



# **PLANTA DE PRODUCCIÓ DE PARACETAMOL**

Elisabet Burrull Casanovas

Maria Buxó Portet

Andrés Gómez Cobo

Alba Secanell Roca

**PROJECTE FINAL DE CARRERA**

**Enginyeria Química 2009**

Tutor: Julián Carrera

**VOLUM I**

## **Volum I**

### **1. Especificacions del projecte**

- 1.1. Definició del projecte
- 1.2. Mètodes d'obtenció del paracetamol
- 1.3. Caracterització i aplicacions del paracetamol
- 1.4. Descripció del procés de fabricació i zones de la planta
- 1.5. Constitució de la planta
- 1.6. Balanç de matèria
- 1.7. Serveis de planta
- 1.8. Programació temporal de la construcció i muntatge de la planta

### **2. Equips**

- 2.1. Llistat d'equips
- 2.2. Fulls d'especificació d'equips

### **3. Control i instrumentació**

- 3.1. Característiques del sistema de control
- 3.2. Implementació del sistema de control
- 3.3. Nomenclatura
- 3.4. Descripció i diagrames de llaços de control
- 3.5. Instrumentació: Elements primaris
- 3.6. Instrumentació: Elements finals de control
- 3.7. Instrumentació: Targetes d'adquisició de dades

## **Volum II**

### **4. Canonades, vàlvules i bombes**

- 4.1 Canonades
- 4.2 Vàlvules
- 4.3 Bombes i compressors

## **5. Seguretat i higiene**

- 5.1 Introducció
- 5.2 Principals riscos de la indústria i classificació
- 5.3 Normes generals de seguretat, salut i higiene
- 5.4 Substàncies químiques
- 5.5 Senyalització
- 5.6 Sismicitat
- 5.7 Transport de substàncies perilloses
- 5.8 Equips de protecció individual
- 5.9 Protecció contra incendis
- 5.10 Pla d'emergència
- 5.11 Pla d'evacuació
- 5.12 Seguretat al parc de tancs
- 5.13 Seguretat dels equips i serveis

## **6. Medi ambient**

- 6.1 Introducció
- 6.2 Efluent gasos
- 6.3 Efluent líquid

## **7. Avaluació econòmica**

- 7.1 Introducció
- 7.2 Inversió inicial
- 7.3 Càlcul del capital circulant
- 7.4 Càlcul dels costos d'operació
- 7.5 Ingressos per vendes i rendibilitat de la planta

## **8. Posada en marxa**

- 8.1 Introducció i tasques prèvies a la posada en marxa
- 8.2 Posada en marxa de serveis i equips auxiliars
- 8.3 Posada en marxa de la planta

## **9. Operació de la planta**

## **Volum III**

### **10. Diagrames i plànols**

- 10.1** Diagrames generals
- 10.2** Plànols d'enginyeria (PID)
- 10.3** Plànols d'implantació

## **Volum IV**

### **11. Manual de càlculs**

- 11.1** Disseny de tancs d'emmagatzematge i cubetes de retenció
- 11.2** Disseny dels tancs de mescla i tancs de dissolució
- 11.3** Disseny dels reactors
- 11.4** Disseny dels bescanviadors de calor
- 11.5** Disseny de les columnes de les columnes de destil·lació
- 11.6** Disseny de la columna d'arrossegament amb vapor
- 11.7** Disseny de l'evaporador
- 11.8** Disseny de l'extracció
- 11.9** Disseny dels condensadors i bescanviadors de calor tipus Kettle-Reboiler
- 11.10** Disseny dels cristal·litzadors
- 11.11** Disseny dels ciclons
- 11.12** Disseny de les sitges d'emmagatzematge de paracetamol
- 11.13** Disseny i elecció de bombes
- 11.14** Disseny de ventiladors i compressors
- 11.15** Serveis

### **12. Bibliografia**

## **Agraïments generals**

En nom de tot el grup, volem fer èmfasi a l'ajuda que hem rebut d'una sèrie de persones que sense cap mena d'obligació han estat interessades per aquest projecte.

Per començar, nombrar l'Antonio, el qual amb la seva amabilitat, professionalitat i interès ens ha ajudat a tenir una visió més clara i real de l'empresa farmacèutica, ja que ens ha donat l'oportunitat de poder visitar les dos plantes farmacèutiques d'Almirall.

Una altra persona que es mereix ser mencionat en el nostre projecte és el Xavi, el qual gràcies a la seva paciència i dedicació ha fet que el funcionament i maneig de l'Autocad sigui més simple i entretingut.

També agrair al professorat del departament d'enginyeria química, de química orgànica i inorgànica, que en tot moment han trobat un forat en la seva agenda per atendre qualsevol dubte que hem tingut.

Per últim, donar gràcies al nostre tutor, Julián, que ens ha escoltat en tot moment en els moments difícils que hem passat.

## **Alba**

Semblava que no havia d'arribar mai aquest moment, el dia de l'entrega del projecte, però per fi ja podem dir que l'hem acabat i entregat.

Primer de tot m'agradaria agrair la paciència que ha tingut la meva família, especialment la meva germana Cel, i el Carles sobretot, per comprendre el poc temps que he tingut per passar amb ells, ja que durant aquests quatre mesos la meva vida s'ha reduït a una sola cosa: el projecte.

Una altra persona amb la qual he compartit les penes, alegries, desesperacions i moments d'estrès és l'Ana, la meva companya eterna de pis. Ha sigut la meva segona família durant cinc anys i el meu gran suport durant aquest període tant dur i intens.

També vull remarcar els meus tres grans pilars de la universitat: Nonna, Manzano i Carla que gràcies a la seva presència i amistat han fet que d'aquesta carrera no només n'obtingui un títol universitari, sinó que també tres grans amics.

Per últim, agrair al meu grup de projecte: Eli, Maria i Andrés, no només per la feina realitzada, que ha sigut excel·lent, sinó pels grans moments que hem passat junts, tant sigui via telèfon, e-mail o presencialment.

## **Maria**

Gràcies. Per tots els moments, per totes les persones que han passat per la meva vida en aquests cinc anys, per totes les que mai oblidaré...

Vull dedicar aquest projecte en especial a tots els companys amb qui he compartit aquests últims mesos i aquests darrers anys. Al Marçal, per totes les estones passades junts sobretot durant els primers anys de carrera i que tant he trobat a faltar aquest any. Al Macià, per poder comptar-hi sempre i per no deixar que em sentís sola quan més m'hi sentia.

Als amics i amigues per la paciència que han tingut durant aquests últims mesos, haver-me entès i haver-me escoltat quan ho he necessitat. Gràcies, Berta, Mireia, Mònica, Òscar, Foix, Carla i Anna.

A la meva mare, perquè tot i queixar-me sempre, és la millor que podria tenir. Gràcies, per ser-hi sempre que ho necessito.

Al meu pare, el Jan i el Pol, per totes les coses que m'he perdut últimament i espero poder recuperar. També gràcies a la Pilar per l'ajuda i la paciència a l'hora d'imprimir i enquadernar.

Al Joan, per sempre aconseguir de mi un somriure i fer que tot sembli menys complicat... i per estar el meu costat quan l'he necessitat.

Finalment, moltes gràcies Lixa, Alba i Andrés! Moltes gràcies per la feina feta! Per haver fet tant còmode el treball amb vosaltres, pels caps de setmana tancades juntes, per tots els mil emails de cada dia que tant trobaré a faltar..., per haver superat tots els problemes i haver sapigut riure i fer broma en els moments difícils.

Gràcies per tot l'esforç!

## **Elisabet**

Al començar aquest projecte no era partidària de fer un escrit d'agraïments, però un cop acabat m'adono que vull agrair l'ajuda i el suport de la gent que tinc al meu voltant.

Primerament vull destacar l'ajuda i el suport del Xavi, una persona molt important per mi, ja que ha estat en tot moment al meu costat, hi ha sigut una part essencial en aquest projecte i durant la carrera. Moltíssimes gràcies per tot i per la teva infinita paciència.

També agrair a la meva família, als meus pares i als meus germans, l'Albert i la Clara pel constant suport i els ànims que han tingut en tot moment. Moltes gràcies.

Vull destacar també tot el meu grup d'amics que han sabut escoltar-me en els moments difícils, sobretot la Buxe i la Cris. Gràcies noies.

També vull donar les gràcies pel suport i l'ajuda de dues companyes i amigues del meu equip, la Laura i la Natàlia, que s'han interessat en tot moment per l'evolució d'aquest projecte.

I per últim no em puc oblidar del meu grup, que són amb els qui realment he compartit tots aquests mesos, i davant dels problemes que hem tingut hem sabut tirar endavant en tot moment. Alba, Maria i Andrés, m'ha encantat realitzar aquest projecte amb vosaltres.

No em puc oblidar tampoc dels meus companys i amics que he tingut al meu costat al llarg de tota la carrera, en especial a la Queralt, a l'Hug i al Josep. Gràcies per poder compartir aquests anys amb vosaltres.

## **Andrés**

Ara que hem acabat el projecte voldria agrair a totes les persones que durant tota la carrera i en especial en aquest últim quadrimestre m'han estat donant suport i ajuda.

Primerament als meus pares, i en especial a la meua mare que espero que es recuperi el més aviat possible, també al meu germà Jesús que ha tingut molta paciència i m'ha escoltat quan ho necessitava i per últim a la meua àvia que sempre s'ha preocupat per mi.

Als meus amics de Rubí, Ivan, Ester i Juan per ajudar-me a desconnectar en moments que realment ho necessitava i que sense ells no hagués pogut continuar en la recta final.

A les persones que he conegut aquest any a la carrera, especialment a Laura Martínez, Maria Lermos i Gregori Ferrer que encara que fa poc temps que ens coneixem m'han aconsellat molt i espero que l'any que bé tinguin tanta sort com jo alhora de realitzar el projecte.

A la Laura Gómez per la conversa i el suport donat a pocs dies d'entregar el projecte.

També voldria agrair als meus amics de l'ànima Dani i Eulàlia que des del començament de la carrera han estat uns companys i sobretot uns amics excel·lents, que sempre han estat al meu costat i m'han ajudat molt durant tota la carrera.

Per acabar amb el meu grup Maria, Eli i Alba que en han estat un grup molt bo en el qual he treballat molt agust i amb molta compenetració.

**1.**

# **ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO**

# 1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

|                                                                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>1.1. Definició del projecte</b>                                                                                | 1-1  |
| 1.1.1. Bases del projecte                                                                                         | 1-1  |
| 1.1.2. Sinonímies i noms genèrics del paracetamol                                                                 | 1-1  |
| 1.1.3. Abast del projecte                                                                                         | 1-1  |
| 1.1.4. Localització de la planta                                                                                  | 1-2  |
| 1.1.5. Avalució de les comunicacions i accessibilitat a la planta                                                 | 1-3  |
| 1.1.6. Nomenclatura de la memòria                                                                                 | 1-4  |
| <b>1.2. Mètodes d'obtenció del paracetamol</b>                                                                    | 1-7  |
| 1.2.1. Obtenció del paracetamol a partir de nitrobenzè                                                            | 1-7  |
| 1.2.2. Obtenció del paracetamol a partir de fenol                                                                 | 1-8  |
| 1.2.2.1. Mètodes tradicionals de producció de paracetamol a partir de fenol                                       | 1-8  |
| 1.2.2.2. Mètodes considerats per l'elecció del mètode utilitzat per la producció de paracetamol a partir de fenol | 1-9  |
| <b>1.3. Caracterització i aplicacions del paracetamol</b>                                                         | 1-14 |
| <b>1.4. Descripció del procés de fabricació i zones de la planta</b>                                              | 1-15 |
| 1.4.1. Zona de reacció                                                                                            | 1-16 |
| 1.4.1.1. Primera zona de reacció                                                                                  | 1-16 |
| 1.4.1.2. Segona zona de reacció                                                                                   | 1-20 |
| 1.4.2. Zona de separació i de purificació                                                                         | 1-24 |
| 1.4.2.1. Primera zona de separació i purificació                                                                  | 1-24 |
| 1.4.2.2. Segona zona de separació i purificació                                                                   | 1-27 |
| 1.4.3. Zona de producte acabat                                                                                    | 1-33 |
| 1.4.4. Zona de tractament de gasos                                                                                | 1-36 |
| 1.4.5. Zona de tractament de líquids                                                                              | 1-37 |
| <b>1.5. Constitució de la planta</b>                                                                              | 1-38 |
| 1.5.1. Classificació per àrees                                                                                    | 1-38 |
| 1.5.2. Plantilla de treballadors                                                                                  | 1-41 |
| <b>1.6. Balanç de matèria</b>                                                                                     | 1-43 |
| <b>1.7. Serveis de planta</b>                                                                                     | 1-49 |
| 1.7.1. Electricitat                                                                                               | 1-49 |
| 1.7.2. Generació de vapor, consum de gas natural i oli tèrmic                                                     | 1-54 |

|                |                                                                             |             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1.7.2.1</b> | Generació de vapor i consum de gas natural a la caldera<br>de vapor .....   | 1-54        |
| <b>1.7.2.2</b> | Oli tèrmic .....                                                            | 1-56        |
| <b>1.7.3.</b>  | Aigua de refrigeració .....                                                 | 1-59        |
| <b>1.7.4.</b>  | Grup de fred .....                                                          | 1-61        |
| <b>1.7.5.</b>  | Aigua de xarxa .....                                                        | 1-64        |
| <b>1.7.6.</b>  | Descalcificador .....                                                       | 1-64        |
| <b>1.7.7.</b>  | Nitrogen .....                                                              | 1-66        |
| <b>1.7.8.</b>  | Aire comprimit .....                                                        | 1-68        |
| <b>1.8.</b>    | <b>Programació temporal de la construcció i muntatge de la planta .....</b> | <b>1-68</b> |

## 1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

### 1.1. DEFINICIÓ DEL PROJECTE

#### 1.1.1. Bases del projecte

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar una planta de producció de paracetamol a partir de fenol, estudiant la seva viabilitat de construcció i d'operació. Aquest projecte no només haurà de ser possible tècnicament, haurà de complir totes les normatives i legislacions vigents. També s'inclou el disseny de tots els equips de procés, la posta en marxa de la planta i l'operació en estat estacionari de tota la planta, l'avaluació econòmica i els temes de medi ambient i seguretat i higiene considerats.

Les bases fixades més importants que s'han hagut de contemplar a l'hora de fer el disseny són les següents:

- **Capacitat:** 6.000 tones a l'any de paracetamol en estat sòlid cristal·lí.
- **Funcionament:** 300 dies a l'any amb 65 dies de parada repartits, dos períodes durant l'any, dos setmanes durant les vacances de Nadal i dos setmanes durant l'estiu, quedant així 28 dies restants a escollir segons les necessitats concretes.
- **Presentació:** sòlid en bosses de polietilè de 25 kg dintre de bidons de cartró.

#### 1.1.2. Sinonímies i noms genèrics del paracetamol

Acetaminofen, p-acetamidofenol, p-acetaminofenol, p-acetilaminofenol, N-acetil-p-aminofenol, 4'-hidroxiacetanilida, p-hidroxiacetanilida, 4-hidroxifenilacetamida, N-(4-hidroxifenil)acetamida, N-p-hidroxifenilacetamida, acetaminophen, APAP.

#### 1.1.3. Abast del projecte

En aquest projecte s'inclou:

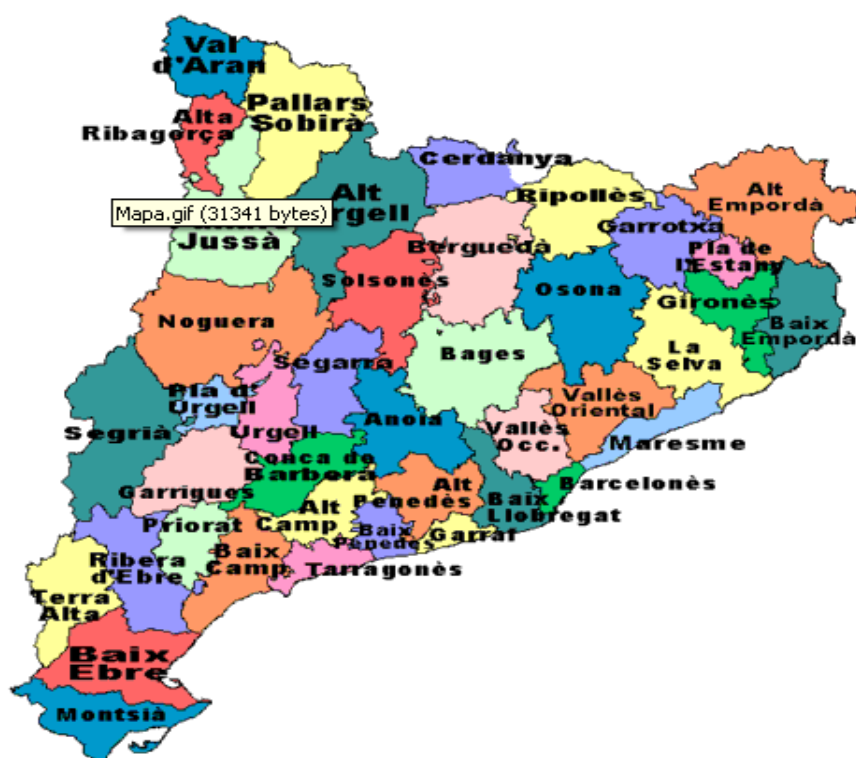
- Disseny i especificacions de tots els equips involucrats en el procés de producció i purificació.
- Disseny de tot el sistema de control de la planta pel seu correcte funcionament.
- Disseny del sistema de seguretat necessari per la planta per tal d'evitar i prevenir accidents no desitjats. Compliment de totes les normatives legals vigents (mediambientals, seguretat i higiene...), englobant dintre d'aquestes també les de tipus urbanístic i sectorial.

- Estudi de la posada en marxa, parada i operació de la planta.
- Avaluació econòmica de la planta.

#### 1.1.4. Localització de la planta

La planta es trobarà situada a un terreny fictici al Polígon Industrial 'Gasos Nobles' al terme municipal de Sabadell, a la comarca del Vallès Occidental a Catalunya.

La parcel·la té una superfície total de 70.095 m<sup>2</sup>, de la qual l'ocupació màxima permesa és d'un 75% i la mínima d'un 20% de la màxima.



**Figura 1.** Mapa de les comarques de Catalunya

La planta també haurà de complir la normativa urbanística del Polígon Industrial pel que fa a barranquejos a vials i veïns, alçada d'edificis, ocupació de parcel·la i edificabilitat.

|                           |                                                |
|---------------------------|------------------------------------------------|
| Edificabilitat            | 1,5 m <sup>2</sup> sostre/m <sup>2</sup> terra |
| Ocupació màxima parcel·la | 75%                                            |
| Ocupació mínima parcel·la | 20% de la superfície d'ocupació màxima         |
| Barranquejos              | 5m a vials i veïns                             |
| Alçada màxima             | 16 m i 3 plantes (excepte necessitats procés)  |
| Altura mínima             | 4 m i 1 planta                                 |
| Aparcaments               | 1 plaça/150m <sup>2</sup> construïts           |
| Distància entre edificis  | 1/3 de l'edifici més alt amb un mínim de 5m    |

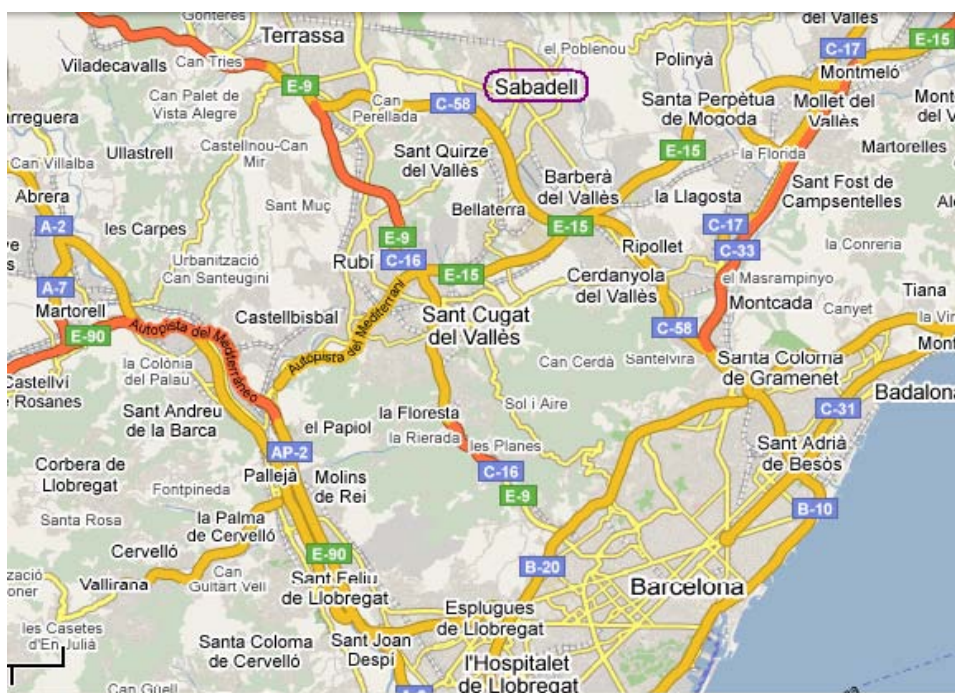
**Taula 1.** Normativa

Així com també haurà de complir la normativa sectorial d'aplicació de medi ambient i de protecció contra incendis.

#### 1.1.5. Avaluació de les comunicacions i accessibilitat a la planta

Les comunicacions i accessos d'una planta química són molt importants principalment per l'arribada de matèries primeres a la planta, així com també per la sortida del producte acabat per a poder ser comercialitzat.

Sabadell té una bona comunicació per carretera amb altres zones industrials de la geografia catalana, facilitant així el transport de les matèries primeres i acabades, tal i com es pot veure en el mapa següent (**Figura 2**) en el que apareixen les autopistes i carreteres que hi permeten l'accés des de diferents punts de Catalunya.



**Figura 2.** Xarxa de carreteres a l'entorn de Sabadell

També es pot comprovar com la xarxa ferroviària de mercaderies és suficient per a poder disposar d'aquest altre medi de transport. La xarxa ferroviària de mercaderies es pot veure en la **Figura 3**, on també es poden veure altres medis de transport que permeten l'accés a Sabadell o a zones properes.



- Fluids de procés

| Codi | Fluid                                |
|------|--------------------------------------|
| V    | Vapor                                |
| VC   | Vapor condensat                      |
| O    | Oli tèrmic                           |
| AR   | Aigua de refrigeració (grup de fred) |
| AT   | Aigua de torres                      |
| AG   | Aigua glicolada (grup de fred)       |
| VO   | Buit                                 |
| N    | Nitrogen                             |
| H    | Hidrogen                             |
| F    | Fenol                                |
| AN70 | Àcid nítric al 70%                   |
| AN15 | Àcid nítric al 15%                   |
| A    | Aigua descalcificada                 |
| AAG  | Àcid acètic glacial                  |
| AA   | Anhidre acètic                       |
| E    | Èter isopropílic                     |
| MNP  | Mescla p-nitrofenol                  |
| PNP  | p-nitrofenol                         |
| MAP  | Mescla d'APAP                        |
| G    | Gasos                                |
| MSN  | Mescla sense p-nitrofenol            |
| MSA  | Mescla sense APAP                    |
| APAP | Sòlid d'APAP                         |
| SN   | APAP amb nitrogen                    |
| W    | Sortida aigua de rentat              |

**Taula 3.** Nomenclatura fluids de procés

- Equips de procés

| Codi | Equip                                         |
|------|-----------------------------------------------|
| T    | Tanc                                          |
| R    | Reactor                                       |
| M    | Tanc de mescla                                |
| E    | Bescanviador de calor, condensador i reboiler |

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| CT  | Centrífuga                       |
| C   | Columna                          |
| EV  | Evaporador vertical              |
| EX  | Extracció Mixer-Settler          |
| CR  | Cristal·litzador                 |
| FN  | Filtre nucha                     |
| CC  | Cicló                            |
| ST  | Sitges                           |
| CA  | Caldera                          |
| CAO | Caldera d'oli tèrmic             |
| TR  | Torre de refrigeració            |
| CHG | Grup de fred aigua glicolada 30% |
| CHA | Grup de fred aigua               |
| GN  | Generador de nitrogen            |

**Taula 4.** Nomenclatura equips de procés

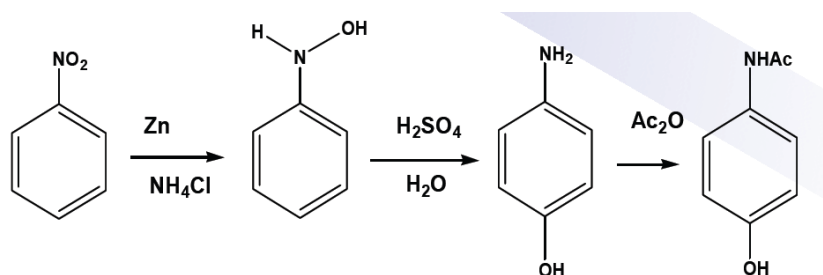
## 1.2. MÈTODES D'OBTENCIÓ DEL PARACETAMOL (ACETAMINOFEN)

Existeixen diverses vies d'obtenció de paracetamol, tot i que tradicionalment s'han basat en la reducció del p-nitrofenol a p-aminofenol. Aquest p-nitrofenol pot obtenir-se partint de diferents matèries primeres, però en aquest projecte s'ha imposat com a condició sintetitzar n-acetil-p-nitrofenol a partir de fenol.

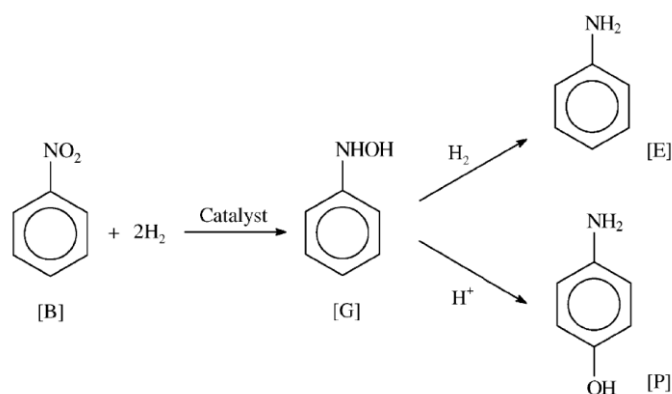
### 1.2.1. Obtenció del paracetamol a partir de nitrobenzè

L'APAP també es pot obtenir a partir de nitrobenzè segons diferents vies, de les quals seguidament s'adjunten dos exemples:

- Síntesis de la N-fenilhidroxilamina a partir de nitrobenzè i clorur amònic, amb zinc i mantenint la temperatura entre 60°C i 65°C. Es satura amb clorur sòdic i es refreda fins a obtenir un precipitat groc clar. S'addiciona àcid sulfúric concentrat i es dilueix amb aigua. Es neutralitza en fred addicionant bicarbonat sòdic i s'extreu amb acetat d'etil i s'elimina el dissolvent. El p-aminofenol sòlid obtingut reacciona amb l'àcid acètic anhidre amb agitació constant i a una temperatura de 60°C fins la dissolució completa d'aquest i es refreda.



- Hidrogenació catalítica de nitrobenzè per formar p-aminofenol que reaccionarà amb àcid acètic anhidre obtenint paracetamol en un reactor amb quatre fases:



*Hydrogenation of nitrobenzene to p-aminophenol in a four-phase reactor: reaction kinetics and mass transfer effects. C. V. Rode, M. J. Vaidya, R. Jaganathan, R. V. Chaudhari*

### 1.2.2. Obtenció del paracetamol a partir de fenol

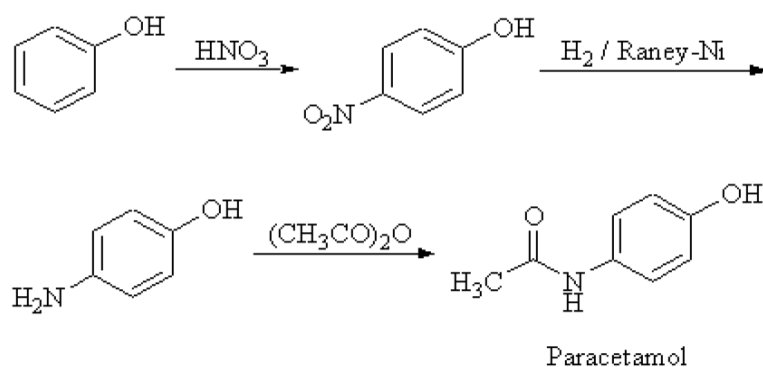
Aquesta síntesi de paracetamol es du a terme seguint tres reaccions principals:

1. **Nitració de fenol** per donar **p-nitrofenol** (nitrosació i nitració) en medi àcid.
2. **Reducció de p-nitrofenol** donant **p-aminofenol** (PAP) i aigua. Aquesta reducció generalment es du a terme mitjançant la hidrogenació gasosa, en un medi generalment inert i en presència de catalitzadors.
3. **Acetilació de p-aminofenol** amb àcid acètic anhidre per formar **n-acetil-p-aminofenol** (APAP) i àcid acètic.

#### 1.2.2.1. Mètodes tradicionals de producció de paracetamol a partir de fenol

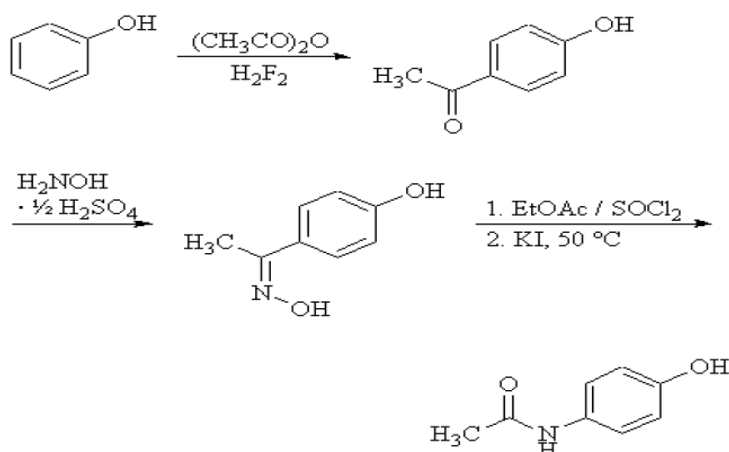
Aquestes tres reaccions poden donar-se en diferents condicions d'operació i utilitzant diferents esquemes de reacció. Els dos esquemes tradicionals utilitzats en la síntesi de paracetamol són:

1. **Ruta clàssica:** es basa en la reducció del p-nitrofenol, prèviament format a partir de la nitració del fenol, a p-aminofenol per tractament amb HCl (HCl/H<sub>2</sub>O) en presència de H<sub>2</sub> i Pd/C o Pt/C o Ni (en forma de níquel Raney o Ni/C) com a catalitzador i la posterior reducció fins a pH 6 amb NH<sub>4</sub>OH. Seguidament s'aceta escalfant amb una mescla d'àcid acètic i àcid acètic glacial. El producte obtingut es pot purificar recristal·litant a partir d'una mescla d'etanol i aigua, aigua calenta o algun altre dissolvent apropiat.



*Ruta clàssica. Mètode clàssic per l'obtenció de paracetamol*

2. **Hoechst-Celanese:** és una altra de les rutes tradicionalment utilitzades en la síntesi de paracetamol. Però, actualment no és la utilitzada industrialment.

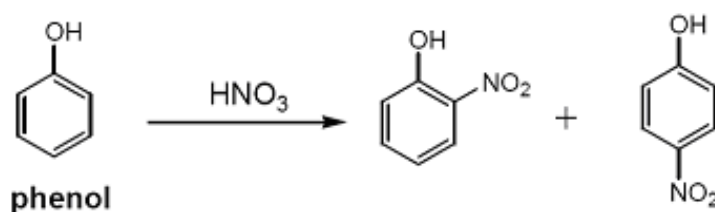


*Hoechst-Celanes. Mètode clàssic per l'obtenció de paracetamol*

### 1.2.2.2. Mètodes considerats per l'elecció del mètode utilitzat per la producció de paracetamol a partir de fenol

#### 1a reacció. NITRACIÓ FENOL: OBTENCIÓ PARANITROFENOL

En aquesta reacció caldrà controlar que la reacció doni com a producte principal el del nostre interès, és a dir, paranitrofenol (PNP) i el mínim d'ortonitrofenol (ONP) i altres productes intermedis que donarien lloc a subproductes indesitjats. Per tant, la principal consideració a tenir en compte serà les condicions d'operació que permetin obtenir la major selectivitat que doni lloc a la màxima conversió a p-nitrofenol.



Aquest procés consisteix bàsicament en dues reaccions simultànies: la nitrosació del fenol a p-nitrosofenol i seguidament la nitració d'aquest per a donar lloc al p-nitrofenol.

Per a que es pugui portar a terme la primera reacció és necessari disposar de compostos de nitrogen catiónics ( $\text{NO}^+$ ) que reaccionaran amb el fenol produint el p-nitrosofenol. Una vegada obtingut aquest i en presència d'un àcid, té lloc la nitració obtenint el paranitrofenol (PNP) i ortonitrofenol (ONP).

El fet de produir-se diverses reaccions paral·leles, fa que també es produeixin productes intermedis com dinitrofenols, p-nitrosofenol, p-diazo-òxids, tars, etc.

- **FENOL+ HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + NaNO<sub>2</sub> (patent 5,414,148)**

En la primera de les reaccions simultànies, la nitrosació, es necessiten els compostos de nitrogen catiónics (NO<sup>+</sup>) per reaccionar amb el fenol (generalment en fase líquida) i es pugui obtenir el p-nitrosofenol. Aquests compostos s'aconsegueixen afegint nitrit de sodi (NaNO<sub>2</sub>) en medi àcid, en aquest cas utilitzant àcid sulfúric com a medi. El motiu pel qual s'utilitza àcid sulfúric i no àcid nítric és degut a que el sulfúric és un àcid més fort i amb aquest s'evita la formació de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, que posteriorment comportaria a la formació d'òxids de nitrogen, fet que no interessa. La reacció d'oxidació del p-nitrosofenol a p-nitrofenol (nitració) s'aconsegueix afegint àcid nítric al medi.

En aquest procés es necessiten temps de retenció menors que en altres mètodes (aproximadament 1 hora per batch), però l'inconvenient principal és l'elevat cost del NaNO<sub>2</sub>, fet que condicionaria negativament en la viabilitat econòmica de la planta. Per aquest motiu aquest mètode ha estat rebutjat.

- **FENOL+ HNO<sub>3</sub>+ NO<sub>x</sub> (patent 3,510,527)**

Per a que es pugui dur a terme la nitrosació del fenol és necessari l'addició d'òxids de nitrogen en medi àcid (àcid nítric com a medi) per a formar els compostos catiónics de nitrogen (NO<sup>+</sup>) que reaccionaran amb el fenol, produint el p-nitrosofenol. Per tant, en aquest cas interessa disposar d'òxids de nitrogen, tot i que no cal tenir-ne un elevat percentatge.

Una vegada obtingut el p-nitrosofenol i en presència d'àcid nítric es dona la nitració en la qual s'obté el p-nitrofenol (p-NP). Per tant, en aquest cas l'àcid nítric actuarà com a medi i com a reactiu.

S'ha vist que és un procés en el qual s'obté bona conversió de fenol a PNP, però aquest mètode presenta dificultats a l'hora de treballar amb òxids de nitrogen com a reactius, ja que són uns compostos molt inestables que dificulten molt la seva manipulació, transport i emmagatzematge. Per tant, aquesta opció també ha estat refusada.

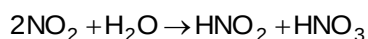
- **Procés escollit per la reacció de nitració de fenol per donar paranitrofenol**

Els reactius utilitzats són fenol i àcid nítric. Aquest procés es basa en el procediment explicat anteriorment, considerant que l'àcid nítric utilitzat conté òxids de nitrogen, particularment NO i NO<sub>2</sub>. Això és degut a que durant la producció de l'àcid nítric es formen aquests com a subproductes i també a causa de la inestabilitat d'aquest descomposant fàcilment donant lloc a aquests.

Es considera que tots els òxids presents són NO<sub>2</sub> ja que aquests en la temperatura a la que es troben en els tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric es troben dissolts i no surten en forma gas. En canvi, els NO que es troben en l'àcid nítric es desprenen en forma gas i s'eliminen mitjançant un reactor catalític, juntament amb els que surten del reactor. Així doncs, el diòxid de nitrogen continua present dissolt en el líquid fins a una temperatura de 21,1 °C. Per tant, es pot aproximar que l'únic òxid present a l'entrada del reactor és diòxid de nitrogen.

