	100	100	100	100	190	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
3200	90	100	100	100	170	190	200	200	200	200	200	300	300	300	300	300	300	300	
3600	90	100	100	100	170	190	200	200	200	200	290	300	300	300	300	300	300	300	
4000	90	100	100	100	170	190	200	200	200	200	290	300	300	300	300	300	300	300	
9999	100	100	100	100	180	200	200	200	200	300	300	300	300	300	400	400	400	400	

9999 = FLAT WALL

Els gruixos resultants en el procés de la columna de destil·lació amb recompressió de vapor es mostren en la següent taula.

Taula 4.7 Gruixos de l'aïllant en el procés.

Línia	Gruix
P-1604	50 mm
LS (<i>Low Steam</i>)	60 mm
SC (<i>Steam Condensate</i>)	60 mm

4.3.5. Disseny de la instrumentació

4.3.5.1. Disseny de la vàlvula FCV-101

El criteri seguir per a dimensionar la vàlvula de control es troba en el apartat de l'annex A.5, en la següent taula es poden observar els resultats obtinguts del disseny de la vàlvula de control FCV-101.

Taula 4.8 Resultats dimensionament de la vàlvula FCV-101.

Vàlvula	Diàmetre	$Cv_{calculada}$	$Cv_{catàleg}$	Model
FCV-101	2 in	20.4 gpm	25 gpm	21700 Series Masoneilan

4.3.5.2. Disseny de la placa d'orifici

S'ha realitzat el disseny de la placa d'orifici situat al corrent d'entrada de la columna de destil·lació T-101. La metodologia feta servir es troba en l'annex A.6.

El disseny de la placa d'orifici s'ha aplicat i seguit la norma ISO 5167-1980 [Ref. 8] i la placa és un diafragma amb preses en la brida.

Taula 4.9 Resultats disseny placa de orifici.

Caudal màssic (kg/s)	Diàmetre orifici de la placa	Diàmetre mecanització
1	40 mm	40 mm

4.3.5.3. Disseny vàlvula de seguretat PSV 1603

S'ha dissenyat la vàlvula de seguretat del acumulador de reflux. La vàlvula de seguretat serveix per alliberar el vapor en cas de sobrepressió en l'equip, el vapor alliberat es porta a torxa on és cremat. El disseny s'ha calculat segons el *catàlego de Válvulas Nacional* [Ref. 9].

Els resultats obtinguts es mostren en la següent taula i el procediment de càlcul en l'annex A.7.

Taula 4.10 Dimensionament vàlvula de seguretat PSV 1603.

Àrea d'orifici calculada (cm ²)	Tipus d'orifici seleccionat	Àrea d'orifici seleccionat (cm ²)	Pressió de descarrega (kg/cm ²)	Grandària orifici (in)	Rating (lb)	Model de la vàlvula
4.25	H	5.06	35.8	1 ½ x 3	300x150	3-5221

4.4. Fulls d'especificacions

A continuació es presenten els fulls d'especificacions dels equips dissenyats del procés amb el següent ordre:

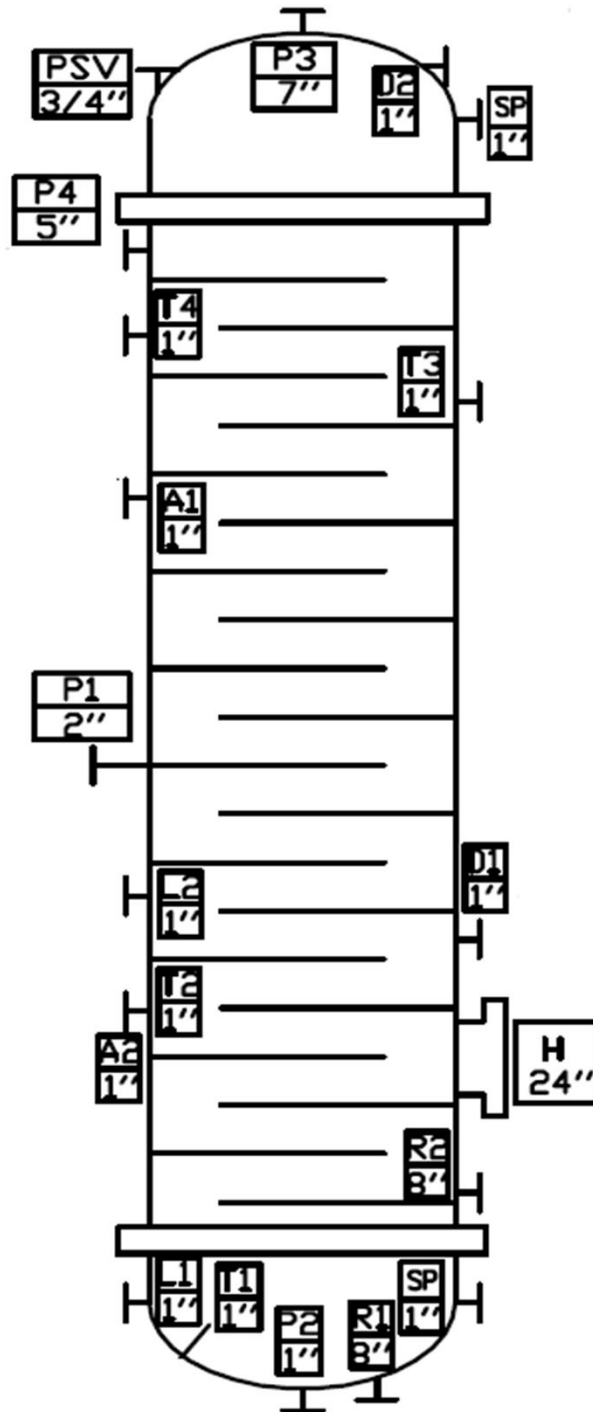
- Full d'especificació columna de destil·lació T-101 -2 pàgines
- Full d'especificació *trim cooler* E-100 -2 pàgines
- Full d'especificació reboiler termosifó E-101 -2 pàgines
- Full d'especificació acumulador de reflux V-100 -2 pàgines
- Full d'especificació bomba centrífuga P-100 A/B -1 pàgina
- Full d'especificació vàlvula de seguretat PSV 1603 -1 pàgina
- Full d'especificació vàlvula de control FCV 101 -1 pàgina

PROYECTO	1,708.00	ESPECIFICACIÓN			Nº					
EMPRESA		Columna			HOJA Nº	1 de 2				
FÁBRICA					FECHA	18/08/2017				
PLANTA		Gras consulting S.L.			PREPARADO					
ÍTEM	T-101				REVISADO					
SERVICIO					APROBADO					
					Nº UNIDADES	2				
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN									
	PRODUCTO	Propileno								
	TEMPERATURA	°C								
	PRESIÓN	11 barg fondo		10.6 barg cabeza						
DENSIDAD	393.00 kg/m ³									
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIÁMETRO	1.30	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	ASME VIII Div 1			
		LONG. / ALT.	26.00	m			CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	-50	80°C
		ESPESOR	18.00	mm		PRESIÓN	20 barg			
	FONDOS	SUPERIOR					DENSIDAD	kg/m ³		
		INFERIOR					PRESIÓN DE PRUEBA	26 barg		
	VOL. / PESO	VOL. ÚTIL	34.50	m ³		ESPESOR DE CORROSIÓN	1.5 mm			
		VOL. TOTAL					EFICACIA DE SOLDADURA	0.85		
		PESO	15,860	kg		ALIVIO DE TENSIONES				
	INSTALACIÓN						RADIOGRAFIADO	parcial		
	AISLAMIENTO	40 mm en cabeza 80 mm en fondo								
PINTURA	Ac.espec. tratamiento pintura									
MATERIALES			DESCRIPCIÓN		COMENTARIOS					
	CUERPO		A-285-C							
	FONDOS		A-285-C							
	BRIDAS CUERPO		A-285-C							
	VALONA BRIDAS CUERPO		A-285-C							
	BRIDAS TUBULADUR.		A-285-C							
	TUBULADURAS		A-285-C							
	PLACA PARTICIÓN		A-285-C							
	CORTACORRIENTES		A-285-C							
	SOPORTES PARA INTERNOS		A-285-C							
	TORNILLOS/TUERCAS INT.		A-285-C							
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.		A-285-C							
	JUNTAS INTERIOR		A-285-C							
	JUNTAS EXTERNAS		A-285-C							
SOPORTES EXTERIORES		A-285-C								
INTERNOS - Relleno		A-285-C								
INTERNOS - Soporte relleno		A-285-C								
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO		D.N.	RATING				
	P1	1	Entrada a columna para separar		2	plato 44				
	P2	1	Salida de fondos de columna		1					
	P3	1	Salida de destilado de columna		7					
	P4	1	Entrada de reflujo a columna		5					
	T1	1	Transmisor de temperatura		1					
	T2	1	Transmisor de temperatura		1					
	T3	1	Transmisor de temperatura		1					
	T4	1	Transmisor de temperatura		1					
	D1 i D2	1	Indicador de presión diferencial		1					
	A1 i A2	1	Indicador de presión		1					
	H	1	Boca de hombre		24					
	PSV	1	Valvula aliviadero de presión		0.75					
	R1	1	Salida de columna a reboiler		8					
	R2	1	Entrada de reboiler a columna		8					
	SP	2	Toma de muestra		1					
OTROS	FALDÓN	EFICACIA DE SOLDADURA		0.45						
		ALTURA		5.00 m						
		PESO		3,000 kg						
		ESPESOR		12 mm						
	COLUMNA	Nº PLATOS		50.00						
		ΔP EN COLUMNA		0.40 barg						
DISTANCIA ENTRE PLATOS		0.45 m								

PROYECTO	1,708.00	ESPECIFICACIÓN	N°	
EMPRESA			HOJA N°	2 de 2
FÁBRICA		Columna	FECHA	18/08/2017
PLANTA			PREPARADO	
ÍTEM	T-101		REVISADO	
SERVICIO			APROBADO	
		Gras consulting S.L.	N° UNIDADES	2

Sketch Alzado/Planta

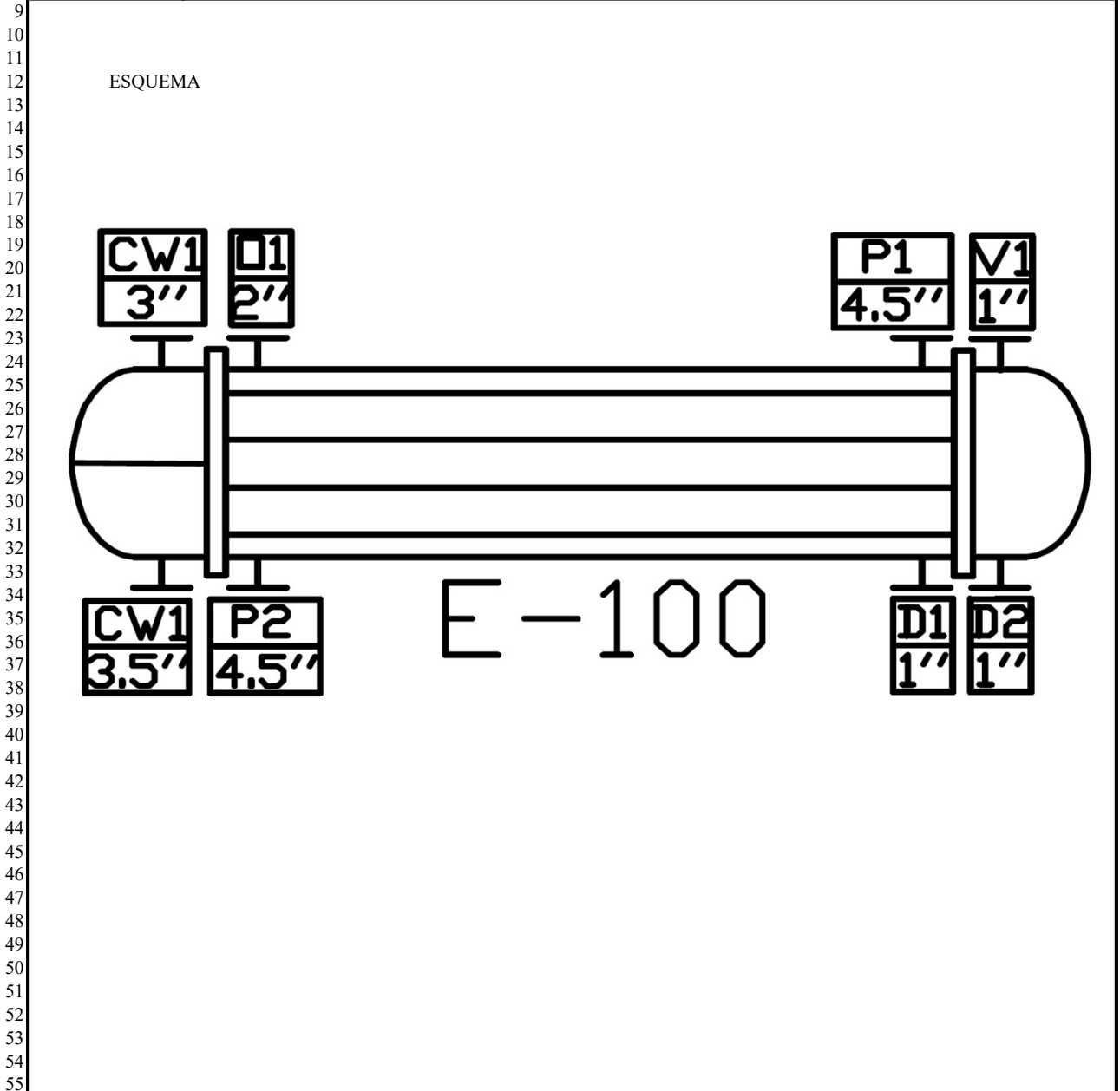
T-101



1	PROYECTO	1,708.00	ESPECIFICACIÓN Cambiador Carcasa-Tubos Gras consulting S.L.		Nº	
2	EMPRESA				HOJA Nº	1 de 2
3	FÁBRICA				FECHA	26/08/17
4	PLANTA				PREPARADO	
5	ÍTEM	E-100			REVISADO	
6	SERVICIO				APROBADO	
7					Nº UNIDADES	1.00
8	CONDICIONES DE OPERACIÓN					
9			LADO ENVOLVENTE		LADO TUBOS	
10	PRODUCTO		Cooling water		Propylene	
11	CAUDAL TOTAL	kg/h	27,781		40,385	
12			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
13	VAPOR	kg/h			40,385	37,979
14	LIQUIDO	kg/h	27,781	27,781		2,406
15	INCONDENSABLES	kg/h				
16	FLUIDO VAPORIZADO	kg/h				
17	FLUIDO CONDENSADO	kg/h				
18	LÍQUIDO	DENSIDAD	kg/m3	994	979	457.88
19		VISCOSIDAD	cP	0.91	0.67	0.06
20		CALOR ESPECÍFICO	kcal/kg°C	1.08	1.08	0.81
21		COND. TÉRMICA	kcal/(h.m.°C)	0.52	0.54	0.08
22		TENS. SUPERFICIAL	N/m			
23	VAPOR	DENSIDAD	kg/m3		43	47
24		VISCOSIDAD	cP		0.01	0.01
25		CALOR ESPECÍFICO	kcal/kg°C		0.47	0.48
26		COND. TÉRMICA	kcal/(h.m.°C)		0.02	0.02
27	CALOR LATENTE	kcal/kg			65.12	65.20
28	PRESIÓN OPERACIÓN	kg/cm2g	5.00	4.61	22.0	21.89
29	TEMPERATURA OPERACIÓN	°C	25.0	40.0	63.9	49.5
30	VELOCIDAD (Mean/max)	m/s	0.81/1.1		9.28/10.04	
31	PERDIDA DE CARGA Admis./Calc.	kg/cm2	0.51/0.395		0.264/0.115	
32	CALOR	SENSIBLE	kcal/h			
33		LATENTE	kcal/h			
34		TOTAL	kcal/h			450,083
35	RESISTENCIA ENSUCIAMIENTO	(m2.h.°C)/kcal	0.0005		0.0003	
36	SOBREDISEÑO U calculada / U diseño					
37	ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES			CONDICIONES DE DISEÑO Y PRUEBA		
38		MATERIAL	COMENTARIOS	CÓDIGO	ASME Code Sec VIII Div 1	
39	ENVOLVENTE	A-285-C	Especificació ASTM	TIPO	BEM horizontal	
40	CABEZALES ENVOLVENTE			AREA	31.8' m2	
41	CABEZALES TUBOS			Nº DE PASOS	1 Tubos	1 Envolvente
42	TAPA DEL CABEZAL			TUBOS	75.00	
43	BRIDAS ENVOLVENTE			Nº / PITCH	32 mm	
44	BRIDAS CABEZAL TUBOS			ENVOLVENTE	Diámetro	336.55mm
45	BRIDAS TUBUL. ENVOLV.			FONDOS	Espesor	19.05mm
46	BRIDAS TUBUL. CABEZALES			DEFLECTORES	Tipo single segmental	
47	TUBULADURAS ENVOLVOLVEN			Número	50.0	Corte 25.3
48	TUBULADURAS CABEZALES			ENVOLVENTE	TUBOS	
49	TUBOS	A-179		PRES. DISEÑO	5.51581 barg	31 barg
50	PLACA TUBULAR	A-285-C		TEMP. DISEÑO	76.67 °C	104.44 -50°C
51	ALETAS	A-285-C		PRES. PRUEBA	5.625	
52	DEFLECTORES/PLACAS SOPORT			Hidráulica	7.3125 barg	40.3 barg
53	DISTANCIADORES			Neumática		
54	TIRANTES			ALIVIO TENS.		
55	SOPORTES/APOYOS			RADIOGRAF.		
56	TORNILOS/TUERCAS			ESP. CORROS.	1 mm	1 mm
57	TORNILOS/TUERCAS (INTERIOR)			EF. SOLDAD.		
58	JUNTAS ENVOLVENTE					
59	JUNTAS CABEZAL					
60	PLACA DE CHOQUE					
61	NOTAS			AISLAMIENTO	60 mm	
62				TRATAMIENTO DE SUPERFICIES	D'acord espec. de tractament de superfície	
63				PINTURA	D'acord espec. de tractament de pintura	
64				ACCESORIOS		
65						
66						
67						
68						
69						
70						

1	PROYECTO		ESPECIFICACIÓN	Nº	
2				HOJA Nº	2 de 2
3	EMPRESA		Cambiador Carcasa-Tubos	FECHA	26/08/17
4	FÁBRICA			PREPARADO	
5	PLANTA		Gras consulting S.L.	REVISADO	
6				APROBADO	
7	ÍTEM			Nº UNIDADES	

8	SERVICIO	
---	----------	--



56	ESPECIFICACION DE TUBULADURAS				NOTAS
57	MARCA	SERVICIO	D.N.	RATING	(xx) modificable o a confirmar por suministrador
58	P1	Entrada procés	4.5		
59	P2	Sortida procés	4.5		
60	CW1	Entrada aigua de refrigeració	3.5		
61	CW2	Sortida aigua de refrigeració	3.0		
62	O1	Outlet	2.0		
63	N1	Drenatge	1.0		
64	N2	Drenatge	1.0		
65	V1	Venteig	1.0		
66					
67					
68					
69					
70					