Així doncs, només es disposarà de les matèries primes següents: àcid nítric al 70% i fenol. Un aspecte a tenir en compte és que la reacció d'obtenció de PNP es podria realitzar tant sols amb la presència d'àcid nítric en excés, ja que aquest producte en medi àcid (ell mateix) ja forma compostos de nitrogen catiónics NO<sub>2</sub><sup>+</sup>, però l'inconvenient és que aquests compostos no afavoreixen la posició para del nitrofenol. Per aquest motiu, cal disposar d'òxids de nitrogen, que aquests reaccionen formant àcid nítrós. L'àcid nítrós proporciona els NO<sup>+</sup>, que garanteixen una major selectivitat en la formació del p-nitrofenol.

Les reaccions que es duen a terme a partir de l'òxid de nitrogen són:



Aquesta reacció és la que es considera que es dona per a la formació d'àcid nítrós.



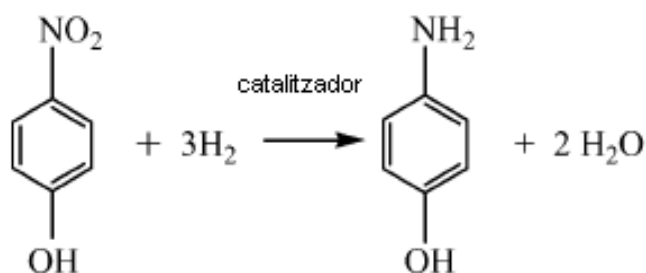
Com que l'àcid nítrós és un reactiu, però també un producte, a la vegada també té lloc la descomposició d'aquest formant òxids de nitrogen i aigua, tot i que s'ha de dir que aquesta reacció és molt més lenta que l'anterior.

El fet de no utilitzar àcid sulfúric com a medi àcid evita la precipitació d'algunes sals que posteriorment s'haurien de separar del producte format. En quant a la segona reacció es duu a terme de la mateixa forma que en els processos anteriors.

En aquest procés s'ha de disposar de temps de retenció elevats, de l'ordre de 6 hores. Per tant, molt superiors a l'hora que es necessitaria treballant amb nitrit de sodi, però això no suposa cap inconvenient si la producció anual és la desitjada. També s'ha

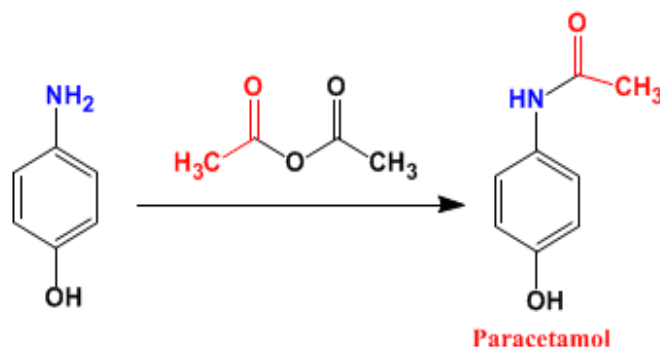
considerat que com a procés industrial és el més factible ja que l'àcid nítric és un producte molt comú en la indústria, cosa que significa que és un producte de fàcil obtenció a baix cost.

### 2a reacció. Reducció del p-nitrofenol: obtenció p-aminofenol



En aquesta reacció la reducció del p-nitrofenol a p-aminofenol és produïda per hidrogenació i formant també 2 molècules d'aigua per a cada molècula de p-aminofenol obtinguda. Per que aquesta reacció tingui lloc cal la presència d'un catalitzador. Els catalitzadors que poden ser utilitzats principalment són de platí, pal·ladi, níquel o metalls nobles en estat metàl·lic o sobre carboni o catalitzadors d'òxids de platí, pal·ladi o metalls nobles. Aquests catalitzadors poden utilitzar-se en forma de pèl·lets, grànuls, pols, fixats, dispersos, etc., amb una concentració entre 1 i 30% en pes del contingut total del reactor. En aquest cas s'utilitzarà pal·ladi en un 3% en pes.

### 3a reacció. Acetilació del p-aminofenol: obtenció paracetamol



En aquesta tercera i última reacció s'obté el paracetamol per reacció de l'anhidre acètic amb el p-aminofenol. Obtenint també àcid acètic com a subproducte.

La reacció té lloc amb selectivitat funcional, ja que el grup amino del p-aminofenol reacciona més ràpid que el grup hidroxil, fet que provoca que només s'obtingui l'amida. Per aquest motiu, per aquesta reacció no és necessària la presència de catalitzador, ja que el reactiu és una amina. Així, ja s'obté finalment el p-acetilaminofenol.

En el cas d'aquestes dues últimes reaccions, la variabilitat es troba bàsicament en el tipus de procés i no en els reactius principals.

Les reaccions de reducció del p-nitrofenol (PNP) per formar p-aminofenol (PAP) i posteriorment acetilació formant n-acetil-p-aminofenol (APAP) es pot portar a terme per separat (diferents unitats de reacció) o simultàniament (en un mateix reactor).

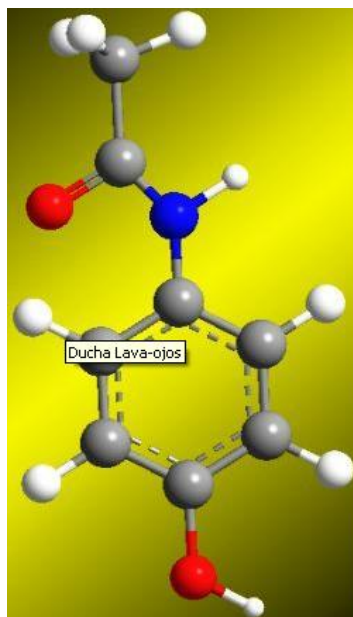
El principal avantatge de realitzar les dos reaccions en un mateix reactor és la simplificació del procés pel que fa a purificacions i tractaments dels productes resultants de la reacció de reducció. A més, el PAP (p-aminofenol) és fàcilment oxidable en contacte amb l'aire i al ser manipulats es pot arribar a deteriorar fàcilment, per tant, treballant en un mateix reactor es facilita l'operació.

Un altre aspecte que s'ha hagut de contemplar és el tipus de d'operació: operació en continu o en discontinu. Treballar en continu presenta els avantatges següents respecte l'operació en discontinu:

- Es minimitza la formació de productes intermedis indesitjables que es poden formar en la reacció de nitro-reducció que inclouria moltes reduccions seqüencials de compostos intermedis inestables altament reactius (components nitroso, hidrazo, azo, azoxi) i que sovint donen molta coloració en el producte (reducció del color). En canvi, treballant en batch el control de l'avanç de la reacció de reducció abans d'iniciar l'acetilació és molt difícil.
- El manteniment de la temperatura és fàcilment controlable en continu. Tot i el gran calor de reacció després en la formació de APAP (reacció altament exotèrmica), en continu aquesta calor també es va retirant de manera contínua. Per contra, treballant en discontinu la temperatura aniria augmentant dificultant-ne el seu control.
- Es necessita menys temps d'operació i es redueix el temps de cicle, ja que no calen rentats ni parades per càrrega o descàrrega, ni altres tipus d'interrupcions de les instal·lacions, tot funciona de manera contínua.
- És més fàcilment operable. El control de la pressió també és menys difícil.
- En continu el producte resultant és més blanc, menys color (no tan groguenc). Això també és degut al ja comentat, que es minimitza la concentració d'intermedis que donen color.

Per aquests motius s'ha decidit realitzar la hidrogenació (reducció) i acetilació en un mateix reactor i treballant en continu (CSTR), en un reactor slurry continu de tanc agitat.

### 1.3. CARACTERITZACIÓ I APLICACIONS DEL PARACETAMOL



**Figura 4.** Estructura molecular paracetamol

El paracetamol es presenta en forma de pols cristal·lina, blanc, inodor i lleugerament amarg. Es tracta d'un àcid dèbil, derivat sintètic del para-aminofenol, amb propietats analgèsiques i antipirètiques, però sense activitat antiinflamatòria. S'administra per via oral o rectal en el tractament lleu o moderat de dolor i per la febre. El paracetamol no és soluble en solucions aquoses.

És l'analgèsic subministrat a pacients per als quals estan contraindicats els salicilats o altres antiinflamatoris. Per això, es considera un dels antitèrmics-analgèssics més segurs i eficaços de la farmoterapèutica actual. A més, s'ha demostrat la seva elevada eficàcia pel tractament de dolors de tipus agut d'intensitat moderada i també es recomana pel tractament de dolors crònics (malalties reumàtiques). Tot i així, la seva principal aplicació és per la reducció de la febre i en casos de mal de cap moderat.

S'usa extensament com analgèsic i antipirètic, sobretot combinat amb múltiples preparacions amb altres analgèsics (àcid acetilsalicílic, fenazona, amidopirina, etc.), amb estimulants (cafeïna), en codeïna, etc.

L'estructura d'acetaminofen és la que confereix l'activitat antipirètica, però l'anilina posseeix elevada toxicitat per a ser usada clínicament. L'acetaminofen és el metabòlit que es produeix a partir de l'acetanilida i la fenacetina (però no es recomana el seu ús ja que produeixen metahemoglobina). Per això, s'introdueix un grup acetil en el grup amino per reduir-ne la toxicitat mantenint l'acció antipirètica. El mecanisme d'acció del paracetamol no està determinat

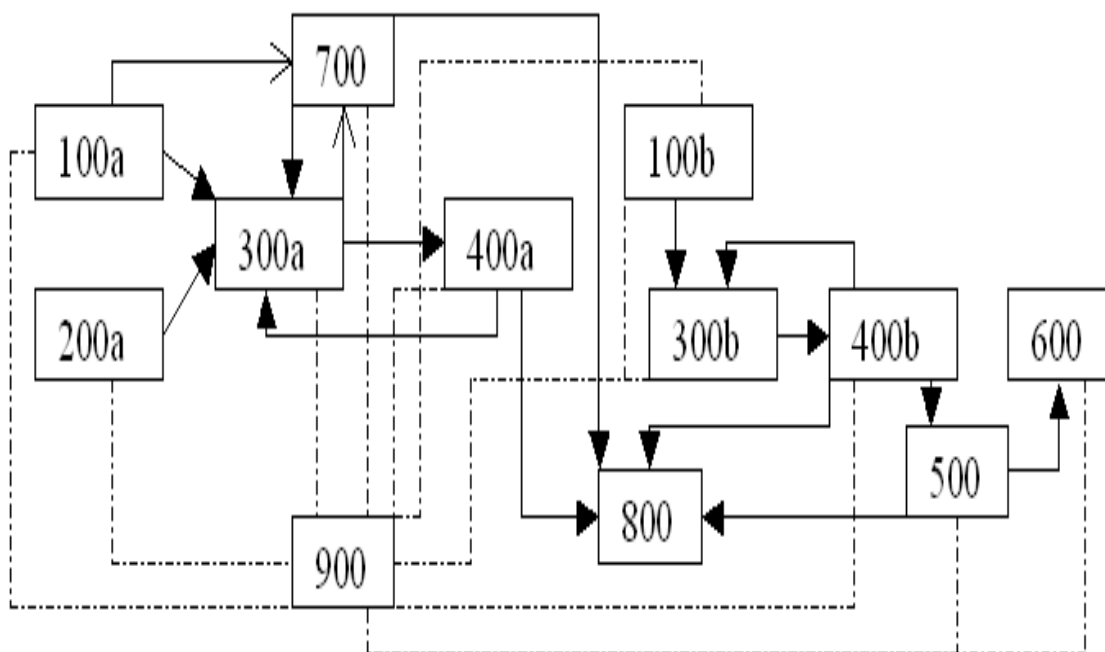
totalment. Actua inhibint la síntesi de prostaglandines en el sistema nerviós central (SNC) especialment en el tàlem i bloquejant la generació dels impulsos dolorosos a nivell perifèric.

#### 1.4. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS DE FABRICACIÓ I ZONES DE LA PLANTA

En aquest apartat es realitza una breu descripció de tot el procés de producció de paracetamol, indicant les condicions d'operació en les zones de reacció.

També s'explica breument tots els equips involucrats en el procés i les condicions en les que aquests treballen així com també la seva funcionalitat i els motius pels quals s'han dissenyat.

Finalment, es descriuen les característiques principals de cada zona.



**Figura 5.** Esquema de la relació entre les àrees de la planta.

### 1.4.1. Zona de reacció

Per a obtenir el paracetamol primerament s'ha de fabricar un producte intermedi i això fa que hi hagi dues zones de reacció clarament diferenciades. La primera (àrea 300a) és per a l'obtenció del paranitrofenol (PNP) i la segona (àrea 300b) per a la del paracetamol (APAP).

#### 1.4.1.1. Primera zona de reacció (àrea 300a)

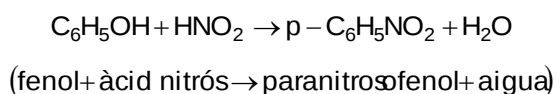
Com ja s'ha explicat anteriorment, els reactius necessaris són el fenol i l'àcid nítric al 15% (amb els seus òxids de nitrogen pertinents), i els equips que integren aquesta àrea són: un tanc de dissolució d'àcid nítric, un bescanviador de calor, un reactor en discontinu i un tanc pulmó.

Abans d'explicar els equips un per un, es descriuen les condicions en que tindrà lloc la primera reacció.

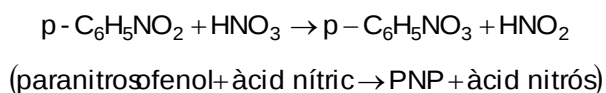
#### CONDICIONS DE LA PRIMERA REACCIÓ

Degut a que la primera reacció es duu a terme en dues etapes consecutives però a l'hora simultànies, s'han de distingir entre elles:

1. **Primera etapa:** té lloc durant l'addició de les matèries primes (1 hora, ja que així s'evita la formació de subproductes no desitjats) i després es deixa una hora més amb les mateixes condicions favorables ( $T=2^{\circ}\text{C}$ ) per a que aquesta es pugui acabar de dur a terme; per tant, aquesta té una durada de dues hores mantinguda a  $2^{\circ}\text{C}$ . Tal i com s'ha comentat en apartats anteriors, en aquesta etapa hi té lloc la nitrosació:

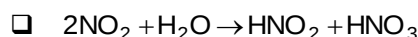


2. **Segona etapa:** es diferencia de l'anterior degut a que quan s'acaben les dues hores es permet la pujada de temperatura espontània fins a  $15^{\circ}\text{C}$ . Una vegada arribada a aquesta temperatura es deixa reaccionar durant 3 hores més. En aquesta etapa hi té lloc la nitració:

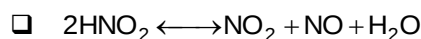


Tot i que la primera etapa està afavorida a 2°C i la segona a 15°C, qualsevol de les dues també es duu a terme amb les condicions que no li corresponen, encara que en menys mesura. Per aquest motiu, es diu que les dues etapes també són simultànies.

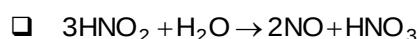
**3. Reaccions simultànies:** S'ha de tenir en compte que durant les dues etapes de reacció, a més de les reaccions principals també se'n donen d'altres, deixant de banda la formació de subproductes. Degut a que hi ha moltes reaccions involucrades respecte els compostos de nitrogen, només s'han considerat les següents:



Aquesta reacció és la que es considera que es dona per a la formació d'àcid nítrós.



Com que l'àcid nítrós és un reactiu, però també un producte, a la vegada també té lloc la descomposició d'aquest formant òxids de nitrogen i aigua.



Aquesta reacció és la suma de les dues anteriors, o sigui la global. Degut a que la reacció de descomposició de l'àcid nítrós és molt més lenta que la de formació d'aquest, es considera que no quedarà  $\text{NO}_2$  ni àcid nítrós present, ja que a mesura que es vagin formant, aquests aniran reaccionant. Per tant, globalment, de productes s'obtidran: PNP, aigua, àcid nítric i NO.

## DESCRIPCIÓ DETALLADA DELS EQUIPS

### • Tanc de dissolució d'àcid nítric (M-301a)

Aquest tanc és necessari per a dissoldre l'àcid nítric comprat amb una concentració del 70% amb aigua de servei per tal d'assolir una concentració del 15%. Això és degut a que per a dur a terme la reacció és imprescindible utilitzar nítric amb aquesta concentració.

Per a dissenyar aquest tanc s'ha partit de la quantitat d'àcid nítric diluït que necessita cada reactor (n'hi ha 3 i cadascun difereix dels altres en dues hores d'operació). En aquest tanc entra a més una recirculació d'àcid nítric provinent de l'evaporador (E-401a) que entra a una concentració aproximadament del 15 %. Per tant, per aconseguir aquest percentatge de nítric s'han tingut en compte les dos entrades de nítric i les seves concentracions i cabals, diluint amb l'aigua necessària.

- **Bescanviador de calor (E-301a)**

Degut a que la primera etapa de la reacció s'ha de dur a terme a 2°C, es refreda l'àcid nítric al 15% des de temperatura ambient fins a aquesta temperatura. Això és degut a que aquest component representa un 90% dels reactius, de manera que es considera que refredant-lo, la mescla dins del reactor ja estarà a 2°C; i així s'estalvia el temps de preescalfament dels reactius.

Per al disseny d'aquest bescanviador s'ha establert que sigui de carcassa i tubs fent que l'àcid nítric passi per tubs i el refrigerant per carcassa degut a que l'àcid nítric és el fluid corrosiu i calent. Com a refrigerant s'ha escollit una mescla d'aigua i glicol al 30%, de manera que permet treballar a temperatures inferiors a 0°C ja que amb aigua seria molt difícil refredar fins a 2°C.

- **Reactor (R-301/303a)**

El disseny del reactor s'ha realitzat a partir de procediments experimentals i fent un escalat de manera que es permeti la producció de paracetamol desitjada de 6000Tn/any. Així, s'ha obtingut un volum de 47,5m<sup>3</sup>, que sobredimensionant un 15% són uns 54,3m<sup>3</sup>. Degut a que és un procés que s'ha de dur a terme de forma discontinua, ja que s'ha de fer una càrrega de reactius, deixar que reaccionin durant un total de 5h i després descarregar els productes, s'ha decidit dividir aquest volum en 3 reactors. D'aquesta manera, com que la durada d'un cicle és de 6 hores aproximadament, quan el primer reactor porti 2 hores d'operació es procedirà a carregar el segon, i quan aquest també porti 2 hores operant, es carregarà el tercer, i així consecutivament. Això evita l'aturada de la planta a l'hora del temps de càrrega i descàrrega ja que sempre hi haurà un reactor treballant. Per tant, cada reactor tindrà un volum de 19,6 m<sup>3</sup> amb una alçada de 4m i un diàmetre de 2,5m.

Cada reactor, a més a més disposarà d'una sèrie d'elements: un sistema de bescanvi de calor, aïllant, agitador i difusor.

El sistema de bescanvi de calor serveix per a mantenir la temperatura a 2 °C durant la primera etapa de reacció. Això és degut a que les reaccions són fortament exotèrmiques de manera que si no s'intercanviés el calor generat, la temperatura del tanc ascendiria considerablement. S'ha escollit treballar amb una mitja canya ja que la superfície de bescanvi és major que en una camisa i és més coherent utilitzar una mitja canya enlloc d'un serpentí ja que a l'interior del reactor hi ha d'haver un agitador. El fluid refrigerant utilitzat també és una mescla d'aigua i glicol al 30 % que entra a -13°C i surt a -5°C, com en el tanc de dissolució d'àcid nítric.

L'aïllant del reactor serveix per al cas de la segona etapa de reacció, ja que quan acaben les dues hores de la primera el sistema de bescanvi de calor deixa de funcionar per a que la temperatura pugi esporàdicament fins a 15°C, i d'aquesta manera es mantingui en aquestes condicions durant tres hores més. S'ha escollit l'aïllant *Manta*

*Spintex 322-G-70*, la qual consisteix en una manta de llana de roca amb malla metàl·lica d'acer galvanitzat per la seva cara exterior i el qual s'utilitza per equips, forns, calderes, etc. El gruix necessari és de 100mm considerant que el revestiment exterior és pintat.

L'agitador és necessari per a que la mescla sigui tot l'homogènia possible, ja que es tracta d'un reactor multifàsic al contenir: òxids de nitrogen dissolts en l'àcid nítric (gasos), àcid nítric i fenol (líquids) i els productes que es van formant que són sòlids. D'aquesta manera, al tenir una mescla força viscosa, s'escull un agitador tipus turbina compostat per dos impulsors tipus *hub-mounted flate-blade turbine*. La potència necessària del motor és de 33,26kW.

Una cosa a tenir en compte a l'hora de tenir un agitador, és la formació de vòrtex. Per evitar-ho, es decideix col·locar 4 bafles verticals repartits pel reactor.

El difusor serveix per a la dispersió de nitrogen utilitzada per inertitzar el reactor.

Com que aquest primer reactor (R-301a, R-302a i R-303a) treballa en discontinu i la resta de la planta opera en continu, la sortida dels tres reactors va a un tanc pulmó en el que s'inicia el procés treballant en continu.

- **Tanc pulmó (M-302a)**

Aquest equip serveix per a passar d'operar de discontinu a continu. Així, permetrà emmagatzemar les produccions provinents dels reactors de manera que es podrà fixar un cabal de sortida del tanc pulmó i així continuar el procés de forma contínua.

Per a fer el disseny s'ha partit del cabal màssic de PNP que es necessita per a la segona etapa de reacció i de que cada 2 hores es carrega el volum d'un reactor al tanc. Per tant, si per cada reactor entren 16846kg totals al tanc i es necessita un cabal per a la centrífuga (que és el que va després) de 9429,9kg/h, com a molt el volum total del tanc pulmó s'ha fixat que sigui el d'un reactor i mig, perquè mentre es carrega la producció d'un reactor, la de l'anterior ja s'està descarregant. Finalment, el volum és de 28,3m<sup>3</sup> amb un diàmetre de 3m i una altura de 4m.

Aquest tanc també disposa del mateix tipus d'agitador que el reactor, ja que la mescla és la mateixa, però en aquest cas té una potència de 50,12kW.

#### 1.4.1.2. Segona zona de reacció (àrea 300b)

Els reactius necessaris són el p-nitrofenol format en la primera reacció, hidrogen gas i àcid acètic anhidre i els equips que integren aquesta àrea són: un tanc de dissolució de p-nitrofenol amb àcid acètic glacial, un bescanviador de calor i un reactor en continu de tanc agitat amb entrada d'hidrogen bombollejant amb fines partícules de catalitzador (*slurry*).

De la mateixa manera que en l'anterior zona de reacció abans d'explicar els equips un per un, es descriuen les condicions en que tindran lloc la hidrogenació i l'acetilació.

#### CONDICIONS DE LA SEGONA I TERCERA REACCIÓ

Per aquestes dues reaccions és preferible treballar a altes temperatures i pressions majors a l'atmosfèrica, tot i que també es podria dur a terme a temperatura ambient però obtenint pitjors resultats de conversió i puresa del producte final. L'hidrogen es va alimentant bombollejant mantenint constant la pressió.

S'ha escollit com a temperatura d'operació 100°C i 500 psig de pressió, basat en els percentatges de conversió de PNP a APAP, temps de residència i la menor formació de color (patent 5,648,535).

El medi de reacció pot ser format per aigua, àcid acètic o altres àcids orgànics, mescla d'aigua-isopropanol o per algun altre medi inert, és a dir, un medi que actuï com a diluent sense reaccionar amb els reactius ni amb els productes. Alternativament, el solvent pot ser un compost que pugui reaccionar amb una petita molècula podent formar algun subproducte de la reacció, com per exemple alcohols com l'etanol, butanol que poden reaccionar amb l'àcid després de la reacció següent d'acetilació.

S'utilitzarà àcid acètic glacial com a diluent del PNP abans d'introduir-lo en el reactor i fent la funció també de medi de reacció. S'ha decidit utilitzar àcid acètic glacial perquè en la reacció d'acetilació de PNP amb anhidre acètic es forma àcid acètic que després es podrà recuperar i tractar per poder reciclar-lo en forma d'àcid acètic glacial. A més, s'ha observat que el rendiment de la reacció és major si es treballa amb excés d'anhidre acètic (0,9 mols d'anhidre acètic/mols PNP).

#### DESCRIPCIÓ DETALLADA DELS EQUIPS

- **Tanc de dissolució de p-nitrofenol amb àcid acètic glacial (M-301b)**

Abans d'introduir el p-nitrofenol que surt de cues de la columna d'arrossegament C-402a, aquest cal dissoldre'l en un dissolvent orgànic i en medi lleugerament àcid, ja que el p-nitrofenol temperatures inferior a 113 °C es troba en fase sòlida i, per tant,

interessa que aquest es trobi totalment soluble en tot moment en el reactor. A més l'àcid acètic glacial també actua com a medi de reacció i en l'acetilació també es forma àcid acètic com a subproducte. Per tant, amb una bona separació posterior (Àrea 400b) es pot aconseguir recuperar l'àcid acètic glacial utilitzat per dissoldre el p-nitrofenol i, a més, se'n pot vendre una part com a subproducte.

- **Reactor (R-301b)**

El disseny del reactor s'ha realitzat a partir de procediments experimentals i fent un escalat de manera que es permeti la producció de paracetamol desitjada de 6000Tn/any. En el reactor que treballa de manera continua tenen lloc dos reaccions consecutives: la hidrogenació del p-nitrofenol i l'acetilació del p-aminofenol.

Aplicant el balanç de matèria, s'ha obtingut un volum de  $2.67 \text{ m}^3$ , al ser un reactor que treballa amb fase gasosa es sobredimensiona un 25% per tal de deixar un espai superior on es pugui distribuir el gas no reaccionat. Tenint en compte això i el volum ocupat pel serpentí intern es torna a calcular el volum del reactor sent aquest de  $3,53 \text{ m}^3$ , per tant l'alçada del reactor serà de 2 m i 1,5 m de diàmetre intern.

Bibliogràficament (patent 5,648,535) s'ha observat que de manera experimental per obtenir rendiments òptims en les reaccions que es duen a terme calen unes condicions determinades dins el reactor.

- Temperatura d'operació de  $100^\circ\text{C}$ .
- Pressió de 34,5 atmosferes.

Per augmentar encara més la velocitat de reacció s'utilitza un catalitzador (1% de Pd/C), en forma de gra. La vida útil del catalitzador és suficient per només haver-lo de canviar quan es faci la parada de manteniment de la planta.

Es tracta d'un reactor trifàsic i, per tant, presenta algunes característiques que cal esmentar: Els reactius líquids entren de forma contínua al reactor mitjançant una canonada regulada per una vàlvula, en canvi l'hidrogena entra al reactor mitjançant una pala difusora que el distribueix de manera homogènia per tot el reactor. Una altra característica és la instal·lació d'una reixeta en la secció de pas de la canonada de sortida de productes, per evitar la pèrdua de catalitzador.

El sistema de bescanvi de calor serveix per a mantenir la temperatura del reactor a  $100^\circ\text{C}$  degut a que globalment les reaccions produïdes desprenen una gran quantitat de calor. El sistema de bescanvi escollit es un serpentí intern, ja que amb l'opció de la mitja canya no s'obtenia suficient àrea per poder bescanviar tot el calor generat. El fluid

refrigerant utilitzat es aigua de refrigeració provinent de les torres de refrigeració amb una temperatura d'entrada de 20°C i una de sortida de 45°C.

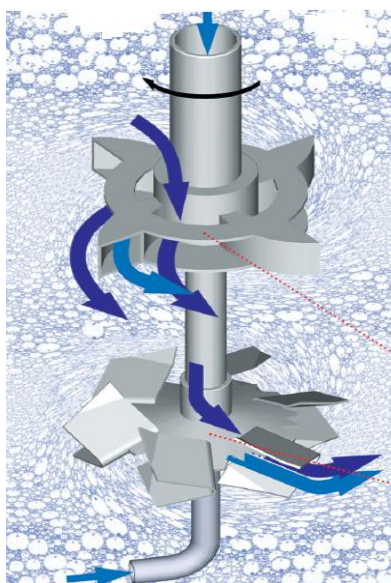
L' aïllant del reactor té com a finalitat minimitzar les pèrdues de calor per convecció a través de les parets i fons del reactor. S'utilitza com a aïllant Manta Spintex 322 G-27 amb un gruix de 40 mm

El sistema de dispersió i d'agitació són paràmetres clau sobretot per la bona absorció de l'hidrogena en la mescla, i així obtenir bons rendiments en la reacció d'hidrogenació. L'hidrogen gas a de ser absorbit en la mescla orgànica, alhora que el catalitzador es manté en suspensió. El PNP i l'hidrogena reaccionen quan es troben en un llot actiu en el catalitzador.

L'hidrogen que no ha reaccionat arriba a la superfície del reactor. Quan la pressió d'aquest espai superior del reactor es igual a la pressió d'entrada, l'alimentació d'hidrogen s'atura fins que l'hidrogena superficial és reabsorbit en la mescla.

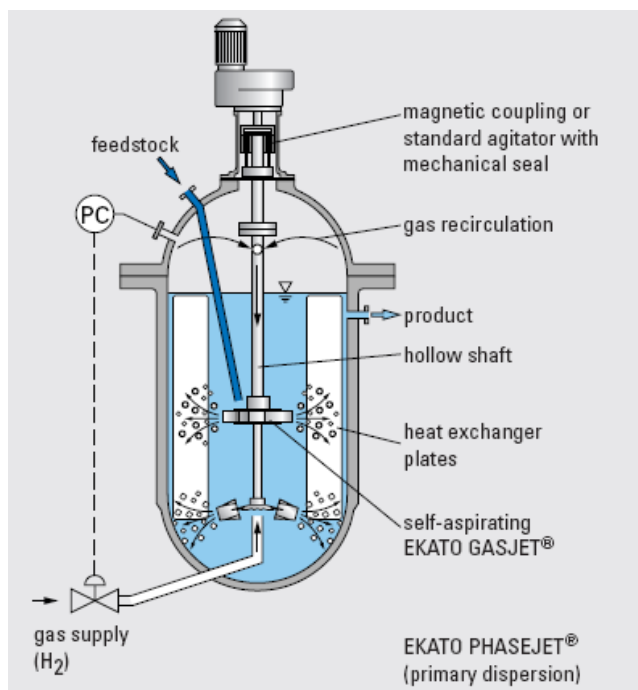
Per tant, el sistema de dispersió i d'agitació són paràmetres clau per la bona absorció de l'hidrogena en la mescla i així obtenir bons rendiments de reacció.

El sistema utilitzat està format per una pala de nou disseny, que re introduceix per ella mateixa el gas que es troba en la superfície, ja que actua com una turbina interna, re circulant el gas en el líquid mitjançant l'eix buit de l'agitador (**Figura 6**).



**Figura 6.** Esquema sistema agitació /dispersió reactor R-301b

L'alimentació de l'hidrogena es realitza per la pala principal, experimentant una agitació molt intensa que fa augmentar la transferència de matèria deslligui (veure **Figura 7**). A més a més d'implantació d'aquest sistema millora la transferència de calor cap al sistema de bescanvi, i suprimeix l' instal·lació de bafles.



**Figura 7.** Esquema funcional del reactor hidrogenació/Acetilació

- **Tanc M-302b**

Aquest tanc és necessari ja que el corrent d'entrada d'aquest tanc prové del reactor R-301b que es troba a alta pressió i, tot i que, en sortir el corrent baixa la pressió no és aconsellable introduir-lo directament al següent equip (cristal·litzador CR-401b). Per això en aquest tanc se li ha fixat un temps de residència de 17,4 minuts, més de 100 vegades superior al corresponent al temps de mescla calculat amb les equacions utilitzades en els tancs de mescla.

El volum d'aquest es sobredimensiona un 20% obtenint un valor de  $1,2 \text{ m}^3$  i també es sobredimensiona un 50% la seva pressió de disseny resultant de 1,65 bar, ja que en aquest cas és un paràmetre clau. La temperatura d'entrada a aquest tanc és la de sortida del reactor (R-301b), és a dir,  $100^\circ\text{C}$ . Per comprovar que en baixar la pressió a la sortida del reactor, la temperatura d'aquesta mescla no es veu afectada s'ha utilitzat el simulador *Hysis* i s'ha comprovat com en aquest cas ni es produiria evaporació de cap dels compostos ni disminueix la temperatura.

Aquest tanc de mescla disposa d'un agitador de turbina de doble pala i d'una camisa per a la que circula aigua de refrigeració de torres ( $20^\circ\text{C}$ ). Mitjançant aquest bescanvi de calor s'aconsegueix disminuir la temperatura d'operació fins a  $70^\circ\text{C}$ . Interessa disminuir la temperatura lleugerament, ja que la temperatura d'operació del cristal·litzador és de  $15^\circ\text{C}$  i si entrés al cristal·litzador a  $100^\circ\text{C}$ , aquest no seria

capaç de bescanviar el calor. A més, no és recomanable en la cristallització realitzar un salt tèrmic major a 70 °C.

### 1.4.2. Zona de separació i de purificació

Per qüestions pràctiques en el procés s'ha decidit en aquesta planta constituir conjuntament les àrees de separació i purificació.

Com en el cas de la zona de reacció, la zona de separació i purificació també es troba repartida en dos àrees diferenciades, seguint cada una d'elles la seva àrea de reacció corresponent. Així doncs, l'àrea 300a de la primera reacció va seguida de la zona 400a i l'àrea 300b precedeix la 400b.

La principal funció d'aquestes àrees és la separació i purificació dels productes desitjats, ja siguin productes intermedis (àrea 400a) o productes finals (àrea 400b), de la mescla de sortida dels dos reactors. Així, a més d'aconseguir separar el producte d'interès també es poden recircular altres productes (àcid nítric, àcid acètic, èter isopropílic, aigua, etc.) després de separar-se de la mescla reactant.

#### 1.4.2.1. Primera zona de separació i purificació (àrea 400a)

Aquesta àrea consta d'una centrífuga que treballarà en continu, una columna de destil·lació de plats amb els seus respectius reboiler i condensador, un bescanviador de calor, un evaporador vertical, un tanc de mescla i una columna d'arrossegament amb vapor amb el seu respectiu condensador per poder condensar els vapors que surten per caps d'aquesta.

### DESCRIPCIÓ DETALLADA DELS EQUIPS

- **Centrífuga contínua (CT-401a)**

El corrent d'alimentació d'aquesta és el que prové del tanc pulmó (M-302a) que precedeix el reactor on es realitza la nitració (primer reactor) i s'introdueix de tal manera que el flux de massa quedi en el centre del tambor produint una capa uniforme en la part inferior.

Aquesta centrífuga treballa en continu i a més de realitzar l'operació de separació també realitza un rentat del corrent sòlid mitjançant aigua de procés (806,67 kg/h) per

eliminar les possibles restes de la solució aquosa adherida al sòlid. Aquesta tindrà tres sortides: una de corrent sòlid impregnat de solució aquosa, un de líquid i una purga de líquid.

El rendiment de separació de la centrífuga CT-401a de la part sòlida (p-nitrofenol, o-nitrofenol, dinitrofenol i tars) és del 95%. En canvi, la massa sòlida conté entre un 30 % en pes d'humitat provinent de l'aigua de rentat i de la solució aquosa (àcid nítric i aigua) que prové del tanc pulmó que alimenta la centrífuga. Aquest tipus de centrífugues tenen una velocitat de rotació constant, per aquest motiu utilitzen menys sistemes de control.

- **Bescanviador (E-401a)**

Aquest bescanviador de carcassa i tubs té la finalitat d'aprofitar un corrent calent (a 80°C) provinent de l'evaporador EV-401a per escalfar el corrent provinent de CT-401a (a 20°C) abans que aquest entri a la columna C-401a. Aquest és necessari ja que la columna necessita treballar a altes temperatures (la temperatura de cues de la columna C-401a és de 120°C) i així es facilita que l'aliment entri més calent. Tot i així, amb aquest bescanviador no serà suficient i se n'haurà de posar un altre (E-402a). Amb aquest bescanviador E-401a s'aconsegueix passar d'una temperatura de 20°C a 45°C.

- **Bescanviador (E-402a)**

Aquest bescanviador de carcassa i tubs s'utilitza per aconseguir que la mescla que ha d'entrar a la columna C-401a assoleixi una temperatura de 80°C. Com s'ha explicat anteriorment, és necessari disposar d'aquest ja que el bescanviador previ només permet escalfar la mescla fins a 45°C, per tant, utilitzant oli tèrmic a 100°C com a fluid d'escalfament s'aconsegueix escalfar la mescla de 45°C a 80°C.

- **Columna de destil·lació de plats (C-401a)**

Aquesta columna separa la fase orgànica (composta per PNP, ONP, Diazo, Tars i fenol) de l'aigua i l'àcid nítric. Aquests compostos provenen de la fase líquida de la centrífuga CT-401a que prèviament ha separat el PNP solidificat de la fase aquosa. En aquest cabal de líquid hi ha 2 components que interessa separar:

- L'àcid nítric amb aigua (que s'haurà de concentrar posteriorment evaporant part de l'aigua).
- El PNP no solidificat que es manté en estat líquid

Per fer-ho possible s'ha realitzat una torre de rectificació, ja que la diferència entre les volatilitats relatives dels compostos permet separar amb facilitat l'aigua i l'àcid nítric de la resta de components de la fase orgànica. L'àcid nítric i l'aigua s'evaporaran i aquest també mantindrà la mescla orgànica en estat líquid.

La mescla evaporada s'anirà enriquint plat a plat fins que arribi al condensador total, on es condensarà completament la mescla vapor d'aigua i àcid nítric. Com que la concentració de nítric no és la desitjada a la sortida de caps caldrà evaporar part de l'aigua amb vapor per concentrar l'àcid nítric.

La mescla que surt per cues és una mescla de PNP, ONP, diazo, tars, diNP, fenol, àcid nítric i aigua que aniran al tanc mesclador M-401a on es mesclarà la part sòlida de la centrífuga CT-401a amb la del corrent líquid de cues.

La columna treballarà a pressió atmosfèrica i una temperatura de 105-120°C amb un nº de plats 12 i l'aliment s'entra al desè plat. La columna té una alçada de 6 metres i un diàmetre de 1,3 metres.

- **Tanc de mescla (M-401a)**

La funció d'aquest tanc és mesclar el corrent de sòlids de sortida de la centrífuga (CT 401a) amb el corrent de cues de la columna de destil·lació d'aigua i àcid nítric (C-401a). Així doncs en aquest, es barrejaran l'àcid nítric i aigua que impregnen el sòlid que surt de la centrífuga, el paranitrofenol, l'ortonitrofenol, el dinitrofenol, tars de sortida de la centrífuga amb els components que surten per cues de la columna anterior (fenol, paranitrofenol, ortonitrofenol, dinitrofenol, diazo, aigua i àcid nítric). Tota aquesta mescla serà portada al següent equip C-402a (columna d'arrossegament amb vapor).

S'han realitzat els càlculs per tal que el temps de residència sigui com a mínim 10 vegades superior al de mescla. Finalment, s'ha fixat un temps de residència de 14,3 minuts, sent aquests més que suficients per assegurar una completa mescla homogènia. El volum d'aquest és de 480 litres (sobredimensionant un 15%) tenint en compte el temps de residència fixat i el cabal d'entrada. Aquest tanc de mescla com els altres de la planta és de forma cilíndrica amb capçals i fons toricsfèrics. També consta d'un agitador del tipus turbina de sis pales que treballa a una potència de 800 W i amb una velocitat d'agitació de 476,2 rpm. S'ha escollit com a material AISI-304.

La temperatura a la que operarà serà aproximadament a 90 °C ja que és a la temperatura a la que cal entrar a la columna C-402a. Per això, aquest tanc de mescla disposa d'un bescanviador de calor en forma de mitja canya mitjançant oli tèrmic, per aportar la calor necessària per escalfar la mescla fins a 90 °C.

- **Evaporador vertical (EV-401a)**

Es tracta d'un evaporador de tubs verticals la funció del qual és evaporar part de l'aigua de la mescla aiguacuit nítric procedent de la columna C-401a per obtenir l'àcid nítric al 15% en pes per poder reaprofitar-lo en el procés (reacció de nitració).

L'evaporador treballa a pressió de 5 atm i té un àrea d'intercanvi és  $12,6 \text{ m}^2$ , repartida en 40 tubs de 46 mm de diàmetre. El vapor anirà per tubs a una temperatura de  $160^\circ\text{C}$  i evaporarà part de l'aigua de l'aliment, que entra a  $80^\circ\text{C}$  per poder obtenir l'àcid nítric al 15%.

- **Columna d'arrossegament amb vapor (C-402a)**

L'objectiu d'aquesta columna és separar el p-nitrofenol de tota la mescla que prové del tanc de mescla M-401a i, per tant, també aconseguir la purificació d'aquest. El p-nitrofenol obtingut per cues es mesclarà en el tanc de mescla M-301a amb àcid acètic glacial, fent que aquest es trobi totalment soluble abans d'entrar al reactor d'hidrogenació i acetilació. La columna pot ser de plats o bé de rebliment, en aquest cas s'ha dissenyat una columna de plats perforats.

Aquesta columna és molt especial ja que com el seu nom indica el vapor d'aigua s'emportarà els compostos afins a l'aigua (compostos que fan ponts d'hidrogen amb l'aigua) obtenint un compost pràcticament pur per cues i la resta en fase vapor per caps. Aquest tipus de destil·lació l'aigua vaporitza selectivament els components volàtils d'una mescla formada per l'aigua i altres components a priori "no volàtils" mitjançant una injecció de vapor d'aigua directament a la mescla. La mescla vapor, un cop condensada, presentarà 2 fases pràcticament insolubles. Per aquest motiu s'ha escollit aquest tipus de columna ja que permet també separar qualsevol compost que faci una mescla azeotròpica amb l'aigua com ho demostra en l'article "*hydrodynamics and mass transfer in heterogeneous distillation with sieve tray column*", escrit per H.R. Mortaheb, H. Kosuge i K. Asano, de la *Chemical Engineering Journal* de l'any 2002.

El vapor entra per sota de columna a  $160^\circ\text{C}$  i l'aliment que prové de tanc de mescla M-401a, entra al plat nº 18 amb una temperatura de  $90^\circ\text{C}$ . La columna té 27 plats de 6,75 metres d'alçada i 0,8 metres de diàmetre. Per condensar la mescla per caps s'utilitzarà un condensador total amb una àrea de bescanvi de  $42,2 \text{ m}^2$  amb 2,5 metres de longitud i 0,5 m de diàmetre.

#### **1.4.2.2. Segona zona de separació i purificació (àrea 400b)**

Aquesta àrea consta inicialment d'un tanc que precedeix el reactor R-301b, en el que s'estabilitza la pressió del líquid a la pressió atmosfèrica per poder entrar el següent equip (CR-401b). Després del tanc, es troba un cristal·litzador de paracetamol, una

centrífuga, una extracció multietapa, una columna de destil·lació amb els seus respectius condensador i reboiler. Seguidament, es realitza una segona cristal·lització i la separació del sòlid i el líquid mitjançant una centrífuga.

Finalment, el paracetamol que no ha cristal·litzat ni en la primera ni en la segona cristal·lització, s'escalfa en un tanc de dissolució per a després realitzar-se una tercera cristal·lització també per refredament, podent recuperar així el paracetamol perdut en les anteriors i permetent la separació d'aquest de les restes de p-nitrofenol que no han reaccionat provinents del segon reactor que no s'han pogut separar abans.

### DESCRIPCIÓ DETALLADA DELS EQUIPS

- **Cristal·litzador (CR-401b)**

L'aliment d'aquest és la sortida del tanc M-301b. La funció del cristal·litzador CR-401b de paracetamol és tant la separació d'aquest de la mescla de sortida del segon reactor, en la que es troba barrejat amb traces de p-nitrofenol que no han reaccionat, àcid acètic i aigua, com la seva purificació, així com també per obtenir aquest en un estat sòlid més estable. Així doncs, les funcions són: separació, purificació i obtenir el paracetamol en un estat sòlid cristal·lí estable.

En aquest equip es cristal·litza la major part del producte, obtenint un rendiment de cristal·lització del 83,74% de recuperació de solut anhidre, calculat amb les dades de solubilitat de paracetamol en aigua i en àcid acètic.

La cristal·lització es du a terme creant sobresaturació per refredament (baixant la temperatura fins a 15 °C tal i com s'ha trobat bibliogràficament en (patent 5,648,535) sense evaporació apreciable i a pressió atmosfèrica. El medi està format per àcid acètic i aigua, sent majoritari l'àcid acètic, en el qual el paracetamol té major solubilitat, fet que fa que no es pugui aconseguir un rendiment major en aquestes condicions.

L'operació en tots ells es realitza en continu i amb un temps de residència de 1,39 hores calculat a partir de la velocitat de creixement dels cristalls suposada de  $10^{-8}$  m/s i considerant una grandària mitjana d'aquest de 200µm (patent US6692768).

El volum de CR-401b és de 4,45 m<sup>3</sup>, calculat tenint en compte el temps de residència (1,39 hores), el cabals de líquid i sòlid i les seves respectives densitats i sobredimensionat un 20%.

Per tal d'afavorir la formació del precipitat, el cristal·litzador està equipat amb un agitador tipus àncora, per arrossegar tots els cristalls que puguin haver quedat

incrustats en les parets de l'equip. La velocitat d'agitació és lenta (30 rpm) per evitar malmetre els cristalls formats.

La temperatura a la que entra la mescla és de 70 °C. Per aconseguir refredar la solució l'equip disposa d'una camisa refrigerant en forma de mitja canya, per la que entra aigua glicolada de servei a -13 °C i surt a -5 °C.

El corrent que surt del cristal·litzador, anomenat magma, és la mescla del corrent líquid (àcid acètic, aigua i p-nitrofenol i paracetamol que segueixen solubles en la solució) i el corrent sòlid (paracetamol cristal·litzat). Aquest és conduït a la centrífuga CT-401b on es separen els sòlids.

- **Centrífuga (CT-401b)**

El funcionament d'aquesta és similar al de la centrífuga anterior amb la diferència que en aquesta no hi ha purga d'aigua de rentat. Així doncs, aquesta té dos sortides: la de paracetamol sòlid impregnat amb àcid acètic i aigua i la de líquid (aigua, acètic, paracetamol no cristal·litzat i p-nitrofenol soluble).

Aquesta també treballa en continu i els rendiments de separació de sòlid és també del 95%, contenint aquest un 30% d'humitat (aigua i acètic).

El corrent líquid de sortida es porta a un equip d'extracció EX-401/410b i el corrent sòlid és conduït als *filtres nucha* (FN-501/503) on aquest s'acabarà d'assecar retirant totalment tot el líquid que conté encara.

- **Extracció (EX-401/410)**

L'entrada d'aquest equip és el corrent líquid provinent de la centrífuga CT-401b juntament amb el cabal de purga de la centrífuga CT-402b són tractats en un extractor de 10 etapes en flux contracorrent.

L'objectiu és extreure l'àcid acètic, el paracetamol i el PNP continguts en una solució aquosa, utilitzant com a solvent èter isopropílic. Per tant, l'extracte estarà format pel solvent, la major part d'àcid acètic, paracetamol i restes de p-nitrofenol i el refinat majoritàriament format per aigua i restes dels components orgànics.

Així, es pot separar la major part de l'aigua (refinat). L'extracte, és a dir, la fase orgànica després passarà per una columna de destil·lació (C-401b) on es pot recuperar i recircular l'àcid acètic al 98% necessari pel segon reactor i l'èter isopropílic per també poder-lo tornar a utilitzar.

Cada etapa correspon a un mesclador (Mixer) seguit d'un decantador (Settler) on l'aliment i el solvent entren en contracorrent. Degut a la gran quantitat d'aliment a

tractar i per motius de disseny i d'operació, s'ha decidit dividir el corrent principal en dos corrents d'igual cabal (by-pass) i realitzar l'extracció en paral·lel.

Per realitzar l'extracció s'utilitza l'èter isopropílic com a solvent, ja que les seves propietats són òptimes per la realització del procés.

- ✓ Immiscibilitat en aigua: Bibliogràficament s'ha trobat que la solubilitat del èter isopropílic en aigua es de 0,2 gr de èter per cada 100 ml d'aigua en condicions normals ( $T=20^{\circ}\text{C}$  i  $P=1\text{atm}$ ).
- ✓ Alta volatilitat: Per realitzar seguidament una bona separació dels components de l'extracte mitjançant una destil·lació, es volia trobar un dissolvent amb una diferencia de volatilitat bastant significativa amb la resta de components ( $T_{\text{eb}} = 69^{\circ}\text{C}$ ).
- ✓ Econòmicament viable: El preu del èter isopropílic, es bastant moderat la qual cosa ajuda a reduir costos de matèries primeres.
- **Mesclador (mixer)**: El temps de residència fixat ha estat de 3 minuts i a partir d'aquest i el cabal a tractar s'ha dimensionat el mixer. Un dels paràmetres clau per a fer una bona extracció líquid-líquid, és que hagi un bon contacte entre les fases, per així tenir una bona transferència de matèria entre fases. Tenint en compte aquests aspectes i les propietats de la mescla s'ha escollit un agitador tipus turbina treballant a una velocitat d'agitació de 1750 rpm.
- **Decantador (settler)**: El decantador utilitzat per cada etapa en el Mixer-Settler realitza la separació de fases mitjançant la força de la gravetat i utilitza com a paràmetres de disseny la densitat, la viscositat i el cabal volumètric de les dues fases. S'ha decidit que el seu disseny sigui vertical i amb un temps de residència de 217,9 segons.

- **Columna de destil·lació (C-401b)**

La funció d'aquesta és separar l'èter isopropílic i l'àcid acètic glacial (àcid acètic al 98%) per poder reaprofitar-los en el procés. L'èter es recuperarà per poder tornar a ser utilitzat com a extractor en l'extracció i l'àcid acètic glacial per solubilitzar el p-nitrofenol abans d'entrar el reactor d'hidrogenació i acetilació.

La solució és evaporar els compostos més volàtils (Aigua, èter isopropílic i àcid acètic glacial) dels menys volàtils (APAP i PNP) mitjançant una columna de rectificació i condensant el vapor resultant en 2 fases:

- Primer es condensa només aigua i àcid acètic, ja que aquest compostos tenen temperatura d'ebullició  $100^{\circ}\text{C}$  i  $120^{\circ}\text{C}$  respectivament. Aquests es condensen a  $80^{\circ}\text{C}$  amb un condensador parcial (E-401b). Aquest condensador, permet

condensar l'aigua i l'àcid acètic, però no l'èter isopropílic que segueix en fase vapor. El líquid condensat es retorna íntegrament a la columna.

- Finalment, el vapor d'èter com que no ha condensat en E-401b, ja que aquest condensa a 69°C, es circula cap a un altre condensador (E-402b). Aquest condensador és total i condensa l'èter fent-lo sortir a una temperatura de 40°C. El condensador té un àrea de 2,2 m<sup>2</sup> amb una longitud de 3m i un diàmetre de 0,45m.

Un cop retornat, l'aigua i l'acètic sortiran per una sortida lateral abans d'arribar al plat de l'aliment. Aquesta es realitza al plat nº 9 per què la fracció massica d'acètic és del 98% i permet aprofitar-lo per al procés o per vendre.

A cues, el reboiler (E-403b) evapora l'àcid acètic, l'aigua i l'èter i manté en estat líquid el PNP, l'APAP i una part d'acètic que s'introdueixen al cristal·litzador CR-401b, passant abans per un intercanviador de calor (E-404b). Aquest reboiler escalfa amb vapor a 160°C mitjançant un àrea de bescanvi de 10,6m<sup>2</sup> amb una longitud de 3,25m i 0,61m de diàmetre.

- **Bescanviador (E-404b)**

Aquest bescanviador difereix dels altres ja que enlloc de ser de carcassa i tubs és de doble tub. Això és degut a que l'àrea requerida és menor de 2 m<sup>2</sup>, concretament és de 1,21m<sup>2</sup>, de manera que s'ha d'utilitzar un bescanviador d'aquest tipus. L'objectiu d'aquest és refredar la mescla provinent de la C-401b, ja que es troba a una temperatura de 110°C i si entrés directament al cristal·litzador CR-402b aquest no disposaria de prou àrea per bescanviar el calor de 110 °C a 15°C. D'aquesta manera, el bescanviador de doble tub permet refredar de 110°C a 75°C la mescla que surt per cues mitjançant aigua provinent de torres de refrigeració a 20 °C.

- **Cristal·litzador (CR-402b)**

Aquest segon cristal·litzador serveix per recuperar el paracetamol perdut amb les aigües mare en la primera cristal·lització. L'entrada d'aquest corrent prové de la columna de destil·lació C-401b, però abans d'introduir-se al cristal·litzador passa per un bescanviador de carcassa i tubs (E-404b) per disminuir la temperatura, ja que l'àrea de bescanvi requerida per baixar a la temperatura desitjada (15 °C) és superior a la disponible.

Per tant, la mescla entra a l'equip a una temperatura de 75°C i opera a 15 °C com en el cristal·litzador anterior. De la mateixa manera, aquest també treballa a pressió atmosfèrica.

Tot el funcionament i disseny s'ha realitzat de forma anàloga al cristal·litzador CR-401b. En aquest l'aliment consta d'àcid acètic (component majoritari), paracetamol,

traces de p-nitrofenol i un petit percentatge d'aigua. El rendiment obtingut en aquest és d'un 70,38 %.

En les aigües mares queda l'àcid acètic, aigua i traces de p-nitrofenol, que el estar en tant poca proporció és totalment soluble en la mescla aigua-acètic. El corrent de magma de sortida es separa i es renta amb aigua de procés a la centrífuga CT-402b.

El volum sobredimensionat un 20 % d'aquest cristal·litzador és de 1,495 m<sup>3</sup>. Aquest també consta d'una camisa per la que circula fluid refrigerant (aigua glicolada al 30%) provinent del grup de fred del que disposa la planta, entrant a -13 °C i sortint a -5 °C.

- **Centrífuga (CT-402b)**

Aquesta separa de manera contínua el sòlid cristal·litzat en CR-402b del corrent líquid. Com en les altres centrífugues el rendiment de separació del sòlid és d'un 95%, per tant, un 5% sortirà amb la solució d'àcid acètic i aigua. Com en els altres casos, el sòlid que en surt conté un 30% d'humitat. En aquest cas, també es disposa d'una purga en la que surt part de l'aigua, l'àcid acètic i traces de p-nitrofenol queden dissoltes en aquests solvents.

La sortida de líquids és enviada al tanc de dissolució (M-401b) i el corrent de purga entra a l'extracció i posterior destil·lació per l'obtenció d'àcid acètic glacial. El corrent de sortida de sòlids humit s'acaba de tractar mitjançant els filtres nucha.

- **Tanc de dissolució (M-401b)**

L'entrada d'aquest tanc de dissolució és la sortida de líquids de la centrífuga CT-402b en la que es separa el paracetamol cristal·litzat del solvent. Aquest tanc consta d'una camisa en forma de mitja canya per la que circula oli tèrmic de servei que entra a una temperatura de 100°C i surt a una temperatura de 85 °C per tal d'escalfar la mescla per ser seguidament recristal·litzat en un tercer cristal·litzador (CR-403b). Aquest tanc té unes dimensions de 49,98 litres amb un temps de residència de 10,35 minuts. El percentatge d'àrea de bescanvi utilitzada és d'un 49,1% de l'àrea de bescanvi disponible i un diàmetre de mitja canya de 104 mm.

Per tal d'aconseguir una dissolució perfectament homogeneïtzada consta d'un agitador de turbina de 6 pales.

- **Recristal·litzador (CR-403b)**

Com que les pèrdues de producte amb el corrent líquid en el segon cristal·litzador (CR-402b) encara són superiors a la que es pot admetre pel nostre procés.

Per aquest motiu, s'ha decidit recristal·litzar el paracetamol en aquest cas també per refredament sobtat, passant d'una temperatura de 85 °C (aconseguida en el tanc de dissolució anterior) a una temperatura de 15 °C, mantenint la pressió atmosfèrica.

El funcionament i disseny d'aquest és anàleg als altres dos cristal·litzadors, obtenint un volum sobredimensionat el 20% de 390 litres. En aquest cas s'obté un rendiment de recuperació de solut anhidre del 89,92 %.

Pel refredament d'aquest també s'utilitza una camisa en forma de mitja canya, però en aquest cas s'hi fa circular aigua del grup de fred que entra a 7 °C i surt a 12 °C. Per aquest, el material utilitzat també és AISI 304.

D'aquesta manera, amb les tres cristal·litzacions s'aconsegueix un rendiment global de recuperació de paracetamol cristall pur del 92,37 %.

#### 1.4.3. Zona de producte acabat (àrea 500)

Aquesta zona consta de 3 filtres nucha seguits d'un cicló cada un per a facilitar la evacuació del sòlid retengut al filtre nucha (paracetamol) de manera contínua i facilitar també el transport d'aquest fins a la zona d'emmagatzematge de producte final.

- **Filtres nucha (FN-501/503) i Ciclons (CC-501/503)**

La funció del **filtre nucha** és separar el sòlid i assecar-lo completament utilitzant condicions controlades de buit, pressió i temperatura. Aquests treballen en discontinu, per aquest motiu es disposa de 3 nuchas que operaran alternativament. Quan la primera estigui carregant, la segona es trobarà en funcionament i la tercera descarregant. Els corrents d'entrada a aquests equips són: sortida de sòlid de la centrífuga CT-401b, CT-402b i la sortida de magma del recristal·litzador CR-403b.

El seu disseny és completament tancat, evitant tot possible contacte amb l'atmosfera, fet que el fa idoni per a la filtració i l'assecatment d'aquest producte farmacèutic. El filtre Nucha treballa a pressió per batch i bàsicament consisteix en un equip dissenyat a pressió i a buit, amb una tela filtrant al seu interior. El recipient té una brida en la seva part inferior que permet desmuntar els fons inferior i incorpora un sistema especial d'agitació, reversible i d'altura regulable, que permet realitzar totes les operacions necessàries dintre de la fase de filtrat: preparació, suspensió, dissolució, allisat, compactat, espremer, remoure i rascat durant la descàrrega.

La seqüència típica de funcionament comença amb la càrrega del producte, que en el cas dels filtres nucha utilitzats i la quantitat de producte a entrar tarda 1,5 hores. En aquest temps es va formant la *torta* de productes sobre el filtre. Seguidament es despressuritza el recipient per forçar el filtrat del producte. En el cas dels filtres utilitzats i pels compostos presents, aquesta etapa dura 2 hores. Seguidament es procedeix a la descàrrega automàtica mitjançant l'aspiració i el buit a través del cicló, que té una durada d'una hora a realitzar-se .

A partir de la capacitat màxima de 6000 litres i sabent el cabal total que surt per hora, s'ha calculat que es tarda una hora i mitja en carregar tota una nucha. També s'han realitzat els càlculs per saber quanta estona d'operació es requereix, resultant aquesta d'aproximadament de dos hores i una hora per descarregar el sòlid mitjançant l'aspiració del buit. Per aquest motiu es requereixen 3 filtres nuchas i en conseqüència 3 ciclons. D'aquesta manera quan la primera està operant, la segona comença a carregar i quan acaba de carregar la segona, la tercera comença a omplir-se. Quan la primera ja ha acabat la descarrega, coincideix amb el moment en que aquest ha de tornar a iniciar-se la càrrega. Així doncs, operant utilitzant 3 nuchas i 3 ciclons permet seguir operant en continu, en aquest cas en semicontinu.

Els filtre nucha utilitzats són del model NUI-2.400-450 subministrats per la casa INGOR (Industrial Equipment Custom Manufactured). Aquests són equips dissenyats per realitzar de manera encadenada i automàtica les etapes de filtració, rentat i secat en una sola unitat. El material és AISI 304.

La seva capacitat és de 6000 litres amb una superfície de 4,50 m<sup>2</sup>, un diàmetre de 2,4 m i una alçada de 0,5 m. Pel seu funcionament requereix una potència de 18,7 kW.



**Figura 8.** Filtre nucha NUI-2.400-450

El nitrogen entra al filtre nucha amb una pressió de 7 bars a través d'una canonada que fa de col·lector amb uns bufadors que injecten el nitrogen amb tres tipus d'entrada. El nitrogen s'utilitza bàsicament en l'etapa de descàrrega.

Les tres línies d'entrada de nitrogen als filtres nucha són:

- Línia de compensació: és l'encarregada d'entrar el nitrogen que omple el filtre.
- Línia de fluïdització: és l'encarregada de provocar l'aspiració i l'arrossegament del producte. En aquesta línia el nitrogen juntament amb l'efecte venturi són els encarregats que el producte passi a través de la vàlvula de sortida, passant a la línia d'extracció.
- Línia de turbulència: és l'encarregada de bufar de manera seqüencial nitrogen a pressió i cabal alt per a poder elevar la torta de sòlid que pugui haver quedat encara incrustat, evitant així qualsevol tipus de neteja manual.

La bomba de buit treballa a una potència de 5,5 kW i baixa la pressió fins a 613 mbar.

La fase de descàrrega del filtre nucha es pot dividir en dos subfases:

**Fase 1:** Fase d'aspiració. En aquesta fase s'alça la pols de producte aspirant a través de la bomba.

**Fase 2:** Fase de turbulència. En aquest moment s'activa la línia de turbulència de nitrogen d'entrada a la nucha. El cabal de nitrogen total en aquesta fase és superior i de manera seqüencial per elevar les últimes incrustacions de producte.

La finalitat dels **ciclons** és facilitar el buidat dels filtres nucha i ajudar el transport fins a les sitges d'emmagatzematge. Aquesta descàrrega es realitza fent el buit mitjançant una bomba de buit i amb nitrogen. La bomba aspira el producte del filtre nucha a través del cicló, per això la nucha consta de tres línies de nitrogen per aspirar i arrossegar el producte. A més, el nitrogen serà el fluid gasós utilitzat en els ciclons, evitant malmetre el producte i la seva oxidació per contacte amb l'aire.

El disseny d'aquests és del *tipus zenc*, amb un diàmetre de 0,8 m, obtenint una eficàcia corregida del 99,2 % i una pèrdua de càrrega corregida de 20,57 N/m<sup>2</sup>. Aquests treballaran a condicions de buit (613 mbar) i a una temperatura mitjana de 20 °C. Cal destacar d'aquests ciclons, la presència d'un disc de ruptura en cada un d'ells. Els ciclons habitualment no tenen cap mena de disc de ruptura, però en aquest cas és totalment necessari per si es produís algun problema en l'aspiració del producte que podria provocar l'obturació de la vàlvula de sortida de la nucha i conseqüentment s'estaria realitzant el buit al cicló sense entrar-li producte. Per tant, si això passés hi hauria risc de que el material no resistís la pressió i malmetent l'equip.

#### 1.4.4. Zona de tractament de gasos (àrea 700)

Tal i com s'explica més detalladament en el tema de medi ambient, aquesta zona es divideix en dos processos, que es duen a terme en dos tipus de reactors:

- **Reactor d'oxidació de NO**

Aquest reactor és l'encarregat d'oxidar el monòxid de nitrogen emès pels reactors R-301/303a per tal de formar NO<sub>2</sub> i aquest poder ser recirculat a aquests i ser aprofitat en el procés. Aquesta oxidació s'aconsegueix fent passar la corrent de NO juntament amb una corrent d'aire que contingui exactament la quantitat d'oxigen estequiomètric necessari per a fer l'oxidació. Les condicions de treball són temperatures entre 20 i 30°C i pressions de 8 a 15 bar. Si interessa que la reacció sigui ràpida s'haurà d'utilitzar un catalitzador.

- **Reactor catalític selectiu**

Aquest reactor s'utilitza per a eliminar els NO<sub>x</sub> emesos en els tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric (àrea 100a) juntament amb una petita part del corrent de sortida de NO<sub>2</sub> del reactor d'oxidació que no és recirculat als reactors. La seva operació consta en afegir un corrent d'amoni diluït en aire per a que tingui lloc la reducció dels òxids de nitrogen a nitrogen i aigua. Per tal de poder dur a terme aquesta reacció és necessària la

presència d'un catalitzador (normalment  $V_2O_5$  sobre  $TiO_2$ ) i una temperatura de treball entre 300 i 450°C. També cal assegurar que la relació molar entre l'amoni i els òxids de nitrogen sigui 1.

#### 1.4.5. Zona de tractament de líquids (àrea 800)

Com s'explica en el tema de medi ambient, aquesta zona es divideix en tres processos que són els que es descriuen seguidament:

- **Procés Fenton**

Aquest procés està destinat a eliminar els compostos que no són biodegradables, majoritàriament compostos aromàtics. Aquest sistema es basa en la generació del radical hidroxil, el qual gràcies al seu poder oxidant és capaç d'oxidar els compostos difícils de tractar biològicament. Per a generar aquests radicals, és necessari disposar de dos reactius principals: aigua oxigenada i sulfat de ferro.

- **Reactor anòxic**

Aquest reactor és necessari per a l'eliminació dels nitrats presents en algun dels efluents. En aquest reactor no hi pot haver presència d'oxigen ja que si hi hagués oxigen, els bacteris encarregats d'eliminar els nitrats consumint matèria orgànica com a font de carboni preferirien l'oxigen com a acceptor d'electrons enlloc del nitrat i, per tant, aquest últim no seria eliminat.

- **Reactor aerobi**

Aquest reactor és l'encarregat d'acabar d'eliminar la matèria orgànica biodegradable que no s'ha eliminat ni en el procés Fenton ni s'ha consumit al reactor anòxic. Això és possible gràcies als bacteris heteròtrofs que consumeixen matèria orgànica en presència d'oxigen. En aquest reactor també hi haurà bacteris autòtrofs, consumeixen amoni en presència de  $CO_2$ . Per tant, aquest procés també servirà per a poder eliminar l'amoníac que format en l'oxidació de compostos orgànics que contenen nitrogen.

Per altra banda, aquest reactor també té com a funció l'arrossegament del nitrogen present en els flocs de biomassa, mitjançant el corrent d'oxigen present.

## 1.5. CONSTITUCIÓ DE LA PLANTA

### 1.5.1. Classificació per àrees

La planta de producció de paracetamol està constituïda per les següents principals àrees:

- ❑ **Àrea 100a. Àrea d'emmagatzematge d'àcid nítric:** Aquesta àrea està formada per 3 tancs d'àcid nítric al 70% col·locats a l'interior d'una cubeta de retenció per tal d'evitar possibles fugues. Es dispersa un cabal de nitrogen gas per mantenir el tanc a pressió atmosfèrica i perquè no es consumeixi l'àcid nítric. També cal considerar el tractament de gasos que es realitzarà dels gasos d'àcid nítric dels tancs per tal de minimitzar les emissions a l'atmosfera.
- ❑ **Àrea 200a. Àrea d'emmagatzematge de fenol:** En aquesta zona hi ha 3 tancs d'emmagatzematge de fenol líquid, el que fa que cadascun d'ells requereixi d'un serpentí escalfat amb oli tèrmic per mantenir la temperatura del tanc superior a la temperatura de fusió del fenol (42°C). Tots tres estan disposats en fila i continguts dins d'una cubeta de retenció, que es troba separada dels altres tancs d'emmagatzematge ja que es tracta d'un producte tòxic i combustible.
- ❑ **Àrea 100b. Àrea d'emmagatzematge d'anhidre acètic, àcid acètic glacial i èter isopropílic:** En aquesta àrea es troben els tancs d'emmagatzematge d'èter isopropílic, d'àcid acètic glacial (98%) i d'anhidre acètic. L'àrea està formada per dos tancs d'èter isopropílic, 2 tancs d'àcid acètic glacial (98%) i dos tancs d'anhidre acètic. Els tancs d'èter isopropílic són utilitzats per anar regenerant les pèrdues de solvent en l'extracció líquid-líquid. Els tancs d'àcid acètic emmagatzemen l'àcid acètic per vendre o per poder ser utilitzat en cas d'algun problema operacional en la recirculació. Per últim els tancs d'anhidre acètic contenen un dels reactius per la reacció d'acetilació en el reactor (R-301b).
- ❑ **Àrea 300a. Àrea de reacció de nitració:** En aquesta zona té lloc la reacció entre el fenol i l'àcid nítric per obtenir el p-nitrofenol, que és el producte intermedi per a l'obtenció del paracetamol. Aquesta àrea consta d'un tanc de dissolució d'àcid nítric i d'un bescanviador de carcassa i tubs on es permet obtenir una solució de nítric al 15% i refredar-la fins a 2°C per tal de facilitar la reacció. Aquests dos equips són previs als 3 reactors que operen de forma simultània i que permeten la producció de p-nitrofenol, que seguidament anirà a parar al tanc pulmó per tal de fixar un cabal d'aquest continu i seguir tot el procés en continu.

- ❑ **Àrea 400a. Àrea de separació i purificació de producte intermedi:** En aquesta àrea es separa el PNP de la mescla reactant de sortida del primer reactor (R-301/301a) i es purifica per poder ser utilitzat com a reactiu en la segona reacció que es du a terme en el segon reactor (R-301b).

A més, també es recupera l'àcid nítric que es trobava en excés i actuant com a medi en la reacció. Per du a terme aquestes etapes el procés consta de: una centrífuga en continu (CT-401a), una columna de destil·lació (C-401a) amb el seu reboiler i condensador (separar àcid nítric i aigua de la fase orgànica), un evaporador per a la recuperació de l'àcid nítric, un tanc de mescla i una columna d'arrossegament amb vapor amb el seu respectiu condensador total.

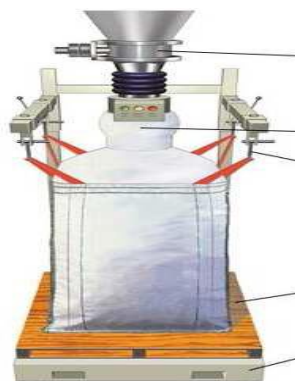
- ❑ **Àrea 300b. Àrea de reacció d'hidrogenació i acetilació:** Aquesta àrea consta d'un mesclador (M-301B) on es barreja el p-nitrofenol provinent de la columna (C-402b) amb l'àcid acètic provinent de la columna (C-401b). Aquesta barreja entra al reactor (R-301b) on reacciona amb l'anhidre acètic i hidrogen gas. En el reactor (R-301b) es produeixen consecutivament les reaccions d'hidrogenació i acetilació per la formació del nostre producte final el paracetamol. Cal destacar que en la posada en marxa es fa una purga de nitrogen gas per inertitzar la zona de reacció.

- ❑ **Àrea 400b. Àrea de separació i purificació de paracetamol:** En aquesta àrea es separa i es purifica el paracetamol que surt de la mescla del reactor R-301b. Això es fa mitjançant un primer cristal·litzador, dos centrífugues, una extracció, una columna de destil·lació, una segona cristal·lització, un tanc de dissolució encamisat i finalment una recristal·lització per recuperar la màxima quantitat del producte.

- ❑ **Àrea 500. Àrea de producte acabat:** Aquesta àrea és l'etapa final del procés en la que ja es té el producte sòlid però aquest encara conté certa quantitat d'aigua i àcid acètic que s'hauran de retirar i acabar d'assecar el producte per a ser ja emmagatzemat. Aquests dos processos de separació final i assecat del sòlid amb restes de la mescla aigua-àcid acètic es duen a terme en 3 filtres nuchas treballant alternativament i 3 ciclons connectats un a cada una d'elles per a facilitar-ne la descàrrega automàtica. Després serà transportat de forma pneumàtica fins a les sitges d'emmagatzematge.

- ❑ **Àrea 600. Àrea d'emmagatzematge de paracetamol:** Aquesta zona consta de les 3 sitges d'emmagatzematge de paracetamol i d'un sistema de descàrrega a granel a

les bosses de polietilè de 25Kg. Aquesta àrea està totalment automatitzada, en la que es produeix la descàrrega en les big-bags i l'emmagatzematge d'aquestes en bidons de cartró a punt per la recollida pels camions de forma programada i sense requeriment de personal especialitzat per aquesta funció. A la següent figura es pot veure el sistema de descàrrega de producte.



*Figura 9. Sistema de descàrrega de producte*

- ❑ **Àrea 700. Àrea de tractament de gasos:** L'objectiu d'aquesta àrea és minimitzar la quantitat de compostos gasosos de nitrogen que es desprenen en el reactor R-301/303a i dels tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric. Aquesta àrea consta de dues parts: un reactor en el qual s'hi produeix l'oxidació de NO emès pels reactors R-301/303a a NO<sub>2</sub> per a que aquest es pugui recircular i un reactor catalític per tractar els òxids de nitrogen que no són reaprofitats i que no es poden emetre a l'atmosfera.
- ❑ **Àrea 800. Àrea de tractament de líquids:** Aquesta zona està destinada a tractar els efluent líquids que es generen durant la producció de paracetamol. Aquesta està dividida en dues grans parts: una zona que consta d'un procés Fenton per a tractar els compostos que no són biodegradables, i una altra composta per un reactor anòxic destinat a eliminar els nitrats seguidament d'un reactor aerobi per acabar d'eliminar la matèria orgànica biodegradable.
- ❑ **Àrea 900. Àrea de serveis:** En aquesta àrea es troben tots els serveis de la planta: torres de refrigeració, grups de fred (aigua i aigua glicolada), caldera de vapor i caldera d'oli tèrmic, descalcificadors, etc.
- ❑ **Àrea 1000. Àrea d'oficines, administració i despatxos:** En aquesta àrea hi ha els despatxos del personal d'administració, marketing, direcció, enginyers tècnics, així com també la sala de reunions, menjador, vestidors, etc.

- ❑ **Àrea 1100. Àrea de laboratoris de control de qualitat i de recerca:** En els laboratoris de control de qualitat és on es portarà a terme tots els tipus de controls, tant de matèries primeres que entren a la planta, com del producte intermedi (p-nitrofenol) i producte acabat. En els laboratoris de recerca és on es faran proves i experiments a nivell de laboratori per a trobar millores i optimitzacions en el procés.

### 1.5.2. Plantilla de treballadors

Tal i com s'ha establert, la planta treballarà en continu 300 dies a l'any i les 24 hores del dia. Per tant, es treballa un total de 7200 hores a l'any.