1	PROYECTO	1,708.00	ESPECIFICACIÓN		Nº		
2	EMPRESA				Cambiador Carcasa-Tubos		HOJA Nº
3	FÁBRICA		Gras consulting S.L.				FECHA
4	PLANTA				Gras consulting S.L.		PREPARADO
5	ÍTEM	E-101	Gras consulting S.L.				REVISADO
6	SERVICIO				Gras consulting S.L.		APROBADO
7			Gras consulting S.L.				Nº UNIDADES
8					Gras consulting S.L.		
9	CONDICIONES DE OPERACIÓN						
10			LADO ENVOLVENTE		LADO TUBOS		
11	PRODUCTO		c3-fraction		Propylene		
12	CAUDAL TOTAL	kg/h	114,642		40,385		
13			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
14	VAPOR	kg/h	0	37,643	37,972	708	
15	LIQUIDO	kg/h	114,642	77,000	2,413	39,677	
16	INCONDENSABLES	kg/h					
17	FLUIDO VAPORIZADO	kg/h					
18	FLUIDO CONDENSADO	kg/h					
19	LÍQUIDO	DENSIDAD	kg/m3	499.43	499	457.63	490.31
20		VISCOSIDAD	cP	0.09	0.09	0.06	0.07
21		CALOR ESPECÍFICO	kcal/kg°C	0.67	0.67	0.81	0.69
22		COND. TÉRMICA	kcal/(h.m.°C)	0.08	0.08	0.08	0.09
23		TENS. SUPERFICIAL	N/m				
24	VAPOR	DENSIDAD	kg/m3		23.60	48	33
25		VISCOSIDAD	cP		0.009		
26		CALOR ESPECÍFICO	kcal/kg°C		0.44	0.52	0.48
27		COND. TÉRMICA	kcal/(h.m.°C)		0.015	0.02	0.03
28	CALOR LATENTE	kcal/kg		79.5		65.00	
29	PRESIÓN OPERACIÓN	barg	11.11	11.03	21.9	21.90	
30	TEMPERATURA OPERACIÓN	°C	25.8	26.0	49.6	29.3	
31	VELOCIDAD (Mean/max)	m/s	1.41/3.65		0.52/2.28		
32	PERDIDA DE CARGA Admis./Calc.	kg/cm2	0.19413/0.08192		0.34/0.0397		
33	CALOR	SENSIBLE					
34		LATENTE					
35		TOTAL			3,011,340		
36	RESISTENCIA ENSUCIAMIENTO	(m2.h°C)/kcal	0.0005		0.0002		
37	SOBREDISEÑO U calculada / U diseño						
38	ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES			CONDICIONES DE DISEÑO Y PRUEBA			
39		MATERIAL	COMENTARIOS	CÓDIGO	ASME Code Sec VIII Div 1		
40	ENVOLVENTE	A-285-C					
41	CABEZALES ENVOLVENTE			TIPO	BHU horizontal		
42	CABEZALES TUBOS			AREA	449.2m2		
43	TAPA DEL CABEZAL			Nº DE PASOS	4Tubos	2 Envolverte	
44	BRIDAS ENVOLVENTE			TUBOS	1,126.00		
45	BRIDAS CABEZAL TUBOS			Nº / PITCH	23.88 mm		
46	BRIDAS TUBUL. ENVOLV.			ENVOLVENTE	Diámetro 19.1 mm	Espesor 2.1 mm	
47	BRIDAS TUBUL. CABEZALES			FONDOS			
48	TUBULADURAS ENVOLVOLVEN			DEFLECTORES	Tipo single segmental		
49	TUBULADURAS CABEZALES			Número	Corte	20.2	
50	TUBOS	A-285-C		ENVOLVENTE	TUBOS		
51	PLACA TUBULAR	A-285-C		PRES. DISEÑO	15.5 barg	31 barg	
52	ALETAS	A-285-C		TEMP. DISEÑO	-50 100°C	-50 100°C	
53	DEFLECTORES/PLACAS SOPORT			PRES. PRUEBA			
54	DISTANCIADORES			Hidráulica	40.3	barg	
55	TIRANTES			Neumática			
56	SOPORTES/APOYOS			ALIVIO TENS.			
57	TORNILOS/TUERCAS			RADIOGRAF.			
58	TORNILOS/TUERCAS (INTERIOR)			ESP. CORROS.	1 mm	1 mm	
59	JUNTAS ENVOLVENTE			EF. SOLDAD.	0.85		
60	JUNTAS CABEZAL						
61	PLACA DE CHOQUE						
62	NOTAS			AISLAMIENTO	60 mm		
63				TRATAMIENTO DE SUPERFICIES	D'acord espec. de tractament de superficie		
64				PINTURA	D'acord espec. de tractament de pintura		
65				ACCESORIOS			
66							
67							
68							
69							
70							

1	PROYECTO	1,708	ESPECIFICACIÓN		Nº				
2	EMPRESA		Tanques		HOJA Nº				
3	FÁBRICA				FECHA	26/08/2017			
4	PLANTA		Gras consulting S.L.		PREPARADO				
5	ÍTEM	V-100			REVISADO				
6	SERVICIO		APROBADO						
7			Nº UNIDADES	1					
8									
9	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Tanque de proceso						
10		PRODUCTO	Propileno mayoritariamente						
11		CAUDAL LLENADO	78.75	m3/h					
12		CAUDAL VACIADO	78.75	m3/h					
13		TEMPER.	29.73	°C					
14		PRESIÓN	21.90	barg					
15		DENSIDAD	410.80	kg/m3					
16	TIPO	TANQUE	Tanque Horizontal						
17		TECHO	Elíptico 2:1						
18		FONDO	Elíptico 2:1						
19	CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIÁMETRO	2.40	m	CÓDIGOS	DIN		
20			LONG. / ALT.	4.65	m				
21			ESPESOR	48.00	mm	CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	-50	100°C
22		FONDOS	SUPERIOR	2.00	m3	PRESIÓN	31	barg	
23			INFERIOR	2.00	m3	DENSIDAD	476.56	kg/m3	
24		VOL. / PESO	VOL. ÚTIL	20.00	m3	PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRAÚLICA	40.3	barg
25			VOL. TOTAL		m3	NEUMÁTICA			
26			PESO	16,640.00	kg	ESPESOR DE CORROSIÓN	1.5	mm	
27		INSTALACIÓN			EFICACIA DE SOLDADURA	0.85			
28		AISLAMIENTO	80 mm		ALIVIO DE TENSIONES	-			
29	PINTURA	D'acord amb les especificacions de pintura		RADIOGRAFIADO	Parcial				
30									
31	MATERIALES		DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS					
32		CUERPO	1.0566	A-612 segons ASTM///P 355 NL1 segons EN					
33		TAPAS/FONDOS	1.0566	A-612 segons ASTM///P 355 NL1 segons EN					
34		BRIDAS CUERPO							
35		VALONA BRIDAS CUERPO							
36		BRIDAS TUBULADUR.	1.0566	A-612 segons ASTM///P 355 NL1 segons EN					
37		TUBULADURAS	1.0356	A-333-1 segons ASTM///P 215 NL Segons EN					
38		PLACA PARTICIÓN							
39		CORTACORRIENTES							
40		SOPORTES PARA INTERNOS	1.0566	A-612 segons ASTM///P 355 NL1 segons EN					
41		TORNILLOS/TUERCAS INT.							
42		TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	1.7219	26CrMo4 Segons EN					
43		JUNTAS INTERIOR							
44	SOPORTES EXTERIORES	1.0038	S235JRG2 Segons EN						
45	JUNTAS EXTERNAS	1.4541	Junta espirometalica llena de grafito/X 6 CrNiTi 18 10 (EN)						
46			A-312 grado TP321 segons ASTM						
47									
48	TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING			
49		P1		Entrada del procés al tanc	4.0				
50		P2		Sortida propilè cap a reactors	1.5				
51		P3		Reflux cap a la columna	5.0				
52		A1		Indicador i transmissor de pressió	1.0				
53		F1		Torcha d'incondensables	1.0				
54		PSV		Válvula de seguretat del tanc	0.75				
55		D1		Drenatge de l'equip	1.0				
56		L1		Indicador inferior de nivell	1.0				
57		L2		Indicador superior de nivell	1.0				
58	H		Boca d'home	24					
59									
60									
61									
62									
63	NOTAS	Tipo de agitación							
64									
65		Tipo de calefacción/refrigeración							
66									
67									
68									
69									
70									

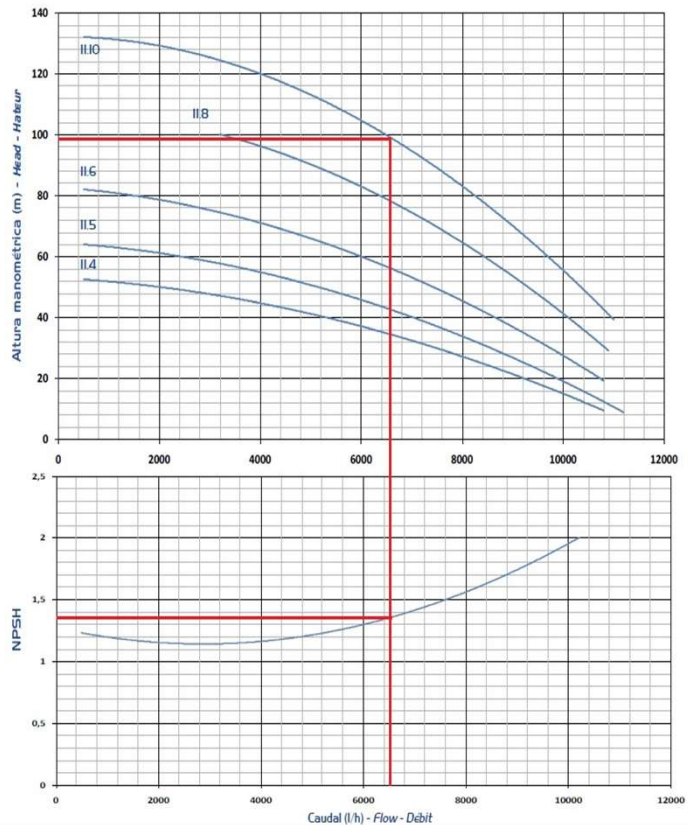
1	PROYECTO	1.708	ESPECIFICACIÓN	N°	
2	EMPRESA			HOJA N°	
3	FÁBRICA		Tanques	FECHA	26/08/2017
4	PLANTA			PREPARADO	
5	ÍTEM	V-100	Gras consulting S.L.	REVISADO	
6	SERVICIO			APROBADO	
7				N° UNIDADES	
8					
9	<p>ALZADO</p> <p>V-100</p>				
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					

1	PROYECTO	1,708.00	ESPECIFICACIÓN Bombas Centrifugas Gras consulting S.L.	N°	
2	EMPRESA			HOJA N°	1 de 1
3	FÁBRICA			FECHA	22/08/2017
4	PLANTA			PREPARADO	
5				REVISADO	
6			APROBADO		

7	ÍTEM		P-100
8	SERVICIO		
9	TIPO		
10	bomba		
11	N° UNIDADES		
12	2.00		
13	CONDICIONES DE OPERACIÓN		
14	CAPACIDAD	NORMAL	6.30 m3/h
15		DISEÑO	19.80 m3/h
16	ALTURA DIFERENCIAL		
17	99.00 m.c.l.		
18	PRESIÓN	IMPULSION	21.90 barg
19		ASPIRACION	28.00 barg
20	FLUIDO	PRODUCTO	
21		Propile	
22		SOLIDOS	
23		%peso	
24		PRES. VAPOR	
25		15.60 bar	
26	TEMPERATUR.		
27	32.00 °C		
28	DENSIDAD		
29	483.00 kg/m3		
30	VISCOSIDAD		
31	0.60 cP		
32	NPSH	DISPONIBLE	
33		3.76 m.c.l.	
34	RENDIMIENTO	REQUERIDO	
35		1.35 m.c.l.	
36	POTENCIA AL EJE		
37	4.00 kW		
38	MOTOR		
39	4.90 kW		
40	OPERACIÓN		
41	CONEXIONES		
42	RATING DE	IMPULSIÓN	#
43	LAS BRIDAS	ASPIRACIÓN	#
44	TAMAÑO DE	IMPULSIÓN	inch
45	LAS BRIDAS	ASPIRACIÓN	inch
46	MATERIALES / CONSTRUCCIÓN		
47	CUERPO	Fundicion GG20	
48	BRIDAS	DIN	2,558
49	TORNILLOS	DIN	2,558
50	JUNTAS	DIN	2,558
51	EJE	AISI 303	
52	FUNDA EJE		
53	CAMISA ESTÁTOR		
54	COJINETES ROTOR		
55	COJINETES EJE		
56	JUNTA		
57	CIERRE		
58	OTROS		
59	ACOPLAMIENTO		
60			
61	CIERRE	TIPO	doble Alumina Grafito
62		INYECCION DE LIQUIDO	
63		REFRIGERACION	
64		MARCA MODELO	
65	ACCIONAM.	TIPO	Motor cerrado eficiencia IE2
66		PROTECCION	IP-44
67		MARCA MODELO	
68	 AISLAMIENTO		
69	Clase F		
70	CODIGO		
71	ROMA 11.10 T		

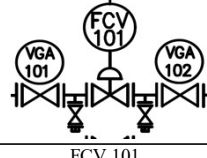


ROMA 11.10 T	l/h	11000	10300	9650	9000	8250	7500	6500	5400	3900	2000
	m	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130



COMENTARIOS

61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	FVC 101		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Proces flow to column		DN & RATING			150	150 #	
4	LINE/EQUIPMENT	2"-P-1601-CS1		MTL & SCHEDULE			A-516-60	40	
5	DIAGRAM	PI&D-101		INSULATION AND THICKNESS			-		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Mostly propene	Liquid	Data	U.I	Min.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1.033	0.08	Inlet Flow m3/h		7	7	14
10	D kg/m3	Viscosity cP	393.2	0.065	Inlet Pressure bar		18.9	18.9	20
11	P crit. bar	T crit. K	46.1	364.75	Pressure Drop bar		0.1	0.1	0.1
12	TIGHTNESS				T operation K		25	25	25
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar				
14	OTHERS				Cv calculated				20.4
15					Cv required				
16					Opening				100%
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Globe	Types (1)	STD	Escape Types				-
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)				-
21	DN & Rating	2	Guidance	-	MTL Guidance				A-516-60
22	Line Connection	Flange	Holder	-	MTL Holder				A-516-60
23	MTL Body & Casing	A-516-60	Nominal Cv	25	MTL Actuator				A-516-60
24	MTL Body Line	A-516-60	Character	-	MTL Nozzle				A-516-60
25	MTL Outlet Line	A-516-60	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang				-
27	Biretta Type	A-516-60	Type	Diaphragm	Wheel				-
28	Packing	A-516-60	Air	-	Travel Limit mm				20.3
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System				-
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER		SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)			
32	Positioner Type	Digital	Valve Type	Double Stage Anti-Cavitation Trim	Sensors Type				
33	SMART Capacity		Feed		Service				
34	PST/Regulation		Reset Type		Assembly & Connc.				
35	Electrical Connection		Electrical Connc.		EEx Protection				
36	Pneumatic Connection		Pneumatic Connc.		NOTES AND ACCESSORIES				
37	EEx Protection	EEx IIC T6	EEx Protection	EEx IIC T5					
38	Filter	-	SIL (s/IEC 61508)	IP 65					
39	PRODUCT DATA (3)			PURCHASE DATA					
40	Valve	Series 21700	Actuator	SD CH1080	Requisition				
41	Positionator	Digital			Manufacturer				DRESSER Series Masoneilan
42	Solenoid	ET Lineal			Supplier				DRESSER Masoneilan SPAIN
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45	(1) Indicate the model /type (AC =anti-cavitation, AN=anti-noise, STD= standard, MS= multi-step, CR= rapid change)								
46	(2) Maximal difference pressure through the valve, which can be supported by the actuator maintaining the nominal shutting class								
47	(3) Environmental protection grade of electrical parts: IP 65 min.								
48	(4) For the elements, which are supplied by third parties (for example solenoids, final lines, etc.) it is necessary to indicate the respective manufacturer too.								
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE	FCV 101					
				SHEET No. 7					

5. **SEGURETAT**

En aquest apartat es tractaran temes com la seguretat a nivell personal, de seguretat de procés, anàlisi de risc i classificació d'atmosferes explosives. Evitant d'aquesta forma riscos i accidents que poden ser evitats amb un control i unes mesures de protecció adient aptes en el treball.

5.1. **Estàndards del procés**

Inicialment a l'interior de la planta hi ha unes normes de seguretat, unes pautes que s'han de seguir, ja que són molt importants i poden evitar desastres accidentals i imprudències innecessàries, garantint una seguretat en la instal·lació.

Els estàndards del procés estan descrits a continuació.

-Mantenir l'ordre i la neteja del lloc de treball, evitant danys innecessaris per una mala gestió del treballador.

-No portar mòbils en zones prohibides, hi ha zones habilitades per al seu ús.

-No fumar, menjar, ni veure en zones no aptes. Hi ha zones dins de la planta estipulades per aquestes necessitats.

-Fer cas del supervisor, ajudar i respectar a la resta dels treballadors, generant un bon ambient de treball.

-Tenir clares les indicacions en cas d'emergència, i saber que s'ha de fer en cada cas.

-Utilitzar de manera correcta la maquinària i eines de treball. Un cop finalitzada la feina, netejar i guardar al seu lloc corresponent.

-Informar en qualsevol cas d'alguna infracció, risc, incidència, o mala labor en el treball.

-Respectar les normes de conducció i de seguretat dins i fora de planta.

-Informar ràpidament si es veu algun deteriorament del material, fuga, o altres, que puguin causar algun risc ja sigui a petita o a gran escala.

- Fer servir els equips de protecció individuals necessaris per a les respectives zones de treball.

-Mantenir comunicació amb equips especialitzats que no generin cap risc.

-Evitar distraccions durant l'horari de treball.

-Anar descansat al treball.

-Al accedir a la planta, realitzar una reunió informativa de seguretat als nous treballadors o a visites.

-Portar un control dels accidents ocorreguts, realitzar reunions informatives i buscar alternatives per seguir millorant i evitar possibles accidents futurs.

-Realitzar anàlisis mèdics periòdics per controlar la salut dels treballadors.

Aquests estàndards permetran si més no, un grau de seguretat elevat de la planta i dels treballadors, garantint una millora de l'eficiència dels treballadors.

5.2. **Sistemes de seguretat i lluita contra incendis**

Degut als materials que conté el procés, hi ha riscos d'incendis degut als compostos extremadament inflamables. També s'han implementat mesures de disseny per evitar accidents.

Els sistemes de seguretat establerts estan descrits a continuació.

- El procés, té vàlvules de seguretat en cas de sobrepressió en les diverses parts i equips de la instal·lació.
- S'han instal·lat preses a terra per eliminar electricitat estàtica i evitar l'efecte nociu dels rajos.

- Els equips i accessoris del procés tenen una fàcil accessibilitat, podent actuar amb major velocitat en cas d'emergència.
- S'instal·len dutxes i renta-ulls, a més de farmacioles a diverses parts del procés.
- S'ha instal·lat aïllament tèrmic per aquells equips i canonades que treballen a temperatures majors de 60 °C, evitant cremades innecessàries al treballador salhora que suposa estalvi energètic.
- S'han instal·lat detectors de fuga.
- La bomba té una doble tanca mecànica, amb un líquid barrera que separa el fluid de procés de l'exterior, en cas que es trenqui una tanca, el sistema de control intern notificarà la ruptura i podrà ser reparada o substituïda abans de que es trenqui la segona tanca i pugui haver fugues al exterior.
- S'han dissenyat manuals d'operació per a casos d'emergència.
- S'han col·locat extintors per tot el procés, dels diferents tipus i en funció de cada zona.
- Equips de protecció personal per la lluita contra incendis així com unitats de respiració autònoma.
- Bombers interns dins de la planta especialitzats en els possibles casos d'emergència i en la forma correcta d'actuació.
- Polsadors d'accionament manual per alertar a sala de control d'emergència.
- Sistemes contra incendis tals com espuma, aigua polvoritzada i pols química.
- Canons d'aigua, amb una xarxa pròpia pressuritzada per a poder actuar ràpidament en cas d'incendi.

5.3. Equips de protecció individual (EPI)
























Els equips de protecció individual (EPI) són qualsevol equip que permeti la protecció de la persona que els faci servir d'un o varis riscos que puguin amenaçar la seguretat i la salut de la persona.

Aquests equips s'han de utilitzar en les zones de treball on estiguin obligats el seu ús, per tal de protegir als treballadors i gent que circula en el procés. A continuació es alguns dels equips indispensables en moltes zones dins el procés. En les taules 5.1 i 5.2 es mostren algunes senyals i el seu significat.

Taula 5.1 Algunes senyals d'obligació i de prohibició.

SENYALS D'OBLIGACIÓ					SENYALS DE PROHIBICIÓ						
SIGNIFICAT DE LA SENYAL	SÍMBOL	COLORS			SENYAL D'OBLIGACIÓ	SIGNIFICAT DE LA SENYAL	SÍMBOL	COLORS			SENYAL DE PROHIBICIÓ
		DEL SÍMBOL	DE SEGURETAT	DE CONTRAST				DEL SÍMBOL	DE SEGURETAT	DE CONTRAST	
PROTECCIÓ OBLIGATÒRIA DE LES VIES RESPIRATÒRIES		BLANC	BLAU	BLANC		PROHIBIT FUMAR		NEGRE	VERMELL	BLANC	
PROTECCIÓ OBLIGATÒRIA DEL CAP		BLANC	BLAU	BLANC		PROHIBIT APAGAR AMB AIGUA		NEGRE	VERMELL	BLANC	
PROTECCIÓ OBLIGATÒRIA DE L'OÏDA		BLANC	BLAU	BLANC		PROHIBIT FUMAR I FLAMES		NEGRE	VERMELL	BLANC	
PROTECCIÓ OBLIGATÒRIA DE LA VISTA		BLANC	BLAU	BLANC		AIGUA NO POTABLE		NEGRE	VERMELL	BLANC	
PROTECCIÓ OBLIGATÒRIA DE LES MANS		BLANC	BLAU	BLANC		PROHIBIT PASSAR PEATONS		NEGRE	VERMELL	BLANC	
PROTECCIÓ OBLIGATÒRIA DELS PEUS		BLANC	BLAU	BLANC							

Taula 5.3 Senyals de seguretat i de sanejament.

SENYALS DE SEGURETAT					SENYALS DE SALVAMENT						
SIGNIFICAT DE LA SENYAL	SIMBOL	COLORS			SENYAL DE SEGURETAT	SIGNIFICAT DE LA SENYAL	SIMBOL	COLORS			SENYAL DE SALVAMENT
		DEL SIMBOL	DE SEGURETAT	DE CONTRAST				DEL SIMBOL	DE SEGURETAT	DE CONTRAST	
RISC D'INCENDI MATERIALS INFLAMABLES		NEGRE	GROC	NEGRE		EQUIP DE PRIMERS AUXILIS		BLANC	VERD	BLANC	
RISC D'EXPLOSIÓ MATERIALS EXPLOSIVS		NEGRE	GROC	NEGRE		LOCALITZACIÓ DE PRIMERS AUXILIS		BLANC	VERD	BLANC	
RISC DE RADIACIÓ MATERIALS RADIOACTIUS		NEGRE	GROC	NEGRE		DIRECCIÓ FINS A PRIMERS AUXILIS		BLANC	VERD	BLANC	
RISC DE CÀRREGA SUSPESA		NEGRE	GROC	NEGRE		LOCALITZACIÓ SORTIDA D'EMERGENCIA		BLANC	VERD	BLANC	
RISC D'INTOXICACIÓ PER SUBSTÀNCIES NOCIVES		NEGRE	GROC	NEGRE		DIRECCIÓ FINS LA SORTIDA D'EMERGENCIA		BLANC	VERD	BLANC	
RISC DE CORROSIÓ PER SUBSTÀNCIES CORROSIVES		NEGRE	GROC	NEGRE		LOCALITZACIÓ FINS LA DUTXA D'EMERGENCIA		BLANC	VERD	BLANC	

5.3.1. Casc de seguretat o protecció

El casc té la funció de protegir el cap absorbint l'energia d'impacte evitant o disminuint danys físics. Un cop el casc s'ha realitzat un cop, o fa temps que se'n fa ús, substituir-lo.

5.3.2. Ulleres de protecció

Aquest element de seguretat permet protegir la zona dels ull de projeccions de partícules, guspis. Evitant danys oculars, aquest element serà obligatori i imprescindible de portar en el procés

5.3.3. Protectors auditius

En les zones on s'aproximi al límit permès de soroll apte per a la zona de treball, els treballadors i personal que accedeix-hi en aquestes zones, serà indispensable l'ús de protectors auditius i taps. Poden evitar danys irreparables i pèrdues d'oïda.

5.3.4. Sabates de seguretat

Les botes o sabates de seguretat tenen reforços metàl·lics i estan dissenyades per evitar danys físics, també esta dissenyada amb una sola que no produeix guspis, ideal per zones inflamables o explosibles, com en el procés estudiat.

5.3.5. Roba antiestàtica i ignífuga d'alta visibilitat

Al fer-se servir components inflamables i d'alta explosivitat, cal tenir proteccions de seguretat que permetin resistir a flamarades o al calor. És obligatori l'ús de roba ignífuga i antiestàtica dins les instal·lacions del procés per poder protegir-se de les flames i que no pugui ser causat per l'energia estàtica. L'alta visibilitat és un factor que permet identificar als

treballadors en zones de poca llum o dependent de la franja horària, evitant accidents per falta de visibilitat.

5.3.6. Guants protectors químics i elèctrics

Els dos tipus de guants es faran servir en les zones que ho requereixin. Els guants protectors químics permeten protegir-se dels agents químics o dels equips de la instal·lació, ja que tenen un alt rang de tolerància de pH i de altes i baixes temperatures. Per altra banda, els guants protectors elèctrics estan fets amb un aïllant el qual permet treballar amb cablejat i equips elèctrics.

5.3.7. Altres EPI

Altres equips que no s'han nomenat però si que es fan servir estan escrits a sota amb la seva pròpia norma espanyola. Cal fer menció però del cinturó de seguretat, pantalles de protecció facial, arnesos de seguretat, equips de respiració autònoma, etc.

5.3.8. Relació de la norma espanyola respecte els EPIS [Ref. 10]

S'ha realitzat una relació respecte els EPIS fets servir durant l'etapa de construcció com la de operació.

La utilització d'Equips de Protecció Individual està dins el Real Decret R.D. 773/1997, del 30/05/1997 B.O.E. n°140 de 12/06/1997.

5.3.8.1. Protecció del cap

Casc de seguretat. U.N.E.-E.N. 397: 1995

5.3.8.2. Equips de protecció dels ulls

Protecció individual dels ulls: Requisits. U.N.E.-E.N. 166: 1996

Protecció individual dels ulls: Filtres per soldadura i tècniques relacionades. U.N.E.-E.N. 169: 1993

Protecció individual dels ulls: Filtres per ultravioletes. U.N.E.-E.N. 170: 1993

Protecció individual dels ulls: Filtres per infrarojos. U.N.E.-E.N. 170: 1993

5.3.8.3. Protecció de les oïdes

Protectors auditius. Requisits de seguretat i assaigs. Part 1: Orelleres. U.N.E.-E.N. 352-1: 1994

Protectors auditius. Requisits de seguretat i assaigs. Part 1: Taps. U.N.E.-E.N. 352-2: 1994

Protectors auditius. Recomanacions relatives a la selecció, us, precaucions de treball i manteniment. U.N.E.-E.N. 458: 1994

5.3.8.4. Protecció de peus i cames

Requisits i mètodes d'assaig per el calçat de seguretat, calçat de protecció i calçat de treball d'ús professional U.N.E.-E.N. 344: 1993

Especificacions pel calçat de seguretat d'ús professional. U.N.E.-E.N. 345: 1993

Especificacions pel calçat de protecció d'ús professional. U.N.E.-E.N. 346: 1993

Especificacions pel calçat de treball d'ús professional. U.N.E.-E.N. 347: 1993

5.3.8.5. Protecció contra la caiguda d'altures

Equips de protecció individual contra caiguda d'altures. Dispositiu de descens. U.N.E.-E.N. 341: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Part 1:Dispositiu anticaigudes lliscants amb línia d'ancoratge rígida. U.N.E.-E.N. 353-1: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Part 2:Dispositiu anticaigudes lliscants amb línia d'ancoratge flexible. U.N.E.-E.N. 353-2: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Elements de subjecció U.N.E.-E.N. 354: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Absorbidors de energia. U.N.E.-E.N. 355: 1993

Equips de protecció individual per sostenir en posició de treball i prevenció de caigudes d'alçada. Sistemes de subjecció. U.N.E.-E.N. 358: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Dispositiu anticaigudes retràctils. U.N.E.-E.N. 360: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Arnèsos anticaigudes. U.N.E.-E.N. 361: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Connectors. U.N.E.-E.N. 362: 1993

Equips de protecció individual contra caigudes d'altura. Sistemes anticaigudes. U.N.E.-E.N. 363: 1993

Equips de protecció individual contra la caiguda d'altura. Requisits generals per instruccions d'us i marcat. U.N.E.-E.N. 365: 1993

5.3.8.6. Equips de protecció respiratòria

Equips de protecció respiratòria. Màscars. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E. 81 233: 1991 E.N. 136: 1989

Equips de protecció respiratòria. Rosques per peces facials. Connexions per rosca estàndard. U.N.E. 81281-1: 1989 E.N. 148-1: 1987

Equips de protecció respiratòria. Rosques per peces facials. Connexions per rosca central. U.N.E. 81281-2: 1989 E.N. 148-2: 1987

Equips de protecció respiratòria. Rosques per peces facials. Connexions roscades de M45x 3.

U.N.E. 81281-3: 1992 E.N. 148-3: 1992

Equips de protecció respiratòria. Mascarettes. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E. 81282 : 1991 E.N. 140: 1989

Equips de protecció respiratòria. Filtres contra partícules. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E. 81284 : 1992 E.N. 143: 1990

Equips de protecció respiratòria. Filtres contra gasos i filtres mixtes. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E. 81285 : 1992 E.N. 141: 1990

Equips de protecció respiratòria amb mànega d'aire fresc previstos de màscara, mascareta o conjunt broquet. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E.-E.N. 138:1995

Equips de protecció respiratòria amb línia d'aire comprimit per utilitzar-se amb màscara, mascareta, o adaptador facial tipus broquet. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E.-E.N. 139:1995

Equips de protecció respiratòria. Semimàscars filtrants de protecció contra partícules. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E.-E.N. 149:1992

Equips de protecció respiratòria. Mascarettes autofiltrants amb vàlvules per protegir dels gasos o dels gasos i las partícules. Requisits, assaigs, marcat. U.N.E.-E.N. 405:1993

5.3.8.7. Protecció de les mans

Guants de protecció contra els productes químics i els microorganismes. Part1: Terminologia i requisits de prestacions. U.N.E.-E.N. 374-1:1995

Guants de protecció contra els productes químics i els microorganismes. Part2: Determinació de la resistència a la penetració. U.N.E.-E.N. 374-2:1995

Guants de protecció contra els productes químics i els microorganismes. Part3: Determinació de la resistència a la permeabilitat dels productes químics. U.N.E.-E.N. 374-3:1995

Guants de protecció contra riscos mecànics. U.N.E.-E.N. 388:1995

Guants de protecció contra riscos tèrmics (calor i/o foc). U.N.E.-E.N. 407:1995

Requisits generals pels guants. U.N.E.-E.N. 420:1995

Guants de protecció contra les radiacions ionitzants i la contaminació radioactiva. U.N.E.-E.N. 421:1995

Guants i manoples de material aïllant per treballs elèctrics. U.N.E.-E.N. 60903:1995

5.3.8.8. Vestuari de protecció

Robes de protecció. Requisits generals. U.N.E.-E.N. 340:1994

Robes de protecció. Mètodes d'assaig: determinació del comportament dels materials a l'impacte de petites partícules de metall fos.

U.N.E.-E.N. 348:1994 E.N. 348: 1992

Robes de protecció. Protecció contra productes químics líquids. Requisits de prestacions de les robes que ofereixin una protecció química a certes parts del cos. U.N.E.-E.N. 467:1995

Robes de protecció utilitzades durant la soldadura i les tècniques connexes. Part1: requisits generals. U.N.E.-E.N. 470-1:1995

Especificacions de robes de protecció contra riscos de quedar atrapat per peces de màquines en moviment. U.N.E.-E.N. 510:1994

Roba de protecció. Protecció contra la calor i les flames. Mètode d'assaig per a la propagació limitada de la flama. U.N.E.-E.N. 532:1996

5.4. Zona ATEX

La planta es classifica segons les zones ATEX, segons el tipus de substàncies que puguin generar atmosfera explosiva en pols o fluid i la perillositat que poden tenir. Les zones de classificació són:

- Zona 0: Àrea de treball en la qual una atmosfera explosiva consistent en una mescla amb aire de substàncies inflamables en forma de gas, vapor o boira està present permanentment, o per un període de temps prolongat, o amb freqüència.
- Zona 1: Àrea de treball en la qual es probable, en condicions normals d'exploració, la formació ocasional d'una atmosfera explosiva consistent en una mescla amb aire de substàncies inflamables en forma de gas, vapor o boira.
- Zona 2: Àrea de treball en la qual no es probable, en condicions normals d'exploració, la formació d'una atmosfera explosiva consistent en una mescla amb aire de substàncies inflamables en forma de gas, vapor o boira o en la qual, en cas de formar-se, aquesta només es mantindria durant breus períodes de temps (risc d'atmosfera durant menys de 10 hores a l'any).

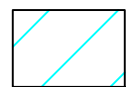
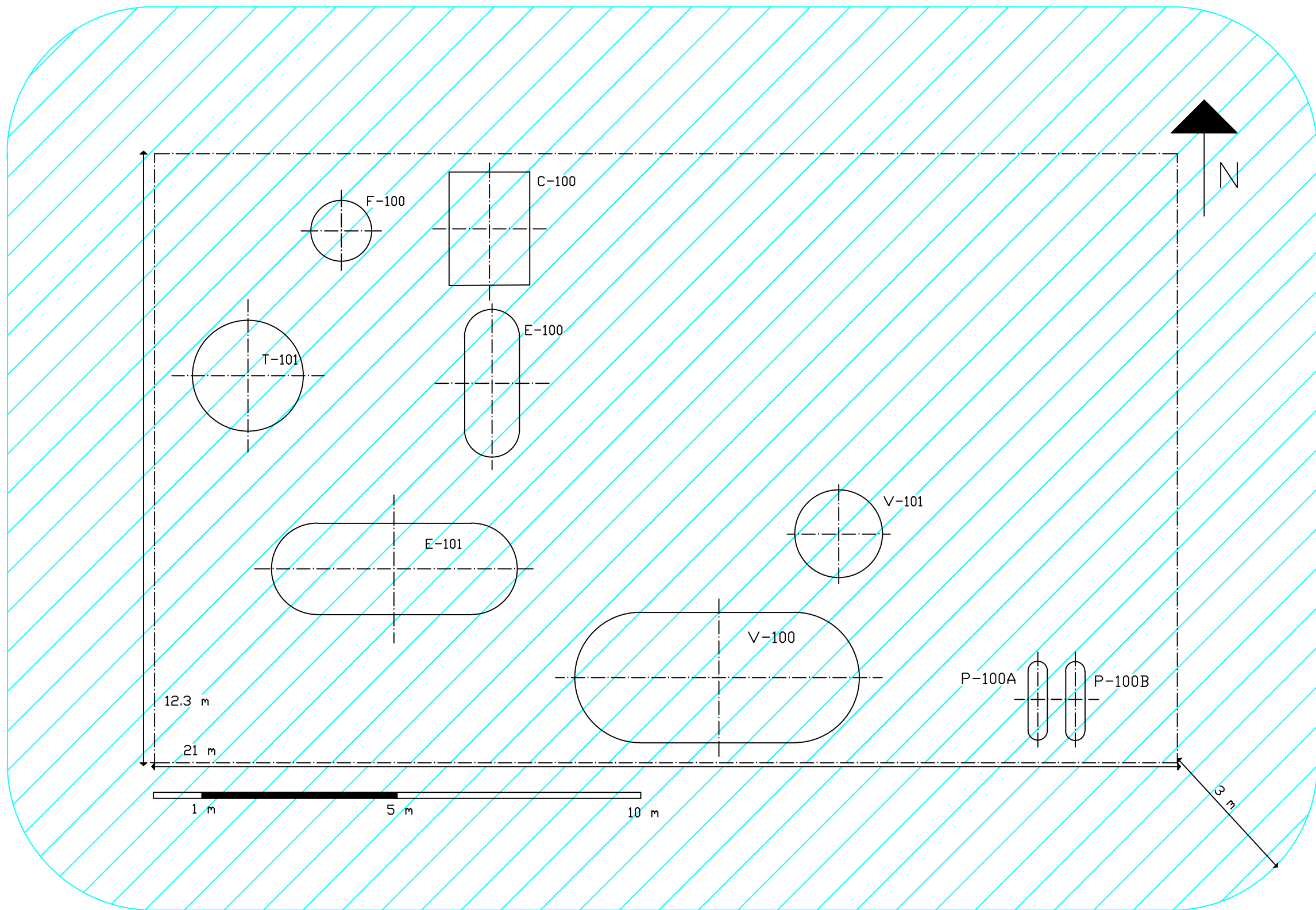
En el cas estudiat, la classe ATEX es de tipus 1, degut a que és per a plantes químiques. La zona de classificació es 2, ja que només hi ha risc de generar una atmosfera explosiva durant menys de 10 hores l'any.

S'ha realitzat una distància de 3 metres respecte la bateria de la planta, perquè si és fes un forat de 2.5 mm² faria un dard de 3 metres de dispersió amb un 2% de volum del límit inferior d'explosivitat.

La categoria IIB és degut a la grandària del forat de esponja per a que no passi la flamarada.

Si fos només propilè, es tindria en compte la classificació T1, però com tenim etilè al procés, s'ha estimat aquest com el compost clau per la decisió d'aquest apartat, aquest apartat ve degut a la temperatura màxima d'ignició. Per al etilè s'ha determinat la classificació T3.

Finalment, s'ha dissenyat la zona ATEX que es mostra en la següent pàgina amb la classificació final: Classe 1 Zona 2 IIB T3.



Classificació ATEX : CLASE I ZONA 2 IIB T3

<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>Gras consulting S.L.</i>
30/08/2017	A.Gras	
<i>Escala</i>		
ATEX ZONE		Nº 2
		<i>Sustitueix a Nº 1</i>
		<i>Sustituit per</i>

5.5. Hazop del procés

S'ha fet servir la metodologia HAZOP [Ref. 11] (*Hazard and Operability Study*) per a poder analitzar els riscos del procés basats en la premissa de que els riscos, els accidents i els problemes d'operació, es produeixen com a conseqüència d'una desviació d'alguna de les variables del procés respecte els paràmetres normals d'operació. Aquest anàlisi és molt útil a l'hora de veure les interferències dins el sistema de control, ja sigui en l'etapa de disseny com en l'etapa d'operació. La metodologia HAZOP permet avaluar el control i les mesures de seguretat del procés, permetent realitzar canvis, correccions i millores del sistema de seguretat de la instal·lació. A continuació es mostra el HAZOP del procés de destil·lació amb sistema de recompressió de vapor.