Els treballadors d'oficines, tècnics, directius, administració, laboratoris, recursos humans, marketing, etc., treballaran 40 hores setmanals, normalment de 8.30h a 17h amb una hora per dinar o en horaris intensius (de 7h a 15h) o semintesi segons l'època de l'any i el càrrec. A més cada setmana un dels tècnics i/o especialistes haurà d'estar de guàrdia, és a dir, localitzable per si hi hagués qualsevol incident en horaris fora dels d'oficina.

També cal tenir, en compte que al laboratori de control de qualitat hi haurà d'haver una persona de 6h a 14h i una altra de 14h a 22h, ja que abans de vendre o emmagatzemar el producte per vendre aquest ha d'haver passat els controls de qualitat adients.

Els treballadors de planta (operaris i obrers) tenen jornades laborals de com a màxim 40 hores setmanals. Però, per tenir en tot moment un mínim d'operaris hi haurà 5 torns de treball i els treballadors estaran estructurats en 5 grups: A, B, C, D i E. Els caps de cada grup realitzaran horari d'oficina, supervisant i dirigint la feina.

Aquest torns seran rotatius pels grups realitzant els següents horaris:

- **Matins:** de dilluns a divendres 8 hores (6h del matí a 14h del migdia).
- **Tardes:** de dilluns a divendres 8 hores (de 14h del migdia a 22h de la nit).
- **Nits:** de dilluns a divendres 8 hores (de 22h a 6h del matí).
- **Caps de setmana torn 1:** dissabte i diumenge 12 hores (de 6h del matí fins 18h de la tarda).
- **Caps de setmana torn 2:** dissabte i diumenge 12 hores (de 18h de la tarda fins a les 6h del matí).

Els treballadors estan dividits en diversos grups:

**Directius i Tècnics:** Hi haurà 5 persones responsables de la gestió de l'empresa i que vetllaran pel bon funcionament de la planta des de la sala de control, gerència, direcció, etc.

**Especialistes:** Hi haurà 15 especialistes que estaran dividits en diverses àrees d'enginyeria: encarregats de seguretat i higiene, enginyers químics, enginyers de manteniment, encarregat de producció, enginyer de procés, etc.

**Operaris i obrers:** Seran uns 30 i seran els encarregats d'estar a peu de planta per realitzar qualsevol modificació o manteniment de qualsevol equip amb la supervisió i els permisos adients del cap de planta.

**Administració / marketing / comptabilitat / recursos humans:** Són un total de 20 administratius que seran els encarregats de portar la comptabilitat, marketing, recursos humans, etc.

**Laboratoris:** tècnics de laboratori de control de qualitat, de laboratori de recerca i investigació, caps de laboratori, químics i enginyers químics. Aquest grup estarà format per unes 15 persones.

## 1.6. BALANÇ DE MATÈRIA

|                            | 1         | 2           | 3           | 4           | 5       | 6            | 7            | 8         | 9          | 10        | 11        | 12           |
|----------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------|--------------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|--------------|
| <b>Temperatura (°C)</b>    | 20        | 50          | 25          | 20          | 35      | 25           | 2            | 8,5       | 25         | 25        | 25        | 17           |
| <b>Pressió (atm)</b>       | 1         | 1           | 1           | 1           | 1       | 1            | 1            | 1         | 1          | 1         | 1         | 1            |
| <b>Estat del fluid</b>     | G         | L           | L           | L           | L       | L            | L            | G         | G          | G         | G         | L            |
| <b>Densitat (Kg/m³)</b>    | 1,17      | 1060        | 1352,26     | 1000        | 1058,99 | 1078,39      | 1082         | 1,23      | 1,31       | 1,88      | 1,88      | 1108,04      |
| Fenol (kg/h)               |           | 1326,67 (*) | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 62,2 (*)     |
| Àcid nítric (kg/h)         | 0         | 0           | 1342,99 (*) | 0           | 528,003 | 2399 (*)     | 2399 (*)     | 0         | 0          | 0         | 0         | 1488,67 (*)  |
| Aigua (kg/h)               | 0         | 0           | 639,52 (*)  | 6296,78 (*) | 2998    | 12932,3 (*)  | 12932,3 (*)  | 0         | 0          | 0         | 0         | 13184,33 (*) |
| p-Nitrofenol (kg/h)        | 0         | 0           |             | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 1613 (*)     |
| o-Nitrofenol (kg/h)        | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 297,00 (*)   |
| di-Nitrofenol (kg/h)       | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 55,33 (*)    |
| Diazo-oxide (kg/h)         | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 65,67 (*)    |
| Tars (kg/h)                | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 80 (*)       |
| NO (kg/h)                  | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 381,8 (*) | 0          | 0         | 0         | 0            |
| NO <sub>2</sub> (kg/h)     | 0         | 0           | 149,22 (*)  | 0           | 0       | 149,22 (*)   | 149,22 (*)   | 0         | 0          | 289,8 (*) | 266,3 (*) | 0            |
| Aire (kg/h)                | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 969,67 (*) | 0         | 0         | 0            |
| Hidrogen (kg/h)            | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 0            |
| Nitrogen (kg/h)            | 22,89 (*) | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 0            |
| Anhidre acètic (kg/h)      | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 0            |
| Àcid acètic glacial (kg/h) | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 0            |
| Éter isopropílic (kg/h)    | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 0            |
| APAP (kg/h)                | 0         | 0           | 0           | 0           | 0       | 0            | 0            | 0         | 0          | 0         | 0         | 0            |
| <b>Total (Kg/h)</b>        | 22,89 (*) | 1326,67(*)  | 2131,74 (*) | 6296,78 (*) | 3526,00 | 15480,52 (*) | 15480,52 (*) | 381,8 (*) | 969,67 (*) | 289,8 (*) | 266,3 (*) | 16846,53 (*) |

|                                    | 13      | 14     | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22   | 23   | 24   | 25      |
|------------------------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|------|---------|
| <b>Temperatura (°C)</b>            | 20      | 20     | 20      | 20      | 20      | 45      | 80      | 105     | 80      | 120  | 80   | 80   | 120     |
| <b>Pressió (atm)</b>               | 1       | 1      | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1    | 1    | 1    | 1       |
| <b>Estat del fluid</b>             | L       | L      | L       | L/S     | L       | L       | L       | G       | L       | G    | L    | L    | L/S     |
| <b>Densitat (Kg/m<sup>3</sup>)</b> | 1108,05 | 1000   | 1052,00 | 1402,82 | 1256,93 | 1264,3  | 1275,42 | 0,67    | 1042,80 | 0,67 | 996  | 1059 | 1078    |
| Fenol (kg/h)                       | 31,1    | 0      | 0       | 0       | 31,1    | 31,1    | 31,1    | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 31,1    |
| Àcid nítric (kg/h)                 | 744,33  | 0      | 80,67   | 77      | 586,67  | 586,67  | 586,67  | 528,003 | 528,003 | 0    | 0    | 528  | 58,667  |
| Aigua (kg/h)                       | 6592,17 | 806,67 | 726     | 131,84  | 6540,99 | 6540,99 | 6540,99 | 5886,89 | 5886,89 | 2888 | 2888 | 2998 | 654,1   |
| p-Nitrofenol (kg/h)                | 806,67  | 0      | 0       | 587,03  | 219,64  | 219,64  | 219,64  | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 219,64  |
| o-Nitrofenol (kg/h)                | 148,5   | 0      | 0       | 91,58   | 56,92   | 56,92   | 56,92   | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 56,92   |
| di-Nitrofenol (kg/h)               | 27,67   | 0      | 0       | 3,04    | 24,63   | 24,63   | 24,63   | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 24,63   |
| Diazo-oxide (kg/h)                 | 32,83   | 0      | 0       | 0       | 32,83   | 32,83   | 32,83   | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 32,83   |
| Tars (kg/h)                        | 40      | 0      | 0       | 8,98    | 31,02   | 31,02   | 31,02   | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 31,02   |
| NO (kg/h)                          | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| NO <sub>2</sub> (kg/h)             | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| Aire (kg/h)                        | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| Hidrogen (kg/h)                    | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| Nitrogen (kg/h)                    | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| Anhidre acètic (kg/h)              | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| Àcid acètic glacial (kg/h)         | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| Éter isopropílic (kg/h)            | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| APAP (kg/h)                        | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       |
| <b>Total (Kg/h)</b>                | 8423,27 | 806,67 | 806,67  | 899,47  | 7523,8  | 7523,8  | 7523,8  | 6414,89 | 6414,89 | 2888 | 2888 | 3526 | 1108,91 |

|                            | 26       | 27       | 28      | 29     | 30     | 31       | 32        | 33    | 34      | 35       | 36      | 37     | 38      |
|----------------------------|----------|----------|---------|--------|--------|----------|-----------|-------|---------|----------|---------|--------|---------|
| <b>Temperatura (°C)</b>    | 90       | 160      | 80      | 120    | 20     | 90       | 20        | 20    | 87,4    | 100      | 70      | 15     | 20      |
| <b>Pressió (atm)</b>       | 1        | 1        | 1       | 1      | 1      | 1        | 1         | 34,02 | 1       | 34,02    | 1       | 1      | 1       |
| <b>Estat del fluid</b>     | L        | G        | L       | L      | L      | L        | G         | G     | L       | L        | L       | L/S    | L       |
| <b>Densitat (Kg/m³)</b>    | 1174,93  | 1,41     | 1613,10 | 1480   | 1080   | 1049     | 1,165404  | 2,24  | 1194,79 | 1115,41  | 1120,12 | 1157,7 | 1000    |
| Fenol (kg/h)               | 31,1     | 31,1     | 31,1    | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Àcid nítric (kg/h)         | 135,667  | 135,667  | 135,667 | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Aigua (kg/h)               | 785,939  | 785,939  | 784,619 | 1,32   | 0      | 31,5634  | 0         | 0     | 32,8834 | 197,17   | 197,17  | 197,17 | 1329,7  |
| p-Nitrofenol (kg/h)        | 806,67   | 0        | 0       | 806,67 | 0      | 0        | 0         | 0     | 806,67  | 0,807    | 0,807   | 0,807  | 0       |
| o-Nitrofenol (kg/h)        | 148,5    | 148,5    | 148,5   | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| di-Nitrofenol (kg/h)       | 27,67    | 27,67    | 27,67   | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Diazo-oxide (kg/h)         | 32,83    | 32,83    | 32,83   | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Tars (kg/h)                | 40       | 40       | 40      | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| NO (kg/h)                  | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| NO <sub>2</sub> (kg/h)     | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Aire (kg/h)                | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Hidrogen (kg/h)            | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0         | 34,79 | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Nitrogen (kg/h)            | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 4,11 (**) | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Anhidre acètic (kg/h)      | 0        | 0        | 0       | 0      | 657,89 | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Àcid acètic glacial (kg/h) | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 1546,607 | 0         | 0     | 1546,61 | 2003,79  | 2003,79 | 2003,8 | 0       |
| Éter isopropílic (kg/h)    | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| APAP (kg/h)                | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      | 0        | 0         | 0     | 0       | 875,79   | 875,79  | 875,79 | 0       |
| <b>Total (Kg/h)</b>        | 2008,376 | 1201,706 | 1200,39 | 807,99 | 657,89 | 1578,17  | 4,11 (**) | 34,79 | 2386,16 | 3077,557 | 3077,56 | 3077,6 | 1329,68 |

|                                    | 39       | 40      | 41      | 42     | 43      | 44     | 45       | 46       | 47      | 48       | 49      | 50     | 51      |
|------------------------------------|----------|---------|---------|--------|---------|--------|----------|----------|---------|----------|---------|--------|---------|
| <b>Temperatura (°C)</b>            | 20       | 20      | 90      | 80     | 80      | 40     | 35       | 35       | 110     | 75       | 15      | 20     | 20      |
| <b>Pressió (atm)</b>               | 1        | 1       | 1       | 1      | 1       | 1      | 1        | 1        | 1       | 1        | 1       | 1      | 1       |
| <b>Estat del fluid</b>             | L        | S       | G       | G      | L       | L      | L        | L        | L       | L        | L/S     | L      | L       |
| <b>Densitat (Kg/m<sup>3</sup>)</b> | 1043,14  | 1231,74 | 2,94    | 3,56   | 980,8   | 700    | 1000,49  | 784,06   | 1085,10 | 1094,8   | 1121,24 | 1000   | 1017    |
| Fenol (kg/h)                       | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Àcid nítric (kg/h)                 | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Aigua (kg/h)                       | 1353,99  | 172,86  | 62,53   | 0      | 62,53   | 0      | 1327,98  | 62,53    | 12,24   | 12,24    | 12,24   | 1329,7 | 1364,5  |
| p-Nitrofenol (kg/h)                | 0,807    | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0,2015   | 0,807    | 0,807   | 0,807    | 0,807   | 0      | 0,403   |
| o-Nitrofenol (kg/h)                | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| di-Nitrofenol (kg/h)               | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Diazo-oxide (kg/h)                 | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Tars (kg/h)                        | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| NO (kg/h)                          | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| NO <sub>2</sub> (kg/h)             | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Aire (kg/h)                        | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Hidrogen (kg/h)                    | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Nitrogen (kg/h)                    | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Anhidre acètic (kg/h)              | 0        | 0       | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| Àcid acètic glacial (kg/h)         | 1992,97  | 10,82   | 1858,72 | 0      | 1858,72 | 0      | 27,13    | 2658,72  | 800     | 800      | 800     | 0      | 720     |
| Éter isopropílic (kg/h)            | 0        | 0       | 9699,9  | 9699,9 | 0       | 9699,9 | 2,72     | 9694,56  | 0       | 0        | 0       | 0      | 0       |
| APAP (kg/h)                        | 189,54   | 686,25  | 0       | 0      | 0       | 0      | 0        | 189,54   | 189,54  | 189,54   | 189,54  | 0      | 0       |
| <b>Total (Kg/h)</b>                | 3537,307 | 869,93  | 11621,2 | 9699,9 | 1921,25 | 9699,9 | 1358,032 | 12606,16 | 1002,59 | 1002,587 | 1002,59 | 1329,7 | 2084,90 |

|                                    | 52      | 53     | 54      | 55      | 56      | 57      | 58      | 59     | 60       | 61      | 62      | 63       | 64     | 65      |
|------------------------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|----------|--------|---------|
| <b>Temperatura (°C)</b>            | 20      | 20     | 20      | 85      | 15      | 17      | 18      | 20     | 20       | 20      | 20      | 90       | 20     | 90      |
| <b>Pressió (atm)</b>               | 1       | 1      | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1      | 0,605    | 0,605   | 1       | 1        | 6,91   | 1       |
| <b>Estat del fluid</b>             | L/S     | L      | L       | L       | L/S     | L/S     | L/S     | L      | S        | G       | S       | L        | G      | L       |
| <b>Densitat (Kg/m<sup>3</sup>)</b> | 1235,56 | 1100   | 1033,63 | 1084,16 | 1129,18 | 1169,47 | 1202,28 | 996,01 | 1293     | 8,053   | 1200,13 | 1046,23  | 8,053  | 1047,71 |
| Fenol (kg/h)                       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Àcid nítric (kg/h)                 | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Aigua (kg/h)                       | 23,07   | 128,55 | 2718,49 | 128,55  | 128,55  | 151,62  | 324,48  | 324,48 | 0,86946  | 0,86946 | 0       | 18,7266  | 0      | 50,29   |
| p-Nitrofenol (kg/h)                | 0       | 0,403  | 1,21    | 0,403   | 0,403   | 0,403   | 0,403   | 0,403  | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| o-Nitrofenol (kg/h)                | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| di-Nitrofenol (kg/h)               | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Diazo-oxide (kg/h)                 | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Tars (kg/h)                        | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| NO (kg/h)                          | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| NO <sub>2</sub> (kg/h)             | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Aire (kg/h)                        | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Hidrogen (kg/h)                    | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Nitrogen (kg/h)                    | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 617,92   | 556,128 | 61,792  | 0        | 617,92 | 0       |
| Anhidre acètic (kg/h)              | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| Àcid acètic glacial (kg/h)         | 9,89    | 70,12  | 2712,97 | 70,12   | 70,12   | 80,01   | 90,83   | 90,83  | 0        | 0       | 0       | 312,1134 | 0      | 1858,72 |
| Éter isopropílic (kg/h)            | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0        | 0       | 0       | 0        | 0      | 0       |
| APAP (kg/h)                        | 126,73  | 62,81  | 189,54  | 62,81   | 62,81   | 189,54  | 875,79  | 6,33   | 869,46   | 0       | 862,50  | 0        | 0      | 0       |
| <b>Total (Kg/h)</b>                | 159,69  | 261,88 | 5622,21 | 261,88  | 261,88  | 421,57  | 1291,50 | 422,04 | 1488,249 | 556,997 | 924,30  | 330,84   | 617,92 | 1909,01 |

## 1.7. SERVEIS DE PLANTA

### 1.7.1. Electricitat

Totes les empreses necessiten una connexió a la xarxa de distribució elèctrica, ja sigui per al funcionament dels equips com per l'enllumenat i la totalitat d'instal·lacions. La planta requereix unes necessitats d'energia elèctrica elevades, de manera que l'empresa que proporcionarà l'electricitat ho farà a alta tensió (20 kV), sent necessària una estació transformadora per convertir-la a electricitat a baixa tensió, tant a 220 V com a 380 V, a la que funcionen la majoria d'equips industrials. De l'estació transformadora es distribuirà a totes les àrees de la planta.

Les línies elèctriques utilitzades són trifàsiques, amb cinc fils conductors: tres fases, el neutre i la toma de terra. Tots ells seran de coure recobert d'un material aïllant de PVC i, en les zones amb risc d'incendis o explosions elevat, els cables portaran protecció addicional.

- **Estació transformadora**

Per tal de poder transformar el voltatge de la xarxa elèctrica de 20 kV a 380 V, s'ha decidit disposar d'una estació transformadora que doni els resultats desitjats tenint en compte la capacitat que ha de tenir aquesta estació transformadora, per poder cobrir les necessitats elèctriques. Al manual de càlcul es troben els càlculs d'aquests requeriments energètics i s'ha trobat que aquests són de 3511 kVA per correcte funcionament.

A la següent foto es mostra l'estació transformadora capaç de donar els 3511 kVA necessaris, subministrada per *Ormazabal*, necessaris a la planta:



**Figura 10.** Estació transformadora

- **Grups electrògens**

Per tal d'assegurar la continuïtat en tot moment del subministrament elèctric en casos de possibles problemes a la xarxa, s'ha previst la instal·lació de grups electrògens. Aquests hauran de garantir el subministrament elèctric als sistemes de control, als equips, serveis més importants de la planta i als equips informàtics.



**Figura 11.** Grup electrogen

El grup electrogen utilitzat és el “Grupo electrogen diesel de emergència” que subministra una potència de 644 a 2134 kVA suficient per mantenir el funcionament de tots els equips de la planta.

Les seves característiques són:

- Potència: 644-2134 kVA
- Motor: PERKINS
- Refrigeració: Aigua
- Combustible: Diesel
- Gama: GAMA PESADA

- **Dimensionament dels cables**

Els càlculs realitzats per a determinar la secció del cable que arriba a cada àrea des de l'estació transformadora es troben detallats al manual de càlculs. S'ha escollit un coeficient de simultaneïtat del 70%, excepte en el cas dels agitadors, que treballen simultàniament durant tot el procés.

A continuació, es mostra la potència necessària a cada àrea, la intensitat de cada cable a cada àrea, la seva caiguda de tensió, la longitud dels cables i finalment la secció escollida.

| Equip   | Potència (kW) |
|---------|---------------|
| P-101aA | 2,22          |
| P-102aA | 0,246         |

Taula 5. Àrea 100a

| Equip   | Potència (kW) |
|---------|---------------|
| P-201aA | 1,66          |
| P-202aA | 0,532         |

Taula 6. Àrea 200a

| Equip   | Potència (kW) |
|---------|---------------|
| P-101bA | 1,54          |
| P-102bA | 0,13          |
| P-103bA | 1,17          |
| P-104bA | 0,22          |
| P-105bA | 0,91          |
| P-106bA | 0,043         |

Taula 7. Àrea 100b

| Equip           | Potència (kW) |
|-----------------|---------------|
| P-301aA         | 0,59          |
| P-302aA         | 0,49          |
| P-303aA         | 0,77          |
| agitador M-301a | 1,65          |
| agitador R-301a | 33,26         |
| agitador R-302a | 33,26         |
| agitador R-303a | 33,26         |
| agitador M-302a | 50,12         |

Taula 8. Àrea 300a

| Equip           | Potència (kW) |
|-----------------|---------------|
| P-301bA         | 0,2           |
| P-302bA         | 3,53          |
| agitador M-301b | 0,03321       |
| agitador R-301b | 7,85          |
| agitador M-302b | 1,2           |

Taula 9. Àrea 300b

| Equip                      | Potència (kW) |
|----------------------------|---------------|
| P-401aA                    | 0,42          |
| P-402aA                    | 0,11          |
| P-403aA                    | 0,068         |
| P-404aA                    | 0,341         |
| agitador mixer EX-401/420b | 15            |

Taula 10. Àrea 400a

| Equip            | Potència (kW) |
|------------------|---------------|
| P-401bA          | 0,083         |
| P-402bA          | 0,97          |
| P-403bA          | 0,42          |
| P-404bA          | 0,033         |
| P-405bA          | 0,17          |
| P-406bA          | 16            |
| P-407bA          | 16            |
| agitador CR-401b | 2,26          |
| agitador CR-402b | 0,53          |
| agitador M-401b  | 0,06          |
| agitador CR-403b | 0,07          |

Taula 11. Àrea 400b

| Equip           | Potència (kW) |
|-----------------|---------------|
| PV-501          | 5,5           |
| PV-502          | 5,5           |
| PV-503          | 5,5           |
| 3 filtres nucha | 56,1          |

Taula 12. Àrea 400b

**Àrea 600**

L'energia requerida en aquesta àrea és la que es necessitarà per el sistema automatitzat de descàrrega de les sitges als big-bags. En aquest cas no s'ha realitzat cap càlcul.

**Àrea 700**

L'energia requerida en aquesta àrea és la necessària en l'agitació dels tancs, aquesta no ha estat calculada, ja que s'ha realitzat de manera només descriptiva.

**Àrea 800**

L'energia requerida en aquesta àrea és la necessària per tractar els gasos. Aquest reactor també s'ha dissenyat de manera qualitativa i no quantitativa, per tant, no es disposa de dades de potències requerides.

| Equip                         | Potència (kW) |
|-------------------------------|---------------|
| Torre de refrigeració         | 1584          |
| Ventilador torre refrigeració | 10            |
| Equip fred glicol             | 537           |
| Equip fred aigua              | 17,7          |
| Generador de nitrogen         | 977           |

Taula 13. Àrea 500

**Àrea 1000**

En aquesta àrea el consum estimat d'electricitat en els despatxos del personal d'administració, marketing, direcció, enginyers tècnics, sala de control, etc., s'ha considerat d'uns 35 kW.

**Àrea 1100**

El consum d'electricitat aproximat en aquesta àrea on es troben els laboratoris de control de qualitat i de recerca és de 25 kW.

Un darrer consum a considerar és l'enllumenat i altres, aquest es suposa de 200 kW.

Cal escollir la secció del cable tenint en compte el valor trobat i les seccions normalitzades que existeixen que són les següents: 1, 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 75, 95, 120, 185 i 240 mm<sup>2</sup>.

| Àrea | Potència (kW) | Caiguda de tensió (%) | L (m) | $I = P/(0,8 \cdot 380)$ (A) | e (V) | S calculada(mm2) | S real (mm2) | D (mm) |
|------|---------------|-----------------------|-------|-----------------------------|-------|------------------|--------------|--------|
| 100a | 2,466         | 6,5                   | 180   | 8,112                       | 24,7  | 1,689            | 2,5          | 1,784  |
| 100b | 4,013         | 6,5                   | 148   | 13,200                      | 24,7  | 2,2599           | 2,5          | 1,784  |
| 200a | 2,192         | 6,5                   | 180   | 7,211                       | 24,7  | 1,501            | 1,5          | 1,382  |
| 300a | 153,4         | 6,5                   | 200   | 504,605                     | 24,7  | 116,739          | 120          | 12,361 |
| 300b | 12,813        | 6,5                   | 250   | 42,149                      | 24,7  | 12,189           | 16           | 4,514  |
| 400a | 15,939        | 6,5                   | 280   | 52,431                      | 24,7  | 16,982           | 25           | 5,642  |
| 400b | 36,596        | 6,5                   | 180   | 120,382                     | 24,7  | 25,065           | 35           | 6,676  |
| 500  | 72,6          | 6,5                   | 140   | 238,816                     | 24,7  | 38,675           | 50           | 7,979  |
| 1000 | 35            | 4,5                   | 240   | 115,132                     | 17,1  | 46,168           | 50           | 7,979  |
| 1100 | 25            | 4,5                   | 280   | 82,237                      | 17,1  | 38,473           | 35           | 6,676  |

Taula 14. Taula resum dimensionament d'alguns dels cables de la planta

Finalment, s'ha calculat les dimensions del cable que surt de l'estació transformadora i que transporta tota la potència de la planta. Com que aquest porta molta potència, s'ha decidit dividir el corrent elèctric en 6 cables.

En aquest taula no es troba comptabilitzat els 200 kW aproximats destinats a la il·luminació. Tampoc s'ha comptabilitzat en aquesta taula el generador de nitrogen que consumeix uns 977 kW ni els altres equips de serveis citats en les anteriors taules. Tampoc s'ha tingut en compte l'energia requerida pels compressors utilitzats.

També s'hauria de tenir en compte el consum energètic de la zona 600, en la que es troba la zona automatitzada de descàrrega de producte de les sitges en big-bags de manera totalment automàtica per a ser emmagatzemat. Aquest consum s'ha considerat de 100 kW.

### 1.7.2. Generació de vapor, consum de gas natural i oli tèrmic

#### 1.7.2.1. Generació de vapor i consum de gas natural a la caldera de vapor

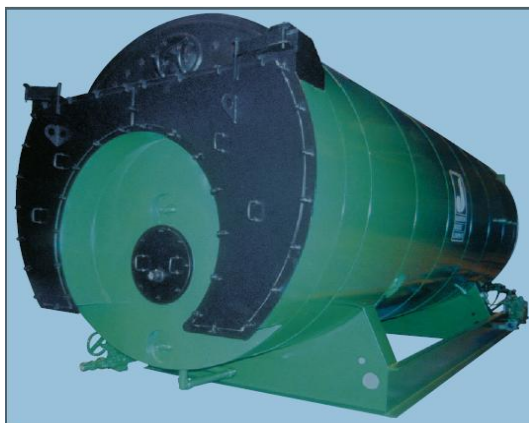
| Equip               | Ítem    | V (Kg/h) | P (atm) |
|---------------------|---------|----------|---------|
| Reboiler            | E-402b  | 12506    | 5       |
| Reboiler            | E-403a  | 9480     | 5       |
| Arrossegament Vapor | C-402a  | 1200     | 5       |
| Evaporador          | EV-401a | 7350     | 5       |

*Taula 15. Equips i necessitats de vapor*

**Vapor Total:** 30536 Kg/h

**Tipus de caldera:** Jonhston Boilers company (Model PFT)

Caldera Johnston de 4 passos maximitza la transferència de calor efectiva tenint 5 peus quadrats de superfície de transferència de calor per HP, mentre al mateix temps, elimina el stress tèrmic en la placa tubular i l'alt cost de manteniment normalment experimentat amb calderes de mirall sec.



*Figura 12. Caldera de vapor*

**Especificacions de caldera**

- Calderes Model PFT
- Capacitat: de 50 HP fins 2500 HP
- Capacitat equivalent: de 785 Kg/Hr fins 39,205 Kg/Hr de Vapor Nominal
- Pressió: 15 PSI fins 350 PSI (1 BAR – 23.3 BAR)

**Consum de gas natural de la caldera de vapor**

El gas natural és una barreja de gasos que es troba freqüentment en jaciments fòssils, només o acompanyant al petroli o als dipòsits de carbó.

Encara que la seva composició varia en funció del jaciment del que s'extreu, està compost principalment per metà en quantitats que comunament poden superar el 90 o 95%, i sol contenir altres gasos com nitrogen, età, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, butà, propà, mercaptans i traces d'hidrocarburs més pesats.

El gas natural requerit en la nostra planta s'utilitza íntegrament per a les calderes de vapor.

$$C = \frac{Q}{\eta \cdot PCI_{gas}}$$

On:

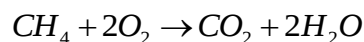
C és el consum (m<sup>3</sup> de gas natural/hora)

Q és la potència nominal, 2500 Hp → 3·10<sup>6</sup> Kcal/h

PCI és el poder calorífic inferior (10000 Kcal/ m<sup>3</sup> gas natural).

η és el rendiment tèrmic es un 90%.

Si fem la suposició de que el gas natural és 100% metà, la reacció de combustió és:



$$C = \frac{3 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 10000} = 333 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

Cabal d'aire necessari:

$$333 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{2 \text{ m}^3 O_2}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ aire}}{0,21 \text{ m}^3 O_2} = 3171 \text{ m}^3 \text{ aire} \cdot \text{h}^{-1}$$

Es considera una certa quantitat d'aire en excés (15%) per obtenir una correcta combustió, les necessitats d'aire són:

$$\text{Aire} = 1,15 \cdot 3171 = 4757 \text{ m}^3 \text{ Aire} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 1.7.2.2. Oli tèrmic

En la planta s'ha decidit disposar també d'una caldera d'oli tèrmic per a l'escalfament indirecte d'alguns dels equips. Els avantatges del fluid tèrmic són notables en termes econòmics i de manteniment i és idoni per les necessitats d'aquesta planta ja que no cal una caldera excessivament gran.

Actualment, l'oli tèrmic és una bona alternativa ja que no exigeix un alt manteniment com seria el cas de les calderes de vapor. Es tracta d'equips que treballen sense pressió i sense aigua, fet que evita gran part de la problemàtica del vapor: fugues, corrosió, tractament d'aigua, etc. A més, la durada dels equips i instal·lacions és pràcticament il·limitada. Originalment, els equips d'oli tèrmic només s'utilitzaven quan es requeria molt elevades temperatures i que representaven una barrera pel vapor, però avui en dia s'utilitza aquests equips per temperatures relativament baixes (al voltant dels 100 °C), com és el cas d'aquesta planta.

Per altra banda, un altre factor important és l'estalvi de combustible en les calderes d'oli tèrmic i actualment els rendiments són molt similars a les calderes de vapor (entre un 87 i 90 %). En aquest cas, a més, es tracta d'un circuit tancat i aquest rendiment es pot considerar net. Però, la durada de l'oli tèrmic no és eterna i es recomana la seva substitució passats uns 10 o 12 anys, però el cost d'aquest molt inferior al cost d'aigua d'alimentació d'una caldera de vapor en aquest temps.

En resum, els principals avantatges de l'oli tèrmic són:

- ✓ Seguretat.
- ✓ Economia. Estalvi d'un 20 % de combustibles i gràcies a la recirculació s'obtenen precisions de temperatura de  $\pm 1$  °C.
- ✓ Manteniment extremadament baix per tractar-se d'un sistema tancat de escalfament.
- ✓ Qualitat alta del producte finals, degut a la uniformitat de temperatures en tota la superfície de calefacció.

L'oli tèrmic utilitzat és Paratherm HE, fluid tèrmic d'alta gamma. Les seves propietats físiques es resumeixen a la **figura 13** la **taula 16**.

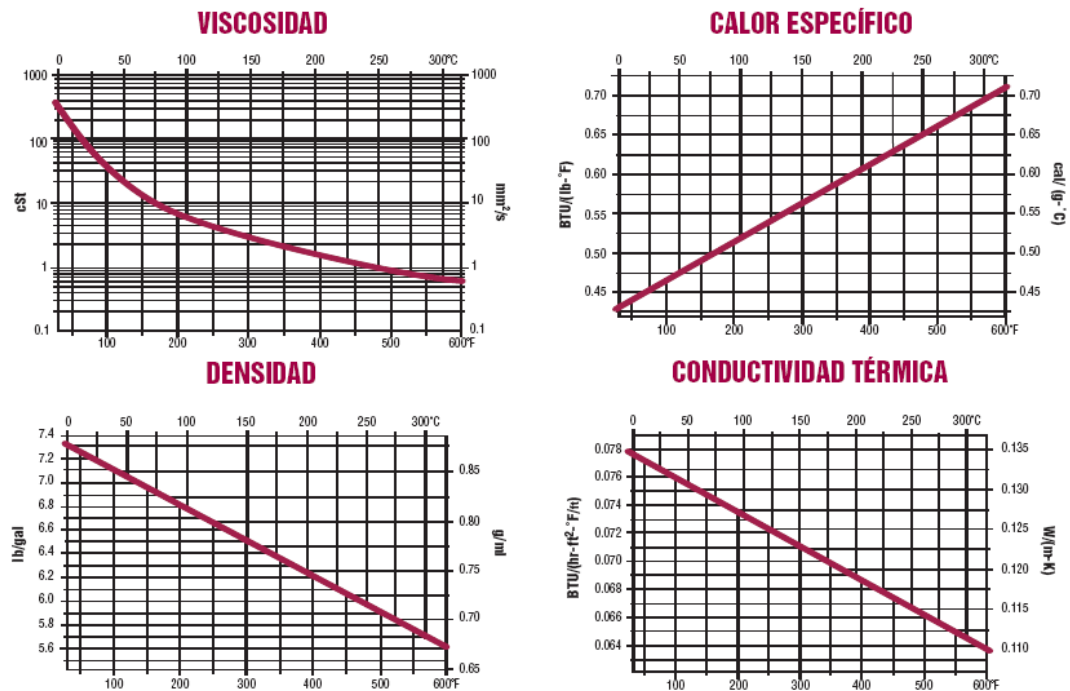


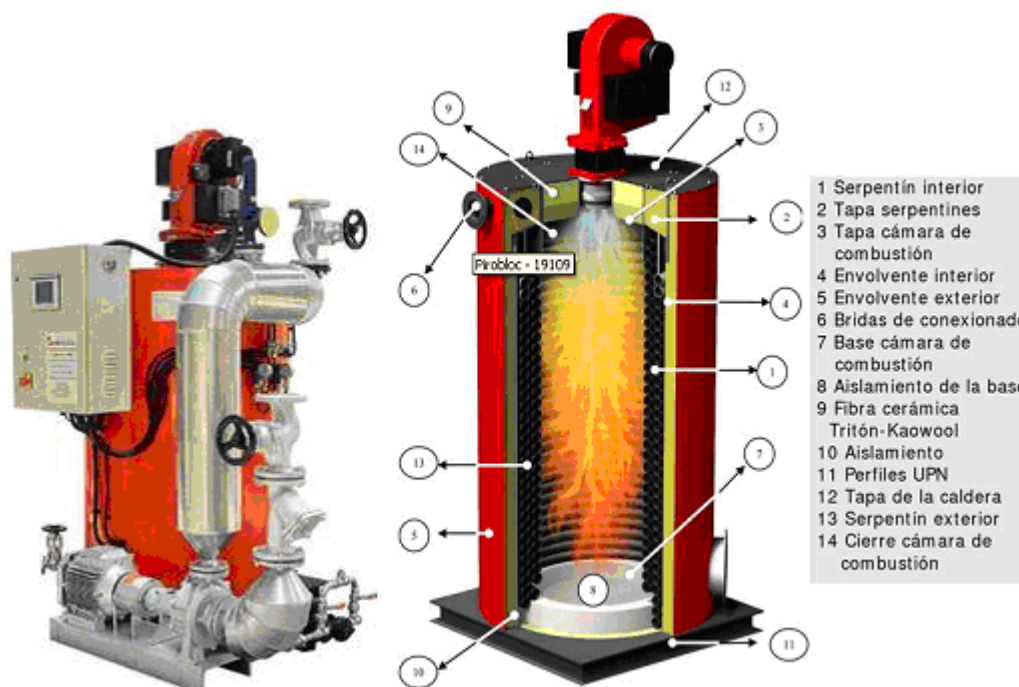
Figura 13. Propietats físiques de l'oli tèrmic utilitzat en funció de la temperatura

### Propiedades Físicas

|                                                              |                                                    |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Materia Prima Básica                                         | Hidrocarburo Parafínico<br>(Corte Simple/Sencillo) |
| Apariencia                                                   | Transparente, Amarillo Pálido                      |
| Olor                                                         | Débil (aceitoso)                                   |
| Alcance Óptimo de Uso                                        | 66°C a 316°C (150°F a 600°F)                       |
| Punto de Inflamación (coc) ASTM D-92                         | 227°C (440°F)                                      |
| Punto de Combustión (coc) ASTM D-92                          | 260°C (500°F)                                      |
| Punto de Ebullición Atmosférica, 10% Fracción, ASTM D-1160   | 415°C (779°F)                                      |
| Presión de Vapor, psia a:                                    |                                                    |
| 149°C - 300°F                                                | 0.00039                                            |
| 177°C - 350°F                                                | 0.00193                                            |
| 204°C - 400°F                                                | 0.0097                                             |
| 232°C - 450°F                                                | 0.0387                                             |
| 260°C - 500°F                                                | 0.1350                                             |
| 288°C - 550°F                                                | 0.3870                                             |
| 315°C - 600°F                                                | 0.8700                                             |
| Coeficiente de Expansión Térmica**                           | 0.000592/°F<br>0.001066/°C                         |
| Calor de Vaporización (Calculado)                            | 179 KJ/Kg (77.19 BTU/lb)                           |
| Calor de Combustión                                          | 45473 KJ/Kg (19,550 BTU/lb)                        |
| Gravedad API ASTM D-287                                      | 31.7                                               |
| Gravedad Específica a 15°C ASTM D-1298                       | 0.8651                                             |
| Densidad, lb/gal a 16°C (60°F)                               | 7.22                                               |
| Viscosidad: cSt a 40°C ASTM D-445                            | 40.25                                              |
| Punto de Fluides (Punto de Cristal) ASTM D-97                | -15°C (5°F)                                        |
| Capacidad de Bombeo: Centrífuga a 2,000 centipoises, nominal | -7°C (20°F)                                        |
| Color ASTM D-1500                                            | 1.0                                                |
| Peso Molecular ASTM D-2502                                   | 445g/mole                                          |
| Corrosión (3hr Cu Strip a 100°C) ASTM D-130                  | 1A                                                 |
| Azufre Total (Masa%) J-140                                   | 0.002                                              |
| Número Ácido total (T.A.N.) ASTM D-664                       | 0.01                                               |
| Propiedades Eléctricas                                       |                                                    |
| Rigidez Dieléctrica a 20°C, nominal                          | >30 KV/cm                                          |
| Propiedades Ópticas                                          |                                                    |
| Índice de Refracción ASTM D-1747                             | 1.4722                                             |

Taula 15. Propietat físiques fluid tèrmic utilitzat

La generador escollit és el que es pot veure en la fotografia (**Figura 14**), subministrat per PIROBLOC. L'esquema de les diferents parts del generador es poden veure també a la **Figura 14**:



**Figura 14.** Fotografia caldera horitzontal PIROBLOC i esquema de les seves parts

L'oli tèrmic utilitzat és a una temperatura de 100 °C retornant-se a l'equip a una temperatura de 85 °C. Els requeriments d'oli tèrmic són:

| Nomenclatura Equip | Àrea         | Cabal màssic (kg/h) | Cabal volumètric (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|--------------|---------------------|--------------------------------------|
| E-402a             | 400a         | 36589,70            | 0,01239                              |
| M-401a             | 400a         | 2283,336            | 2,78456                              |
| M-401b             | 400b         | 25255,88            | 0,00856                              |
| T-201/203a         | 200a         | 1084,62             | 0,00037                              |
|                    | <b>total</b> | <b>65213,54</b>     | <b>2,8059</b>                        |

**Taula 16.** Requeriments d'oli tèrmic

Per tant, es necessita un cabal aproximat de 10101 m<sup>3</sup>/h i requereix una potència calorífica de 3.813,66 kcal/h. Per aquest motiu s'ha escollit el model GFT-010 que pot subministrar fins a una potència calorífica de fins a 100.000 kcal/h.