5.5.1. HAZOP de la columna R-101

Paraula guia	Desviació	Causes	Conseqüències	Salvaguardes	Accions
Més	Més nivell en fons T-101	Fallada del transmissor LIT 101 (llegeix menys nivell del real)	Inundació de la columna	PDI 101	Instal·lar alarma de nivell alt en LIT 101
	Més nivell en V-100	Fallada del transmissor LIT 103 (llegeix menys nivell del real)	Inundació costat de tubs en reboiler (E-101) i per carcassa a E-100 amb possibilitat d'entrada de C-100 en zona de bombeig i pèrdua de integritat mecànica	FCV 103 tancarà Vàlvula que controla compressor en funció de la pressió tancarà Cabal de recirculació de E-100 a F-100 obrirà	Instal·lar alarma de nivell alt en LIT 103
	Més nivell en F-100	Parada de la bomba P-100 A/B Fallada entrada vapor d'aigua	Entrada de líquid a C-100 amb pèrdua de integritat mecànica		Col·locar nivell amb enclavament parada C-100
	Més nivell en V-101	Fallada entrada vapor d'aigua	Possibilitat d'entrades de líquid al col·lector de la torxa. Sense conseqüències de seguretat.	El sistema de torxa està dissenyat per aquests casos	Comprovar disseny de la xarxa a torxa
		FCV 106 queda oberta	No es pot evaporar tot el líquid en V-101 i entra en el col·lector de la torxa. Sense conseqüències de seguretat.		
Menys	Menys nivell en fons T-101	Fallada del transmissor LIT 101 (llegeix menys nivell	Els vapors podrien passar a V-101 provocant la seva ruptura catastròfica	Vàlvula de seguretat en V-101 tarada a 7 barg	Preparar PSV per aquest cas i Instal·lar alarma de

		del real)				nivell baix en LIT 101
	Menys nivell en V-100	Fallada del transmissor LIT 103 (llegeix més nivell del real)		Cavitació de la bomba P-100 A/B. Possible deteriorament de la tanca mecànica amb possibilitat de fuga al exterior.	Doble tanca mecànica o bomba encapsulada o bomba d'arrossegament magnètic	Instal·lar alarma de nivell baix en LIT 103
	Menys nivell en F-100	No es rellevant				
	Menys nivell en V-101	No es rellevant				
No	No flux d'alimentació T-101	Falla (tanca) FCV 101		Inestabilitat de la columna, amb possibilitat de conicitat	PDI 101	Alarma de no caudal (o baix) en FIT 101
	No flux C-100	Colmatació desnebulitzador		Compressor C-100 entra en zona de bombeig amb pèrdua de integritat mecànica	Vàlvula de recirculació obre (de E-100 a F-100)	
	No flux a reactors	Falla (tanca) FCV 104		La bomba P-100 A/B treballa en <i>shut off</i> . Escalfament del producte amb possible ebullició i sortida al exterior amb possibilitat de explosió		Alarma de no caudal (o baix) en FIT 102
	No reflux	Falla (tanca) FCV 108		Augment de temperatura en caps de columna. Sense conseqüències de seguretat		Alarma de no caudal (o baix) en FIT 105
	No flux a V-101	Falla (tanca) FCV 106		Innundació de la columna. Sense conseqüències de seguretat.		Alarma de no caudal (o baix) en FIT 104
	No flux a antorxa	Falla (tanca) FCV 109		Augment de pressió em V-101 amb possibilitat de ruptura	PSV 1607 obrirà a 7 barg	Preparar PSV per aquest cas

	No flux a tubs E-101	Falla (tanca) vàlvula del compressor	Es pot produir bombeig i pèrdua de integritat mecànica		
Més	Més flux en alimentació T-101	FCV 101 obre completament	Exposició de T-101 a la pressió de 18.9 bar produint augment de la pressió de la columna amb possibilitats de ruptura catastròfica	En el cas que sobrepassi pressió de 20 barg PSV 1601 obrirà	Colocar orifici de restricció en la entrada
	Més flux a C-100	Vàlvula de recirculació oberta completament	Depenent del disseny de C-100 possibilitat de cremar el motor per sobreintensitat. Sense conseqüències de seguretat	Control del compressor tancarà	Alarma de alt caudal en el control de la recirculació
	Més flux a reactors	Vàlvula FCV 104 obre completament	Depenent de P-100 A/B possible cavitació per alt cabal amb possibilitat de ruptura de tanca mecànica i fuga al exterior	Doble tanca mecànica o bomba encapsulada o bomba d'arrossegament magnètic	Instal·lar alarma d'alt caudal en FIT 102
	Més flux en reflux	Vàlvula FCV 108 obre completament	Disminució de la temperatura en caps, amb possibilitat de inundació de baixants i goteig en els plats. Amb el temps possibilitat de cavitació en P-100 A/B	PDI 101	Alarma d'alt caudal en FIT 105
	Més flux en V-101	Vàlvula FCV 106 obre completament	Sobrepressió de V-101 fins temperatura de disseny i ruptura catastròfica	PSV obrirà a 7 barg i FCV 109 obrirà	Preparar PSV per aquest cas
	Més flux en torxa	Vàlvula FCV 109 obre completament	Major flux en la xarxa de torxa. Sense conseqüències de seguretat		Posar alarma de baixa pressió en PIT 107
	Més flux a tub	Vàlvula de	Depenent del disseny de C-100		Alarma de màxima

	E-101	compressor completament	obre	possibilitat de cremar el motor per sobreintensitat. Sense conseqüències de seguretat		opertura en control de compressor
	Més flux vapor d'aigua a F-100	Vàlvula F-100	FCV 102	obre completament	Sense conseqüències de seguretat	
	Més flux vapor d'aigua a V-101	Vàlvula V-101	FCV 107	obre completament	Sense conseqüències de seguretat	
Invers	Flux invers	Aturada de C-100	instantània	Flux en retrocedir possibilitat de pèrdua de integritat mecànica		Col·locar vàlvula de retenció sortida C-100
		Aturada de P-100 A/B	instantània	Flux en retrocés amb possibilitat de pèrdua de integritat mecànica		Col·locar vàlvula de retenció sortida P-100 A/B
		Ruptura tub E-100		Flux de procés entraria a sistema d'aigua de refrigeració, augmentant el gradient de pressió.	Hi ha pas lliure fins a la torre de refrigeració, sortirà per la torre de refrigeració a l'atmosfera, risc de atmosfera explosiva.	Col·locar analitzador d'explosivitat a la torre.
		Ruptura tub E-101		Flux de tubs entrarà a la columna, augmentant la pressió per sobre de la de disseny amb possibilitat de ruptura catastròfica.	PSV 1601 obrirà a 20 barg.	Dissenyar PSV per aquest cas.
Més	Més pressió en	Foc extern		Evaporació de la fase líquida de	PSV 1601 obrirà a 20	Dissenyar PSV per

T-101		T-101. Ruptura catastròfica de la columna i sortida de producte a l'exterior	barg.	aquests casos
FCV completament oberta	101	Exposició de T-101 a la pressió de 18.9 bar produint augment de la pressió de la columna amb possibilitats de ruptura catastròfica		En el cas que sobrepassi pressió de 20 barg PSV 1601 obrirà
FCV completament oberta	108	Possibilitat de sobrepressió a la columna amb ruptura catastròfica de T-101		PSV 1601 obrirà a 20 barg
FCV completament tancada	103	Sense aigua de refrigeració el producte de sortida segueix sobreescalfat i augmenta el cabal de vapor en el reboiler augmentant la pressió amb possibilitats de ruptura catastròfica		PSV 1601 obrirà a 20 barg
Vàlvula del compressor completament	del obre	Major temperatura en sortida de C-100 i major intercanvi de calor en reboiler. Sense conseqüències de seguretat		
Ruptura de reboiler	de tubs	Entrada de producte de 22 barg a T-101 amb possibilitat de ruptura		PSV 1601 obrirà a 20 barg

	Més pressió en V-100	Foc extern		catastròfica Possibilitat de ruptura catastròfica i explosió del equip	PSV 1603 obrirà a 31 barg	Preparar PSV per aquests casos
	Més pressió en V-101	Foc extern		Possibilitat de ruptura catastròfica i explosió del equip	PSV 1605 obrirà a 7 barg	Preparar PSV per aquests casos
		FCV 109 completament	tanca	Possibilitat de ruptura catastròfica i explosió del equip		
	Més pressió en E-101	Foc extern		Possibilitat de ruptura catastròfica i explosió de l'equip	Per costat de carcassa PSV 1601 obrirà a 20 barg	Dissenyar PSV per aquests casos
	Més pressió en E-100	Foc extern		Possibilitat de ruptura catastròfica i explosió de l'equip	Per costat tubs PSV 1602 obrirà a 31 barg Per costat tubs: circuit aigua Per costat carcassa: mirar si PSV 1602 serveix per aquest cas	Col·locar PSV costat carcassa o mirar si serveix PSV 102
Menys	Menys pressió en T-101	Vàlvula obre completament	FCV 103	Menys producció de vapor en reboiler amb possible inestabilitat columna. Sense conseqüències de seguretat		Alarma màxima/mínima en PDI 101
	Menys pressió en V-100	No es rellevant				
	Menys pressió en F-100	No es rellevant				
	Menys pressió	Cabal de recirculació		Sense conseqüències de seguretat		

	en E-100	obert completament	
	Menys pressió en E-101	No es rellevant	
Més	Més temperatura en T-101	Vàlvula FCV 101 oberta completament	(Veure Més pressió en T-101)
	Més temperatura en F-100,V-100,V-101	Vàlvula FCV 103 tanca completament	No es rellevant
	Més temperatura en E-100	Vàlvula FCV 103 tanca aigua de refrigeració	(Veure Més pressió en T-101)
	Més temperatura en E-101	No es rellevant	
Menys	Menys temperatura en T-101	Vàlvula FCV 101 tanca completament	(Veure No flux alimentació en T-101)
	Menys temperatura en F-100,V-100,V-101	Vàlvula FCV 103 oberta completament	(Veure Menys pressió en T-101)
	Menys temperatura en	Vàlvula FCV 103 obre aigua de	Disminució d'intercanvi de calor en el reboiler.

	E-100	refrigeració		Sense conseqüències de seguretat.		
	Menys temperatura en E-101	No es rellevant				
Altre	Altre composició en alimentació de T-101	<i>Out of scope</i>		Sense conseqüències de seguretat		
	Altre fase en T-101	Ruptura de tubs del reboiler		(Veure Més pressió T-101)		
	Altre fase en E-100	Ruptura de tub E-100		Entrada de propilè al circuit d'aigua de refrigeració. Sense conseqüències de seguretat		Col·locar analitzador explosivitat en torre de refrigeració
	Altre fase en F-100	Ruptura pared i mitja canya		Entrada de propilè al circuit de vapor de baixa, ruptura catastròfica circuit vapor d'aigua	PSV 1607 obrirà a 8 barg	Dissenyar PSV per aquest cas
	Altre fase en V-101	Ruptura paret i encamisat		Entrada vapor d'aigua a V-101 amb possibilitat d'entrar a xarxa de torxa i congelar-se produint obstruccions	Disseny sense " <i>pockets</i> " en col·lector de torxa	Comprovar disseny xarxa de torxa
No	No utilities	Fallada elèctrica	energia	Parada de compressor C-100 i bomba P-100 A/B (veure flux invers C-100 i més nivell en V-101)		
		Fallada refrigeració	aigua	No alimentació d'aigua a E-100 (veure més pressió en T-101)		
		Fallada	vapor	No evaporació líquid en F-100		

d'aigua

(veure més nivell en F-100)

Fallada
d'instrumentació

aire

No evaporació en V-101 (veure
més nivell en V-101)

-FCV 101 Tanca

-FCV 106 Obre

-FCV 109 Obre

-FCV 107 Obre

-FCV 102 Obre

-FCV 103 Obre

-FCV 104 Obre

-FCV 108 Tanca

-Valvula recirculació obre

-Vàlvula compressor tanca

6. MANUAL D'OPERACIÓ

6.1. Control dels equips

6.1.1. Control de pressió del *splitter*

Si la pressió del *splitter* supera el punt de fixació de 11 bar g, s'incrementa el flux d'aigua de refrigeració al refredador E-100. En treure energia, es redueix la velocitat de recuperació del condensador / reboiler E-101 combinat, reduint així la pressió a la columna.

La funció de sobreescrusió de TIT 107 sobre FCV 103 s'instal·la per protegir els tubs de E-100 de congelar en cas de despressurització de la secció del *splitter*. Amb la caiguda en el sistema, la vàlvula de control de l'aigua de refrigeració es tanca amb la PIT 103 sobre FCV 103, però a una temperatura de gas prop del punt de congelació de l'aigua de refrigeració, l'interruptor de temperatura obre aquesta vàlvula completament de nou.

6.1.2. Control del reflux i cabal de producte del *splitter*

La major part del vapor sobreescalfat comprimit i líquid, recollit al tanc V-100, torna a la columna, el flux controlat pel FCV 101, el superàvit s'envia a reactors a través de la cascada LIT 103 i FIT 102 amb les vàlvules, FCV 104 i FCV 108. Per aconseguir la puresa del disseny de casi 97% de propilè a la velocitat del producte de disseny d'aproximadament 3 t/h, es requereix un reflux de 37 t/h. El controlador de cascada ajustarà el punt de configuració del controlador de reflux a un flux inferior o superior del producte dins del rang de les safates que és del 70 al 120% del flux de disseny. A baix nivell del tambor de reflux, la funció de sobreescrusió provinent de LIT 103 es fa càrrec i redueix el reflux. Això indica que el controlador de pressió del compressor s'ha d'ajustar a una major pressió.

6.1.3. Control de cap de columna del compressor i protecció contra sobretensions

Tot i no reflectir el control en el P&ID degut a la seva complexitat, s'ha tingut en compte la gran importància que suposa i per això dins el manual d'operació es fa constància del control ja sigui d'una forma simplificada.

Segons els principis físics d'un compressor turbo amb guia d'entrada (IGV), s'han d'establir les variables de regulació de flux i pressió (o pressió d'aspiració a pressió de succió fixa) per tal de definir el rendiment del compressor dins del camp de rendiment. A més, cal prevenir l'anomenada "sobrecàrrega" perquè aquest flux cap endavant i enrere del gas comprimit no destrueixi la màquina. La caiguda es produeix quan el flux real a través del compressor és massa petit per a la pressió de descàrrega requerida (respectivament, la pressió massa alta per a un flux determinat).

El control combinat de compressió i control antiincàrrega utilitza els valors mesurats de la pressió d'aspiració, el flux i la pressió de descàrrega per calcular la posició dels 2 actuadors, IGV i la vàlvula de bypass, en *split* mode de rang. El punt de configuració de control de pressió en el cabal de descàrrega és la variable independent que estableix l'operador d'acord amb el requisit del control de reflux (vegeu l'apartat 6.2). La pressió d'aspiració és constant amb el seu propi controlador. El flux és donat pel sistema divisor com a resposta a la pressió de descàrrega, e. G. Una major pressió de descàrrega augmenta per una diferència de temperatura més gran en E-101, la velocitat d'ebullició del *splitter*, que resulta en un vapor superior de flux cap al compressor.

Pràcticament hi ha instal·lat un controlador de pressió de descàrrega, el qual sempre que el compressor funcioni dins del camp de rendiment, el valor inicial del transmissor de pressió és de 22 bar g.

Si el punt de treball del compressor s'acosta més que un marge de seguretat a la línia de sobretensió, el controlador anti-sobretensions es fa càrrec i tanca el IGV fins que s'aconsegueix la posició mínima i s'obre encara més la vàlvula de bypass per augmentar el

flux intern. El control anti-sobretensions sempre té prioritat sobre el controlador de pressió de descàrrega.

6.2. Control de qualitat

Tot i que no es mostren en els diagrames, les línies més importants de la secció del *splitter* seran subseqüentment analitzades per un cromatògraf de fase gas, per poder veure les concentracions de propà, propilè, i les pèrdues de propilè, s'instal·laran a la línia P-1610 i a la P-1608.

6.3. Posta en marxa

6.3.1. Condicions prèvies

La unitat està instal·lada o reparada per complet, s'ha realitzat la neteja i l'assecat. Les següents matèries primeres i utilitats estan disponibles:

- Aigua de treball
- Línia de baixa pressió
- Nitrogen d'alta pressió
- Aire d'instrumentació
- Energia elèctrica
- Propilè per omplir
- El sistema de lluita contra incendis està disponible.
- Els detectors de gas estan instal·lats i calibrats.
- S'han comprovat tots els enclavaments per a una funció correcta.
- Tota la maquinària està preparada per funcionar d'acord amb les instruccions del fabricant.

6.3.2. Purga amb nitrogen

Per fer inert el sistema, és a dir, lliure d'oxigen, es pressuritza de forma repetida amb nitrogen i es depressuritza a l'atmosfera. La torxa no es pot utilitzar per la pressió, sempre que l'oxigen estigui present, comproveu que totes les vàlvules de mà del sistema de flama estiguin tancades. El nitrogen es subministra com a nitrogen d'alta pressió en diversos punts d'entrada, que també s'utilitza per a la prova de pressió. La unitat de recuperació es buida en seccions. Dins de cada secció, totes les vàlvules manuals de les línies de procés han d'estar obertes (estacions de control, bombes en *standby*) i les vàlvules automàtiques s'obren en mode manual. La pressurització es repeteix com a mínim 4 vegades.

6.3.3. Arrencada de la secció del *splitter*

Tanqueu les vàlvules de mà a les línies d'entrada i en la línia de sortida a les bombes d'alimentació de propilè i en la línia de propà a V-101. Pressioneu amb nitrogen de 14 bar disponible a la línia d'alimentació del divisor a l'etapa 69 a 4 bar, depressuritzar a l'atmosfera a través de la Vàlvula HSV 104 a la línia de purga d'inerts de V-100. No utilitzeu el nitrogen de 27 bar disponible a la sortida del compressor ja que aquesta pressió supera parcialment la pressió de disseny d'aquesta secció. Buidar la línia d'alimentació de propilè als reactors.

Si el nitrogen utilitzat a la secció P & ID 99 ja és baix en contingut d'oxigen, es pot utilitzar a la secció del *splitter*, però el rentat final s'ha de fer amb nitrogen fresc.

6.3.4. Pressió de prova

Després de realitzar el rentat, la pressió de nitrogen augmentarà gradualment fins a la pressió d'operació. A cada pas es verifica el sistema de filtracions (brides, segells mecànics).

A causa de la pressió de disseny diferent, hi ha 2 seccions que es posaran a prova de manera individual: el *splitter* cap al compressor i la part posterior del compressor.

La secció del *splitter* completa es prova fins a 18 bar amb les vàlvules de mà finals de la línia a cap a reactors i al tancament de V-101.

Després d'arribar a 18 bar, la vàlvula de mà de la línia de descàrrega del compressor i el relacionat *espectacle blind* són tancades (no utilitzeu mai l'*espectacle* en la línia d'aspiració del compressor per a aquest propòsit). Posteriorment, la pressió s'incrementa a 27 bar mitjançant nitrogen disponible al costat de la descàrrega del compressor i la secció de E-100 a P-100 es prova a la pressió superior.

Després de realitzar la prova de pressió, es tanquen totes les vàlvules de les línies de nitrogen d'alta pressió i el *espectacle blind* es porta a la posició de tancament.

6.3.5. Preparació de propilè del *splitter*, arrencada del *splitter*

Condicions prèvies:

Totes les vàlvules de mà de les línies d'entrada i de sortida estan tancades, les vàlvules automàtiques estan obertes en mode manual i el compressor de gas superior està preparat per arrencar.

El compressor està protegit per un punt de rosada que es calcula a partir de la temperatura i pressió d'aspiració, la màquina no es pot iniciar si hi ha el perill de condensació. Especialment a les màquines de fred, això es produeix a una pressió molt per sota de la pressió d'operació normal (consulteu la corba de pressió de vapor del propilè). Per tant, el compressor s'ha de començar ja durant una etapa primerenca de pressurització amb propilè.

Obriu l'aigua de refrigeració al refrigerador E-100 (no utilitzeu el control de flux d'aigua de refrigeració en mode automàtic ja que això permetrà accelerar el flux a baixa pressió), obriu aigua de refrigeració i nitrogen al compressor. Obriu la vàlvula de mà a la línia de torxa del segell mecànic i comproveu la pressió diferencial sobre el segell. Obriu les vàlvules de mà a les jaquetes de vapor i de condensat a la jaqueta de F-100 per a l'evaporació de gotes separades i per ajudar a escalfar el sistema durant l'ompliment del propilè.

Ajusteu els auxiliars del compressor, 1 de 2 ventiladors, el ventilador de boira d'oli i l'escalfador d'oli al mode automàtic, canvieu el selector de manteniment a la posició remota. En aquest mode, els auxiliars del compressor s'inicien automàticament quan la bomba d'oli auxiliar està encès. L'oli comença a circular a través de l'engrenatge i s'escalfa si és necessari. A baix nivell d'oli, no s'iniciarà cap bomba ni l'escalfador d'oli. Un cop transcorregut el temps de prelubricació, el compressor està a punt per començar si les condicions de l'oli, són sanes i si la màquina es descarrega. És a dir que la IGV està tancada a la posició mínima i la vàlvula de bypass està oberta.

Introduïu amb precaució el subministrament de propilè a la secció P&ID 99 i substituïu el nivell decreixent afegint propilè nou. Tanqueu la vàlvula de reflux FCV 108 en mode manual.

Quan s'aconsegueix una pressió de columna aproximada de 3 bar, s'inicia el compressor. La pressió de descàrrega es limita a la relació de pressió màxima de la màquina, no cal ajustar el control de la pressió de descàrrega durant una profunda pressurització. Com que les sortides del tanc de reflux V-100 encara estan tancades, el compressor circula pel gas mitjançant la sortida inicial i la derivació de pujada. Observeu la temperatura de l'entrada del compressor i ajusteu el flux d'aigua de refrigeració al refrigerador en conseqüència. Després del temps d'execució del compressor, tots els indicadors de vibració i posició de la caixa de canvis han de mostrar condicions saludables.

Amb la pressió del sistema ascendent i la propulsió de propilè a la secció P&ID 99, apareixerà un nivell en el fons de la columna, s'inicia la reebullició del propilè inferior i la condensació del gas comprimit. En aquest punt es requereix purgar nitrogen del sistema ja

que redueix la condensació. A aquest efecte, utilitzar la HVC 104 i també obrir la vàlvula de mà a la línia des de la placa de partició del reboiler fins a la línia de torxa. Purgar contínuament al principi i ocasionalment en una etapa més gran fins que el nitrogen quedi completament eliminat.

Si en condicions de funcionament no es pot aconseguir la velocitat de reflux de disseny, pot indicar la presència de no condensables. Repetiu la purga de V-100 i la placa de partició.

Quan es produeixi la condensació del gas comprimit, la vàlvula de bypass del compressor es tancarà mitjançant la regulació combinada de pressió de descàrrega / antiincàrrega. Tot seguit, configurar el controlador de pressió de columna, PIT 103 sobre FCV 103 al mode automàtic i el punt de configuració d'operació de 11 bar g . Obrir la vàlvula de reflux FCV 108 sota observació del nivell del tanc de reflux. Augmentar el reflux fins que s'arribi al flux mínim i, a continuació, configureu el FCV 103 al mode en cascada, el controlador de la relació de flux mantindrà el reflux mínim ja que no hi ha flux de propilè als reactors.

En un nivell considerable del tanc de reflux, fixar el controlador de flux mínim de la bomba al mode automàtic i iniciar una de les bombes de propilè P100 A/B.

Finalment, configureu els controladors restants de la unitat total al mode automàtic utilitzant la funció del grup.

6.4. Parada del *splitter*

6.4.1. Parada de curt termini

Durant les interrupcions a curt termini, la destil·lació no es tanca però es manté sota el reflux total a valors reduïts. Per a la secció del *splitter*, el control de reflux en cascada FCV 104 i FCV 108 ho faran automàticament.

6.4.2. Parada completa

Tanca les vàlvules de mà a la línia dels reactors (la vàlvula d'entrada de P & ID 99 ja està tancada). Buidar el contingut del tanc de reflux als reactors fins que s'aconsegueixi un nivell de 5% (protecció en sec de P-100 A / B. A continuació, es procedeix a l'aturada del compressor.

Escurceu el líquid restant del *splitter* i la línia de propà a la V-101, on es vaporitza i s'envia a la flama. Escurceu el líquid restant de V-100 i P-100 utilitzant el drenatge de punt baix en una de les bombes.

Quan el sistema s'ha buidat i despressuritzat, començar a fer el rentat amb nitrogen. Pressuritzar i despressuritzar mínim 4 vegades fins a 4 bar g, utilitzar la connexió de 14 bar g a l'entrada del *splitter*. A causa de la presència d'hidrocarburs, el nitrogen s'allibera a la torxa.

Si no es requereix buidar i purgar, ometeu els passos pertinents i recolliu la fase líquida en V-100 i el *splitter*.

6.5. Perturbacions

6.5.1. Parada d'emergència

El tancament de la secció del *splitter* es realitza mitjançant qualsevol dels botons especificats per a aquestes situacions. També és igual la filosofia general d'atrapar gasos líquids en les seccions, tancar les fonts d'energia i desconnectar tots els consumidors elèctrics.

A la secció del *splitter* es publiquen les següents accions:

- L'alimentació del *splitter* de P & ID 99 està tancada (FCV 101)
- La sortida del fons del *splitter* a V-101 (fraccions de propà) està tancada (FCV106)
- El tancament de propilè als reactors està tancat (FCV 104)
- El compressor, les bombes de propilè i el subministrament elèctric estan apagats.

6.5.2. Fallada de les *utilities*

6.5.2.1. Fallada de l'aigua de refrigeració

Es requereix aigua de refrigeració per al control de pressió del *splitter* mitjançant el control en la línia de l'aigua de refrigeració del *trim cooler* (E-100) i per al refredament de l'oli lubricant del compressor.

En cas de fallada d'aigua de refrigeració, la unitat s'ha d'aturar immediatament i s'hauran de dur a terme els passos explicats a continuació.

Tancar la vàlvula d'entrada del *splitter* FCV 101 (sense recarregar el contingut del plat es recull a la part inferior de la columna, provocant un alt nivell).

Aturar el compressor, la vàlvula FCV 106 de la línia de propà cap a V-101 es tanca automàticament per evitar el buidatge del *splitter* (alt nivell causat per les etapes fallides en sec).

La unitat està protegida pels següents enclavaments (abans de l'aixecament de les vàlvules de seguretat):

L'accionament d'alta pressió en el *splitter* és PIT 103, tancant la entrada FCV 103 i aturant el compressor.

6.5.2.2. Fallada d'energia elèctrica, fallada de la maquinària

Falla del compressor de gas superior C-100:

Atureu l'entrada de gasos al compressor, l'entrada de gas es tanca automàticament.

Si només s'espera una interrupció a curt termini, no deixi de carregar el compressor de gas immediatament, però primer utilitzar la capacitat del *buffer*.

Falla d'ambdues bombes P-100 A/B:

Comproveu que la pressió del propilè arribi a l'emmagatzematge intermedi. Segons la temperatura ambient, pot ser inferior a la pressió de descàrrega del compressor de gas. En aquest cas, continueu l'operació i forceu el solenoide de FCV 104 (és obligatori que el senyal 1 de 2 bombes P100 A/B funcioni normalment).

Si la pressió del propilè fresc és superior a la pressió de descàrrega del compressor de gas, no és possible una descàrrega de propilè. Atureu l'alimentació del gas perifèric i mantingueu la recuperació amb un reflux complet apagat, les molèsties a curt termini es poden emmagatzemar en V-100.

6.5.2.3. Fallada del *steam*

Depenent del temps d'interrupció, es tanca el *splitter* de forma controlada.

6.5.2.4. Fallada de l'aire d'instrumentació

Amb la fallada de l'aire d'instrumentació, totes les vàlvules automàtiques es posen a la seva posició de seguretat, que en general és la posició de tancada. Les vàlvules per al flux mínim de les bombes P-100 A/B i la vàlvula de sobretensió del compressor no obren, el IGV està tancat a la posició mínima.

Apagar el compressor que encara estigui en funcionament amb una càrrega mínima.

Apagar les bombes P-100 A/B que encara estan en funcionament de bypass.

Observar la pressió a totes les seccions de la unitat i, finalment, despressuritzar la torxa utilitzant les vàlvules de mà.

6.5.2.5. Fallada del nitrogen de baixa pressió

El nitrogen de baixa pressió s'utilitza contínuament com a líquid barrera per als segells mecànics del compressor de gas i la unitat de refrigeració.

El compressor de gas superior es dispara (perill del propilè entrant en la caixa de rodament o la caputxa del ventilador).

7. MEDI AMBIENT

7.1. Estudi d'impacte ambiental

L'objectiu de realitzar aquest estudi ambiental es poder identificar els possibles impactes que hi puguin haver en el projecte i poder dur a terme mesures i canvis per a disminuir-los o evitar-los. Només es tindran en compte la fase d'explotació i de construcció del projecte en el cas del mètode Conesa-Vitora, en l'anàlisi qualitatiu mitjançant la matriu de Leopold s'han tingut en compte les tres etapes (explotació, construcció i cessament). S'han portat a terme 2 anàlisis per a poder contrastar i veure amb major claredat els impactes del procés estudiat, i així també poder veure quin anàlisi és més eficient i si val la pena fer-lo. S'ha determinat que l'estudi més significatiu en el cas estudiat es el mètode Conesa-Vitora, per això és el que s'ha redactat en el projecte, els altres mètodes s'han tingut en compte en les conclusions finals de l'apartat 7.3.1.2.

Per a dur a terme aquest estudi, s'ha tingut en compte la llei més restrictiva per avaluar l'impacte ambiental del projecte dins del marc legal [Ref. 11], que es la Llei 21/2013 [Ref. 12]. Més en concret s'ha fet servir la llei 20/2009, de prevenció i control ambiental de les activitats [Ref. 13].

7.2. Mètode Conesa-Vitora

7.2.1. Detecció o identificació d'impactes

Els impactes produïts per la construcció d'aquest projecte es poden dividir en dues etapes diferents. Per una banda la construcció i tot el que suposa per la realització del projecte i per l'altre l'impacte que te tenir funcionant aquests equips durant el temps d'explotació. Per tal de dur a terme la detecció o identificació d'impactes s'ha seguit la Taula 4.2 de la [Ref. 14].

7.2.1.1. Etapa de construcció

És la etapa que genera més impacte immediat i la que te més afectació, tot i ser una etapa de curt termini.

Com la planta ja està instal·lada, el impacte de la construcció només es concentrarà en un espai reduït del procés. Tot seguit es presenten els principals impactes d'aquesta fase.

- Soroll. És provocat per la maquinària de treball per a realitzar les obres, un cop les obres estan finalitzades. Però al dur-se a terme en una planta ja construïda i rodejada per altres, el soroll quedarà esmorteït, l'ús de cascos o taps serà obligatori per tal de evitar algun tipus de malestar als treballadors.
- Drenatges. La construcció fa que el cabal de drenatge sigui més gran, i si s'escau cal crear canals de drenatge temporals, els drenatges són necessaris per a poder evitar possibles inundacions. Si es necessari, es faran nous canals per tal de que això no succeeix-hi.
- Cimentacions. Per tal de que els diversos equips estiguin suportats i fixats, es necessària una cimentació, s'ha de tenir cura de que no taponi algun drenatge existent i que es dugui a terme segons les especificacions dels equips, per tal de que en el futur no pugui generar algun risc per als treballadors i per al procés.
- Pols i partícules emeses. Té un efecte permanent si no es dispersa, però majoritàriament afecta més en aquesta etapa, ja que és on se'n genera més, s'ha tingut present que durant el treball es netejarà el màxim possible per tal de que no es centri i pugui arribar a ser considerat un impacte de major nivell.

També es té en compte el trànsit que pot generar el pas de la maquinària així com el consum de combustible, ja que es en la part on se'n consumeix més. S'ha considerat que el transport del producte no és té en compte ja que en aquesta part del procés no es generen productes, sinó que es fa servir per a generar un altre producte. Per tant la major afectació d'aquesta part és el transport dels equips a planta i la realització de les obres per a dur a terme la construcció del procés.

7.2.1.2. Etapa d'operació

Per saber l'impacte sobre el medi que produeix el funcionament del projecte es tindran en compte diferents escenaris. Primerament l'impacte que es produeix pel fet de tenir la planta engegada i produint i finalment un escenari no previst o accidental.

Per a catalogar els contaminants emesos es pot calcular fent servir l'energia requerida. Durant l'etapa d'explotació la demanda energètica serà de 16304MW/h amb el que ens queda la següent taula on es poden trobar gasos d'efecte hivernacle i causants de pluja àcida també.

Taula 7.1 Gasos emesos per any

Contaminant	Quantitat
Ton CO ₂ /any	2608,6
Kg SO ₂ /any	5820,5
Kg NO _x /any	4027,1

Com a efectes no previstos es poden anomenar fugues, aturades d'emergència, emissió per apertura de equip de seguretat i explosió.

- Fugues: Es pot produir en qualsevol part del procés. En aquest cas al ser propà i propilè una fuga podria ser perillós i causar incendis.
- Aturades d'emergència: Quan hi ha un problema al procés i s'ha de purgar ràpidament el producte s'envia una torxa on es crema tot. Aquest fet suposa una emissió de gasos d'efecte hivernacle extra i a més una mala combustió pot causar monòxid de carboni.
- Apertura d'equips de seguretat com un disc de ruptura o una PSV, implicaria les mateixes conseqüències medi ambientals que una fuga però amb cabals superiors.
- Explosió: Deguda a un mal disseny o una sobrepressió molt gran. L'impacte que produiria una explosió causaria danys materials i immaterials a la planta i a les instal·lacions adjacents. A part d'alliberar una gran quantitat d'energia i productes al medi, tindrà un impacte molt negatiu a les poblacions properes que perjudicaria a tot el polígon industrial.

7.2.2. Caracterització dels impactes

Per a poder caracteritzar els impactes segons la seva afectació i grau d'importància, s'ha fet servir la nomenclatura qualitativa [Ref. 15]. Aquí es decideix i s'argumenta el perquè en cada paràmetre se li ha atorgat un valor per a cada tipus d'impacte, i que permet obtenir un valor que determina el grau d'importància per a cada impacte estudiat.

7.2.2.1. Soroll

El soroll és un impacte que s'accentua en la fase de construcció. La contaminació acústica generat en el procés de explotació i construcció s'ha de vigilar que no traspassin els valor de 65 dB segons el Real Decret 1367/2007 en la categoria B per a zones industrials [Ref. 16].

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- **Naturalesa:** Negatiu. No beneficia a la societat i pot arribar a ocasionar trastorns a la població si supera els límits establerts o es continu.
- **Intensitat:** Baix. No té un efecte rellevant.
- **Extensió:** Puntual. Es centra més que re en el procés de construcció i té un efecte a petita escala en forma de contaminació acústica.
- **Moment en que es manifesta:** Immediat. El soroll es manifesta en el moment que es comença a produir l'activitat i para un cop s'ha acabat.
- **Persistència:** Temporal. El soroll dura en les hores de treball que té la fase de construcció, i un pic s'acaba l'activitat desapareix immediatament.
- **Reversibilitat:** Mig termini. Tot i que l'activitat hagi acabat si està molta estona en l'entorn, encara que s'acabi la generació de contaminació acústica quedarà un eco interior durant cert temps.
- **Sinergia:** Simple. No presenta sinergia amb altres tipus de contaminacions que puguin afectar directament al procés.
- **Acumulació:** Simple. Només està present en la contaminació acústica, però no es acumulatiu.
- **Efecte:** Directe. En el moment de l'acció el impacte produït es directe.
- **Periodicitat:** Continu. En la fase de construcció serà periòdic, però el produït en la explotació serà continu ja que la planta treballa en continu.
- **Recuperabilitat:** Immediata. En el moment que es pari l'activitat el soroll desapareixerà.

7.2.2.2. Trànsit

Provocat per problemes en la via o factors inesperats, es causant de contaminació acústica i lumínica, encara que l'efecte més important son les emissions que provoquen les retencions.

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- **Naturalesa:** Negatiu. Genera malestar a la societat, poden afectar l'estat d'ànim de les persones, que es pot arribar a veure afectat en el rendiment de treball i també crea retràs en el procés de construcció.
- **Intensitat:** Mig. En la fase de construcció tindrà un major pes que en el d'explotació i pot arribar a suposar hores de treball perdudes pels treballadors que esperen per a poder muntar una màquina o dispositiu que no arriba degut al trànsit.
- **Extensió:** Puntual. Només es manifesta en el tram on hi ha el problema.
- **Moment en que es manifesta:** Immediat. Quan hi ha trànsit l'impacte es immediat.
- **Persistència:** Temporal. Tan sols dura quan hi ha algun obstacle a la via o algun impediment que fa que s'hagi d'alentir el pas o aturar-se, un cop solucionat el trànsit torna a fluir.
- **Reversibilitat:** Irreversible. No es pot recuperar el temps perdut en el trànsit.
- **Sinergia:** Simple. Podria arribar a afectar en alguna rama de pressupost o de temps, però es considera que seria un fet bastant improbable. També s'ha de considerar que el trànsit genera major contaminació.
- **Acumulació:** Acumulatiu. Es veu afectat per la població i pels treballadors, i quan més gent circuli per la via major serà el trànsit.
- **Efecte:** Directe. Es veu reflectit immediatament, tot i així el trànsit pot ocasionar contaminació de forma indirecta, ja sigui acústica com en emissions.
- **Periodicitat:** Periòdic. Sorgeix de tan en quan, fet que fa difícil de preveure-ho i disminuir l'impacte.

- Recuperabilitat: Curt termini en pic el trànsit flueix no tarda molt en tornar a la normalitat.

7.2.2.3. Combustible

És un impacte que creix quan hi ha trànsit, impacte també estudiat, i genera un efecte directe en la atmosfera. Majoritàriament l'efecte serà produït en la fase de construcció.

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- Naturalesa: Negatiu. És un perjudici en la contaminació atmosfèrica.
- Intensitat: Mig. Té un efecte important en l'efecte hivernacle però es pot arribar a disminuir aplicant mesures correctores.
- Extensió: Puntual. Només es manifesta en l'atmosfera.
- Moment en que es manifesta: Immediat. En el moment en el que s'engega el cotxe l'impacte es produeix al moment.
- Persistència: Temporal. Dura bastant les emissions produïdes i tardarà bastant en desaparèixer.
- Reversibilitat: Irreversible. No es pot recuperar degut a que aquesta contaminació afecta directament a l'atmosfera i pot arribar a tardar tant en dissipar-se que no es pot considerar reversible.
- Sinergia: Simple. Afecta a l'atmosfera i pot arribar a afectar al ecosistema si hi ha molt d'excés, però no es té en compte aquesta sinergia, ja que no es una cosa que es pugui evitar i que no només es degut a aquest impacte.
- Acumulació: Acumulatiu. S'acumulen a l'atmosfera els contaminants ja que tarda massa temps en poder recuperar-se l'atmosfera de forma natural.
- Efecte: Indirecte. El combustible es un dels causants indirectes del efecte hivernacle.
- Periodicitat: Continu. Majoritàriament l'ús de combustible estarà centrat en la fase de construcció i horari de treball, però en la fase d'explotació serà en continu, ja sigui degut al transport de productes, els inicis i finals de torns, etc.
- Recuperabilitat: Irrecuperable. No es pot recuperar el combustible emès de cap manera i les emissions es poden considerar irrecuperables.

7.2.2.4. Pols i partícules

La pols i partícules generades es un problema que pot arribar a causar un impacte crític, per tant es important tenir en compte aquest impacte.