Calculant la potència necessària també comprovem com aquesta caldera cobreix perfectament totes les necessitats. A més, s'ha escollit aquesta ja que si per alguna possible ampliació o modificació del procés es requereix més potencial calorífic aquesta podria subministrar-ne més.

Potencial calorífic calculat a partir de:  $Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$  (veure manual de càlcul) i tenint en compte un rendiment de 90% i un factor de seguretat de 1,5.

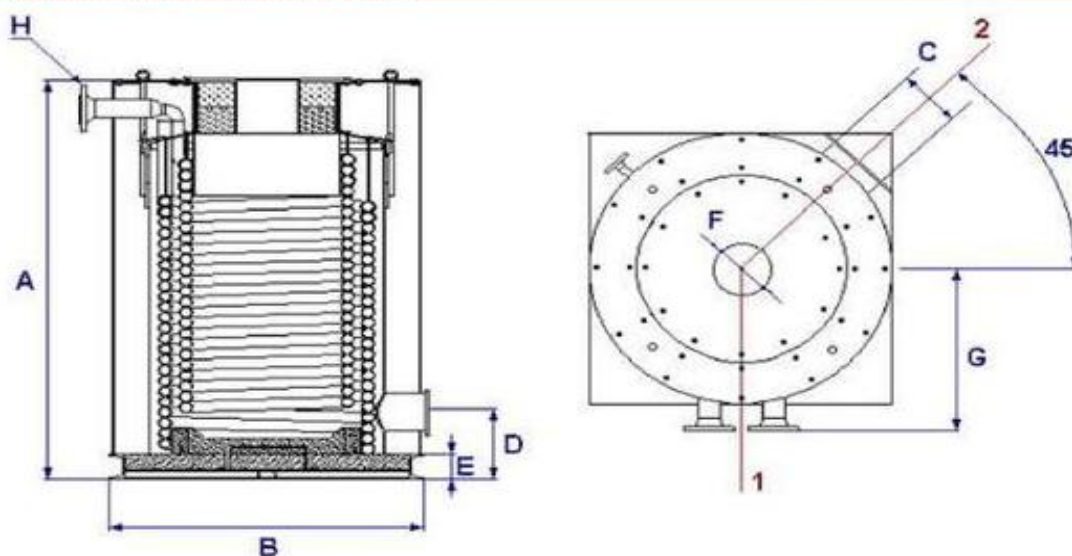
Les característiques principals de les calderes PIROBLOC són:

### Características

- Códigos de diseño: AD-MERKBLÄTTER, DIN4754, EN-13445, ASME
- Marcado CE
- Presión de diseño : 9 bar
- Presión máx. de servicio : 7 bar
- Temperatura de diseño: 400° C
- Temperatura máx. de servicio: 350° C
- Número de serpentines : 2
- Pasos efectivos de humos: 3
- Rendimiento térmico: 87 – 91%
- Calidad material de serpentines: St 35.8.1, BS 3059 , s/ DIN 17175

Taula 17. Característiques de la caldera per fluid tèrmic PIROBLOC

### Características Principales



| MODELO  | A    | B    | C   | D   | E   | F   | G    | H     | Peso  | Capacidad |
|---------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-----------|
| GFT-010 | 1320 | 840  | 200 | 175 | 64  | 200 | 425  | 48.3  | 650   | 53        |
| GFT-020 | 1630 | 1020 | 250 | 250 | 84  | 275 | 625  | 76.1  | 940   | 91        |
| GFT-040 | 2130 | 1240 | 300 | 300 | 104 | 275 | 720  | 88.9  | 1200  | 168       |
| GFT-060 | 2660 | 1450 | 320 | 350 | 125 | 275 | 820  | 114.2 | 1950  | 506       |
| GFT-090 | 3180 | 1660 | 400 | 400 | 145 | 275 | 945  | 139.7 | 3900  | 761       |
| GFT-130 | 3208 | 1990 | 450 | 450 | 165 | 275 | 1120 | 165.1 | 5800  | 1086      |
| GFT-170 | 3800 | 2140 | 500 | 500 | 185 | 275 | 1215 | 165.1 | 8600  | 1316      |
| GFT-230 | 4050 | 2350 | 500 | 500 | 185 | 275 | 1320 | 219.1 | 10500 | 1420      |
| GFT-300 | 4698 | 2493 | 520 | 550 | 165 | 275 | 1395 | 219.1 | 14000 | 1800      |
|         | (mm) |      |     |     |     |     |      |       | (Kg)  | (Litros)  |

Taula 18. Dimensions caldera GFT-090 utilitzada

### 1.7.3. Aigua de refrigeració

A la planta de producció de paracetamol s'utilitza aigua de refrigeració per refredar fluids de procés en diverses àrees. Per això, cal calcular les torres necessàries per poder abastir a tota la planta.

Aquesta aigua sortirà de la torre de refrigeració a 20 °C i es retornarà a la torre a 40°C. El cabal màssic d'aigua necessària a aquestes condicions és de 68211,74 kg/h en total.

Però, quan les temperatures són baixes (hivern) els tancs d'emmagatzematge d'àcid acètic requereixen aigua a 40 °C, ja que per evitar possibles precipitacions de l'àcid la temperatura s'ha de mantenir per sobre dels 17 °C. L'aigua a 40 °C utilitzada serà part de l'aigua de sortida del serpentí del reactor R-301b realitzant un by-pass només en el cas que sigui necessari. L'aigua que sortirà de l'escalfament dels serpentins dels tancs d'àcid acètic es trobarà a 35 °C i aquesta també es retornarà a la torre, fent que la calor a dissipar per aquesta sigui una mica menor en aquesta situació. Com que aquesta situació només es donarà quan la temperatura dels tancs d'emmagatzematge d'àcid acètic baixi més de la estipulada, els càlculs s'han realitzat sense tenir en compte aquest by-pass, és a dir, tenint en compte el cas més desfavorable per la torre.

Les àrees que utilitzen aigua de refrigeració i els seus consums es mostren en la taula següent:

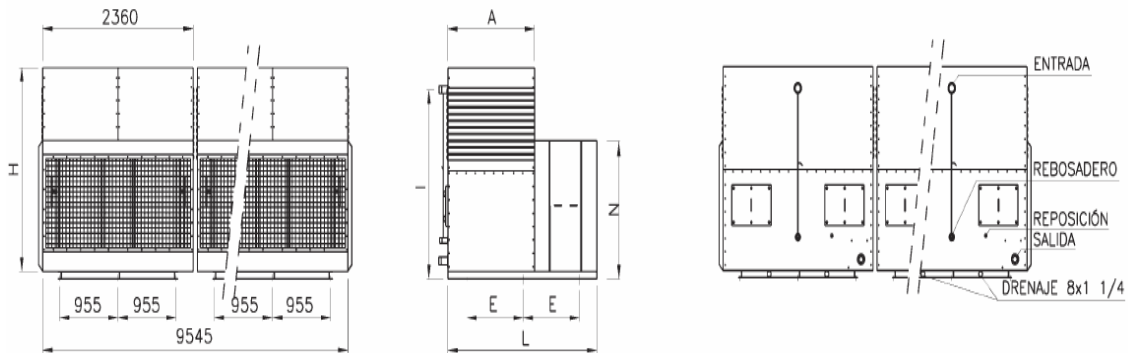
| Nomenclatura Equip | Àrea         | Cabal màssic (kg/h) |
|--------------------|--------------|---------------------|
| Serpentí R-301b    | 300b         | 34222,48            |
| E-401b             | 400b         | 8712                |
| E-402b             | 400b         | 9694                |
| E-403a             | 400a         | 9480                |
| E-405a             | 400a         | 1800                |
| E-404b             | 400b         | 1357,3              |
| E-406a             | 400a         | 1440                |
| E-404b             | 400b         | 863,74              |
| Camisa M-301b      | 300b         | 1999,52             |
|                    | <b>total</b> | <b>68211,74</b>     |

**Taula 19.** Requeriments d'aigua de torre

Sabent el cabal d'aigua necessari per abastir les necessitats de la planta, s'ha calculat el calor que han dissipar les torres de refrigeració (explicat al manual de càlculs). S'ha de dissipar una calor de 1584,03 kW. El model de torre de refrigeració escollida és TC-865 (INDUMEC), capaç de bescanviar 11779 kW/torre. Així, s'ha trobat que una torres de refrigeració del model TC-865 de INDUMEC, ja és del tot suficient i que fins i tot es té marge per si en algun moment es requerís més aigua de refrigeració de torre.

Les torres de refrigeració utilitzades habitualment són torres de circuit obert, en les que l'aire saturat d'humitat surt, per tant, una fracció d'aigua es perd i s'ha de reposar. Per aquest motiu també cal tenir en compte el cabal d'aigua fresca de reposició que s'haurà d'afegir sent aquest de 0,7 kg aigua/h. Aquesta reposició es farà sempre a través de col·lectors i utilitzant aigua descalcificada. Tots aquests càlculs es troben al manual de càlcul.

El model escollit té les següents característiques:



**Figura 15.** Esquema de la torre de refrigeració TC-865 de INDUMEC

| A (mm)                       | E (mm)                      | I (mm)                            | N (mm)         | L (mm)         | H (mm)           | Punts de recolzament |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------------|
| 3610                         | 1100                        | 2335                              | 1910           | 5110           | 2580             | 60                   |
| <b>Motor ventilador (kW)</b> | <b>Pes torre buida (kg)</b> | <b>Pes torre amb càrrega (kg)</b> | <b>Entrada</b> | <b>Sortida</b> | <b>Reposador</b> | <b>Reposició</b>     |
| 8-15                         | 8,72                        | 20,8                              | 4-6"           | 4-8"           | 3-4"             | 1 1/2- 4"            |

**Taula 20.** Dimensions de la torre de refrigeració utilitzada

#### 1.7.4. Grup de fred

Durant el procés és necessari utilitzar aigua freda a més baixes temperatures que la que pot arribar a proporcionar les torres de refrigeració. Per aquest motiu, s'ha decidit utilitzar equips de fred, que per requeriments tècnics se'n disposarà de dos tipus.

Els càlculs de la potència frigorífica necessària es troben al manual de càlcul i s'han realitzat amb la següent equació:

$$P_{\text{frigorífica}} = m_{\text{fluid refrigerant}} \cdot C_{p_{\text{fluid refrigerant}}} \cdot (T_{\text{sortida fluid refrigerant}} - T_{\text{entrada fluid refrigerant}})$$

- Un d'ells proporciona **aigua freda a una temperatura de 7 °C** i es retorna a l'equip a una temperatura de 12 °C. Els equips que en requereixen són:

| Nomenclatura Equip    | Àrea         | Cabal màssic (kg/h) |
|-----------------------|--------------|---------------------|
| Serpentins T-103/104b | 100b         | 217,22              |
| CR-403b               | 400b         | 2827,24             |
|                       | <b>total</b> | <b>3044,46</b>      |

**Taula 21.** Requeriment d'aigua de 7 °C del grup de fred

El grup de fred escollit (**Figura 16**) per a treballar de 12 °C a 7 °C és el més utilitzat, comú i més estàndard. En el cas de la planta de producció de paracetamol es requereixen 17,67 kW de potència frigorífica per aquest tipus d'equip. L'escollida és el model 05-ARIES FC de les de les unitats refredadores d'aigua de l'empresa MTA.



**Figura 16.** Equip de fred de 7 °C model 05-ARIES FC de Novair-MTA

El model 05-ARIES FC és una refredadora d'aigua condensada per aire amb sistema d'estalvi energètic FREE-COOLING. Són ideals per sistemes de climatització o aplicacions industrials, on es necessiti aigua freda durant tot l'any. La potència va de 47 a 162 kW i van equipats amb compressors hermètics i intercanviador de plaques. La principal característica és que la bateria condensant i la bateria d'aigua free-cooling són completament independents, així com els respectius trens de ventilació. El microprocessador monitoritza constantment la diferència entre la temperatura exterior i la temperatura de l'aigua de retorn, en base al set-point de la temperatura aigua establert i, en funció de la diferència, una vàlvula modulant d'aigua desvia total o parcialment l'aigua al free-cooling o a l'evaporador i modulant la regulació de los

ventiladors, així com les etapes de compressió frigorífica. És un sistema de funcionament mixt. Ja porta incorporat una bomba d'aigua que subministrarà el cabal necessari.

- L'altre, utilitza **aigua glicolada al 30% a  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$**  i es retorna a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a l'equip de fred, ja que la temperatura que es requereix en alguns dels equips ha de ser més baixa i amb un equip de fred com l'anterior no seria suficient. Els cabals requerits es troben resumits a la **taula 22**:

| Nomenclatura Equip | Àrea         | Cabal màssic (kg/h) |
|--------------------|--------------|---------------------|
| E-301a             | 300a         | 46383,23            |
| CR-401b            | 400b         | 14063,89            |
| CR-402b            | 400b         | 4407,56             |
|                    | <b>total</b> | <b>64854,68</b>     |

**Taula 22.** Requeriment d'aigua glicolada al 30% de  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$  del grup de fred

Per l'aigua glicolada al 30% i treballant a una temperatura de  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  s'ha escollit el model 04-PHOENIX PLUS de la casa Novair-MTA, que pot aportar una potència frigorífica des de 320 a 1233 kW, per tant, amb un equip d'aquestes característiques podem aconseguir la potència de 536,997 kW que és la que es requereix a la planta.



**Figura 17.** Equip de fred de  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$  PHOENIX PLUS de Novair-MTA

Aquesta està equipada amb compressors semi hermètics de cargol (doble cargol), de gran robustesa i fiabilitat, d'elevada eficiència energètica i COP. Inclou una sèrie vàlvules d'aspiració y descarrega en els compressors i control de fases. Rang de temperatures de temperatura ambient fins a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Vàlvula de expansió electrònica opcional. Microprocessador de control PCO2-PGD Carel, compatible con la majoria de sistemes actuals de control i gestió. Utilitza refrigerant R134A.

La inversió que això representa en la posada en marxa de l'equip de fred com de l'aigua de refrigeració a la llarga serà rentable ja que amb un bon manteniment no han de causar problemes i al ser un circuit tancat (el de fred) no es consumirà més aigua de la que ja es troba en el circuit, exceptuant algun problema tècnic.

### 1.7.5. Aigua de xarxa

L'aigua de xarxa utilitzada a la planta prové d'una xarxa que es troba a peu de planta amb una canonada de 200 mm de diàmetre i de 4 kg/cm<sup>2</sup> de pressió màxima de servei. L'aigua de xarxa és el servei més important de la planta i es divideix segons la seva funcionalitat.

S'utilitza aigua de xarxa descalcificada per operacions en el procés de la planta i aigua sense descalcificar per ús personal (vestuaris, lavabos, zones de descans, etc), neteja general de la planta, aigua contra incendis, tractament de jardineria, etc.

Pel funcionament de les centrífugues es necessita aigua de xarxa descalcificada en total uns 3640,22 kg/h d'aigua de rentat i per la dissolució de l'àcid nítric es necessita 6296,78 kg/batch quan el procés ja treballa a règim. Per a la posada en marxa, l'aigua de dissolució de l'àcid nítric serà major, ja que no es disposarà de la recirculació que prové de l'evaporador.

### 1.7.6. Descalcificador

Per evitar possibles problemes de brutícia i incrustacions en els equips de procés es realitza un tractament de descalcificació de l'aigua de procés mitjançant reïnes d'intercanvi iònic.

Les necessitats d'aigua descalcificada són:

| Nomenclatura Equip       | Àrea | Cabal màssic (kg/h) |
|--------------------------|------|---------------------|
| CT-401a                  | 400a | 806,67              |
| CT-401b                  | 400b | 1329,68             |
| CT-402b                  | 400b | 1503,87             |
| M-301a                   | 300a | 6296,78 kg/batch    |
| Reposició aigua de torre | 900  | 0,7                 |

**Taula 23.** Requeriment d'aigua descalcificada

Els problemes que es solucionen són bàsicament les incrustacions degudes a les sals precipitades que contindria l'aigua de duresa elevada (no tractada). A més, el calci i el magnesi poden reaccionar amb el corrent i formar compostos que poden retardar les evaporacions a per exemple la caldera.

- **Operació del descalcificador**

L'aigua que conté ions de magnesi i calci entra en contacte amb la reïna. Aquesta és un producte sintètic i insoluble en forma d'esferes amb la capacitat d'intercanviar els ions que aquesta conté (cations) pels ions que conté l'aigua.

L'intercanvi iònic es dona a la superfície de les esferes, intercanviant ions de  $\text{Na}^+$  per ions de  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  i aconseguint així estovar l'aigua.

- **Regeneració de la resina**

La regeneració de la reïna es du a terme posant en contacte aquesta amb una sal de NaCl, adherint-se a la reïna els ions de  $\text{Na}^+$  i els ions de  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  saturats que es troben a la reïna s'intercanvien formant les seves sals amb  $\text{Cl}^-$ .

El descalcificador està subministrat per l'empresa MUNDIAGUA i té les següents característiques:

- **Volum de resina:** 350 L
- **Màxima capacitat:**  $11000 \text{ m}^3 \cdot \text{HF}$
- **Diàmetre tanc:** 1800 mm
- **Diàmetre del descalcificador:** 2700 mm
- **Tipus de vàlvula:** Diafragma



**Figura 18.** Descalcificador

L'equip funciona alternativament, és adir, una en servei i l'altra en regeneració. La columna en servei es manté treballant fins que ha passat tot el volum d'aigua que pot tractar per acabar el seu cicle (abans que aquesta es satori). En aquest moment, en el temps de ruptura, s'inicia la

fase de regeneració d'aquesta, iniciant un nou cicle de treball la segona columna. Així, es va repetint el cicle successivament. La regeneració de cada columna és instantània i, per tant, no s'atura mai el subministrament d'aigua descalcificada.

Aquests sistemes ja porten incorporat un sistema de control per esgotament de la reïna on s'analitza la duresa de la reïna injectant la sal regeneradora quan es supera el valor corresponent a la concentració de ruptura.

### 1.7.7. Nitrogen

En aquesta planta de producció de paracetamol el nitrogen és imprescindible en diverses parts del procés. Per començar, en el primer reactor R-301/3a és necessari per inertitzar el reactor i a la vegada per emportar-se els òxids de nitrogen formats durant la reacció. Per altra banda, amb la mateixa finalitat d'inertitzar també s'utilitza nitrogen en el segon reactor R-301b.

Finalment, s'utilitza nitrogen en la manipulació del producte final. Per a retirar el producte del filtre nucha s'utilitza nitrogen fent el buit per facilitar el buidat i aquest nitrogen també serà el gas d'entrada que acompanyarà el paracetamol en els ciclons. D'aquesta manera s'evita possibles riscos per part del paracetamol cristal·litzat ja que la mida de partícula d'aquest és força baixa (pols) i podria causar riscos de pols explosiva i a més així s'evita les possibles oxidacions en contacte amb l'aire, tot i que fins a una temperatura de 45 °C aquest és estable.

El nitrogen gas sol substituir a l'aire en la manipulació d'aquests tipus de productes degut als avantatges que presenten les seves propietats:

- No és combustible ni sosté la combustió.
- És molt estable de manera que crea un ambient inert.
- La seva baixa densitat permet desplaçar-se sense dificultat.
- Pot eliminar-se cap a l'atmosfera sense provocar problemes ambientals.

Per cobrir aquestes necessitats es disposa de generadors de la marca IGS, model NitroSwing® com el que es pot veure en la següent fotografia. Tot i ser un dispositiu car, a la llarga és rentable, ja que la utilització de nitrogen és important en aquesta planta de producció de paracetamol.



**Figura 19.** *Generador de nitrogen*

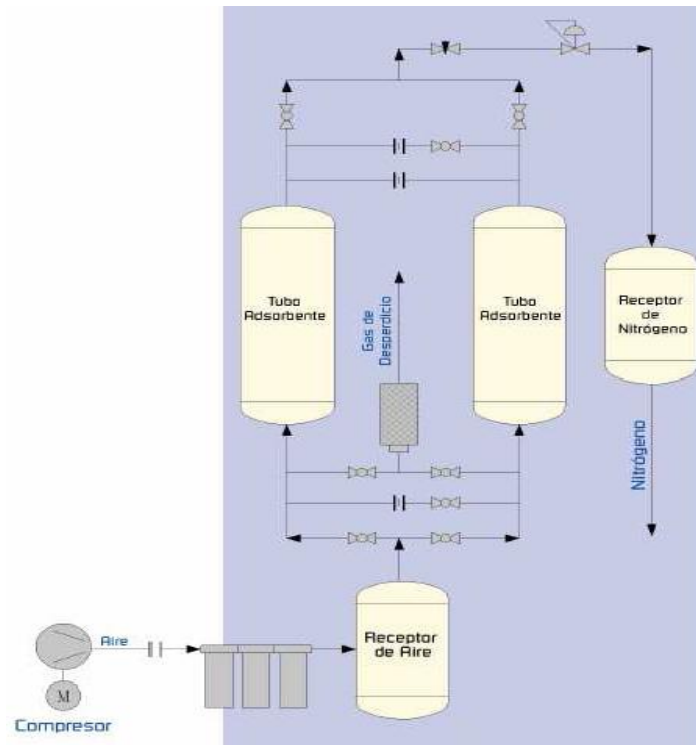
Aquests generadors utilitzen sistema PSA que consisteix en fer passar aire sobre material adsorbent que reté l'oxigen deixant passar el nitrogen i obtenint així un corrent ric en nitrogen.

Aquest mètode presenta grans avantatges respecte altres:

- ✓ Capaç de proporcionar cabals molt superiors als que s'obtindrien amb un altre sistema.
- ✓ Econòmicament més rentable, permet obtenir nitrogen d'una forma barata.

El generador d'obtenció de nitrogen segueix els passos següents:

1. *Compressió i condicionament de l'aire d'alimentació.* Es comprimeix, s'asseca i es filtra l'aire ambiental.
2. *Pressurització i adsorció.* L'aire tractat passa per un tub de carbó molecular (CMS) on s'adsorbeix l'oxigen i el nitrogen continua en el corrent de gas. El sistema consta de dos tubs adsorbents. Abans que la capacitat d'adsorció de CMS sigui esgotada, el procés de separació s'atura per canviar de tub.
3. *Desorció.* El CMS saturat es regenera alliberant els gasos (bàsicament oxigen) retinguts cap a l'atmosfera. L'adsorció i desorció duren el mateix interval de temps. Per tant, la generació de nitrogen és contínua i es pot obtenir amb només dos tubs adsorbents.
4. *Receptor de nitrogen.* El nitrogen surt a flux constant i és emmagatzemat en un tanc. Així es pot assegurar que el sistema podrà cobrir la demanda en tot moment i assegurant també els pics de consum. La sortida del nitrogen de cada generador és a una pressió de 7,5 bar, 20 °C i una puresa aproximadament del 99.99 %.



**Figura 20.** Esquema del funcionament del generador de nitrogen

### 1.7.8. Aire comprimit

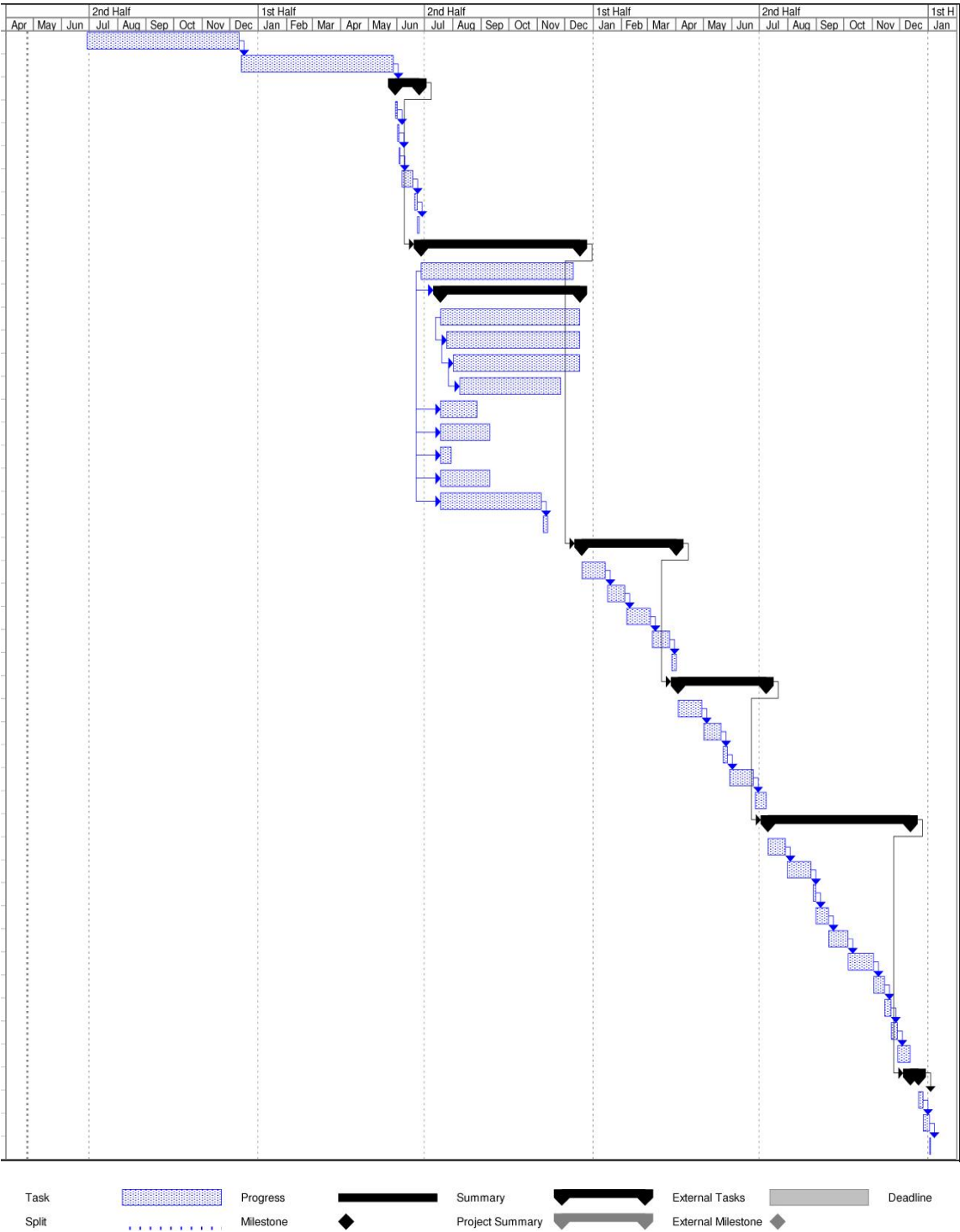
Aquest és un servei indispensable a una planta ja que aquest s'utilitza en sistemes de control i instrumentació de moltes vàlvules. Per aquest motiu, es disposa de compressors d'aire per poder subministrar el necessari a totes les instal·lacions.

## 1.8. PROGRAMACIÓ TEMPORAL DE LA CONSTRUCCIÓ I MUNTATGE DE LA PLANTA

Per tenir una idea del temps que durarà la construcció i muntatge d'una planta és molt útil realitzar una planificació o programació del temps que es requereix en cada activitat. En el següent full es numeren les diferents tasques a realitzar durant el temps de construcció i muntatge, així com també la durada aproximada de cada tasca.

La durada total del projecte és de dos anys i mig aproximadament, iniciant els tràmits de llicència d'activitats el 29 de juny del 2009 aquesta planta estaria acabada al voltant del 3 de gener del 2012.

| ID | Task Name                                          | Duration        | Start               | Finish              | Predecessors        |
|----|----------------------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Licència d'activitats                              | 120 days        | Mon 29/06/09        | Fri 11/12/09        |                     |
| 2  | Licència d'obres                                   | 120 days        | Mon 14/12/09        | Fri 28/05/10        | 1                   |
| 3  | <b>Urbanització. Treballs previs</b>               | <b>20 days</b>  | <b>Mon 31/05/10</b> | <b>Fri 25/06/10</b> | <b>2</b>            |
| 4  | Estudi geotècnic                                   | 2 days          | Mon 31/05/10        | Tue 01/06/10        |                     |
| 5  | Neteja dels terrenys                               | 2 days          | Wed 02/06/10        | Thu 03/06/10        | 4                   |
| 6  | Infraestructura per executar l'obra civil          | 1 day           | Fri 04/06/10        | Fri 04/06/10        | 5                   |
| 7  | Excavacions i fonaments                            | 10 days         | Mon 07/06/10        | Fri 18/06/10        | 6                   |
| 8  | Vials d'accés a les diferents àrees dins la planta | 3 days          | Mon 21/06/10        | Wed 23/06/10        | 7                   |
| 9  | Instal·lació de subministraments provisional       | 2 days          | Thu 24/06/10        | Fri 25/06/10        | 8                   |
| 10 | <b>Obra Civil</b>                                  | <b>125 days</b> | <b>Mon 28/06/10</b> | <b>Fri 17/12/10</b> | <b>3</b>            |
| 11 | Edificis Procés                                    | 120 days        | Mon 28/06/10        | Fri 10/12/10        |                     |
| 12 | <b>Instal·lació d'equips</b>                       | <b>110 days</b> | <b>Mon 19/07/10</b> | <b>Fri 17/12/10</b> | <b>11SS+15 days</b> |
| 13 | Àrees de reacció                                   | 110 days        | Mon 19/07/10        | Fri 17/12/10        |                     |
| 14 | Àrees de separació                                 | 105 days        | Mon 26/07/10        | Fri 17/12/10        | 13SS+5 days         |
| 15 | Àrees de purificació                               | 100 days        | Mon 02/08/10        | Fri 17/12/10        | 14SS+5 days         |
| 16 | Àrea de producte acabat                            | 80 days         | Mon 09/08/10        | Fri 26/11/10        | 15SS+5 days         |
| 17 | Àrea d'emmagatzematge de reactius                  | 30 days         | Mon 19/07/10        | Fri 27/08/10        | 11SS+15 days        |
| 18 | Àrea d'emmagatzematge de producte acabat           | 40 days         | Mon 19/07/10        | Fri 10/09/10        | 11SS+15 days        |
| 19 | Altres equips de procés                            | 10 days         | Mon 19/07/10        | Fri 30/07/10        | 11SS+15 days        |
| 20 | Àrea de serveis                                    | 40 days         | Mon 19/07/10        | Fri 10/09/10        | 11SS+15 days        |
| 21 | Oficines i laboratoris                             | 80 days         | Mon 19/07/10        | Fri 05/11/10        | 11SS+15 days        |
| 22 | Aparcaments                                        | 5 days          | Mon 08/11/10        | Fri 12/11/10        | 21                  |
| 23 | <b>Instal·lació de canonades</b>                   | <b>75 days</b>  | <b>Mon 20/12/10</b> | <b>Fri 01/04/11</b> | <b>10</b>           |
| 24 | Instal·lació de canonades de procés                | 20 days         | Mon 20/12/10        | Fri 14/01/11        |                     |
| 25 | Connexions canonades amb els equips                | 15 days         | Mon 17/01/11        | Fri 04/02/11        | 24                  |
| 26 | Instal·lació canonades de serveis                  | 20 days         | Mon 07/02/11        | Fri 04/03/11        | 25                  |
| 27 | Connexió canonades de serveis-equipos              | 15 days         | Mon 07/03/11        | Fri 25/03/11        | 26                  |
| 28 | Aïllament canonades                                | 5 days          | Mon 28/03/11        | Fri 01/04/11        | 27                  |
| 29 | <b>Instal·lació elèctrica</b>                      | <b>70 days</b>  | <b>Mon 04/04/11</b> | <b>Fri 08/07/11</b> | <b>23</b>           |
| 30 | Instal·lació de les canalitzacions elèctriques     | 20 days         | Mon 04/04/11        | Fri 29/04/11        |                     |
| 31 | Estesa de cables                                   | 15 days         | Mon 02/05/11        | Fri 20/05/11        | 30                  |
| 32 | Ubicació d'armaris elèctrics i de control          | 5 days          | Mon 23/05/11        | Fri 27/05/11        | 31                  |
| 33 | Connexió de cables i armaris                       | 20 days         | Mon 30/05/11        | Fri 24/06/11        | 32                  |
| 34 | Aparellatge elèctric                               | 10 days         | Mon 27/06/11        | Fri 08/07/11        | 33                  |
| 35 | <b>Instrumentació i control</b>                    | <b>111 days</b> | <b>Mon 11/07/11</b> | <b>Mon 12/12/11</b> | <b>29</b>           |
| 36 | Instal·lació instrumentació                        | 15 days         | Mon 11/07/11        | Fri 29/07/11        |                     |
| 37 | Connexió instrumentació-equipos                    | 20 days         | Mon 01/08/11        | Fri 26/08/11        | 36                  |
| 38 | Power-on                                           | 3 days          | Mon 29/08/11        | Wed 31/08/11        | 37                  |
| 39 | Verificació de connexió elèctric                   | 10 days         | Thu 01/09/11        | Wed 14/09/11        | 38                  |
| 40 | Calibració equips                                  | 15 days         | Thu 15/09/11        | Wed 05/10/11        | 39                  |
| 41 | Proves dels equips                                 | 20 days         | Thu 06/10/11        | Wed 02/11/11        | 40                  |
| 42 | Carregar software i programes de control           | 8 days          | Thu 03/11/11        | Mon 14/11/11        | 41                  |
| 43 | Test de les Seqüències de control                  | 5 days          | Tue 15/11/11        | Mon 21/11/11        | 42                  |
| 44 | Ajustos dels PID                                   | 5 days          | Tue 22/11/11        | Mon 28/11/11        | 43                  |
| 45 | Test funcional de la planta                        | 10 days         | Tue 29/11/11        | Mon 12/12/11        | 44                  |
| 46 | <b>Acabats</b>                                     | <b>7 days</b>   | <b>Tue 13/12/11</b> | <b>Wed 21/12/11</b> | <b>35</b>           |
| 49 | Test en producció real                             | 3 days          | Thu 22/12/11        | Mon 26/12/11        | 46                  |
| 50 | Resolució de punts pendents                        | 5 days          | Tue 27/12/11        | Mon 02/01/12        | 49                  |
| 51 | Acceptació i tancament del projecte                | 1 day           | Tue 03/01/12        | Tue 03/01/12        | 50                  |