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- Naturalesa: Negatiu. No beneficia a la població i als treballadors.
- Intensitat: Mig. Contamina l'atmosfera i pot arribar a causar problemes respiratoris en la població pròxima i els treballadors.
- Extensió: Parcial. Està localitzat en l'àrea de treball i les zones pròximes, si fa vent pot arribar a formar-se núvol de pols i arribar a cobrir una zona més extensa.
- Moment en que es manifesta: Immediat. En el moment de treballar es genera pols de forma immediata, la erosió natural també genera pols.
- Persistència: Persistent. Si no s'apliquen mesures, la pols és pot arribar a acumular i encara que es netegi, se'n continua generant contínuament.
- Reversibilitat: Curt termini. Si es neteja sovint no representa un problema en quant a temps per netejar-ho.
- Sinergia: Moderada. Pot malmetre equips, embrutar el producte i causar danys en la salut dels treballadors.

- **Acumulació:** Acumulatiu. No desapareix per molt que es netegi i es manifesta tant en la contaminació humana com en la ambiental, si no es netega pot causar problemes greus de salut.
- **Efecte:** Directe. Té una repercussió immediata en la zona.
- **Periodicitat:** Continu. No deixa de fabricar-se de forma natural o provocada pel ésser humà.
- **Recuperabilitat:** Curt termini. Si es neteja i s'aconsegueix dispersar, es tornarà a la normalitat ràpidament.

7.2.2.5. Impacte visual

L'impacte visual està des de l'inici de la construcció i perdura fins que s'acaba l'activitat de la planta i es desmunta completament. La zona està ja il·luminada ja que el procés ja existeix per tant no és té en compte.

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- **Naturalesa:** Negatiu. No es positiu per a la població.
- **Intensitat:** Baix. No es una cosa que sigui greu i al estar en un complex industrial, l'impacte produït es mínim.
- **Extensió:** Parcial. Només afecta en el paisatge pròxim.
- **Moment en que es manifesta:** Immediat. En la fase de construcció es a curt termini, però un cop construït es immediat l'impacte ja que es pot arribar a veure des de lluny.
- **Persistència:** Permanent. El projecte un cop construït, no desapareixerà a no ser que tinguin que canviar el procés o desmantellar-lo.
- **Reversibilitat:** Llarg termini. Durarà molts anys però quan s'aturi el procés i ho desmuntin tornarà al estat original.
- **Sinergia:** Simple. No pot generar un efecte en cadena.
- **Acumulació:** Simple. Només es manifesta en el paisatge pròxim.
- **Efecte:** Directe. Un cop començada la construcció ja es produeix l'impacte.
- **Periodicitat:** Continu. Continu i constant a no ser que hi hagin reformes importants en el complex.
- **Recuperabilitat:** Llarg termini. Durarà fins que s'acabi l'activitat de la planta i es desmunti la instal·lació.

7.2.2.6. Consum energètic

Centrat bàsicament en la fase d'explotació, ja que és la que major consum té, s'ha agafat com a eix central per a estudiar aquest impacte.

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- **Naturalesa:** Negatiu. És un cost del procés.
- **Intensitat:** Mig. Suposa un cost elevat tenint en compte que es una part petita del procés.
- **Extensió:** Parcial. S'aprecia en la zona pròxima i en el consum elèctric de la població.
- **Moment en que es manifesta:** Immediat. En el moment que es necessita, l'impacte es immediat.
- **Persistència:** Persistent. Treballa en continu la planta i tot i que hi hagin parades, el subministrament elèctric serà necessari encara que sigui en menor quantitat.
- **Reversibilitat:** Irreversible. No es pot recuperar el consum d'energia.
- **Sinergia:** Simple. No genera impactes majors.
- **Acumulació:** Simple. No és acumulatiu.

- Efecte: Directe. És directe ja que afecta directament al funcionament del procés (compressors, bombes, etc.).
- Periodicitat: Continu. Durant la fase d'exploració serà continu el consum.
- Recuperabilitat: Irrecuperable. No és pot recuperar en la seva totalitat per molt que s'apostin per energies renovables.

7.2.2.7. Llocs de feina

Es tenen en compte els llocs de feina de la fase de construcció i la d'exploració, posant-hi pes en les parades de planta, ja que són una font de llocs de treball.

En l'impacte es tenen en compte els següents paràmetres.

- Naturalesa: Positiu. Els llocs de feina proporciona una estabilitat a la població i fa moure la economia de les proximitats.
- Intensitat: Alt. A la fase de construcció serà alt ja que el disseny, la cimentació, la posada en marxa,... es tenen que fer amb supervisió inclosa, això suposa més llocs de treball.
- Extensió: Parcial. Afecta al sector de la construcció i de la població propera destinada a treballar en la fase d'exploració.
- Moment en que es manifesta: Mig. Un cop previst el projecte i aprovat, hi ha un procés de selecció o una subhasta per a triar la empresa que dura a terme la edificació, un cop triada la empresa l'efecte es podria considerar casi immediat.
- Persistència: Temporal. La construcció es temporal, però per la fase d'exploració els llocs de feina es podrien considerar persistents.
- Reversibilitat: Mig termini. Els llocs de treball no poden ser recuperats però poden sorgir nous projectes i les parades es produeixen periòdicament.
- Sinergia: Simple.
- Acumulació: Simple. No desemboca en cap impacte negatiu, però es podria considerar que si que afecta en altres sectors del mercat degut a els beneficis pels treballadors i familiars.
- Efecte: Directe. Des de abans de la construcció es necessita contractar a gent per a realitzar estudis, planificacions, etc.
- Periodicitat: Periòdic. Durant la etapa de exploració serà continu, però per exemple les parades són periòdiques, i es on es generen més llocs de treball temporal, sense tenir en conte la construcció.
- Recuperabilitat: Mig termini. No paren de sorgir nous projectes, noves reformes, i coses que fan que sigui necessari tot tipus de feina.

7.2.3. Avaluació i valoració dels impactes

Un cop identificats els impactes, s'ha dut a terme una valoració qualitativa, ja que una quantitativa no ha sigut possible, degut a que no es disposa de la informació necessària. Per a poder avaluar els impactes s'han dut a terme 2 mètodes d'avaluació que s'expliquen a continuació.

Aquest mètode empleat classifica diversos impactes segons el seu grau d'intensitat, hi ha 4 nivells (reduïts, moderats, severos i crítics). El valor de la intensitat va de 13 a 100 i a més es pot estandarditzar a un interval que ens permet detectar el grau d'afectació a simple vista. Aquest interval té un valor que va de -1 a 1, en funció del impacte si es positiu o negatiu i de si té molts paràmetres amb un grau alt o greu, el paràmetre serà bastant pròxim a ± 1 .

Un cop vist el grau d'afectació, si són moderats o severos ja requereixen mesures de correcció per reduir o minimitzar el impacte que poden tenir. Si l'impacte és crític, s'ha de tornar a avaluar la metodologia i aconseguir reduir aquest impacte, ja que sinó s'hauria d'aturar el projecte fins solvatar aquest problema, arribant inclús a abandonar-lo.

Al annex A.8 es troba el mètode de càlcul fet servir per al estudi així com les taules per a cada impacte amb els valors assignats. La següent taula mostra els resultats obtinguts un cop realitzat l'estudi per a cada impacte vist amb anterioritat.

Taula 7.2 Avaluació i valoració dels impactes estudiats en el projecte.

Impacte	Classificació Impacte	Valor Importància	Valor Estandarditzat
Soroll	Negatiu i Reduït	24	-0,12
Pols i partícules	Negatiu i compatible	34	-0,24
Trànsit	Negatiu i compatible	28	-0,17
Combustible	Negatiu i compatible	36	-0,26
Impacte visual	Negatiu i compatible	32	-0,21
Llocs de feina	Positiu i compatible	33	0,23
Consum energètic	Negatiu i compatible	39	-0,30

7.3. Mesures correctives

La llei 20/2009 [Ref. 13] diu que la millor manera de prevenir és evitar efectes negatius, per així no tenir que solvatar-los a posteriori. Per tant, per a reduir els impactes es faran servir mesures correctives globals [Ref. 17]. Per altra banda, també es fan servir mesures correctives concretes per a cada impacte estudiat.

7.3.1.1. Mesures genèriques

Les mesures genèriques, permeten reduir significativament els impactes. Les mesures establertes per aquest projecte estan descrites a continuació.

- **Pendents i drenatges:** Es realitzarà un correcte disseny de drenatges i tenint compte de que no es puguin taponar, i així poder evitar possibles inundacions i esfondraments.
- **Qualitat de l'aire:** les velocitats pels vehicles estaran controlades i compreses entre 40 i 80 km/h, que es el rang que contamina menys. Per tal de que les partícules i pols que es puguin generar durant la construcció no contaminin l'aire, s'anirà regant per tal de que no passi a l'atmosfera tanta pols i pugui ser més fàcil la neteja. Si la situació ho requereix, s'instal·laran tallavents i aïllaments de residus per a reduir aquesta emissió.
- **Soroll:** Els treballadors duran cascos i taps per protegir-se del soroll, per altra banda, es farà servir maquinària silenciosa i paviment que permeti reduir i esmorteix-hi els cops.
- **Impacte ambiental i visual:** per disminuir el impacte visual es posaran pintures i decoració que, a més a més, eviti la corrosió dels materials, evitant d'aquesta forma, que es deteriorin els materials i que generin més partícules i pols, i sobretot, que evitin riscos de ruptures catastròfiques que puguin causar víctimes mortals.

7.3.1.2. Mesures específiques

Aquestes mesures estaran fetes per a cada impacte estudiat.

- **Soroll:** S'envoltaran els equips que fan més soroll amb material per tal de insonoritzar el màxim possible l'equip. Es proporcionaran cascos i taps per aquells treballadors que encara puguin sentir alguna molèstia. S'implementarà un paviment que redueixi el ressò dels impactes i es contractarà maquinària silenciosa en l'etapa de construcció.

- **Trànsit:** Es col·locarà un radar de tram obligant als vehicles de circular entre 40 i 80 km/h i es milloraran les carreteres per tal de que no es puguin produir retencions.
- **Combustible:** Es faran servir vehicles de baix consum de combustible o que siguin híbrids o elèctrics per a poder reduir les emissions dels vehicles. Es contractarà un servei d'autobusos per als treballadors i obrers si s'escau.
- **Pols i partícules:** Es col·locaran ruixadors en zones clau per a retindre les partícules i pols a terra fent més fàcil que no marxin a l'atmosfera i als conductes respiratoris dels treballadors.
- **Impacte visual:** Els recipients es pintaran amb pintura especial que a banda de que permetin evitar la corrosió (fet que també fa augmentar l'impacte visual a banda d'altres problemes) disminueix-hi l'impacte visual.
- **Consum energètic:** Aquest projecte està destinat entre altres coses a disminuir la electricitat, tot i així s'optimitzaran els processos i la lluminària serà triada per tal de disminuir costos, sense deixar de complir la funció desitjada.
- **Llocs de feina:** El projecte proporciona llocs de treball temporals i fixes, al acabar la fase de construcció, els treballadors seran contractats per optimitzar altres àrees del procés.

Segons el mètode Conesa-Vitora, es pot observar com l'impacte negatiu majoritari es al consum energètic. Per aquest motiu aquest projecte està dissenyat amb l'objectiu de reduir la demanda d'energia de la planta. Aquest mètode és el més significatiu del projecte.

Mitjançant la matriu de Leopold es pot observar que l'impacte més significatiu és el generat per l'indústria química a nivell cultural, ocupacional i econòmic.

Mitjançant la anàlisi quantitativa parcial del índex d'incidència es conclou que les accions que causen major impacte negatiu sobre el medi ambient són la pavimentació i recobriment del terreny (sobre tot la flora local) i els processos industrials i els residus que es generen sobre la qualitat atmosfèrica.

Utilitzant dos anàlisis quantitius diferents, s'ha pogut tenir una imatge més global dels problemes que pot ocasionar posar en marxa aquest projecte. Tot i així el grau d'impacte es compatible i per tant es viable dur a terme el projecte.

8. MANTENIMENT

L'objectiu d'aquest apartat es permetre allargar el màxim la vida útil dels equips que intervenen en el procés, i que aquests compleixin amb les especificacions garantint la màxima disponibilitat, fiabilitat i seguretat per al funcionament correcte de les instal·lacions.

Els equips a pressió es tenen que realitzar proves i inspeccions per veure l'estat en el que es troben, de la mateixa manera, tenen que tenir un accés fàcil per a ser inspeccionats i desmuntats. També cal que la disposició dels equips sigui idònia per poder treure els equips i substituir-los amb facilitat (ús de grues per exemple).

Hi ha molts tipus de manteniment, en aquest estudi s'aplicaran el manteniment predictiu, preventiu, correctiu, el manteniment basat en la fiabilitat (RCM) [Ref. 18] i el manteniment basat en API 581 [Ref. 19].

8.1. Manteniment predictiu

Aquest manteniment serveix tenint en compte un seguiment històric i bibliogràfic de processos similars, juntament amb un seguiment i inspeccions contínues dels equips

permetent la intervenció correcta i immediata en la detecció d'algun símptoma de falla. És aplicable sobre els punts crítics dels equips on es poden detectar falles sistemàtiques.

8.2. Manteniment preventiu

El manteniment preventiu, preveu tal i com indica el seu nom el manteniment que s'ha de fer, programant-t'ho amb la finalitat de reduir la freqüència i la magnitud de les falles. Es realitzen assajos no destructius per veure l'estat de la màquina i poder així detectar anomalies i símptomes abans de que esdevinguin en falla. Aplicable als equips que mostren deteriorament segur. Permet anticipar-se a la falla podent assegurar menors interferències en el procés i menors costos.

8.3. Manteniment correctiu

Aquest manteniment esdevé quan falla l'equip i s'ha de reparar o canviar ja sigui per deteriorament o per alguna falla desconeguda. Requereix d'una ràpida actuació i de la disposició d'equips en *stock*. Aquest manteniment es realitza quan es trenca un equip i no es pugui reparar, falles que no es poden preveure.

8.4. RCM(Manteniment basat en la fiabilitat)

Aquest mètode s'aplica en la indústria d'una forma simplificada i consisteix bàsicament en focalitzar els recursos de manteniment en aquelles falles més crítiques, per a la seguretat, el medi ambient i la productivitat de les instal·lacions industrials.

L'anàlisi RCM té que ser d'aplicació senzilla, pràctica i útil. S'ha d'elaborar a partir dels coneixements acumulats històricament de manteniment, comptant amb l'experiència del personal d'operació i manteniment.

8.4.1. Objectius del RCM

Els objectius del RCM són els següents.

- Reducció de la probabilitat de falles que puguin afectar al Medi Ambient i a la Seguretat dels processos.
- Augment de la fiabilitat i disponibilitat de les instal·lacions i equips.
- Reducció de costos de manteniment

Es pretén millorar els rendiments econòmics de la fàbrica mitjançant la reducció de pèrdues ocasionades per la ineficiència i la indisponibilitat, i, en alguns casos reduint a nivells més lògics, programes de manteniment.

8.4.2. Fases d'aplicació

Generalment s'apliquen en separacions d'àrees o sistemes, en el càlcul de la criticitat d'àrees o sistemes, en la elecció del nivell crític d'anàlisi, en anàlisi de falles funcionals crítiques, en anàlisi de modes i causes de falles tècniques crítiques i en la definició de les tasques preventives.

8.5. Manteniment basat en API 581

Inspecció Basada en Risc (RBI) és un enfocament basat en el risc per a la prioritització i planificació de les inspeccions, principalment en la indústria del petroli i el gas. Aquest tipus d'inspecció analitza la planificació de la probabilitat de fracàs i les conseqüències de la mateixa per tal de desenvolupar el pla d'inspecció. Està relacionat amb la Gestió d'Actius Basat en el Risc, Gestió d'Integritat basat en el risc i Gestió de resultats basada en el risc.

S'utilitza per donar prioritat a la inspecció, en general per mitjà d'assajos no destructius (END), els requisits per a les principals plataformes petrolíferes, centres miners, refineries i instal·lacions químiques a tot el món. Els resultats del pla d'inspecció descriuen el tipus i la freqüència de la inspecció per als actius d'una companyia. S'utilitza per a canonades industrials, sistemes de procés, canonades, estructures i molts altres tipus d'actius en aquests sectors.

Els articles amb alta probabilitat i conseqüències de falla (és a dir, d'alt risc) se'ls dona més prioritat per a la inspecció que els articles amb baixa probabilitat de falla o sigui que té conseqüències baixes. Aquesta estratègia permet una inversió racional dels recursos de inspecció.

9. ESTUDI ECONÒMIC

9.1. Càlcul de la rentabilitat del procés

Per tal de conèixer la rendibilitat i la viabilitat del procés, s'ha realitzat un estudi econòmic de la planta utilitzant el mètode financer del VAN (valor actual net) i amb el TIR i el *Payback*. En la realització de l'estudi s'ha estimat els beneficis generats i s'ha determinat els paràmetres que permeten definir si aquesta activitat econòmica és viable o al contrari no té cap rendiment econòmic. Un dels factors claus és l'ús de l'antiga columna per al nou procés.

S'ha tingut en compte que el procés no té ingressos directes tant en la convencional com amb la columna amb sistema de recompressió de vapor.

S'han tingut en compte la inversió inicial, el preu dels *utilities* i costos totals anuals (TAC), dels dos processos per poder calcular el *Cash Flow* resultant, tenint en compte una "i" del 21% i una "k" del 13%. Tenint en compte una vida útil de 20 anys, per a realitzar aquest projecte la inversió inicial seria de 1,259,850 \$, amb un VAN de 1,416,130 \$ i un TIR del 30%. El projecte té un *Payback* de 3 anys i 4 mesos. En la figura 9.1 es pot veure una representació gràfica del *Cash Flow* acumulat respecte el temps mitjançant la figura 9.1.

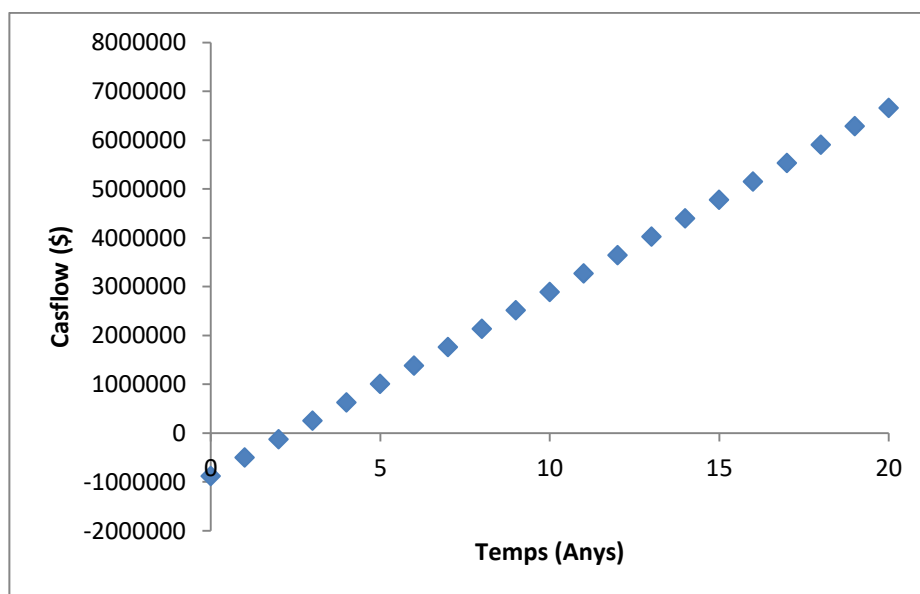


Figura 9.1 Representació gràfica del *Cash Flow* respecte el temps.

En l'annex A.9 és mostra el procediment més detalladament.

S'ha estimat un anàlisi de sensibilitat on la inversió inicial augmentava o disminuïa un 30%. Resultats es mostren a continuació.

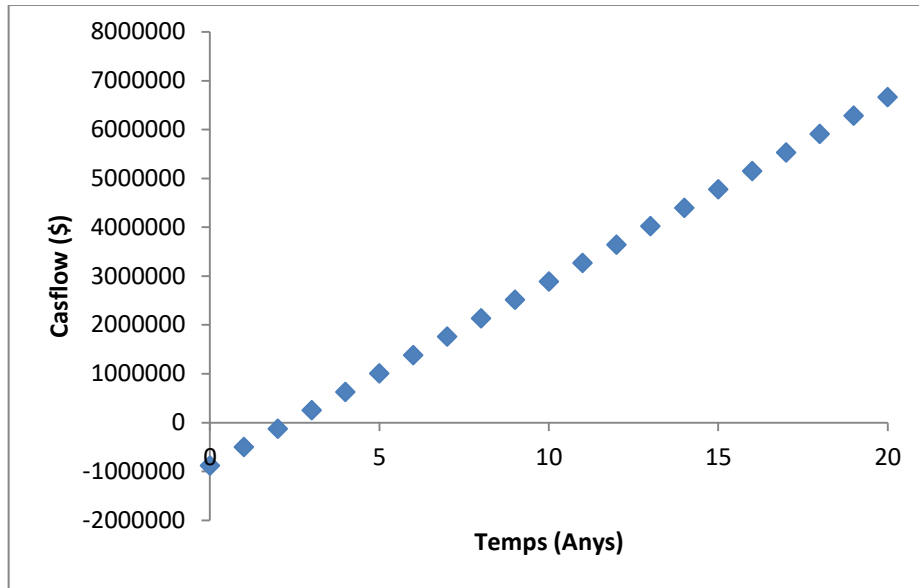


Figura 9.2 Representació gràfica del *Cash Flow* respecte el temps amb un 30% més de inversió.

S'obté un TIR del 23 % un VAN de 1,066,053 \$ i un *Payback* de 4 anys i 3 mesos.

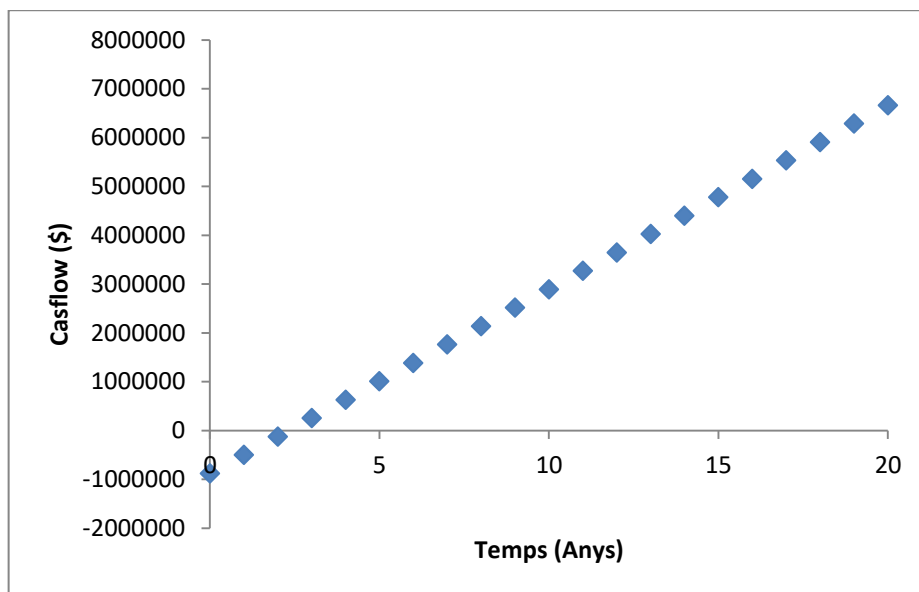


Figura 9.3 Representació gràfica del *Cash Flow* respecte el temps amb un 30% menys de inversió.

S'obté un TIR del 42 % un VAN de 1,766,207 \$ i un *Payback* de 2 anys i 4 mesos.

Es conclou que el projecte es viable econòmicament, tot i que no arribi a la puresa desitjada del 99% de propilè. Per aquest motiu s'han plantejat unes alternatives que segurament facin el projecte viable tant econòmicament com de la puresa desitjada.

Una opció seria al dipòsit acumulador de reflux, realitzar una sortida de gasos, per a que poguessin sortir els incondensables, un tanc com el tanc de reflux de la configuració actual.

Una altre forma seria tenir abans de T-101 una columna deetanitzadora, que elimini els components volàtils, però aquesta proposta no seria tant rentable econòmicament.

També es podria estudiar la possibilitat de treballar amb la extracció lateral de la columna convencional en forma de vapor i recomprimir aquesta corrent, tenint una extracció per als incondensables i/o més volàtils que el propilè, pel cap de la columna.

10. **BIBLIOGRAFIA**

1. Humphrey JI, Keller IG. Separation process technology. New York: McGrawHill; 1997.
2. Jana AK. Heat integrated distillation operation. Appl Energy 2010
3. Zimmerman, H., Walzl, R., *Ethylene*, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 7th Ed., John Wiley & Sons, (2009)
4. Kiss, A.A., Flores Landaeta, S.J., and Infante Ferreira, C.A. (2012) Towards energy efficient distillation technologies – Making the right choice. Energy, 47,531–542.
5. Kiss, A.A., Infante Ferreira, C.A. *Heat Pumps in chemical Process Industry*, CRCPress, 2017
6. Coker,AK, *Understand cyclone design*, Chem. Eng. Process, vol. 89, 1993
7. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Vol. 3. E. Ludwig. E. Ludwig. 2001
8. Creus Solé, Ramon 1997. *Instrumentación Industrial*, Boixareu Editores, Barcelona, Espanya.
9. Catálogo de Válvulas Nacional.
10. www.insht.es/portal/site/Epi/menuitem.0c9dc88588aacbc9a614c52a180311a0/?vgnexto id=539a20104dc83310VgnVCM1000008130110aRCRD
11. Boletín Oficial del Estado. Llei 21/2013, de 9 de desembre, d'avaluació ambiental. [En línia] 27 / Novembre / 2015. <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/11/pdfs/BOE-A-2013-12913.pdf>
12. Generalitat Catalunya. Medi Ambient i sostenibilitat. [En línia] 27 / Novembre / 2015. http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/avaluacio_dim pacte_ambiental_de_projectes/normativa/#FW_bloc_d665287b-5abd-11e4-9b9d-000c29b9da6a_1
13. Llei 20/2009. [En línia] 4 / Desembre / 2009. www.parlament.cat/document/cataleg/48005.pdf.
14. Canter, Larry W. Manual de evaluación de impacto ambiental. Madrid : McGrawHill, 1998
15. Conesa Fernández-Vítora, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid : Ediciones Mundi-Prensa, 2010. 9788484763840
16. BOE Real Decreto 1367/2007. 19 de octubre. [En línia] www.boe.es/boe/dias/2007/10/23/pdfs/A42952-42973.pdf
17. Alfonso Garmendia, Adela Salvador, Cristina Cuerpo i Luis Garmendia. Evaluación de impacto ambiental. Madrid : Pearson Prentice Hall, 2005.
18. Romera Aplicacion RCM en un proceso químico%2c Mantenimiento %2c Marzo 2004
19. sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n26/pdf2/a05v13n26.pdf
20. Megyesy, Eugene F., *Pressure Vessel Handbook* 13th ed. 2004, PV Publishing, Inc.
21. Rase-Barrow Cimentaciones metodo simplificado
22. E. Ludwig, *Applied process for chemical and petrochemical plants*, Volume 1, 2 and 3, 3rd Edition.

ANNEX

A.1. DISSENY MECÀNIC DE LA COLUMNA

S'ha realitzat el disseny mecànic per a pressió interna i una càrrega de vent de 160 km/h. El disseny s'ha realitzat segons la metodologia per a torres altes [Ref. 20].

Taula A.1.1. Dades inicials.

Altura(h)	Pdisseny(P)	Pvent(Pw)	Dinterior
1023 pulg	290	0.1711 lb/pulg ²	51.12 pulg

Taula A.1.2. Condicions de disseny.

Paràmetre	Valor	Unitat
Longitud de la columna(H)	1220	pulg
Eficàcia de la soldadura (E)	0.85	
Altura faldó (hT)	196.8	pulg
Tensió admissible del material (S)	13750	lb/pulg ²
Força tallant total(V)	11345	lb

El gruix de la columna es calcula considerant les costures llargues, com la resistència entre les costures circumferencials i l'efecte de flexió del vent.

El gruix (t) considerant les costures llargues es calcula a partir de la següent equació.

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} \quad (\text{A.1.1})$$

El gruix considerant la resistència de les costures circumferencials es calcula a partir de la següent equació.

$$t_1 = \frac{P \cdot R}{2 \cdot S \cdot E + 0.4 \cdot P} \quad (\text{A.1.2})$$

Amb les següents equacions s'ha obtingut el gruix degut a l'efecte de flexió del vent.

$$M = D1 \cdot H \cdot Pw = V \cdot \frac{H}{2} \quad (\text{A.1.3})$$

$$M_T = M \cdot hT \cdot (V - 0.5 \cdot Pw \cdot D1 \cdot hT) \quad (\text{A.1.4})$$

$$t_2 = \frac{M_T}{R^2 \cdot \pi \cdot S \cdot E} \quad (\text{A.1.5})$$

On D1 és el diàmetre intern més l'aïllament. L'espessor requerit calculat amb la resistència de la costura circumferencial es la suma dels dos últims gruixos.

$$t = t_1 + t_2 \quad (\text{A.1.6})$$

Un cop realitzat aquest càlcul s'agafa el gruix més gran i se li afegeix el marge de corrosió donant un resultat de 17.87 mm.

Tot seguit es dona pas a calcular el pes de la columna per a poder calcular el gruix del faldó i poder calcular la cimentació.

Per a la part del cos s'ha tingut en compte la formula del volum del cilindre i per els caps la formula és la d'una semiesfera, tal i com es mostra a continuació.

$$Massa\ cos = V_{cilindre} \cdot \rho_{acer} = \pi \cdot \left(\left(\frac{D}{2} + t \right)^2 - \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right) \cdot h \cdot \rho_{acer} \quad (A.1.7)$$

$$Massa\ caps = V_{cap\ semièsferic} \cdot \rho_{acer} = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{D}{2} + t \right)^3 - \left(\frac{D}{2} \right)^3 \right) \cdot \rho_{acer} \quad (A.1.8)$$

La ρ_{acer} és de 7850 kg/m³. Sumant totes les parts s'obté el pes de la columna buida, que és de 15860 kg.

Per al gruix del faldó, s'ha tingut en compte un pes de les canonades i instrumentació de 4100 kg i del propi faldó de 3000 kg. La eficiència de la soldadura pel faldó es de 0.45

$$t = \left(\frac{M_T}{\left(\frac{D}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot S \cdot E} \right) + \left(\frac{W}{\pi \cdot D_1 \cdot S \cdot E} \right) \quad (A.1.9)$$

Resultant un gruix tenint en compte el marge de corrosió de 12 mm.

Tot seguit es dona pas a calcular la cimentació de la columna [Ref. 21]. Les dades inicials i suposicions es descriuen en les següents taules.

Taula A.1.3. Dades inicials cimentació.

Paràmetre	Valor	Unitat
Diàmetre torre	1.3	m
Altura torre	26	m
Altura faldó	5	m
Pes torre buida (W_t)	15860	kg
Pes canonades i instrumentació (W_i)	4100	kg
Velocitat del vent	160	km/h
Carga màxima de seguretat del terra	20000	kg/m ²
Volum de la torre (V_t)	34.5	m ³
Empenta sobre l'àrea projectada (P_c)	120.32	kg/m ²
Diàmetre efectiu de la torre D_0	1.5	m
Braç de palanca (L)	17.33	m

Taula A.1.4. Suposicions.

Paràmetre	Valor	Unitat
Linia congelació (L_c)	1.2	m
Profunditat de la cimentació	1.8	m
Diàmetre menor de la base (b)	7	m
Diàmetre menor pedestal (d)	1.8	m

La cimentació tindrà una forma octogonal, que es la recomanada per aquests casos, ja que en ella es combinen característiques d'estabilitat, facilitat de construcció i quantitat mínima de material. El diàmetre menor de la basa ha estat escollit basant-se en l'espai per als pernès d'ancoratge de la cimentació.

Per tal de determinar la càrrega total en el terra i veure la cimentació en quines condicions treballa, si la càrrega és satisfactòria i si la cimentació és estable. S'han de calcular les càrregues màximes a causa de la pressió del desplant i a causa al moment de la bolcada. El procediment de càlcul es troba a continuació.

Primerament cal trobar el volum del pedestal (V_p) a partir de l'àrea d'un octàgon de 1.80 m (A_1) i el volum de la base (V_b) a partir de l'àrea de l'octàgon a la base (A_2) per a poder trobar el volum total (V_T) i el pes del concret (W_C).

$$A_1 = 0.828 \cdot d^2 \quad (\text{A.1.9})$$

$$V_p = A_1 \cdot L_C \quad (\text{A.1.10})$$

$$A_2 = 0.828 \cdot b^2 \quad (\text{A.1.11})$$

$$V_b = A_2 \cdot t \quad (\text{A.1.12})$$

$$V_T = V_p + V_b \quad (\text{A.1.13})$$

$$W_C = V_T \cdot 2400 \quad (\text{A.1.14})$$

La densitat del concret es de 2400 kg/m³ i s'ha fet servir per obtenir el pes del concret en la equació A.1.14.

A continuació es calcula el volum del reblert de terra (V_r) per trobar el pes del reblert (W_r), i juntament amb el pes de les canonades i instrumentació (W_i), i el pes de la torre amb aigua es troba el pes de la estructura i de la cimentació (W_E). La densitat de la terra es de 1600 kg/m³.

$$V_r = (L_C - 0.30) \cdot (V_b - V_p) \quad (\text{A.1.15})$$

$$W_r = V_r \cdot 1600 \quad (\text{A.1.16})$$

$$W_E = W_i + W_r + W_C + W_t + V_t \cdot 1000 \quad (\text{A.1.17})$$

Llavors ja es pot calcular la càrrega màxima a causa de la pressió del desplant (S_1).

$$S_1 = \frac{W_E}{A_2} \quad (\text{A.1.18})$$

Un cop obtingut el valor de la càrrega màxima, es calcula el moment de la bolcada (M_f) a partir de reacció de la força del vent.

$$P_w = P_c \cdot H \cdot D_0 \quad (\text{A.1.19})$$

$$M_f = P_w \cdot L \quad (\text{A.1.20})$$

Un cop calculat el moment, es calcula el mòdul de la secció per a la base de la cimentació (Z), i finalment, es treu la càrrega màxima en el sòl degut al moment de la bolcada (S₂).

$$Z = 0.1016 \cdot b^3 \quad (\text{A.1.21})$$

$$S_2 = \frac{M_f}{Z} \quad (\text{A.1.22})$$

La carga total en el sòl (S_T) serà la suma de les dues càrregues màximes.

$$S_T = S_1 + S_2 \quad (\text{A.1.23})$$

Aquesta càrrega serà satisfactòria si el valor de S_T es menor que la carga màxima de seguretat del terra. En el cas estudiat S_T dona un valor de 0.71 kg/cm². Aquest valor és inferior a la càrrega de seguretat de 2 kg/cm², per tant, aquesta càrrega es satisfactòria.

La càrrega mínima que pot suportar el terra a causa de la carga morta, abans d'afegir les instal·lacions interiors, escales, canonades i líquid es:

$$S_{min} = \frac{W_r + W_c + W_t}{A_2} \quad (\text{A.1.24})$$

Amb un valor de 0.34 kg/cm², aquest valor té que ser més gran que S₂. S₂ té un valor de 0.28 kg/cm² i S₁ té un valor de 0.71 kg/cm², el fet de que S₁ sigui més gran que S₂, implica que el sòl que està sota la cimentació estarà treballant a compressió en tots els punts, indicant així que la cimentació és estable.

A.2. DISSENY ACUMULADOR DE REFLUX

El disseny de l'acumulador de reflux V-100 és el mateix que el disseny mecànic de la columna (annex A.1.). Les úniques fórmules que canvien estan a continuació.

S'ha realitzat el disseny mecànic per a pressió interna i una càrrega de vent de 160 km/h. El gruix del tanc es calcula considerant les costures llargues, com la resistència entre les costures circumferencials i l'efecte de flexió del vent.

El gruix (t) considerant les costures llargues es calcula a partir de la següent equació.

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E + 0.4 \cdot P} \quad (\text{A.2.1})$$

El gruix considerant la resistència de les costures circumferencials es calcula a partir de la següent equació.

$$t_1 = \frac{P \cdot R}{2 \cdot S \cdot E + 0.8 \cdot P} \quad (\text{A.2.2})$$

A.3. DISSENY BOMBA CENTRÍFUGA

Pel disseny de la bomba s'ha fet servir la metodologia de càlcul de *Ludwig's Applied Process Design* [Ref. 22].

En la taula A.3.1 es mostren les dades inicials per al disseny

Taula A.3.1. Dades inicials.

Paràmetre	Valor	Unitat
Cabal màssic (Q)	3234	kg/h
Densitat (ρ)	483	kg/m ³
Temperatura (T)	32	°C
Viscositat (μ)	0.602	cP
Pressió aspiració (P_{asp})	21.9	bar
Pressió descàrrega (P_{desc})	28	bar

La canonada del corrent d'aspiració té un diàmetre nominal de 1.5" i una velocitat de 2 m/s. La canonada del corrent de descàrrega té un diàmetre nominal de 1.25" i una velocitat de 2.35 m/s. Tenint en compte els factors com ara la rugositat, les pèrdues de càrrega degut als colzes i a les vàlvules en el sistema.

Tenint en compte aquests paràmetres es calculen les pèrdues totals i pèrdues de càrrega per a poder calcular NPSHA.

$$Re = \frac{v \cdot D_i \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{A.3.1})$$

$$\frac{\varepsilon}{D_i} \quad (\text{A.3.2})$$

$$A = \frac{\varepsilon}{3.7} + \left(\frac{6.7}{Re}\right)^{0.9} \quad (\text{A.3.3})$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_c}} = -4 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 \cdot D_i} - \frac{5.02}{Re} \log A \right) \quad (\text{A.3.4})$$

Amb el valor del factor de fricció (f_c) es calcula el factor de fricció de Darcy (f_D) de la següent forma.

$$f_D = 4 \cdot f_c \quad (\text{A.3.5})$$

$$h_f = \left(f_D \cdot \frac{L}{D}\right) \cdot \left(\frac{v^2}{2 \cdot g}\right) \quad (\text{A.3.6})$$

$$NPSHA = (P_{asp} - P_{vap}) \cdot (10.2) + h + h_f \quad (\text{A.3.7})$$

On P_{vap} és la pressió del vapor del corrent a la temperatura del corrent, h és l'altura geomètrica des de la sortida del recipient fins l'entrada d'aspiració, i h_f és les pèrdues totals en el tram.

Un cop calculat NPSHA es calcula la potència teòrica de la bomba (P), que tindrà una eficiència del 100%. Després, es busca una bomba que compleixi les condicions i que s'adapti al procés.

La fitxa tècnica del fabricant s'ha adjuntat a continuació.



Electrobombas centrífugas multicelulares verticales

Serie ROMA 11-21 TURBINA INOX

NOVEDAD



IE2

ROMA 21.6 T

APLICACIONES

Electrobombas multicelulares de eje vertical ideales por su posición y reducido tamaño para instalaciones de grupos de presión, grupos contra incendios y equipos con variador de frecuencia gracias a los motores de eficiencia IE2.

MATERIALES

Turbinas y camisa en acero inoxidable AISI 304.
 Difusores en tecnopolímero.
 Eje en acero inoxidable AISI 420 excepto los modelos ROMA 11.8/10 y ROMA 20.6/7 donde el eje es en acero inoxidable AISI 303.
 Cuerpo de aspiración e impulsión en fundición gris.
 Cierre mecánico en grafito y óxido de alúmina.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Bombas verticales monobloc.
 Motor cerrado de eficiencia IE2 con ventilación externa.
 Protección IP-44.
 Aislamiento clase F.
 Temperatura máxima del agua 40°C.
 Todos los modelos se suministran con sus correspondientes bridas ovales DIN 2558, tornillos y juntas.