## **2. EQUIPS**

2. EQUIPS

2.1. Llistat d'equips ..... 2-1

2.2. Full d'especificacions ..... 2-7

2.2.1 Àrea 100a..... 2-7

2.2.2 Àrea 200a..... 2-10

2.2.3 Àrea 300a..... 2-13

2.2.4 Àrea 400a..... 2-22

2.2.5 Àrea 100b..... 2-44

2.2.6 Àrea 300b..... 2-51

2.2.7 Àrea 400b..... 2-58

2.2.8 Àrea 500..... 2-82

2.2.9 Àrea 600..... 2-86

|                                                                                   |                         |                                      |                                         |                                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                                      | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |                 |
|                                                                                   | <b>ÀREA 100a</b>        |                                      | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell | <b>Full:</b> 1/1               |                 |
| <b>ÍTEM</b>                                                                       | <b>Unitats</b>          | <b>Denominació</b>                   | <b>Característiques principals</b>      | <b>Potència (KW)</b>           | <b>Material</b> |
| T-101a/103a                                                                       | 3                       | Tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric | D=2,5m<br>L=3,5m (Vertical)             | -                              | AISI 304        |

|                                                                                   |                         |                                 |                                         |                                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                                 | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |                 |
|                                                                                   | <b>ÀREA 200a</b>        |                                 | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell | <b>Full:</b> 1/1               |                 |
| <b>ÍTEM</b>                                                                       | <b>Unitats</b>          | <b>Denominació</b>              | <b>Característiques principals</b>      | <b>Potència (KW)</b>           | <b>Material</b> |
| T-201a/203a                                                                       | 3                       | Tancs d'emmagatzematge de fenol | D=2,5m<br>L=4 m (Vertical)              | -                              | AISI 304        |

|  | LLISTAT D'EQUIPS |                                         | Planta: Producció de paracetamol                                        | Preparat per: ZETA S.A. |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
|                                                                                   | ÀREA 300a        |                                         | Ubicació: Gasos Nobles, Sabadell                                        | Full: 1/1               |          |
| ÍTEM                                                                              | Unitats          | Denominació                             | Característiques principals                                             | Potència (KW)           | Material |
| M-301a                                                                            | 1                | Tanc de dissolució de l'àcid nítric     | D=2,3m<br>L=3m (Vertical)                                               | 1,65                    | AISI 304 |
| R-301/303a                                                                        | 3                | Tanc de reacció                         | D=2,5m<br>L=4m (Vertical)                                               | 20,1                    | AISI 304 |
| E-301a                                                                            | 1                | Bescanviadors de carcassa i tubs        | D <sub>S</sub> =0,543m<br>D <sub>T</sub> =20mm<br>L=2,44m (Horitzontal) | -                       | AISI 304 |
| M-302a                                                                            | 1                | Tanc pulmó de la mescla de p-Nitrofenol | D=3m<br>L=4m (Vertical)                                                 | 58,5                    | AISI 304 |

|  | LLISTAT D'EQUIPS |                                 | Planta: Producció de paracetamol                                          | Preparat per: ZETA S.A. |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
|                                                                                   | ÀREA 400a        |                                 | Ubicació: Gasos Nobles, Sabadell                                          | Full: 1/1               |          |
| ÍTEM                                                                              | Unitats          | Denominació                     | Característiques principals                                               | Potència (KW)           | Material |
| CT-401a                                                                           | 1                | Centrífuga                      | D=1m                                                                      | 7 (CV)                  | -        |
| E-401a                                                                            | 1                | Bescanviador de carcassa i tubs | D <sub>S</sub> =0,528m<br>D <sub>T</sub> =12,8mm<br>L=2,44m (Horitzontal) | -                       | AISI 304 |
| E-402a                                                                            | 1                | Bescanviador de carcassa i tubs | D <sub>S</sub> =0,424m<br>D <sub>T</sub> =30mm<br>L=2,44m (Horitzontal)   | -                       | AISI 304 |

|         |   |                                  |                                                                                                         |   |          |
|---------|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
| C-401a  | 1 | Columna de destil·lació del p-NP | D=1,3m<br>L=6m (Vertical)                                                                               | - | AISI 304 |
| E-403a  | 1 | Condensador                      | D <sub>S</sub> =0,5m<br>D <sub>T</sub> =46mm<br>L=3m (Horitzontal)                                      | - | AISI 304 |
| E-404a  | 1 | Kettle Reboiler                  | D <sub>S</sub> =0,7m<br>D <sub>T</sub> =46mm<br>L=3m (Horitzontal)                                      | - | AISI 304 |
| M-401a  | 1 | Mesclador                        | D=0,74m<br>L=1,11m (Vertical)                                                                           | 8 | AISI 304 |
| C-402a  | 1 | Columna d'arrossegament de vapor | D=0,8m<br>L=6,75m (Vertical)                                                                            | - | AISI 304 |
| E-405a  | 1 | Condensador                      | D <sub>S</sub> =0,5m<br>D <sub>T</sub> =46mm<br>L=1,8m (Horitzontal)                                    | - | AISI 304 |
| EV-401a | 1 | Evaporador vertical              | D <sub>S</sub> =1,7m; D <sub>tanc</sub> =0,8m<br>L <sub>t</sub> =2m; L <sub>tanc</sub> =1,5m (Vertical) | - | AISI 304 |
| E-406a  | 1 | Condensador del vapor de sortida | D=0,2m<br>L= 0,75m (Horitzontal)                                                                        | - | AISI 304 |

|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                                              | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------|
|                                                                                   | <b>ÀREA 100b</b>        |                                              | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell | <b>Full:</b> 1/1               |           |
| ÍTEM                                                                              | Unitats                 | Denominació                                  | Característiques principals             | Potència (KW)                  | Material  |
| T-101/102b                                                                        | 2                       | Tancs d'emmagatzematge d'anhidre acètic      | D=2,5m<br>H=5m (vertical)               | -                              | AISI 316L |
| T-103/104b                                                                        | 2                       | Tancs d'emmagatzematge d'àcid acètic glacial | D=2,5m<br>H=3m (vertical)               | -                              | AISI 304  |
| T-105/106b                                                                        | 2                       | Tancs d'emmagatzematge d'èter isopropílic    | D=2,5m<br>H=4m (vertical)               | -                              | AISI 304  |

|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                                                           | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------|
|                                                                                   | <b>ÀREA 300b</b>        |                                                           | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell | <b>Full:</b> 1/1               |           |
| ÍTEM                                                                              | Unitats                 | Denominació                                               | Característiques principals             | Potència (KW)                  | Material  |
| M-301b                                                                            | 1                       | Tanc de dissolució de p-Nitrofenol en àcid acètic glacial | D=0,85m<br>L= 1,3m (Vertical)           | 0,033                          | AISI 316L |
| R-301b                                                                            | 1                       | Tanc de reacció                                           | D=1,35m<br>L=2m (Vertical)              | 1,17                           | AISI 304  |
| M-302b                                                                            | 1                       | Tanc de mescla                                            | D=1m<br>L=1,52m (vertical)              | 1,2                            | AISI 304  |

|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                          | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol                                      | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
|                                                                                   | <b>ÀREA 400b</b>        |                          | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell                                      | <b>Full:</b> 1/1               |          |
| ÍTEM                                                                              | Unitats                 | Denominació              | Característiques principals                                                  | Potència (KW)                  | Material |
| M-401b                                                                            | 1                       | Mesclador                | D=0,35m<br>L=0,52m (vertical)                                                | 0,06                           | AISI 304 |
| EX-401/420b                                                                       | 20                      | Mesclador de l'extracció | D <sub>mixer</sub> =0,8m<br>L <sub>mixer</sub> = 1m (Vertical)               | 0,6                            | AISI 304 |
|                                                                                   | 20                      | Catllar de l'extracció   | D <sub>decantador</sub> =0,74m<br>L <sub>decantador</sub> = 1,85m (Vertical) |                                |          |
| C-401b                                                                            | 1                       | Columna de destil·lació  | D=1,3m<br>L= 8,5m (Vertical)                                                 | -                              | AISI 304 |
| E-401b                                                                            | 1                       | Condensador              | D <sub>S</sub> =1m<br>D <sub>T</sub> =25mm<br>L=4m (Horitzontal)             | -                              | AISI 304 |
| E-403b                                                                            | 1                       | Kettle Reboiler          | D <sub>S</sub> =0,62m<br>D <sub>T</sub> =50mm<br>L=2,4m (Horitzontal)        | -                              | AISI 304 |
| E-402b                                                                            | 1                       | Condensador              | D <sub>S</sub> =0,5m<br>D <sub>T</sub> =46mm<br>L=2m (Horitzontal)           | -                              | AISI 304 |
| CR-401b                                                                           | 1                       | Cristal·litzador         | D=1,6m<br>L=3,45 (Vertical)                                                  | 2,26                           | AISI 304 |
| CT-401b                                                                           | 1                       | Centrífuga               | D=1m                                                                         | 3 (CV)                         | -        |
| CR-402b                                                                           | 1                       | Cristal·litzador         | D=1,2m<br>L=1,75 (Vertical)                                                  | 0,53                           | AISI 304 |
| CT-402b                                                                           | 1                       | Centrífuga               | D=1m                                                                         | 3 (CV)                         | -        |

|         |   |                           |                               |      |          |
|---------|---|---------------------------|-------------------------------|------|----------|
| CR-403b | 1 | Recristal·litzador        | D=0,8m<br>L=1,06 (Vertical)   | 0,07 | AISI 304 |
| E-404b  | 1 | Bescanviador de doble tub | L=6m (Horitzontal)<br>D=0,06m | -    | AISI 304 |

|                                                                                   |                         |                    |                                         |                                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                    | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |                 |
|                                                                                   | <b>ÀREA 500</b>         |                    | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell | <b>Full:</b> 1/1               |                 |
| <b>ÍTEM</b>                                                                       | <b>Unitats</b>          | <b>Denominació</b> | <b>Característiques principals</b>      | <b>Potència (KW)</b>           | <b>Material</b> |
| FN-501/503                                                                        | 3                       | Filtre Nucha       | D=2,4m<br>L=0,5m<br>Capacitat=6000L     | 18,7                           | AISI 304        |
| CC-501/503                                                                        | 3                       | Ciclons            | D=0,8m<br>L=3,2m (vertical)             | -                              | AISI 304        |

|                                                                                     |                         |                                        |                                         |                                |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|  | <b>LLISTAT D'EQUIPS</b> |                                        | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol | <b>Preparat per:</b> ZETA S.A. |                 |
|                                                                                     | <b>ÀREA 600</b>         |                                        | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles, Sabadell | <b>Full:</b> 1/1               |                 |
| <b>ÍTEM</b>                                                                         | <b>Unitats</b>          | <b>Denominació</b>                     | <b>Característiques principals</b>      | <b>Potència (KW)</b>           | <b>Material</b> |
| ST-601/603                                                                          | 3                       | Sitges d'emmagatzematge de paracetamol | D=2m<br>L=6,5m                          | -                              | AISI 304        |

## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

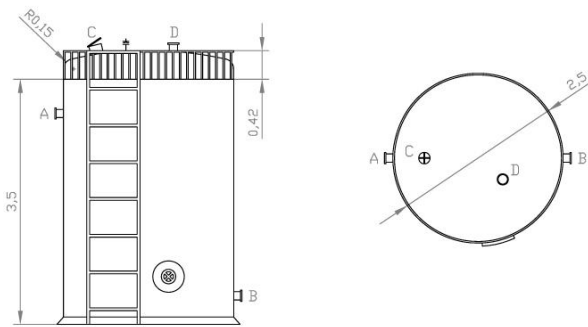
**A-100a**

|                                                                                   |                                            |              |                              |                     |                       |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|
|  | <b>TANC D'EMMAGATZEMATGE D'ÀCID NÍTRIC</b> |              |                              | Ítem Nº: T101a/103a |                       | <b>Àrea:</b><br>100a               |
|                                                                                   |                                            |              |                              | Projecte Nº: -      |                       |                                    |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol           |              |                              | Preparat per: ZETA  |                       | <b>Data:</b><br>8-6-09             |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                     |              |                              | Full: 1/2           |                       |                                    |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                            |              |                              |                     |                       |                                    |
| <b>Denominació:</b> Tanc d'emmagatzematge d'àcid nítric al 70%                    |                                            |              |                              |                     |                       |                                    |
| <b>Reactius manipulats:</b> Àcid nítric al 70%                                    |                                            |              |                              |                     |                       |                                    |
| <b>Posició:</b>                                                                   |                                            | Vertical     | <b>Volum (m³):</b>           |                     | 17,18                 | <b>Densitat (kg/m3):</b> 1520      |
| <b>Forma fons</b>                                                                 |                                            | Pla          | <b>Alçada (m):</b>           |                     | 3,5                   | <b>Pes equip buit (kg):</b> 2205,1 |
| <b>Forma capçal:</b>                                                              |                                            | Tori esfèric | <b>Diàmetre (m):</b>         |                     | 2,5                   | <b>Pes operació (kg):</b> 24589    |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                            |              |                              |                     |                       |                                    |
| <b>Material de construcció</b>                                                    |                                            |              |                              |                     | AISI 304              |                                    |
| <b>Temperatura d'operació (°C)</b>                                                |                                            |              |                              |                     | 25                    |                                    |
| <b>Temperatura de disseny (°C)</b>                                                |                                            |              |                              |                     | 40                    |                                    |
| <b>Pressió de treball (bar)</b>                                                   |                                            |              |                              |                     | 1,013                 |                                    |
| <b>Pressió de disseny (bar)</b>                                                   |                                            |              |                              |                     | 2,02                  |                                    |
| <b>Gruix del cilindre (mm)</b>                                                    |                                            |              |                              |                     | 9                     |                                    |
| <b>Gruix del capçal (mm)</b>                                                      |                                            |              |                              |                     | 9                     |                                    |
| <b>Gruix del fons (mm)</b>                                                        |                                            |              |                              |                     | 4                     |                                    |
| <b>Sobre per corrosió (mm)</b>                                                    |                                            |              |                              |                     | 2                     |                                    |
| <b>Norma de disseny seguida</b>                                                   |                                            |              |                              |                     | ASME                  |                                    |
| <b>DETALLS DE DISSENY</b>                                                         |                                            |              | <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b> |                     |                       |                                    |
| <b>Radiografiat</b>                                                               |                                            | Parcial      | <b>Marca</b>                 |                     | <b>Denominació</b>    | <b>Tamany</b>                      |
| <b>Eficàcia soldadura</b>                                                         |                                            | 0,85         | A                            |                     | Entrada de producte   | 3"                                 |
| <b>Aïllant</b>                                                                    |                                            | No           | B                            |                     | Sortida d'àcid nítric | 0,75"                              |
| <b>Alçada cilindre (m)</b>                                                        |                                            | 3,08         | C                            |                     | Boca d'home           | 30"                                |
| <b>Alçada capçal (m)</b>                                                          |                                            | 0,42         | D                            |                     | Sortida de gasos      | 1"                                 |

|                                                                                   |                                     |                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------|
|  | TANC D'EMMAGATZEMATGE D'ÀCID NÍTRIC | ITEM N°: T101a-T103a | ÀREA:<br>100a   |
|                                                                                   |                                     | PROJECTE N°:         |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol    | PREPARAT PER: ZETA   | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles              | FULL: 2/2            |                 |

DENOMINACIÓ: Tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric

UNITATS: en metres

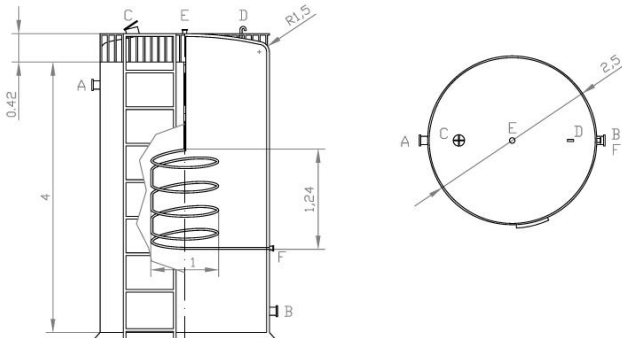


## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

**A-200a**

|                                                                                   |                                       |                                             |                       |                                |          |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|------------------------|
|  | <b>TANC D'EMMAGATZEMATGE DE FENOL</b> |                                             |                       | Ítem N°: T201a/T203a           |          | <b>Àrea:</b><br>200a   |
|                                                                                   |                                       |                                             |                       | Projecte N°: -                 |          |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol      |                                             |                       | Preparat per: ZETA             |          | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                |                                             |                       | Full: 1/2                      |          |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                       |                                             |                       |                                |          |                        |
| Denominació: Tanc d'emmagatzematge de fenol                                       |                                       |                                             |                       |                                |          |                        |
| Reactius manipulats: Fenol líquid                                                 |                                       |                                             |                       |                                |          |                        |
| Posició:                                                                          | Vertical                              | Volum (m³):                                 | 19,63                 | Densitat (kg/m3):              | 1060     |                        |
| Forma fons                                                                        | Pla                                   | Alçada (m):                                 | 4                     | Pes equip buit (kg):           | 2426,04  |                        |
| Forma capçal:                                                                     | Tori                                  | Diàmetre (m):                               | 2,5                   | Pes operació (kg):             | 20637,46 |                        |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                       |                                             |                       |                                |          |                        |
| Material de construcció                                                           |                                       |                                             | AISI 304              |                                |          |                        |
| Temperatura d'operació (°C)                                                       |                                       |                                             | 50                    |                                |          |                        |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                       |                                             | 65                    |                                |          |                        |
| Pressió de treball (bar)                                                          |                                       |                                             | 1,013                 |                                |          |                        |
| Pressió de disseny (bar)                                                          |                                       |                                             | 1,76                  |                                |          |                        |
| Gruix del cilindre (mm)                                                           |                                       |                                             | 9                     |                                |          |                        |
| Gruix del capçal (mm)                                                             |                                       |                                             | 3                     |                                |          |                        |
| Gruix del fons (mm)                                                               |                                       |                                             | 8                     |                                |          |                        |
| Sobre per corrosió (mm)                                                           |                                       |                                             | 1                     |                                |          |                        |
| Norma de disseny seguida                                                          |                                       |                                             | ASME                  |                                |          |                        |
| <b>DETALLS DE DISSENY</b>                                                         |                                       |                                             | <b>DADES SERPENTÍ</b> |                                |          |                        |
| Radiografiat                                                                      | Parcial                               | Fluid escalfament                           |                       | Oli tèrmic <i>Paratherm HE</i> |          |                        |
| Eficàcia soldadura                                                                | 0,85                                  | Diàmetre (mm)                               |                       | 10                             |          |                        |
| Aïllant                                                                           | Manta subíndex 322-G-70               | Temperatura Entrada/Sortida del fluid (°C): |                       | 100/85                         |          |                        |
| Gruix aïllant (mm)                                                                | 10                                    | Àrea de bescanvi (m²):                      |                       | 0,39                           |          |                        |
| Alçada cilindre (m)                                                               | 3,6                                   | Cabal fluid (m³/h):                         |                       | 0,45                           |          |                        |
| Alçada capçal (m)                                                                 | 0,4                                   | Velocitat de pas (m/s):                     |                       | 1,58                           |          |                        |
| % Ocupació                                                                        | 87,5                                  | U (W/m²°C):                                 |                       | 200                            |          |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                       |                                             |                       |                                |          |                        |
| Marca                                                                             | Denominació                           |                                             |                       | Tamany                         |          |                        |
| A                                                                                 | Entrada de fenol                      |                                             |                       | 3"                             |          |                        |
| B                                                                                 | Sortida de fenol                      |                                             |                       | 0,25"                          |          |                        |
| C                                                                                 | Boca d'home                           |                                             |                       | 30"                            |          |                        |
| D                                                                                 | Venteig                               |                                             |                       | 3"                             |          |                        |
| E                                                                                 | Entrada oli tèrmic                    |                                             |                       | 0,25"                          |          |                        |
| F                                                                                 | Sortida oli tèrmic                    |                                             |                       | 0,25"                          |          |                        |

|                                                                                   |                                  |                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
|  | TANC D'EMMAGATZEMATGE DE FENOL   | ITEM N°: T201a-T203a | ÀREA:<br>200a   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE N°:         |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA   | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2            |                 |

|                                                                                                |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| DENOMINACIÓ: Tancs d'emmagatzematge de fenol                                                   |  |  |  |
| UNITATS: en metres                                                                             |  |  |  |
| <div></div> |  |  |  |

## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

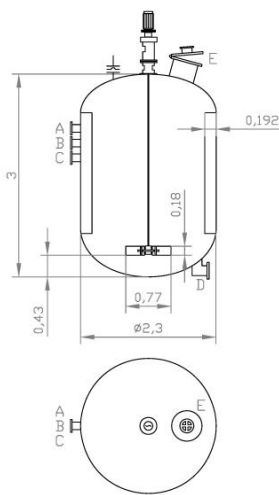
**A-300a**

|                                                                                   |                                         |                        |                           |                             |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
|  | <b>TANC DE DISSOLUCIÓ</b>               |                        | Ítem N°: M-301a           |                             | <b>Àrea:</b><br>300a   |
|                                                                                   |                                         |                        | Projecte N°: -            |                             |                        |
|                                                                                   | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol |                        | <b>Preparat per:</b> ZETA |                             | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles           |                        | <b>Full:</b> 1/2          |                             |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                         |                        |                           |                             |                        |
| <b>Denominació:</b> Tanc de dissolució d'àcid nítric.                             |                                         |                        |                           |                             |                        |
| <b>Productes manipulats:</b> Solució d'àcid nítric al 15%                         |                                         |                        |                           |                             |                        |
| <b>Posició:</b>                                                                   | Vertical                                | <b>Capacitat (m³):</b> | 12,8                      | <b>Densitat (kg/m³):</b>    | 1078                   |
| <b>Forma cos:</b>                                                                 | Cilíndrica                              | <b>Alçada (m) :</b>    | 3                         | <b>Pes equip buit (kg):</b> | 1556,2                 |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Toriesfèrics                            | <b>Diàmetre(m):</b>    | 2,3                       | <b>Pes operació (kg):</b>   | 17587,3                |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                         |                        |                           |                             |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                         |                        | AISI-304                  |                             |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                         |                        | 20                        |                             |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                         |                        | 40                        |                             |                        |
| <b>Pressió de treball (atm):</b>                                                  |                                         |                        | 1,013                     |                             |                        |
| <b>Pressió de disseny (atm):</b>                                                  |                                         |                        | 3,013                     |                             |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                         |                        | 6                         |                             |                        |
| <b>Gruix dels fons toriesfèrics (mm):</b>                                         |                                         |                        | 9                         |                             |                        |
| <b>Sobrespessor de corrosió:</b>                                                  |                                         |                        | 2                         |                             |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                         |                        | ASME                      |                             |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                         |                        |                           |                             |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                         |                        | Disk Flate-bladed         |                             |                        |
| <b>Diàmetre impulsor (m):</b>                                                     |                                         |                        | 0,767                     |                             |                        |
| <b>Amplada plaques impulsor (m):</b>                                              |                                         |                        | 0,15                      |                             |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rps):</b>                                                |                                         |                        | 1                         |                             |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                         |                        | 1,65                      |                             |                        |
| <b>Pes agitador (kg)</b>                                                          |                                         |                        | 150                       |                             |                        |
| <b>Nº Bafles:</b>                                                                 |                                         |                        | 4                         |                             |                        |
| <b>Amplada Bafles (cm):</b>                                                       |                                         |                        | 0,192                     |                             |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                         |                        |                           | <b>DETALLS DE DISENY</b>    |                        |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>                      |                        | <b>Tamany</b>             |                             |                        |
| A                                                                                 | Entrada àcid nítric 70%                 |                        | 0,75"                     |                             |                        |
| B                                                                                 | Entrada aigua                           |                        | 2"                        |                             |                        |
| C                                                                                 | Entrada de nítric provinent de EV-401a  |                        | 1"                        |                             |                        |
| D                                                                                 | Sortida de producte                     |                        | 2"                        |                             |                        |
| E                                                                                 | Boca d'home                             |                        | 30"                       |                             |                        |

|                                                                                   |                                  |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|  | TANC DE DISSOLUCIÓ               | ITEM N°: M-301a    | ÀREA:<br>300a   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |

DENOMINACIÓ: Tanc de dissolució d'àcid nítric al 15%

UNITATS: en metres

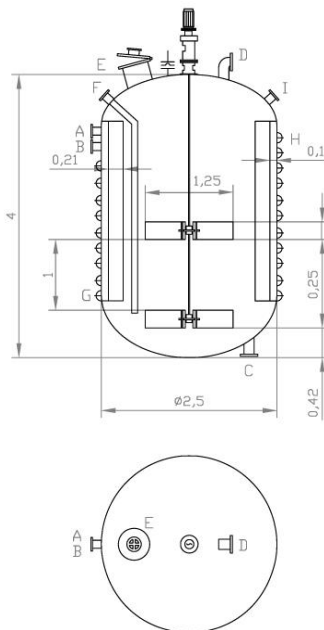


|                                                                                   |                                  |                                               |                        |                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|
|  | REACTOR                          |                                               | Ítem N°: R-301/303a    |                      | Àrea:<br>300a   |
|                                                                                   |                                  |                                               | Projecte N°: -         |                      |                 |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                                               | Preparat per: ZETA     |                      | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                                               | Full: 1/2              |                      |                 |
| DADES GENERALS                                                                    |                                  |                                               |                        |                      |                 |
| Denominació: Tanc de reacció                                                      |                                  |                                               |                        |                      |                 |
| Reactius manipulats: Fenol, aigua, àcid nítric al 70%                             |                                  |                                               |                        |                      |                 |
| Posició:                                                                          | Vertical                         | Capacitat (m³):                               | 17,56                  | Densitat (kg/m3):    | 1089,93         |
| Forma cos:                                                                        | Cilíndrica                       | Alçada (m):                                   | 4                      | Pes equip buit (kg): | 3546,79         |
| Fons i capçal:                                                                    | Toriesfèrics                     | Diàmetre (m):                                 | 2,5                    | Pes operació (kg):   | 23580,2         |
| DADES DISSENY                                                                     |                                  |                                               |                        |                      |                 |
| Material de construcció                                                           |                                  |                                               | AISI 304               |                      |                 |
| Temperatura d'operació (°C)                                                       |                                  |                                               | 2/15                   |                      |                 |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                  |                                               | -12/-30                |                      |                 |
| Pressió de treball (bar)                                                          |                                  |                                               | 1,013                  |                      |                 |
| Pressió de disseny (bar)                                                          |                                  |                                               | 1,66                   |                      |                 |
| Gruix del cilindre (mm)                                                           |                                  |                                               | 9                      |                      |                 |
| Gruix del capçal (mm)                                                             |                                  |                                               | 4                      |                      |                 |
| Gruix del fons (mm)                                                               |                                  |                                               | 5                      |                      |                 |
| Sobre per corrosió (mm)                                                           |                                  |                                               | 2                      |                      |                 |
| Norma de disseny seguida                                                          |                                  |                                               | ASME                   |                      |                 |
| Tipus aïllant                                                                     |                                  |                                               | Manta Spíndex 322-G-70 |                      |                 |
| Gruix aïllant (mm)                                                                |                                  |                                               | 100                    |                      |                 |
| DADES AGITACIÓ                                                                    |                                  |                                               | DADES CAMISA           |                      |                 |
| Tipus d'agitador:                                                                 | Hub-mounted flate-blade turbine  | Tipus de camisa:                              | Mitja canya            |                      |                 |
| Diàmetre impulsor (m):                                                            | 1,25                             | Material:                                     | AISI 304               |                      |                 |
| Amplada impulsor (m):                                                             | 0,25                             | Diàmetre mitja canya (mm):                    | 86                     |                      |                 |
| Nº impulsors                                                                      | 2                                | Fluid refrigerant:                            | Aigua glicolada al 30% |                      |                 |
| Velocitat d'agitació (rpm):                                                       | 72                               | Nº de voltes                                  | 37                     |                      |                 |
| Potència motor (kW):                                                              | 33,26                            | Temperatura Entrada/Sortida refrigerant (°C): | -13/5                  |                      |                 |
| Pes agitador (kg):                                                                | 900                              | Àrea de bescanvi (m²):                        | 24,95                  |                      |                 |
| Nº bafles:                                                                        | 4                                | Cabal refrigerant (m³/h):                     | 25,44                  |                      |                 |
| Amplada bafles (cm):                                                              | 20,8                             | Velocitat de pas (m/s):                       | 2,43                   |                      |                 |
| Distància baffle-paret (m):                                                       | 0.104                            | U (W/m²°C):                                   | 850                    |                      |                 |

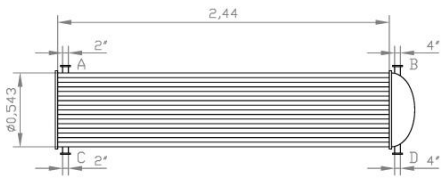
|                                                                                   |                                  |        |                     |                         |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|---------------------|-------------------------|-----------------|
|  | REACTOR                          |        | Ítem N°: R-301/303a |                         | Àrea:<br>300a   |
|                                                                                   |                                  |        | Projecte N°: -      |                         |                 |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |        | Preparat per: ZETA  |                         | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |        | Full: 1/2           |                         |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                             |                                  |        |                     |                         |                 |
| Marca                                                                             | Denominació                      | Tamany | Marca               | Denominació             | Tamany          |
| A                                                                                 | Entrada fenol                    | 0,25"  | F                   | Entrada nitrogen        | 1"              |
| B                                                                                 | Entrada nítric                   | 2"     | G                   | Entrada aigua glicolada | 2,5"            |
| C                                                                                 | Sortida de producte              | 2,5"   | H                   | Sortida aigua glicolada | 2,5"            |
| D                                                                                 | Sortida gasos                    | 1,5"   | I                   | Entrada gasos           | 1"              |
| E                                                                                 | Boca d'home                      | 30"    |                     |                         |                 |

|                                                                                   |                                  |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|  | TANC DE REACCIÓ                  | ITEM Nº: R-301/3a  | ÀREA:<br>300a   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE Nº:       |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |

|                                              |
|----------------------------------------------|
| DENOMINACIÓ: Tanc de reacció de p-Nitrofenol |
| UNITATS: en metres                           |



|                                                                                   |                                                |                            |                       |                                   |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|
|  | BESCANVIADOR DE CARCASSA I TUBS                |                            | Ítem N°: E-301a       |                                   | Àrea: 300a   |
|                                                                                   |                                                |                            | Projecte N°: -        |                                   |              |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol               |                            | Preparat per: ZETA    |                                   | Data: 8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                         |                            | Full:1/2              |                                   |              |
| DADES GENERALS                                                                    |                                                |                            |                       |                                   |              |
| Denominació: Bescanviador de calor de carcassa i tubs.                            |                                                |                            |                       |                                   |              |
| Reactius manipulats: Solució d'àcid nítric al 15%                                 |                                                |                            |                       |                                   |              |
| DADES DISSENY                                                                     |                                                |                            |                       |                                   |              |
|                                                                                   | CARCASSA                                       |                            |                       | TUBS                              |              |
|                                                                                   | Entrada                                        | Sortida                    | Entrada               | Sortida                           |              |
| Fluid                                                                             | Mescla aigua i glicol al 30%                   |                            |                       | Mescla aigua i àcid nítric al 15% |              |
| Cabal (kg/h)                                                                      | 46383,2                                        |                            |                       | 15583,3                           |              |
| Fase                                                                              | L                                              | L                          | L                     | L                                 |              |
| Temperatura (°C)                                                                  | -13                                            | -5                         | 25                    | 2                                 |              |
| Pressió de treball (atm)                                                          | 1                                              | 1                          | 1                     | 1                                 |              |
| Densitat (kg/m³)                                                                  | 1070                                           | 1057                       | 1078,5                | 1080,0                            |              |
| Viscositat (kg/m·s)                                                               | 0,01                                           | 3,5·10 <sup>-3</sup>       | 1,03·10 <sup>-3</sup> | 1,5·10 <sup>-3</sup>              |              |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                         | 3642,5                                         | 3726,2                     | 3860,3                | 3875,7                            |              |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                    | 0,413                                          | 0,473                      | 0,556                 | 0,525                             |              |
| Velocitat (m/s)                                                                   | 0,52                                           |                            |                       | 1,29                              |              |
| Nombre de passos                                                                  | 1                                              |                            |                       | 10                                |              |
| Pèrdua de càrrega (kPa)                                                           | 24,2                                           |                            |                       | 68,9                              |              |
| DADES DE CONSTRUCCIÓ                                                              |                                                |                            |                       |                                   |              |
|                                                                                   | CARCASSA                                       |                            |                       | TUBS                              |              |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       | -23/10                                         |                            |                       | -12/40                            |              |
| Pressió de disseny (atm)                                                          | 2                                              |                            |                       | 2                                 |              |
| Material                                                                          | AISI 304                                       |                            |                       | AISI 304                          |              |
| Diàmetre intern/gruix (mm)                                                        | 543,2/5                                        |                            |                       | 16/2                              |              |
| Longitud (m)                                                                      | 2,44 (8ft)                                     |                            |                       | 2,44 (8ft)                        |              |
| Tipus                                                                             | Pull-trough floating head                      |                            |                       | Pitch triangular                  |              |
| Circulació                                                                        | Contracorrent                                  | Nombre de pantalles        |                       | 10                                |              |
| Calor bescanviada (kW)                                                            | 384,05                                         | Espai entre pantalles (mm) |                       | 217,3                             |              |
| Coeficient global (W/m²·°C)                                                       | 800                                            | DTML (°C)                  |                       | 21,64                             |              |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                             | 10,3                                           | Pes equip buit (kg)        |                       | 374,84                            |              |
| Nombre de tubs                                                                    | 154                                            | Pes equip amb aigua (kg)   |                       | 1794,63                           |              |
| Espai entre tubs (mm)                                                             | 25                                             | Pes en operació (kg)       |                       | 1859,99                           |              |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                             |                                                |                            |                       |                                   |              |
| Marca                                                                             | Denominació                                    |                            |                       | Tamany                            |              |
| A                                                                                 | Entrada per tubs del corrent d'àcid nítric 15% |                            |                       | 2"                                |              |
| B                                                                                 | Entrada de carcassa d'aigua de grup de fred    |                            |                       | 4"                                |              |
| C                                                                                 | Sortida per tubs del corrent d'àcid nítric 15% |                            |                       | 2"                                |              |
| D                                                                                 | Sortida de carcassa d'aigua de grup de fred    |                            |                       | 4"                                |              |