APPLICATIONS

Vertical-shaft multistage electro-pumps suitable for installations of pressure equipments, fire-fighting equipments and frequency converters thanks to their position, small size and motors with IE2 efficiency.

MATERIALS

Impellers and sleeve in AISI 304 stainless steel.
 Diffusers in technopolymer
 AISI 420 stainless steel shaft, except for ROMA 11.8/10 and ROMA 20.6/7 models, which shaft is made in AISI 303 stainless steel.
 Suction and impulse body in grey casting
 Mechanical seal in graphite and aluminum oxide.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Close-coupled vertical pumps.
 Enclosed motor with IE2 efficiency and external ventilation.
 IP-44 protection.
 F class insulation.
 Maximum water temperature 40 °C.
 All models are supplied with their corresponding oval flanges DIN 2558, screws and joints.

Modelo Model Modèle	P1		P2		I (A)			Ø		Altura manométrica / Height / Hauteur (m)														
	kW	kW	CV	1~ 230V	3~ 230V	3~ 400V	Asp	Imp	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130			
ROMA 11.4 T	1,8	1,1	1,5	-	5,3	3,1	1½"	1½"	10800	9150	7400	5350	2400											
ROMA 11.4 M	1,8	1,1	1,5	8,4	-	-	1½"	1½"	10800	9150	7400	5350	2400											
ROMA 11.5 T	2,2	1,5	2	-	6,9	4	1½"	1½"	11200	9800	8400	6900	5300	3000										
ROMA 11.5 M	2,3	1,5	2	10,2	-	-	1½"	1½"	11200	9800	8400	6900	5300	3000										
ROMA 11.6 T	2,7	2,2	3	-	8,3	4,8	1½"	1½"		10800	9700	8600	7400	6100	4300	1600								
ROMA 11.8 T	3,6	3	4	-	11,9	6,5	1½"	1½"			10900	10100	9250	8400	7500	6500	5100	3200						
ROMA 11.10 T	4,9	4	5,5	-	15,4	8,9	1½"	1½"				11000	10300	9650	9000	8250	7500	6500	5400	3900	2000			
ROMA 21.4 T	2,8	2,2	3	-	8,3	4,8	1½"	1½"	19800	17000	13300	8300	1200											
ROMA 21.6 T	4,2	3	4	-	12,1	7	1½"	1½"		19700	17800	15700	12700	9000	4500									
ROMA 21.7 T	4,9	4	5,5	-	15,6	9	1½"	1½"			18600	17000	15000	12000	9000	5300	1200							

A.4. DISSENY CANONADES

El dimensionament intern de les canonades s'ha calculat de la següent forma.

$$A = \frac{Q}{v} \quad (\text{A.4.1})$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad (\text{A.4.2})$$

On Q és el cabal volumètric expressat en m^3/s i v és la velocitat a la que circula el fluid, en m/s .

El *Schedule* fet servir per al disseny preliminar és el 40, degut a la seva accessibilitat i preu. Per comprovar que la selecció del *Schedule* 40 es correcte, s'ha calculat l'espessor mínim de les canonades sotmeses a pressió interna, per tal de veure si es podrà mantenir la integritat mecànica de les canonades del procés [Ref. 20]. S'ha fet servir la formula A.1.1 de l'annex.

S'ha pogut comprovar que els espessors mínims són menors que l'espessor del *Schedule* 40, afirmant que la selecció es correcte.

A.5. DISSENY DE LA VÀLVULA DE CONTROL

Per al disseny de la vàlvula de control FCV-101 s'ha fet servir la metodologia de la referència 8. Aquesta metodologia serveix per a calcular el coeficient de cabal C_v , i amb aquesta, poder seleccionar una vàlvula de control del catàleg.

Taula A.5.1 Dades inicials.

Cabal volumètric (m^3/h)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Pressió (barg)	Densitat ρ (kg/m^3)
7	25	18.9	393

Per calcular el coeficient de cabal, es fa servir les formules a continuació, tenint en compte que el caudal serà el màxim (el doble de l'actual), la pèrdua de càrrega a través de la vàlvula és de 1 bar.

$$K_v = Q_{max} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}} \quad (\text{A.5.1})$$

$$C_v = 1.16 \cdot K_v \quad (\text{A.5.2})$$

S'ha consultat el catàleg Masoneilan de Dresser i s'ha escollit la vàlvula de control de la sèrie 21700 de 2" amb un C_v màxim de 25 gpm.

A.6. DISSENY DE LA PLACA D'ORIFICI

S'ha calculat el diàmetre d'orifici de la placa FIT 101 i de mecanització amb un càlcul ràpid de l'element deprimogen considerant un coeficient de descàrrega de 0.6 per a placa d'orifici.

L'equació per al càlcul està descrita a continuació.

$$d = \sqrt{\frac{Q_m \cdot 10^4}{2.1 \cdot \sqrt{PD \cdot \rho}}} \quad (\text{A.6.1})$$

En la que d és el diàmetre de l'orifici en mm, Q_m és el cabal màssic màxim (el doble del normal) en kg/s, PD és la pressió diferencial en bar (s'ha suposat 0.1 bar) i ρ és la densitat del fluid en condicions d'operació en kg/m³.

A.7. DISSENY VÀLVULA DE SEGURETAT

Per calcular la vàlvula de seguretat PSV 1603 situada al acumulador de reflux, el caudal que s'ha d'alleugerar (W) és de 19405 kg/h. Tenint en compte l'equació A.7.1 específica per a gasos i vapors.

$$A = \frac{W}{387.2 \cdot C \cdot P \cdot K \cdot K_1 \cdot K_2} \cdot \sqrt{\frac{Z \cdot T}{M}} \quad (\text{A.7.1})$$

On:

A: àrea de l'orifici (cm²).

W: caudal màssic (kg/h).

M: pes molecular.

T: temperatura del vapor (K).

Z: factor de compressibilitat.

C: coeficient d'expansió en funció de C_p/C_v (ideal).

K: coeficient de descàrrega.

K1: coeficient corrector per contrapressió en vàlvules convencionals.

K2: coeficient corrector per contrapressió en vàlvules equilibrades.

P: pressió de descàrrega (kg/cm²).

El valor de K està ja especificat en el catàleg de vàlvules nacional, K_1 i K_2 s'han considerat 1, altres factors s'han obtingut a partir del simulador Aspen Hysys.

La pressió de descàrrega es calcula a partir de la fórmula A.7.2 on F és un factor de sobrepressió, que en el cas de vapors i gasos és d'un 10%.

$$P = P_d \cdot (1 + F) + 1.013 \quad (\text{A.7.2})$$

En la següent taula es mostren els resultats obtinguts i les característiques de la vàlvula de seguretat.

Taula A.7.1 Especificacions PSV 1603

Àrea d'orifici calculat (cm ²)	Tipus d'orifici	Àrea d'orifici seleccionat (cm ²)	Pressió de descàrrega (kg/cm ²)	Grandària orifici (in.)	Rating (lb)	Model vàlvula
4.25	H	5.06	35.8	1 ½ x 3	300 x 150	3-5221

A.8. ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL

El procés de càlcul que s'ha seguit per a quantificar els impactes es el següent. En el cas de l'índex per el mètode Conesa-Vítora s'ha fet servir l'equació A.8.1. De la mateixa manera, la I per l'altre mètode s'ha calculat amb l'equació A.8.2 Seguidament per tots dos mètodes l'índex ponderat s'ha calculat amb l'equació A.8.3.

$$I = \pm[3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (\text{A.8.1})$$

$$\acute{I}ndex (I) = \sum (\text{Atributs} \cdot \text{Pes}) \quad (\text{A.8.2})$$

$$I_{est} = \frac{I - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad (\text{A.8.3})$$

Per a classificar els impactes una vegada quantificats, s'ha seguit la taula A.1.1

Taula A.8.1 Tipus d'impacte segons l'índex.

Valor global	Valor estandarditzats	Impacte
13-25	0,00-0,14	Reduït
26-50	0,15-0,43	Compatible
51-75	0,44-0,71	Moderat
76-100	0,72-1,00	Crític

- **Soroll**

Taula A.8.1 Impacte produït pel soroll.

Atribut	Caràcter de l'atribut	Val or	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		-1	-1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	1	3
	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			
	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	1	2
	Parcial	2			

	Extens	4			
	Total	8			
Moment (MO)	Llarg	1	1	4	4
	Mig	2			
	Curt	3			
	Immediat	4			
Persistència (PE)	Momentània	1	1	2	2
	Temporal	2			
	Persistent	3			
	Permanent	4			
Reversibilitat (RV)	Curt termini	1	1	2	2
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
	Irreversible	4			
Sinergia (SI)	Simple	1	1	1	1
	Moderat	2			
	Molt	4			
Acumulació (AC)	Simple	1	1	1	1
	Acumulatiu	4			
Efecte (EF)	Indirecte	1	1	4	1
	Directe	4			
Periodicitat (PR)	Irregular	1	1	4	4
	Periòdic	2			
	Continu	4			
Recuperabilitat (MC)	Immediata	1	1	1	1
	Curt termini	2			
	Mig termini	3			
	Llarg termini	4			
	Irrecuperable	8			
				Importància	24
				Importància	Reduït
				Índex	-0.12

- **Pols i partícules**

Taula A.8.2 Impacte produït pel pols i partícules.

Atribut	Caràcter de l'atribut	Valor	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		-1	-1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	2	6
	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			

	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	2	4
	Parcial	2			
	Extens	4			
Moment (MO)	Total	8			
	Llarg	1	1	4	4
	Mig	2			
	Curt	3			
Persistència (PE)	Immediat	4			
	Momentània	1	1	3	3
	Temporal	2			
	Persistent	3			
Reversibilitat (RV)	Permanent	4			
	Curt termini	1	1	1	1
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
Sinergia (SI)	Irreversible	4			
	Simple	1	1	2	2
	Moderat	2			
Acumulació (AC)	Molt	4			
	Simple	1	1	4	4
Efecte (EF)	Acumulatiu	4			
	Indirecte	1	1	4	4
Periodicitat (PR)	Directe	4			
	Irregular	1	1	4	4
	Periòdic	2			
Recuperabilitat (MC)	Continu	4			
	Immediata	1	1	2	2
	Curt termini	2			
	Mig termini	3			
	Llarg termini	4			
	Irrecuperable	8			
				Importància	34
				Importància	Compatible
				Índex	-0.24

- **Trànsit**

Taula A.8.3 Impacte produït pel trànsit

Atribut	Caràcter de l'atribut	Valor	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		-1	-1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	2	6

	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			
	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	1	2
	Parcial	2			
	Extens	4			
	Total	8			
Moment (MO)	Llarg	1	1	4	4
	Mig	2			
	Curt	3			
	Immediat	4			
Persistència (PE)	Momentània	1	1	2	2
	Temporal	2			
	Persistent	3			
	Permanent	4			
Reversibilitat (RV)	Curt termini	1	1	4	4
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
	Irreversible	4			
Sinergia (SI)	Simple	1	1	1	1
	Moderat	2			
	Molt	4			
Acumulació (AC)	Simple	1	1	1	1
	Acumulatiu	4			
Efecte (EF)	Indirecte	1	1	4	4
	Directe	4			
Periodicitat (PR)	Irregular	1	1	2	2
	Periòdic	2			
	Continu	4			
Recuperabilitat (MC)	Immediata	1	1	2	2
	Curt termini	2			
	Mig termini	3			
	Llarg termini	4			
	Irrecuperable	8			
				Importància	28
				Importància	Compatible
				Índex	-0.17

- **Combustible**

Taula A.8.4 Impacte produït pel combustible.

Atribut	Caràcter de l'atribut	Valor	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		-1	-1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	2	6
	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			
	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	1	2
	Parcial	2			
	Extens	4			
	Total	8			
Moment (MO)	Llarg	1	1	4	4
	Mig	2			
	Curt	3			
	Immediat	4			
Persistència (PE)	Momentània	1	1	2	2
	Temporal	2			
	Persistent	3			
	Permanent	4			
Reversibilitat (RV)	Curt termini	1	1	4	4
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
	Irreversible	4			
Sinergia (SI)	Simple	1	1	1	1
	Moderat	2			
	Molt	4			
Acumulació (AC)	Simple	1	1	4	4
	Acumulatiu	4			
Efecte (EF)	Indirecte	1	1	1	1
	Directe	4			
Periodicitat (PR)	Irregular	1	1	4	4
	Periòdic	2			
	Continu	4			
Recuperabilitat (MC)	Immediata	1	1	8	8
	Curt termini	2			
	Mig termin	3			
	Llarg termini	4			
	Irrecuperable	8			

Importància	36
Importància	Compatible
Índex	-0.26

- **Impacte visual**

Taula A.8.5 Impacte produït per l'impacte visual.

Atribut	Caràcter de l'atribut	Valor	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		-1	-1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	1	3
	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			
	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	2	4
	Parcial	2			
	Extens	4			
	Total	8			
Moment (MO)	Llarg	1	1	4	4
	Mig	2			
	Curt	3			
	Immediat	4			
Persistència (PE)	Momentània	1	1	4	4
	Temporal	2			
	Persistent	3			
	Permanent	4			
Reversibilitat (RV)	Curt termini	1	1	3	3
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
	Irreversible	4			
Sinergia (SI)	Simple	1	1	1	1
	Moderat	2			
	Molt	4			
Acumulació (AC)	Simple	1	1	1	1
	Acumulatiu	4			
Efecte (EF)	Indirecte	1	1	4	4
	Directe	4			
Periodicitat (PR)	Irregular	1	1	4	4
	Periòdic	2			
	Continu	4			
Recuperabilitat	Immediata	1	1	4	4

(MC)	Curt termini	2		
	Mig termin	3		
	Llarg termini	4		
	Irrecuperable	8		
			Importància	32
			Imoprtància	Compatible
			Índex	-0.22

- **Llocs de feina**

Taula A.8.6 Impacte produït pels llocs de feina.

Atribut	Caràcter de l'atribut	Valor	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		1	1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	4	12
	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			
	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	2	4
	Parcial	2			
	Extens	4			
	Total	8			
Moment (MO)	Llarg	1	1	2	2
	Mig	2			
	Curt	3			
	Immediat	4			
Persistència (PE)	Momentània	1	1	2	2
	Temporal	2			
	Persistent	3			
	Permanent	4			
Reversibilitat (RV)	Curt termini	1	1	2	2
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
	Irreversible	4			
Sinergia (SI)	Simple	1	1	1	1
	Moderat	2			
	Molt	4			
Acumulació (AC)	Simple	1	1	1	1
	Acumulatiu	4			
Efecte (EF)	Indirecte	1	1	4	4

Periodicitat (PR)	Directe	4				
	Irregular	1	1	2	2	
	Periòdic	2				
Recuperabilitat (MC)	Continu	4				
	Immediata	1	1	3	3	
	Curt termini	2				
	Mig termini	3				
	Llarg termini	4				
	Irrecuperable	8				
					Importància	33
					Importància	Compatible
					Índex	0.22

- **Consum energètic**

Taula A.8.7 Impacte produït pel consum energètic.

Atribut	Caràcter de l'atribut	Valor	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa	Positiu	+		-1	-1
	Negatiu	-			
Intensitat (IN)	Baix	1	3	2	6
	Mig	2			
	Alt	4			
	Molt alt	8			
	Total	12			
Extensió (EX)	Puntual	1	2	2	4
	Parcial	2			
	Extens	4			
	Total	8			
Moment (MO)	Llarg	1	1	4	4
	Mig	2			
	Curt	3			
	Immediat	4			
Persistència (PE)	Momentània	1	1	3	3
	Temporal	2			
	Persistent	3			
	Permanent	4			
Reversibilitat (RV)	Curt termini	1	1	4	4
	Mig termini	2			
	Llarg termini	3			
	Irreversible	4			
Sinergia (SI)	Simple	1	1	1	1

	Moderat	2			
	Molt	4			
Acumulació (AC)	Simple	1	1	1	1
	Acumulatiu	4			
Efecte (EF)	Indirecte	1	1	4	4
	Directe	4			
Periodicitat (PR)	Irregular	1	1	4	4
	Periòdic	2			
	Continu	4			
Recuperabilitat (MC)	Immediata	1	1	8	8
	Curt termini	2			
	Mig termini	3			
	Llarg termini	4			
	Irrecuperable	8			
				Importància	39
				Importància	Compatible
				Índex	-0.30

A.9. ESTUDI ECONÒMIC

Per l'anàlisi econòmic, s'ha tingut en compte que el procés estudiat tant en l'actual com en el nou, es generen 0 ingressos, això es degut a que no s'extreu el producte final de la separació sinó que el propilè és un producte entremig. Les despeses (D) s'han obtingut a partir de les *utilities* obtingudes del simulador *Aspen Hysys*. L'amortització s'ha calculat a partir de la inversió inicial obtinguda dels costos de construcció del procés, del valor residual (en aquest cas, ja que no es coneix el valor residual que poden tenir, s'ha considerat 0), també s'ha considerat el procés convencional acabat d'instal·lar, el procés en ambdós casos té una vida útil de 20 anys.

Primerament es calcula els beneficis abans d'impostos (BAI), per calcular el benefici després d'impostos (BDI) i finalment juntament amb l'amortització (A) poder calcular el *Cash Flow* (CF).

$$A = \frac{I_{\text{inicial}} - V_r}{V_{\text{útil}}} \quad (\text{A.9.1})$$

On I_{inicial} és la inversió inicial, V_r és el valor residual i $V_{\text{útil}}$ és els anys de vida útil del procés.

$$BAI = 0 - D - A \quad (\text{A.9.2})$$

$$BDI = BAI - BAI \cdot i \quad (\text{A.9.3})$$

On i són els impostos amb un valor del 21%.

$$CF = BDI + A \quad (\text{A.9.4})$$

Aquestes equacions es duen a terme per als dos processos i després el CF de la recompressió se li resta el CF de la columna convencional, obtenint així el *Cash Flow* real (CF_r).

Un cop obtingut el *Cash Flow* real es calcula el VAN de la següent forma.

$$VAN = \left(-I_{inicial} + \sum_{r=1}^n \frac{CF_r}{(1+k)^n} \right) \quad (\text{A.9.5})$$

On k és el tipus d'interès aplicat el qual pren un valor del 13% i n és el número d'anys.

Un altre mètode financer que es pot fer servir per conèixer la viabilitat de la planta és la TIR (Taxa Interna de Rendibilitat). És aquella taxa de descompte 'r', que fa zero el valor actual dels fluxos de caixa que un projecte genera. Es calcula mitjançant l'equació A.9.6.

$$0 = \left(-I_{inicial} + \sum_{r=1}^n \frac{CF_r}{(1+r)^n} \right) \quad (\text{A.9.6})$$

En tot projecte en el qual s'espera sigui rendible, es té com a premissa la recuperació de la inversió inicial, llavors, el temps que es demori en recuperar els diners invertits o període de *Payback*. Es torna molt important, ja que d'això dependrà quan rendible és, i que tan arriscat serà fer-ho. Com més curt sigui el període de recuperació, menys arriscat serà el projecte. Aquest no es considera un mètode financer perquè no té en compte el valor dels diners que van variant al llarg del temps.

Per tal de conèixer el temps en què els fluxos de caixa permeten recuperar la inversió inicial, s'utilitza l'equació A.9.7.

$$Payback = \frac{I_{inicial}}{CF_r} \quad (\text{A.9.7})$$

Per l'anàlisi de sensibilitat, s'han fer servir les mateixes fórmules d'aquesta secció canviant el paràmetre establert o variant per a l'anàlisi.