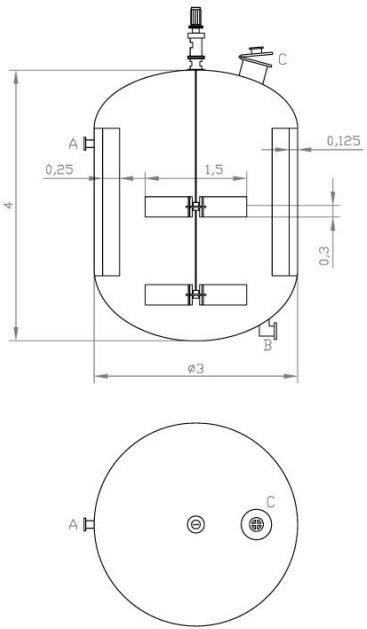
|                                                                                     |                                        |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | <b>BESCANVIADOR DE CARCASSA I TUBS</b> | ITEM N°: E-301a    | ÀREA:<br>300a   |
|                                                                                     |                                        | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol       | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
| UBICACIÓ: Gasos Nobles                                                              | FULL: 2/2                              |                    |                 |
| DENOMINACIÓ: Bescanviador de carcassa i tubs                                        |                                        |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                        |                    |                 |
|  |                                        |                    |                 |

|                                                                                                                   |                                  |                 |        |                           |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|--------|---------------------------|-----------------|
|                                  | TANC PULMÓ                       |                 |        | Ítem N°: M-302a           | Àrea:300a       |
|                                                                                                                   |                                  |                 |        | Projecte N°: -            |                 |
|                                                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                 |        | Preparat per: ZETA        | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                 |        | Full: 1/2                 |                 |
| DADES GENERALS                                                                                                    |                                  |                 |        |                           |                 |
| Denominació: Tanc pulmó                                                                                           |                                  |                 |        |                           |                 |
| Productes manipulats: Aigua, àcid nítric, p-Nitrofenol, o-Nitrofenol, 2,4-dinitrofenol, diazo-oxide, tars, fenol. |                                  |                 |        |                           |                 |
| Posició:                                                                                                          | Vertical                         | Capacitat (m³): | 28,27  | Densitat (kg/m³):         | 1108,04         |
| Forma cos:                                                                                                        | Cilíndrica                       | Alçada (m) :    | 4      | Pes equip buit (kg):      | 4008,11         |
| Fons i capçal:                                                                                                    | Toriesfèrics                     | Diàmetre(m):    | 3      | Pes operació (kg):        | 31227,10        |
| DADES DISSENY                                                                                                     |                                  |                 |        |                           |                 |
| Material de construcció:                                                                                          |                                  |                 |        | AISI-304                  |                 |
| Temperatura d'operació (°C):                                                                                      |                                  |                 |        | 15                        |                 |
| Temperatura de disseny (°C):                                                                                      |                                  |                 |        | 30                        |                 |
| Pressió de treball (bar):                                                                                         |                                  |                 |        | 1,013                     |                 |
| Pressió de disseny (bar):                                                                                         |                                  |                 |        | 1,602                     |                 |
| Gruix del cilindre (mm):                                                                                          |                                  |                 |        | 12                        |                 |
| Gruix del capçal/fons toriesfèric (mm):                                                                           |                                  |                 |        | 5/6                       |                 |
| Sobrespessor de corrosió:                                                                                         |                                  |                 |        | 2                         |                 |
| Norma de disseny seguida:                                                                                         |                                  |                 |        | ASME                      |                 |
| DADES AGITACIÓ                                                                                                    |                                  |                 |        |                           |                 |
| Tipus d'agitador:                                                                                                 |                                  |                 |        | Shrouded turbine impeller |                 |
| Diàmetre impulsor (m):                                                                                            |                                  |                 |        | 1,5                       |                 |
| Amplada plaques impulsor (m):                                                                                     |                                  |                 |        | 0,19                      |                 |
| Velocitat d'Agitació (rps):                                                                                       |                                  |                 |        | 1                         |                 |
| Motor (kW):                                                                                                       |                                  |                 |        | 50,12                     |                 |
| Pes agitador (kg)                                                                                                 |                                  |                 |        | 900                       |                 |
| Nº Bafles:                                                                                                        |                                  |                 |        | 4                         |                 |
| Amplada Bafles (cm):                                                                                              |                                  |                 |        | 0,25                      |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                                             |                                  |                 |        | DETALLS DE DISSENY        |                 |
| Marca                                                                                                             | Denominació                      |                 | Tamany |                           |                 |
| A                                                                                                                 | Entrada del corrent de mescla    |                 | 2,5"   |                           |                 |
| B                                                                                                                 | Sortida del corrent de mescla    |                 | 1,5"   |                           |                 |
| C                                                                                                                 | Boca d'home                      |                 | 30"    |                           |                 |

|                                                                                   |                                  |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|  | TANC PULMÓ                       | ITEM N°: M-302a    | ÀREA:<br>300a   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
| UBICACIÓ: Gasos Nobles                                                            | FULL: 2/2                        |                    |                 |

**DENOMINACIÓ:** Tanc pulmó de la mescla de p-Nitrofenol

**UNITATS:** en metres

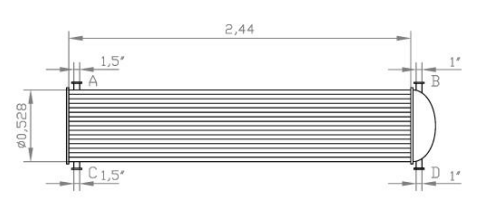


## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

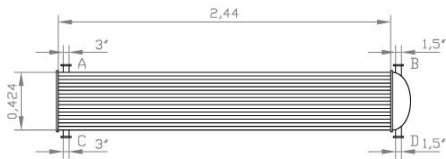
**A-400a**

|                                                                                                        |                                  |          |                    |                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | CENTRÍFUGA                       |          | Ítem nº: CT-401a   | Àrea:<br>400a                                                                                          |
|                                                                                                        |                                  |          | Projecte nº: -     |                                                                                                        |
|                                                                                                        | Planta: Producció de paracetamol |          | Preparat per: ZETA | Data:<br>8-6-09                                                                                        |
|                                                                                                        | Ubicació: Gasos Nobles           |          | Full: 1/2          |                                                                                                        |
| DADES GENERALS                                                                                         |                                  |          |                    |                                                                                                        |
| Denominació: Centrífuga en continu                                                                     |                                  |          |                    |                                                                                                        |
| Reactius manipulats: Fenol, àcid nítric, aigua, p-Nitrofenol, o-Nitrofenol, di-Nitrofenol, diazo-oxide |                                  |          |                    |                                                                                                        |
| Posició cistella:                                                                                      |                                  | Vertical |                    |                                                                                                        |
| Pes equip buit :                                                                                       |                                  | 393      |                    |                                                                                                        |
| Pes equip ple:                                                                                         |                                  | 543      |                    |                                                                                                        |
| DADES DISSENY                                                                                          |                                  |          |                    |                                                                                                        |
| Material de construcció:                                                                               |                                  |          | AISI 304           |                                                                                                        |
| Temperatura d'operació (°C):                                                                           |                                  |          | 20                 |                                                                                                        |
| Pressió de treball (bar):                                                                              |                                  |          | 1,013              |                                                                                                        |
| Diàmetre de la cistella (mm):                                                                          |                                  |          | 750                |                                                                                                        |
| Altura de la cistella (mm):                                                                            |                                  |          | 300                |                                                                                                        |
| Capacitat de la cistella (m³)                                                                          |                                  |          | 0.125              |                                                                                                        |
| Càrrega de la cistella (Kg)                                                                            |                                  |          | 150                |                                                                                                        |
| Potència Motor (CV)                                                                                    |                                  |          | 7                  |                                                                                                        |
| R.P.M                                                                                                  |                                  |          | 800                |                                                                                                        |
| Temps de centrifugat (min):                                                                            |                                  |          | 3-5                |                                                                                                        |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                                  |                                  |          |                    | Observacions:<br> |
| Marca                                                                                                  | Denominació                      | Tamany:  |                    |                                                                                                        |
| A                                                                                                      | Entrada aliment                  | 1,5"     |                    |                                                                                                        |
| B                                                                                                      | Entrada aigua de rentat          | 1,5"     |                    |                                                                                                        |
| C                                                                                                      | Sortida corrent sòlid            | 0,5"     |                    |                                                                                                        |
| D                                                                                                      | Sortida aigües mare              | 1,5"     |                    |                                                                                                        |
| E                                                                                                      | Purga de líquid                  | 0,5"     |                    |                                                                                                        |

|                                                                                                                               |                                                      |                            |                            |         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|--------------|
|                                              | BESCANVIADOR DE CARCASSA I TUBS                      |                            | Ítem Nº: E-401a            |         | Àrea: 400a   |
|                                                                                                                               |                                                      |                            | Projecte Nº: -             |         |              |
|                                                                                                                               | Planta: Producció paracetamol                        |                            | Preparat per: ZETA         |         | Data: 8-6-09 |
|                                                                                                                               | Ubicació: Gasos Nobles                               |                            | Full: 1/2                  |         |              |
| DADES GENERALS                                                                                                                |                                                      |                            |                            |         |              |
| Denominació: Bescanviador de calor de carcassa i tubs                                                                         |                                                      |                            |                            |         |              |
| Reactius manipulats: Solució d'àcid nítric al 15% i mescla que conté majoritàriament aigua, àcid nítric i p-Nitrofenol (p-NP) |                                                      |                            |                            |         |              |
| DADES DISSENY                                                                                                                 |                                                      |                            |                            |         |              |
|                                                                                                                               | CARCASSA                                             |                            | TUBS                       |         |              |
|                                                                                                                               | Entrada                                              | Sortida                    | Entrada                    | Sortida |              |
| Fluid                                                                                                                         | Mescla aigua i àcid nítric al 15% provinent EV-401a  |                            | Mescla provinent de C-401a |         |              |
| Cabal (kg/h)                                                                                                                  | 3916,5                                               |                            | 7725,1                     |         |              |
| Fase                                                                                                                          | L                                                    | L                          | L                          | L       |              |
| Temperatura (°C)                                                                                                              | 80                                                   | 35                         | 20                         | 45      |              |
| Pressió de treball (atm)                                                                                                      | 1                                                    | 1                          | 1                          | 1       |              |
| Densitat (kg/m³)                                                                                                              | 1059,13                                              |                            | 1256,93                    |         |              |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                                                           | 4,45·10 <sup>-4</sup>                                |                            | 5,6·10 <sup>-3</sup>       |         |              |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                                                                     | 3872,79                                              |                            | 4419,10                    |         |              |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                                                                | 0,605                                                |                            | 0,564                      |         |              |
| Velocitat (m/s)                                                                                                               | 0,28                                                 |                            | 1,03                       |         |              |
| Nombre de passos                                                                                                              | 2                                                    |                            | 10                         |         |              |
| Pèrdua de càrrega (kPa)                                                                                                       | 78,7                                                 |                            | 32,0                       |         |              |
| DADES DE CONSTRUCCIÓ                                                                                                          |                                                      |                            |                            |         |              |
|                                                                                                                               | CARCASSA                                             |                            | TUBS                       |         |              |
| Temperatura de disseny (°C)                                                                                                   | 25/95                                                |                            | 5/60                       |         |              |
| Pressió de disseny (bar)                                                                                                      | 2                                                    |                            | 2                          |         |              |
| Material                                                                                                                      | AISI 304                                             |                            | AISI 304                   |         |              |
| Diàmetre intern/gruix (mm)                                                                                                    | 528,3/5                                              |                            | 12,8/1,6                   |         |              |
| Longitud (m)                                                                                                                  | 2,44                                                 |                            | 2,44                       |         |              |
| Tipus                                                                                                                         | Pull trough floating head                            |                            | Pitch triangular           |         |              |
| Circulació                                                                                                                    | Contracorrent                                        | Nombre de pantalles        | 27                         |         |              |
| Calor bescanviada (kW)                                                                                                        | 284,5                                                | Espai entre pantalles (mm) | 85,7                       |         |              |
| Coefficient global (W/m²·°C)                                                                                                  | 700                                                  | DTML (°C)                  | 26,0                       |         |              |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                                                         | 15,6                                                 | Pes equip buit (kg)        | 217,00                     |         |              |
| Nombre de tubs                                                                                                                | 128                                                  | Pes equip amb aigua (kg)   | 608,73                     |         |              |
| Espai entre tubs (mm)                                                                                                         | 20                                                   | Pes en operació (kg)       | 639,84                     |         |              |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                                                         |                                                      |                            |                            |         |              |
| Marca                                                                                                                         | Denominació                                          |                            | Tamany                     |         |              |
| A                                                                                                                             | Entrada per tubs del corrent provinent de C-401a     |                            | 1,5"                       |         |              |
| B                                                                                                                             | Entrada de carcassa del corrent provinent de EV-401a |                            | 1"                         |         |              |
| C                                                                                                                             | Sortida per tubs del corrent provinent de C-401a     |                            | 1,5"                       |         |              |
| D                                                                                                                             | Sortida de carcassa del corrent provinent de EV-401a |                            | 1"                         |         |              |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | BESCANVIADOR DE CARCASSA I TUBS  | ITEM N°: E-401a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Bescanviador de carcassa i tubs                                        |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

|                                                                                                                         |                                        |                                   |                        |                |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|
|                                        | <b>BESCANVIADOR DE CARCASSA I TUBS</b> |                                   | Ítem N°: E-402a        |                | <b>Àrea:</b><br>400a   |
|                                                                                                                         |                                        |                                   | Projecte N°: -         |                |                        |
|                                                                                                                         | Planta: Producció paracetamol          |                                   | Preparat per: ZETA     |                | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
| Ubicació: Gasos Nobles                                                                                                  |                                        | Full: 1/2                         |                        |                |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                                                                   |                                        |                                   |                        |                |                        |
| <b>Denominació:</b> Bescanviador de calor de carcassa i tubs                                                            |                                        |                                   |                        |                |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> mescla d'aigua, àcid nítric, p-Nitrofenol, o-Nitrofenol, di-Nitrofenol, diazo-oxide i tars. |                                        |                                   |                        |                |                        |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                                                                    |                                        |                                   |                        |                |                        |
|                                                                                                                         | <b>CARCASSA</b>                        |                                   | <b>TUBS</b>            |                |                        |
|                                                                                                                         | <b>Entrada</b>                         | <b>Sortida</b>                    | <b>Entrada</b>         | <b>Sortida</b> |                        |
| <b>Fluid</b>                                                                                                            | Oli tèrmic Paratherm HE                |                                   | Mescla de p-Nitrofenol |                |                        |
| <b>Cabal (kg/h)</b>                                                                                                     | 36589,73                               |                                   | 7725,15                |                |                        |
| <b>Fase</b>                                                                                                             | L                                      | L                                 | L                      | L              |                        |
| <b>Temperatura (°C)</b>                                                                                                 | 100                                    | 85                                | 45                     | 80             |                        |
| <b>Pressió de treball (atm)</b>                                                                                         | 1                                      | 1                                 | 1                      | 1              |                        |
| <b>Densitat (kg/m³)</b>                                                                                                 | 810                                    |                                   | 1256,9                 |                |                        |
| <b>Viscositat (kg/m·s)</b>                                                                                              | 4,86·10 <sup>-3</sup>                  |                                   | 5,6·10 <sup>-3</sup>   |                |                        |
| <b>Calor específic (J/kg·°C)</b>                                                                                        | 2177                                   |                                   | 4419                   |                |                        |
| <b>Conductivitat tèrmica (W/m·°C)</b>                                                                                   | 1,27·10 <sup>-1</sup>                  |                                   | 5,64·10 <sup>-1</sup>  |                |                        |
| <b>Velocitat (m/s)</b>                                                                                                  | 0,31                                   |                                   | 1                      |                |                        |
| <b>Nombre de passos</b>                                                                                                 | 2                                      |                                   | 8                      |                |                        |
| <b>Pèrdua de càrrega (kPa)</b>                                                                                          | 33,3                                   |                                   | 39,8                   |                |                        |
| <b>DADES DE CONSTRUCCIÓ</b>                                                                                             |                                        |                                   |                        |                |                        |
|                                                                                                                         | <b>CARCASSA</b>                        |                                   | <b>TUBS</b>            |                |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C)</b>                                                                                      | 75/115                                 |                                   | 35/95                  |                |                        |
| <b>Pressió de disseny (atm)</b>                                                                                         | 2                                      |                                   | 2                      |                |                        |
| <b>Material</b>                                                                                                         | AISI 304                               |                                   | AISI 304               |                |                        |
| <b>Diàmetre intern/gruix (mm)</b>                                                                                       | 547,7/5                                |                                   | 26,8/1,6               |                |                        |
| <b>Longitud (m)</b>                                                                                                     | 3,66 (12ft)                            |                                   | 3,66 (12ft)            |                |                        |
| <b>Tipus</b>                                                                                                            | Pull-trough floating head              |                                   | Pitch triangular       |                |                        |
| <b>Circulació</b>                                                                                                       | Contracorrent                          | <b>Nombre de pantalles</b>        | 27                     |                |                        |
| <b>Calor bescanviada (kW)</b>                                                                                           | 331,9                                  | <b>Espai entre pantalles (mm)</b> | 129,5                  |                |                        |
| <b>Coefficient global (W/m²·°C)</b>                                                                                     | 300                                    | <b>DTML (°C)</b>                  | 28                     |                |                        |
| <b>Àrea de bescanvi (m²)</b>                                                                                            | 39,53                                  | <b>Pes equip buit (kg)</b>        | 581,44                 |                |                        |
| <b>Nombre de tubs</b>                                                                                                   | 115                                    | <b>Pes equip amb aigua (kg)</b>   | 2479,15                |                |                        |
| <b>Espai entre tubs (mm)</b>                                                                                            | 37,5                                   | <b>Pes en operació (kg)</b>       | 1855,59                |                |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                                                            |                                        |                                   |                        |                |                        |
| <b>Marca</b>                                                                                                            | <b>Denominació</b>                     |                                   | <b>Tamany</b>          |                |                        |
| A                                                                                                                       | Entrada per tubs de l'oli              |                                   | 3"                     |                |                        |
| B                                                                                                                       | Entrada per carcassa de la mescla      |                                   | 1,5"                   |                |                        |
| C                                                                                                                       | Sortida per tubs de l'oli              |                                   | 3"                     |                |                        |
| D                                                                                                                       | Sortida per carcassa de la mescla      |                                   | 1,5"                   |                |                        |

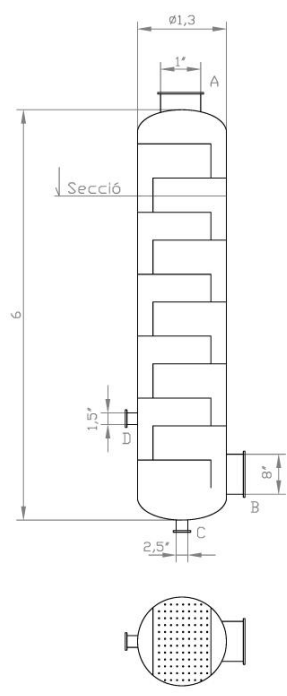
|                                                                                     |                                        |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | <b>BESCANVIADOR DE CARCASSA I TUBS</b> | ITEM N°: E-402a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                     |                                        | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol       | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
| UBICACIÓ: Gasos Nobles                                                              | FULL: 2/2                              |                    |                 |
| DENOMINACIÓ: Bescanviador de carcassa i tubs                                        |                                        |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                        |                    |                 |
|  |                                        |                    |                 |

|                                                                                   |                                   |                   |                         |               |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-----------------|
|  | COLUMNA DE DESTIL·LACIÓ           |                   | Ítem N°: C-401a         |               | Àrea:<br>400a   |
|                                                                                   |                                   |                   | Projecte N°:            |               |                 |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol  |                   | Preparat per: ZETA      |               | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles            |                   | Full: 1/2               |               |                 |
| DADES GENERALS                                                                    |                                   |                   |                         |               |                 |
| Denominació: Columna que separa l'àcid nítric i l'aigua de la mescla orgànica     |                                   |                   |                         |               |                 |
| Productes manipulats: Aigua, àcid nítric, p-NP, o-NP,di-NP, Diazo-oxide           |                                   |                   |                         |               |                 |
| DADES DE DISSENY                                                                  |                                   |                   |                         |               |                 |
| Diàmetre (m)                                                                      | 1,3                               | Pes buit (Kg)     | 6756                    |               |                 |
| Alçada                                                                            | 6                                 | Pes operació (Kg) | 19144                   |               |                 |
| DADES DE CONSTRUCCIÓ                                                              |                                   |                   |                         |               |                 |
| Material de construcció                                                           |                                   |                   | AISI 304                |               |                 |
| Temperatura de treball caps/cues (°C)                                             |                                   |                   | 105                     | 120           |                 |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                   |                   | 150                     |               |                 |
| Pressió de disseny (atm)                                                          |                                   |                   | 2                       |               |                 |
| Pressió d'operació (atm)                                                          |                                   |                   | 1                       |               |                 |
| Tipus de soldadura                                                                |                                   |                   | Soldadura doble parcial |               |                 |
| Plat de l'aliment                                                                 |                                   |                   | 10                      |               |                 |
| DADES DELS PLATS                                                                  |                                   |                   |                         |               |                 |
| Nombre de plats                                                                   |                                   |                   | 12                      |               |                 |
| Gruix (mm)                                                                        |                                   |                   | 3                       |               |                 |
| Distància entre plats (m)                                                         |                                   |                   | 0,5                     |               |                 |
| Alçada sobreixidor (mm)                                                           |                                   |                   | 90                      |               |                 |
| Longitud del sobreixidor (m)                                                      |                                   |                   | 0,91                    |               |                 |
| Longitud del downcomer (m)                                                        |                                   |                   | 0,15                    |               |                 |
| Àrea activa (m²)                                                                  |                                   |                   | 9,8                     |               |                 |
| Diàmetre dels forats (mm)                                                         |                                   |                   | 8                       |               |                 |
| Pitch (mm)                                                                        |                                   |                   | 18                      |               |                 |
| Àrea perforable (m²)                                                              |                                   |                   | 8,9                     |               |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                             |                                   |                   |                         | Observacions: |                 |
| Marca                                                                             | Denominació                       |                   | Tamany                  |               |                 |
| A                                                                                 | Sortida de vapor                  |                   | 1"                      |               |                 |
| B                                                                                 | Entrada de vapor                  |                   | 8"                      |               |                 |
| C                                                                                 | Sortida de líquid                 |                   | 2,5"                    |               |                 |
| D                                                                                 | Entrada de l'aliment a la columna |                   | 1,5"                    |               |                 |

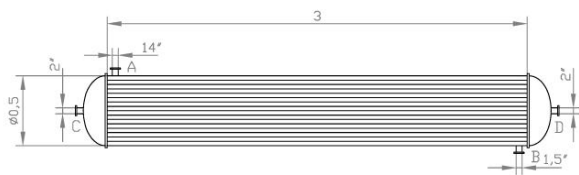
|                                                                                   |                                  |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|  | COLUMNA DE DESTIL·LACIÓ          | ITEM N°: C-401a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |

**DENOMINACIÓ:** Columna de destil·lació de plats

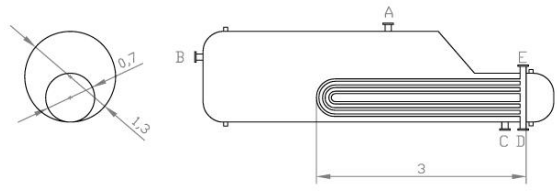
**UNITATS:** en metres



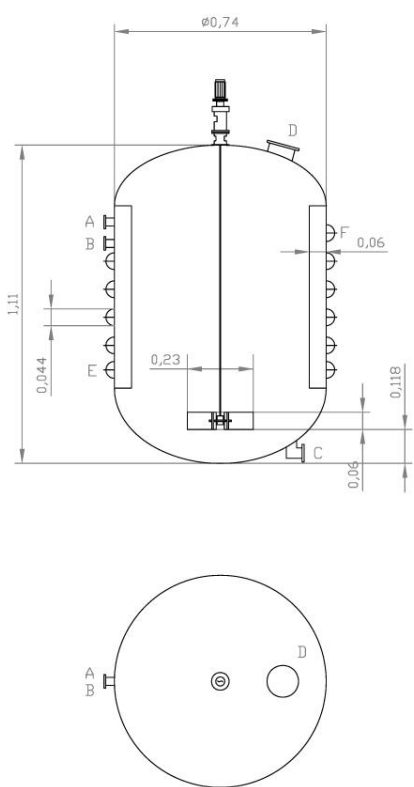
|                                                                                       |                                          |                        |                       |                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|      | CONDENSADOR                              |                        | Ítem N°: E-403a       |                       | Àrea:<br>400a   |
|                                                                                       |                                          |                        | Projecte N°:          |                       |                 |
|                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol         |                        | Preparat per: ZETA    |                       | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                   |                        | Full: 1/2             |                       |                 |
| DADES GENERALS                                                                        |                                          |                        |                       |                       |                 |
| Denominació: Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Condensador) |                                          |                        |                       |                       |                 |
| Productes manipulats: Mescla destil·lada (àcid nítric i aigua), aigua de refrigeració |                                          |                        |                       |                       |                 |
| DADES DE DISSENY                                                                      |                                          |                        |                       |                       |                 |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        | TUBS                  |                       |                 |
|                                                                                       | Entrada                                  | Sortida                | Entrada               | Sortida               |                 |
| Fluid                                                                                 | Mescla destil·lada                       |                        | Aigua de refrigeració |                       |                 |
| Fase                                                                                  | V                                        | L                      | L                     | L                     |                 |
| Temperatura (°C)                                                                      | 105                                      | 80                     | 20                    | 40                    |                 |
| Pressió de treball (atm)                                                              | 1                                        | 1                      | 1                     | 1                     |                 |
| Pes molecular (kg/kmol)                                                               | -                                        |                        | 18                    |                       |                 |
| Densitat (kg/m³)                                                                      | 2,63                                     | 760                    | 998                   | 992                   |                 |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                   | 6,08·10 <sup>-5</sup>                    | 6.274·10 <sup>-4</sup> | 5.08·10 <sup>-4</sup> | 7.36·10 <sup>-4</sup> |                 |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                             | 4190                                     | 4193                   | 4190                  | 4193                  |                 |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                        | 0.5088                                   | 0.494                  | 0.6225                | 0.6399                |                 |
| Velocitat (m/s)                                                                       | 0,34                                     |                        | 1,75                  |                       |                 |
| Nombre de passos                                                                      | 1                                        |                        | 6                     |                       |                 |
| Pèrdua de carrega (kN/m²)                                                             | 2,45·10 <sup>-2</sup>                    |                        | 7,02                  |                       |                 |
| DADES DE CONTRUCCIÓ                                                                   |                                          |                        |                       |                       |                 |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        | TUBS                  |                       |                 |
| Temperatura de disseny (°C)                                                           | 150                                      |                        | 150                   |                       |                 |
| Pressió de disseny (atm)                                                              | 2                                        |                        | 2                     |                       |                 |
| Material                                                                              | AISI 304                                 |                        | AISI 304              |                       |                 |
| Diàmetre intern / gruix (mm)                                                          | 500 / 5                                  |                        | 46 / 2                |                       |                 |
| Longitud (m)                                                                          | 4                                        |                        | 3                     |                       |                 |
| Calor bescanviada (KW)                                                                | 381324,09                                | Nombre de pantalles    | 29                    |                       |                 |
| Coefficient global (W/m²·°C)                                                          | 1500                                     | Espai pantalles (mm)   | 100                   |                       |                 |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                 | 3,30                                     | DTML                   | 78,30                 |                       |                 |
| Nombre de tubs                                                                        | 7                                        | Pes equip buit (kg)    | 3980                  |                       |                 |
| Disposició                                                                            | Triangular                               | Pes amb aigua (kg)     | 14960                 |                       |                 |
| Espaiat (mm)                                                                          | 62,5                                     | Pes en operació (kg)   | 27200                 |                       |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                 |                                          |                        |                       | Observacions:         |                 |
| Marca                                                                                 | Denominació                              |                        | Tamany                |                       |                 |
| A                                                                                     | Entrada corrent per carcassa             |                        | 14"                   |                       |                 |
| B                                                                                     | Sortida corrent per carcassa             |                        | 1,5"                  |                       |                 |
| C                                                                                     | Sortida per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 2"                    |                       |                 |
| D                                                                                     | Entrada per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 2"                    |                       |                 |

|                                                                                      |                                  |                    |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------|
|     | CONDENSADOR                      | ITEM N°: E-403a    | ÀREA:<br>400a |
|                                                                                      |                                  | PROJECTE N°:       |               |
|                                                                                      | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:         |
|                                                                                      | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          | 8-6-09        |
| DENOMINACIÓ: Condensador                                                             |                                  |                    |               |
| UNITATS: en metres                                                                   |                                  |                    |               |
|  |                                  |                    |               |

|                                                                                       |                                          |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | REBOILER                                 |                       | Ítem N°: E-404a       |                       | Àrea:<br>400a         |
|                                                                                       |                                          |                       | Projecte N°:          |                       |                       |
|                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol         |                       | Preparat per: ZETA    |                       | Data:<br>8-6-09       |
|                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                   |                       | Full: 1/2             |                       |                       |
| DADES GENERALS                                                                        |                                          |                       |                       |                       |                       |
| Denominació: Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Reboiler)    |                                          |                       |                       |                       |                       |
| Productes manipulats: Mescla destil·lada (àcid acètic i aigua), aigua de refrigeració |                                          |                       |                       |                       |                       |
| DADES DE DISSENY                                                                      |                                          |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                       |                       | TUBS                  |                       |
|                                                                                       | Entrada                                  | Sortida               |                       | Entrada               | Sortida               |
| Fluid                                                                                 | Mescla                                   | Mescla                | Vapor                 | Vapor de servei       |                       |
| Fase                                                                                  | L                                        | L                     | V                     | V                     | L                     |
| Temperatura (°C)                                                                      | 120                                      | 120                   | 130                   | 150                   | 130                   |
| Pressió de treball (atm)                                                              | 1                                        | 1                     | 1                     | 5                     | 5                     |
| Pes molecular (kg/kmol)                                                               | -                                        |                       |                       | 18                    |                       |
| Densitat (kg/m³)                                                                      | 1450                                     | 1415                  | 10.54                 | 2.65                  | 875                   |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                   | 1,68·10 <sup>-5</sup>                    | 6,24·10 <sup>-4</sup> | 1,62·10 <sup>-5</sup> | 5,08·10 <sup>-5</sup> | 7,36·10 <sup>-4</sup> |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                             | 802                                      | 3950                  | 744                   | 2,95                  | 3150                  |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                        | 0,661                                    | 0,673                 | 0,0302                | 0,022                 | 0,633                 |
| Velocitat (m/s)                                                                       | 0,25                                     |                       |                       | 2,25                  |                       |
| Nombre de passos                                                                      | 1                                        |                       |                       | 6                     |                       |
| Pèrdua de carrega (kN/m²)                                                             | 2,45·10 <sup>-2</sup>                    |                       |                       | 7,02                  |                       |
| DADES DE CONTRUCCIÓ                                                                   |                                          |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                       |                                          | CARCASSA              |                       | TUBS                  |                       |
| Temperatura de disseny (°C)                                                           |                                          | 200                   |                       | 200                   |                       |
| Pressió de disseny (bar)                                                              |                                          | 2                     |                       | 2                     |                       |
| Material                                                                              |                                          | AISI 304              |                       | AISI 304              |                       |
| Diàmetre intern / gruix (mm)                                                          |                                          | 700 / 5               |                       | 46 / 2                |                       |
| Longitud (m)                                                                          |                                          | 4,5                   |                       | 3                     |                       |
| Calor bescanviada (KW)                                                                | 384238                                   | Nombre de pantalles   |                       | 21                    |                       |
| Coefficient global (W/m²·°C)                                                          | 750                                      | Espai pantalles (mm)  |                       | 140                   |                       |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                 | 6,10                                     | DTML                  |                       | 84                    |                       |
| Nombre de tubs                                                                        | 13                                       | Pes equip buit (kg)   |                       | 4385                  |                       |
| Disposició                                                                            | Triangular                               | Pes amb aigua (kg)    |                       | 18300                 |                       |
| Espaiat (mm)                                                                          | 62,5                                     | Pes en operació (kg)  |                       | 26535                 |                       |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                 |                                          |                       |                       | Observacions:         |                       |
| Marca                                                                                 | Denominació                              |                       | Tamany                |                       |                       |
| A                                                                                     | Sortida dels gasos de la carcassa        |                       | 8"                    |                       |                       |
| B                                                                                     | Entrada a carcassa del líquid a evaporar |                       | 2,5"                  |                       |                       |
| C                                                                                     | Sortida de carcassa del líquid           |                       | 0,5"                  |                       |                       |
| D                                                                                     | Sortida del tubs del vapor condensat     |                       | 1,5"                  |                       |                       |
| E                                                                                     | Entrada als tubs del vapor               |                       | 8"                    |                       |                       |

|                                                                                      |                                  |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|     | <b>REBOILER</b>                  | ITEM N°: E-404a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                      |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                      | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                      | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Kettle Reboiler                                                         |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                   |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

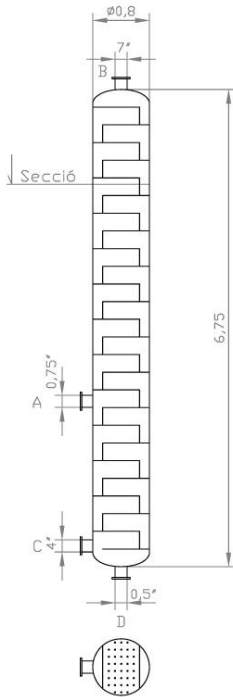
|                                                                                                                |                                           |                        |                    |                              |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
|                               | <b>TANC DE MESCLA</b>                     |                        | Ítem N°: M-401a    |                              | <b>Àrea:</b><br>400a   |
|                                                                                                                |                                           |                        | Projecte N°: -     |                              |                        |
|                                                                                                                | Planta: Producció de paracetamol          |                        | Preparat per: ZETA |                              | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                                                | Ubicació: Gasos Nobles                    |                        | Full: 1/2          |                              |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                                                          |                                           |                        |                    |                              |                        |
| <b>Denominació:</b> Tanc de mescla                                                                             |                                           |                        |                    |                              |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> p-Nitrofenol, o-Nitrofenol, di-Nitrofenol, diazo, aigua, àcid nítric, fenol i tars |                                           |                        |                    |                              |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                                               | Vertical                                  | <b>Capacitat (m³):</b> | 0,48               | <b>Densitat (kg/m³):</b>     | 1174,72                |
| <b>Forma cos :</b>                                                                                             | Cilíndrica                                | <b>Alçada (m) :</b>    | 1,11               | <b>Pes equip buit (kg):</b>  | 184,84                 |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                                                          | Toriesfèrics                              | <b>Diàmetre(m):</b>    | 0,74               | <b>Pes operació (kg/m³):</b> | 654,73                 |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                                                           |                                           |                        |                    |                              |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                                                |                                           |                        | AISI-304           |                              |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                                                            |                                           |                        | 90                 |                              |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                                                            |                                           |                        | 100                |                              |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                                               |                                           |                        | 1,013              |                              |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                                               |                                           |                        | 1,303              |                              |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                                                |                                           |                        | 5                  |                              |                        |
| <b>Gruix del fons toriesfèric (mm):</b>                                                                        |                                           |                        | 3                  |                              |                        |
| <b>Sobressessor de corrosió (mm):</b>                                                                          |                                           |                        | 2                  |                              |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                                               |                                           |                        | ASME               |                              |                        |
| <b>Diàmetre mitja canya (m)</b>                                                                                |                                           |                        | 0,044              |                              |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                                                          |                                           |                        | NO / 0,85          |                              |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                                                          |                                           |                        |                    |                              |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                                                       |                                           |                        | Turbina de 6 pales |                              |                        |
| <b>Diàmetre agitador (m):</b>                                                                                  |                                           |                        | 0,23               |                              |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                                             |                                           |                        | 476,42             |                              |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                                             |                                           |                        | 8,0                |                              |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                                                   |                                           |                        |                    |                              | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                                                   | <b>Denominació</b>                        | <b>Tamany:</b>         |                    |                              |                        |
| A                                                                                                              | Entrada de corrent sòlids CT-401a a 20°C  | 0,5"                   |                    |                              |                        |
| B                                                                                                              | Entrada de corrent de cues C-401a a 120°C | 0,5"                   |                    |                              |                        |
| C                                                                                                              | Sortida mescla del tanc 80°C              | 0,75"                  |                    |                              |                        |
| D                                                                                                              | Mirilla                                   | 8"                     |                    |                              |                        |
| E                                                                                                              | Entrada oli escalfament                   | 1"                     |                    |                              |                        |
| F                                                                                                              | Sortida oli escalfament                   | 1"                     |                    |                              |                        |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | TANC DE DISSOLUCIÓ               | ITEM N°: M-401a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Tanc de mescla                                                         |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

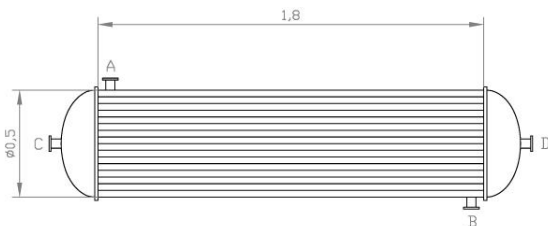
|                                                                                     |                                  |                          |                         |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
|    | <b>COLUMNA DE DESTIL·LACIÓ</b>   |                          | Ítem N°: C-402a         | <b>Àrea:</b><br>400a   |
|                                                                                     |                                  |                          | Projecte N°:            |                        |
|                                                                                     | Planta: Producció de paracetamol |                          | Preparat per: ZETA      | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                     | Ubicació: Gasos Nobles           |                          | Full: 1/2               |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                               |                                  |                          |                         |                        |
| <b>Denominació:</b> Columna que separa tots els compostos del p-NP                  |                                  |                          |                         |                        |
| <b>Productes manipulats:</b> Mescla destil·lada (Aigua, àcid nítric, p-NP, o-NP...) |                                  |                          |                         |                        |
| <b>DADES DE DISSENY</b>                                                             |                                  |                          |                         |                        |
| <b>Diàmetre (m)</b>                                                                 | 0,8                              | <b>Pes buit (Kg)</b>     | 7882                    |                        |
| <b>Alçada (m)</b>                                                                   | 6,75                             | <b>Pes operació (Kg)</b> | 23396                   |                        |
| <b>DADES DE CONSTRUCCIÓ</b>                                                         |                                  |                          |                         |                        |
| <b>Material de construcció</b>                                                      |                                  |                          | AISI 304                |                        |
| <b>Temperatura de treball caps/cues (°C)</b>                                        |                                  |                          | 105                     | 120                    |
| <b>Temperatura de disseny (°C)</b>                                                  |                                  |                          | 180                     |                        |
| <b>Pressió de disseny (atm)</b>                                                     |                                  |                          | 5                       |                        |
| <b>Pressió d'operació (atm)</b>                                                     |                                  |                          | 3                       |                        |
| <b>Tipus de soldadura</b>                                                           |                                  |                          | Soldadura doble parcial |                        |
| <b>Plat de l'aliment /plat sortida lateral</b>                                      |                                  |                          | 18                      |                        |
| <b>Tipus d'aïllament / Gruix aïllament</b>                                          |                                  |                          |                         |                        |
| <b>DADES DELS PLATS</b>                                                             |                                  |                          |                         |                        |
| <b>Nombre de plats</b>                                                              |                                  |                          | 27                      |                        |
| <b>Gruix (mm)</b>                                                                   |                                  |                          | 5                       |                        |
| <b>Distància entre plats (m)</b>                                                    |                                  |                          | 0,25                    |                        |
| <b>Alçada sobreixidor (mm)</b>                                                      |                                  |                          | 90                      |                        |
| <b>Longitud del sobreixidor (m)</b>                                                 |                                  |                          | 0,56                    |                        |
| <b>Longitud del downcomer (m)</b>                                                   |                                  |                          | 0,10                    |                        |
| <b>Àrea activa (m<sup>2</sup>)</b>                                                  |                                  |                          | 3,16                    |                        |
| <b>Diàmetre dels forats (mm)</b>                                                    |                                  |                          | 8                       |                        |
| <b>Pitch (mm)</b>                                                                   |                                  |                          | 18                      |                        |
| <b>Àrea perforable (m<sup>2</sup>)</b>                                              |                                  |                          | 2,65                    |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                        |                                  |                          | <b>Observacions:</b>    |                        |
| <b>Marca</b>                                                                        | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany</b>            |                         |                        |
| A                                                                                   | Entrada de l'aliment             | 0,75"                    |                         |                        |
| B                                                                                   | Sortida de vapor                 | 7"                       |                         |                        |
| C                                                                                   | Entrada de vapor                 | 4"                       |                         |                        |
| D                                                                                   | Sortida de líquid                | 0,5"                     |                         |                        |

|                                                                                   |                                  |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|  | COLUMNA D'ARROSEGAMENT DE VAPOR  | ITEM N°: C-402a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |

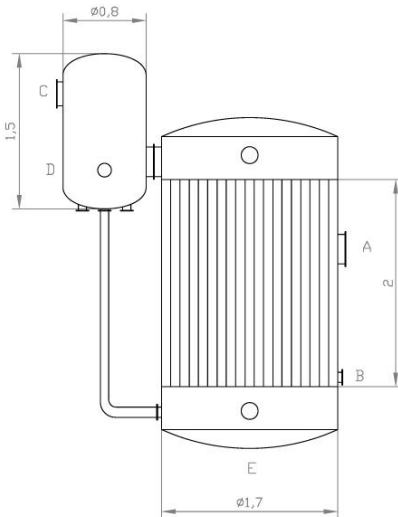
|                                               |  |  |  |
|-----------------------------------------------|--|--|--|
| DENOMINACIÓ: Columna d'arrossegament de vapor |  |  |  |
| UNITATS: en metres                            |  |  |  |



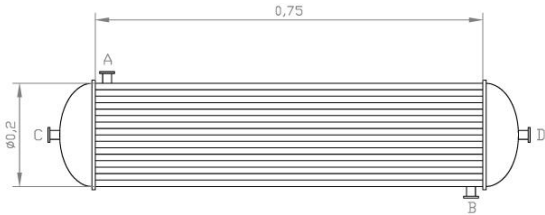
|                                                                                              |                                         |                             |                       |                      |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
|             | <b>CONDENSADOR</b>                      |                             | Ítem N°: E-405a       |                      | <b>Àrea:</b><br>400a   |
|                                                                                              |                                         |                             | Projecte N°:          |                      |                        |
|                                                                                              | Planta: Producció de paracetamol        |                             | Preparat per: ZETA    |                      | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                              | Ubicació: Gasos Nobles                  |                             | Full: 1/2             |                      |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                                        |                                         |                             |                       |                      |                        |
| <b>Denominació:</b> Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Condensador) |                                         |                             |                       |                      |                        |
| <b>Productes manipulats:</b> Mescla arrossegada pel vapor i aigua de refrigeració            |                                         |                             |                       |                      |                        |
| <b>DADES DE DISSENY</b>                                                                      |                                         |                             |                       |                      |                        |
|                                                                                              | <b>CARCASSA</b>                         |                             | <b>TUBS</b>           |                      |                        |
|                                                                                              | <b>Entrada</b>                          | <b>Sortida</b>              | <b>Entrada</b>        | <b>Sortida</b>       |                        |
| <b>Fluid</b>                                                                                 | Mescla Arrossegada pel vapor            |                             | Aigua de refrigeració |                      |                        |
| <b>Fase</b>                                                                                  | V                                       | L                           | L                     | L                    |                        |
| <b>Temperatura (°C)</b>                                                                      | 105                                     | 80                          | 20                    | 40                   |                        |
| <b>Pressió de treball (atm)</b>                                                              | 1                                       | 1                           | 1                     | 1                    |                        |
| <b>Pes molecular (kg/kmol)</b>                                                               | -                                       |                             | 18                    |                      |                        |
| <b>Densitat (kg/m<sup>3</sup>)</b>                                                           | 88,447                                  | 1613,100                    | 998                   | 992                  |                        |
| <b>Viscositat (kg/m·s)</b>                                                                   | $6,08 \cdot 10^{-5}$                    | $6,274 \cdot 10^{-4}$       | $5,08 \cdot 10^{-4}$  | $7,36 \cdot 10^{-4}$ |                        |
| <b>Calor específic (J/kg·°C)</b>                                                             | 802                                     | 3950                        | 4190                  | 4193                 |                        |
| <b>Conductivitat tèrmica (W/m·°C)</b>                                                        | 0,5088                                  | 0,494                       | 0,6225                | 0,6399               |                        |
| <b>Velocitat (m/s)</b>                                                                       | 0,2                                     |                             | 1,2                   |                      |                        |
| <b>Nombre de passos</b>                                                                      | 1                                       |                             | 4                     |                      |                        |
| <b>Pèrdua de carrega (KN/m<sup>2</sup>)</b>                                                  | 4,5                                     |                             | 2,5                   |                      |                        |
| <b>DADES DE CONTRUCCIÓ</b>                                                                   |                                         |                             |                       |                      |                        |
|                                                                                              | <b>CARCASSA</b>                         |                             | <b>TUBS</b>           |                      |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C)</b>                                                           | 200                                     |                             | 200                   |                      |                        |
| <b>Pressió de disseny (atm)</b>                                                              | 2                                       |                             | 2                     |                      |                        |
| <b>Material</b>                                                                              | AISI 304                                |                             | AISI 304              |                      |                        |
| <b>Diàmetre intern / gruix (mm)</b>                                                          | 500 / 5                                 |                             | 16 / 2                |                      |                        |
| <b>Longitud (m)</b>                                                                          | 2,5                                     |                             | 1,8                   |                      |                        |
| <b>Calor bescanviada (KW)</b>                                                                | 5480265                                 | <b>Nombre de pantalles</b>  | 18                    |                      |                        |
| <b>Coefficient global (W/m<sup>2</sup>·°C)</b>                                               | 1536                                    | <b>Espai pantalles (mm)</b> | 100                   |                      |                        |
| <b>Àrea de bescanvi (m<sup>2</sup>)</b>                                                      | 42,2                                    | <b>DTML</b>                 | 86,5                  |                      |                        |
| <b>Nombre de tubs</b>                                                                        | 466                                     | <b>Pes equip buit (kg)</b>  | 3550                  |                      |                        |
| <b>Disposició</b>                                                                            | Triangular                              | <b>Pes amb aigua (kg)</b>   | 13314                 |                      |                        |
| <b>Espaiat (mm)</b>                                                                          | 20                                      | <b>Pes en operació (kg)</b> | 24208                 |                      |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                                 |                                         |                             |                       |                      | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                                 | <b>Denominació</b>                      |                             | <b>Tamany</b>         |                      |                        |
| A                                                                                            | Entrada aigua refrigeració per carcassa |                             | 1"                    |                      |                        |
| B                                                                                            | Sortida aigua refrigeració per carcassa |                             | 1"                    |                      |                        |
| C                                                                                            | Entrada de corrent per tubs             |                             | 7"                    |                      |                        |
| D                                                                                            | Sortida de corrent per tubs             |                             | 0,75"                 |                      |                        |

|                                                                                      |                                  |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|     | CONDENSADOR                      | ITEM Nº: E-405a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                      |                                  | PROJECTE Nº:       |                 |
|                                                                                      | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                      | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Condensador                                                             |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                   |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

|                                                                                   |                                         |                               |                           |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
|  | <b>EVAPORADOR VERTICAL</b>              |                               | Ítem N°: EV-401a          | <b>Àrea:</b><br>400a   |
|                                                                                   |                                         |                               | Projecte N°:              |                        |
|                                                                                   | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol |                               | <b>Preparat per:</b> ZETA | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles           |                               | <b>Full:</b> 1/2          |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                         |                               |                           |                        |
| <b>Denominació:</b> Evaporador vertical que concentra l'àcid nítric al 15%        |                                         |                               |                           |                        |
| <b>Productes manipulats:</b> Aigua, HNO <sub>3</sub> i vapor                      |                                         |                               |                           |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                         |                               |                           |                        |
| <b>Vapor entrada (kg/h)</b>                                                       | 6828,00                                 | <b>Solució entrada (Kg/h)</b> | 6414,89                   |                        |
| <b>Cabal de condensat (Kg/h)</b>                                                  | 6828,00                                 | <b>Solució sortida (Kg/h)</b> | 3526,00                   |                        |
| <b>DADES DE DISSENY</b>                                                           |                                         |                               |                           |                        |
| <b>Material de construcció</b>                                                    |                                         |                               | AISI 304                  |                        |
| <b>Temperatura de treball vapor/ solució aquosa (°C)</b>                          |                                         |                               | 160                       | 80                     |
| <b>Temperatura de disseny (°C)</b>                                                |                                         |                               | 200                       |                        |
| <b>Pressió de disseny (atm)</b>                                                   |                                         |                               | 6                         |                        |
| <b>Pressió d'operació (atm)</b>                                                   |                                         |                               | 5                         |                        |
| <b>U (W/m2°K)</b>                                                                 |                                         |                               | 2713                      |                        |
| <b>Tipus de soldadura</b>                                                         |                                         |                               | Soldadura doble parcial   |                        |
| <b>Nº de tubs</b>                                                                 |                                         |                               | 40                        |                        |
| <b>Diàmetre intern de tubs/ gruix (mm)</b>                                        |                                         |                               | 46/2                      |                        |
| <b>Longitud dels tubs (m)</b>                                                     |                                         |                               | 2                         |                        |
| <b>Diàmetre del feix de tubs (m)</b>                                              |                                         |                               | 1,5                       |                        |
| <b>Diàmetre de carcassa (m)</b>                                                   |                                         |                               | 1,7                       |                        |
| <b>Àrea de bescanvi (m2)</b>                                                      |                                         |                               | 12,6                      |                        |
| <b>Eficàcia del vapor</b>                                                         |                                         |                               | 2,36                      |                        |
| <b>Diàmetre tanc pulmó (m)</b>                                                    |                                         |                               | 0,8                       |                        |
| <b>Alçada tanc pulmó (m)</b>                                                      |                                         |                               | 1,5                       |                        |
| <b>Pes buit (kg)</b>                                                              |                                         |                               | 6007                      |                        |
| <b>Pes en operació (kg)</b>                                                       |                                         |                               | 10569,4                   |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                         |                               | <b>Observacions:</b>      |                        |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>                      | <b>Tamany</b>                 |                           |                        |
| A                                                                                 | Entrada de vapor                        | 8"                            |                           |                        |
| B                                                                                 | Sortida de condensats                   | 1,5"                          |                           |                        |
| C                                                                                 | Sortida de vapor                        | 9"                            |                           |                        |
| D                                                                                 | Entrada de corrent                      | 1,5"                          |                           |                        |
| E                                                                                 | Sortida corrent líquid                  | 1"                            |                           |                        |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | EVAPORADOR VERTICAL              | ITEM N°: EV-401a   | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Evaporador vertical                                                    |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

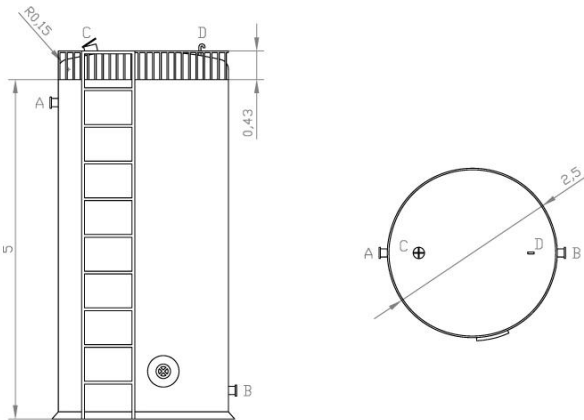
|                                                                                       |                                          |                        |                       |                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|      | CONDENSADOR                              |                        | Ítem N°: E-406a       |                       | Àrea:<br>400a   |
|                                                                                       |                                          |                        | Projecte N°:          |                       |                 |
|                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol         |                        | Preparat per: ZETA    |                       | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                   |                        | Full: 1/2             |                       |                 |
| DADES GENERALS                                                                        |                                          |                        |                       |                       |                 |
| Denominació: Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Condensador) |                                          |                        |                       |                       |                 |
| Productes manipulats: Vapor de sortida de l'evaporador i aigua de refrigeració        |                                          |                        |                       |                       |                 |
| DADES DE DISSENY                                                                      |                                          |                        |                       |                       |                 |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        | TUBS                  |                       |                 |
|                                                                                       | Entrada                                  | Sortida                | Entrada               | Sortida               |                 |
| Fluid                                                                                 | Mescla                                   |                        | Aigua de refrigeració |                       |                 |
| Cabal (kg/h)                                                                          | 3211                                     |                        | 1440                  |                       |                 |
| Fase                                                                                  | V                                        | L                      | L                     | L                     |                 |
| Temperatura (°C)                                                                      | 120                                      | 80                     | 20                    | 40                    |                 |
| Pressió de treball (atm)                                                              | 1                                        | 1                      | 1                     | 1                     |                 |
| Pes molecular (kg/kmol)                                                               | -                                        |                        | 18                    |                       |                 |
| Densitat (kg/m³)                                                                      | 2,63                                     | 829                    | 1000                  | 950                   |                 |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                   | 6,08·10 <sup>-5</sup>                    | 6,274·10 <sup>-4</sup> | 5,08·10 <sup>-4</sup> | 7,36·10 <sup>-4</sup> |                 |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                             | 802                                      | 3950                   | 4190                  | 4193                  |                 |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                        | 0,5088                                   | 0,494                  | 0,6225                | 0,6399                |                 |
| Velocitat (m/s)                                                                       | 0,34                                     |                        | 1,5                   |                       |                 |
| Nombre de passos                                                                      | 1                                        |                        | 2                     |                       |                 |
| Pèrdua de carrega (KN/m²)                                                             | 5,6                                      |                        | 9,9                   |                       |                 |
| DADES DE CONTRUCCIÓ                                                                   |                                          |                        |                       |                       |                 |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        | TUBS                  |                       |                 |
| Temperatura de disseny (°C)                                                           | 150                                      |                        | 150                   |                       |                 |
| Pressió de disseny (bar)                                                              | 2                                        |                        | 2                     |                       |                 |
| Material                                                                              | AISI 304                                 |                        | AISI 304              |                       |                 |
| Diàmetre intern / gruix (mm)                                                          | 200 / 5                                  |                        | 16 / 2                |                       |                 |
| Longitud (m)                                                                          | 1,25                                     |                        | 0,75                  |                       |                 |
| Calor bescanviada (KW)                                                                | 33527                                    | Nombre de pantalles    | 3                     |                       |                 |
| Coefficient global (W/m²·°C)                                                          | 1332                                     | Espai pantalles (mm)   | 30                    |                       |                 |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                 | 0,4                                      | DTML                   | 67,4                  |                       |                 |
| Nombre de tubs                                                                        | 12                                       | Pes equip buit (kg)    | 2550                  |                       |                 |
| Disposició                                                                            | Triangular                               | Pes amb aigua (kg)     | 10324                 |                       |                 |
| Espaiat (mm)                                                                          | 20                                       | Pes en operació (kg)   | 1820                  |                       |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                 |                                          |                        |                       | Observacions:         |                 |
| Marca                                                                                 | Denominació                              |                        | Tamany                |                       |                 |
| A                                                                                     | Entrada corrent per carcassa             |                        | 9"                    |                       |                 |
| B                                                                                     | Sortida corrent per carcassa             |                        | 1"                    |                       |                 |
| C                                                                                     | Sortida per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 0,75"                 |                       |                 |
| D                                                                                     | Entrada per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 0,75"                 |                       |                 |

|                                                                                      |                                  |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|     | CONDENSADOR                      | ITEM N°: E-406a    | ÀREA:<br>400a   |
|                                                                                      |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                      | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                      | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Condensador                                                             |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                   |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

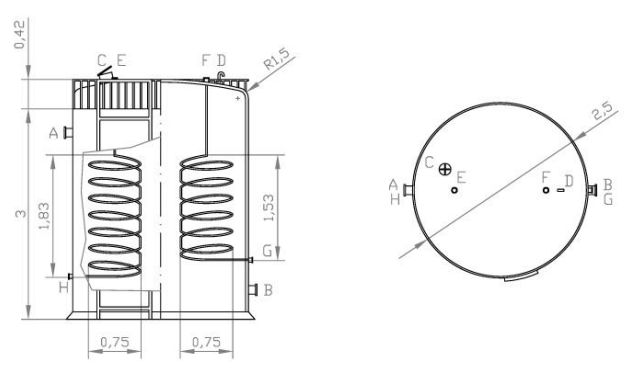
## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

**A-100b**

|                                                                                   |                                                       |                           |                              |                     |                      |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
|  | <b>TANC<br/>D'EMMAGATZEMATGE<br/>D'ANHIDRE ACÈTIC</b> |                           |                              | Ítem N°: T-101/102b |                      | <b>Àrea:</b><br>100b   |
|                                                                                   |                                                       |                           |                              | Projecte N°: ZETA   |                      |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol                      |                           |                              | Preparat per:-      |                      | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                                |                           |                              | Full: 1/2           |                      |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                                       |                           |                              |                     |                      |                        |
| Denominació: Tanc d'emmagatzematge d'anhidre acètic                               |                                                       |                           |                              |                     |                      |                        |
| Reactius manipulats: Anhidre acètic                                               |                                                       |                           |                              |                     |                      |                        |
| Posició:                                                                          |                                                       | Vertical                  | Volum (m³):                  | 24,54               | Densitat (kg/m³):    | 1080                   |
| Forma fons                                                                        |                                                       | Pla                       | Alçada (m):                  | 5                   | Pes equip buit (kg): | 2980,68                |
| Forma capçal:                                                                     |                                                       | Toriesfèric               | Diàmetre (m):                | 2,5                 | Pes operació (kg):   | 26665,75               |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                                       |                           |                              |                     |                      |                        |
| Material de construcció                                                           |                                                       |                           |                              | AISI 316            |                      |                        |
| Temperatura d'operació (°C)                                                       |                                                       |                           |                              | 25                  |                      |                        |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                                       |                           |                              | 40                  |                      |                        |
| Pressió de treball (bar)                                                          |                                                       |                           |                              | 1,013               |                      |                        |
| Pressió de disseny (bar)                                                          |                                                       |                           |                              | 2,02                |                      |                        |
| Gruix del cilindre (mm)                                                           |                                                       |                           |                              | 9                   |                      |                        |
| Gruix del capçal (mm)                                                             |                                                       |                           |                              | 8                   |                      |                        |
| Gruix del fons (mm)                                                               |                                                       |                           |                              | 4                   |                      |                        |
| Sobreesspessor per corrosió (mm)                                                  |                                                       |                           |                              | 1                   |                      |                        |
| Norma de disseny seguida                                                          |                                                       |                           |                              | ASME                |                      |                        |
| <b>DETALLS DE DISSENY</b>                                                         |                                                       |                           | <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b> |                     |                      |                        |
| Radiografiat                                                                      |                                                       | Parcial                   | Marca                        | Denominació         |                      | Tamany                 |
| Eficàcia soldadura                                                                |                                                       | 0,85                      | A                            | Entrada producte    |                      | 3"                     |
| Aïllant                                                                           |                                                       | Manta spintex<br>322-G-70 | B                            | Sortida producte    |                      | 0,5"                   |
| Gruix aïllant (mm)                                                                |                                                       | 10                        | C                            | Boca d'home         |                      | 30"                    |
| % Ocupació                                                                        |                                                       | 89,4                      | D                            | Venteig             |                      | 3"                     |

|                                                                                     |                                        |                      |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|-----------------|
|    | TANC D'EMMAGATZEMATGE D'ANHIDRE ACÈTIC | ITEM N°: T101b-T102b | ÀREA:<br>100b   |
|                                                                                     |                                        | PROJECTE N°:         |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol       | PREPARAT PER: ZETA   | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles                 | FULL: 2/2            |                 |
| DENOMINACIÓ: Tancs d'emmagatzematge d'anhidre acètic                                |                                        |                      |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                        |                      |                 |
|  |                                        |                      |                 |

|                                                                                   |                                                                        |                                             |                         |                      |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
|  | <b>TANC</b><br><b>D'EMMAGATZEMATGE</b><br><b>D'ÀCID ACÈTIC GLACIAL</b> |                                             | Ítem N°: T-103/104b     |                      | <b>Àrea:</b><br>100b   |
|                                                                                   |                                                                        |                                             | Projecte N°: -          |                      |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol                                       |                                             | Preparat per: ZETA      |                      | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                                                 |                                             | Full: 1/2               |                      |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                                                        |                                             |                         |                      |                        |
| Denominació: Tanc d'emmagatzematge d'àcid acètic glacial al 98%                   |                                                                        |                                             |                         |                      |                        |
| Reactius manipulats: Àcid acètic glacial al 98% en pes.                           |                                                                        |                                             |                         |                      |                        |
| Posició:                                                                          | Vertical                                                               | Volum (m³):                                 | 14,73                   | Densitat (kg/m³):    | 1049                   |
| Forma fons                                                                        | Pla                                                                    | Alçada (m):                                 | 3                       | Pes equip buit (kg): | 1597,79                |
| Forma capçal:                                                                     | Toriesfèric                                                            | Diàmetre (m):                               | 2,5                     | Pes operació (kg):   | 14968,1                |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                                                        |                                             |                         |                      |                        |
| Material de construcció                                                           |                                                                        |                                             | AISI 316-L              |                      |                        |
| Temperatura d'operació (°C)                                                       |                                                                        |                                             | 25                      |                      |                        |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                                                        |                                             | 65                      |                      |                        |
| Pressió de treball (bar)                                                          |                                                                        |                                             | 1,013                   |                      |                        |
| Pressió de disseny (bar)                                                          |                                                                        |                                             | 1,54                    |                      |                        |
| Gruix del cilindre (mm)                                                           |                                                                        |                                             | 9                       |                      |                        |
| Gruix del capçal (mm)                                                             |                                                                        |                                             | 3                       |                      |                        |
| Gruix del fons (mm)                                                               |                                                                        |                                             | 8                       |                      |                        |
| Sobrespessor per corrosió (mm)                                                    |                                                                        |                                             | 1                       |                      |                        |
| Norma de disseny seguida                                                          |                                                                        |                                             | ASME                    |                      |                        |
| <b>DETALLS DE DISSENY</b>                                                         |                                                                        |                                             | <b>DADES SERPENTÍNS</b> |                      |                        |
| Radiografiat                                                                      | Parcial                                                                | Fluid escalfament/refrigeració              |                         | Aigua                |                        |
| Eficàcia soldadura                                                                | 0,85                                                                   | Diàmetre (mm)                               |                         | 50                   |                        |
| Aïllant                                                                           | Manta spíntex 322-G-70                                                 | Temperatura entrada/sortida del fluid (°C): |                         | 45- 40 / 7-12        |                        |
| Gruix aïllant (mm)                                                                | 10                                                                     | Àrea de bescanvi (m²):                      |                         | 0,242 / 0,205        |                        |
| Alçada cilindre (m)                                                               | 2,58                                                                   | Cabal fluid (m³/h):                         |                         | 0,1448 / 0,1086      |                        |
| Alçada capçal (m)                                                                 | 0,42                                                                   | Velocitat de pas (m/s):                     |                         | 2,05 / 1,54          |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                                                        |                                             |                         |                      |                        |
| Marca                                                                             | Denominació                                                            |                                             |                         | Tamany               |                        |
| A                                                                                 | Entrada de producte                                                    |                                             |                         | 3"                   |                        |
| B                                                                                 | Sortida de producte                                                    |                                             |                         | 0,75"                |                        |
| C                                                                                 | Boca d'home                                                            |                                             |                         | 30"                  |                        |
| D                                                                                 | Venteig                                                                |                                             |                         | 3"                   |                        |
| E                                                                                 | Entrada fluid refrigerant                                              |                                             |                         | 0,25"                |                        |
| F                                                                                 | Entrada fluid refrigerant                                              |                                             |                         | 0,25"                |                        |
| G                                                                                 | Sortida fluid refrigerant                                              |                                             |                         | 0,25"                |                        |
| H                                                                                 | Sortida fluid refrigerant                                              |                                             |                         | 0,25"                |                        |

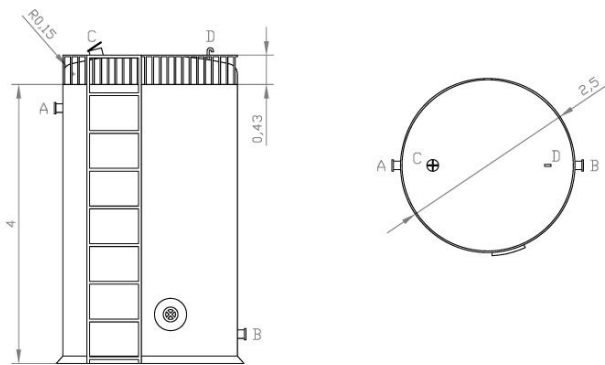
|                                                                                     |                                             |                      |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|-----------------|
|    | TANC D'EMMAGATZEMATGE D'ÀCID ACÈTIC GLACIAL | ITEM N°: T103b-T104b | ÀREA:<br>100b   |
|                                                                                     |                                             | PROJECTE N°:         |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol            | PREPARAT PER: ZETA   | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles                      | FULL: 2/2            |                 |
| DENOMINACIÓ: Tancs d'emmagatzematge d'àcid acètic glacial                           |                                             |                      |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                             |                      |                 |
|  |                                             |                      |                 |

|                                                                                   |                                                       |                              |                     |                      |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
|  | <b>TANC<br/>D'EMMAGATZEMATGE<br/>ÉTER ISOPROPÍLIC</b> |                              | Ítem nº: T-105/106b |                      | <b>Àrea:</b><br>100b   |
|                                                                                   |                                                       |                              | Projecte nº: -      |                      |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol                      |                              | Preparat per: ZETA  |                      | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                                |                              | Full: 1/2           |                      |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                                       |                              |                     |                      |                        |
| Denominació: Tanc d'emmagatzematge d'èter isopropílic                             |                                                       |                              |                     |                      |                        |
| Reactius manipulats: Èter isopropílic                                             |                                                       |                              |                     |                      |                        |
| Posició:                                                                          | Vertical                                              | Volum (m³):                  | 17,18               | Densitat (kg/m³):    | 700                    |
| Forma fons                                                                        | Pla                                                   | Alçada (m):                  | 3.5                 | Pes equip buit (kg): | 1263,32                |
| Forma capçal:                                                                     | Toriesfèric                                           | Diàmetre (m):                | 2,5                 | Pes operació (kg):   | 10963,32               |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                                       |                              |                     |                      |                        |
| Material de construcció                                                           |                                                       |                              | AISI 304            |                      |                        |
| Temperatura d'operació (°C)                                                       |                                                       |                              | 25                  |                      |                        |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                                       |                              | 40                  |                      |                        |
| Pressió de treball (bar)                                                          |                                                       |                              | 1,013               |                      |                        |
| Pressió de disseny (bar)                                                          |                                                       |                              | 1,45                |                      |                        |
| Gruix del cilindre (mm)                                                           |                                                       |                              | 9                   |                      |                        |
| Gruix del capçal (mm)                                                             |                                                       |                              | 3                   |                      |                        |
| Gruix del fons (mm)                                                               |                                                       |                              | 8                   |                      |                        |
| Sobrespessor per corrosió (mm)                                                    |                                                       |                              | 1                   |                      |                        |
| Norma de disseny seguida                                                          |                                                       |                              | ASME                |                      |                        |
| <b>DETALLS DE DISSENY</b>                                                         |                                                       | <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b> |                     |                      |                        |
| Radiografiat                                                                      | Parcial                                               | Marca                        | Denominació         |                      | Tamany                 |
| Eficàcia soldadura                                                                | 0,85                                                  | A                            | Entrada producte    |                      | 3"                     |
| Aïllant                                                                           | No                                                    | B                            | Sortida producte    |                      | 2"                     |
| Alçada cilindre (m)                                                               | 3,08                                                  | C                            | Boca d'home         |                      | 30"                    |
| Alçada capçal (m)                                                                 | 0,42                                                  | D                            | Venteig             |                      | 3"                     |

|                                                                                   |                                          |                      |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|---------------|
|  | TANC D'EMMAGATZEMATGE D'ÈTER ISOPROPÍLIC | ITEM N°: T105b-T106b | ÀREA:<br>100b |
|                                                                                   |                                          | PROJECTE N°:         |               |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol         | PREPARAT PER: ZETA   | DATA:         |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles                   | FULL: 2/2            | 8-6-09        |

DENOMINACIÓ: Tancs d'emmagatzematge d'èter isopropílic

UNITATS: en metres



## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

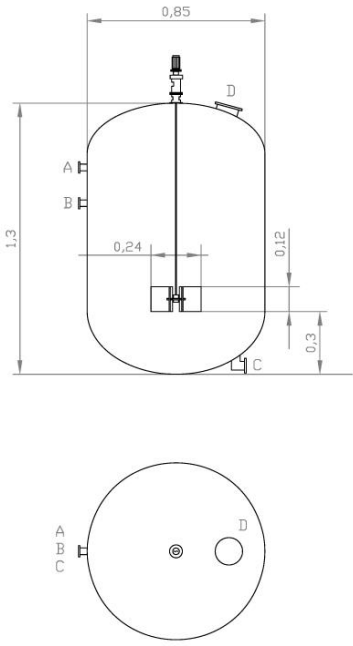
### **A-300b**

|                                                                                   |                                  |                        |                    |                             |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|
|  | <b>TANC DE MESCLA</b>            |                        | Ítem nº: M-301b    |                             | <b>Àrea:</b><br>300b   |
|                                                                                   |                                  |                        | Projecte nº: -     |                             |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                        | Preparat per: ZETA |                             | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                        | Full: 1/2          |                             |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                  |                        |                    |                             |                        |
| <b>Denominació:</b> Tanc de mescla                                                |                                  |                        |                    |                             |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> Àcid acètic glacial (98%) i p-Nitrofenol              |                                  |                        |                    |                             |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                  | Vertical                         | <b>Capacitat (m³):</b> | 0,738              | <b>Densitat (kg/m³):</b>    | 1195                   |
| <b>Forma cos :</b>                                                                | Cilíndrica                       | <b>Alçada (m) :</b>    | 1,3                | <b>Pes equip buit (kg):</b> | 90                     |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Toriesfèrics                     | <b>Diàmetre (m):</b>   | 0,85               | <b>Pes operació (kg):</b>   | 970                    |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                  |                        |                    |                             |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                  |                        | AISI 316-L         |                             |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                  |                        | 88                 |                             |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                  |                        | 110                |                             |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                  |                        | 1,013              |                             |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                  |                                  |                        | 1,23               |                             |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                  |                        | 5                  |                             |                        |
| <b>Gruix dels fons (mm):</b>                                                      |                                  |                        | 3                  |                             |                        |
| <b>Sobrespessor de corrosió (mm):</b>                                             |                                  |                        | 1                  |                             |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                  |                        | ASME               |                             |                        |
| <b>Aïllant utilitzat (tipus i gruix):</b>                                         |                                  |                        | No                 |                             |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                             |                                  |                        | No / 0,85          |                             |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                  |                        |                    |                             |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                  |                        | Turbina FGL        |                             |                        |
| <b>Diàmetre impulsor (m):</b>                                                     |                                  |                        | 0,12               |                             |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                |                                  |                        | 90                 |                             |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                  |                        | 0,03321            |                             |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                  |                        |                    |                             | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany:</b>         |                    |                             |                        |
| A                                                                                 | Entrada p-Nitrofenol             | 0,5"                   |                    |                             |                        |
| B                                                                                 | Entrada àcid acètic glacial      | 0,75"                  |                    |                             |                        |
| D                                                                                 | Mirilla                          | 8"                     |                    |                             |                        |
| E                                                                                 | Sortida del corrent del tanc     | 0,75                   |                    |                             |                        |

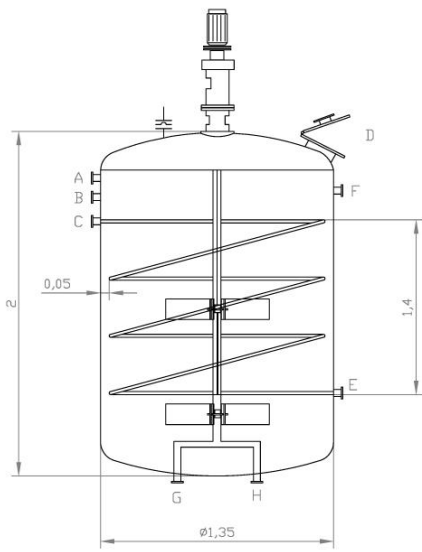
|                                                                                   |                                  |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|  | TANC DE DISSOLUCIÓ               | ITEM Nº: M-301b    | ÀREA:<br>300b   |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE Nº:       |                 |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |

**DENOMINACIÓ:** Tanc de dissolució de p-Nitrofenol i àcid acètic glacial

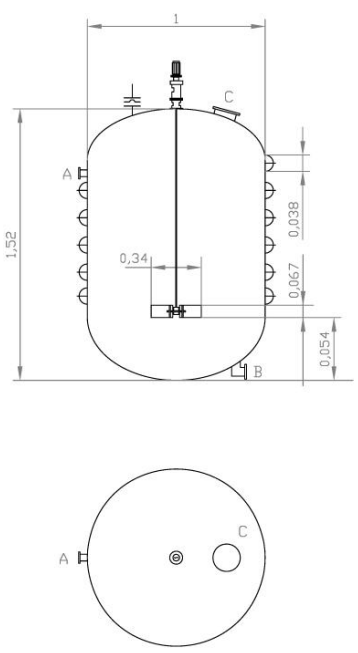
**UNITATS:** en metres



|                                                                                                                       |                                         |                                               |                        |                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|
|                                      | REACTOR                                 |                                               | Ítem nº: R-301b        |                      | Àrea:<br>300b   |
|                                                                                                                       |                                         |                                               | Projecte nº: -         |                      |                 |
|                                                                                                                       | Planta: Producció paracetamol           |                                               | Preparat per: ZETA     |                      | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                  |                                               | Full: 1/2              |                      |                 |
| DADES GENERALS                                                                                                        |                                         |                                               |                        |                      |                 |
| Denominació: Reactor Hidrogenació/Acetilació                                                                          |                                         |                                               |                        |                      |                 |
| Reactius manipulats: Hidrogen, Àcid acètic, p-Nitrofenol, p-Aminofenol, Aigua, Anhidre acètic, Paracetamol, Nitrogen. |                                         |                                               |                        |                      |                 |
| Posició:                                                                                                              | Vertical                                | Capacitat (m³):                               | 3,53                   | Densitat (kg/m³):    | 1079,3          |
| Forma cos:                                                                                                            | Cilíndrica                              | Alçada (m):                                   | 2                      | Pes equip buit (kg): | 1446            |
| Fons i capçal:                                                                                                        | Toriesfèrics                            | Diàmetre (m):                                 | 1,5                    | Pes operació (kg):   | 4489,4          |
| DADES DISSENY                                                                                                         |                                         |                                               |                        |                      |                 |
| Material de construcció                                                                                               |                                         |                                               | AISI 304               |                      |                 |
| Temperatura d'operació (°C)                                                                                           |                                         |                                               | 100                    |                      |                 |
| Temperatura de disseny (°C)                                                                                           |                                         |                                               | 150                    |                      |                 |
| Pressió de treball (bar)                                                                                              |                                         |                                               | 34,5                   |                      |                 |
| Pressió de disseny (bar)                                                                                              |                                         |                                               | 36                     |                      |                 |
| Gruix del cilindre (mm)                                                                                               |                                         |                                               | 28                     |                      |                 |
| Gruix del capçal (mm)                                                                                                 |                                         |                                               | 50                     |                      |                 |
| Gruix del fons (mm)                                                                                                   |                                         |                                               | 50                     |                      |                 |
| Sobressessor per corrosió (mm)                                                                                        |                                         |                                               | 1,5                    |                      |                 |
| Norma de disseny seguida                                                                                              |                                         |                                               | ASME                   |                      |                 |
| Tipus aïllant                                                                                                         |                                         |                                               | Manta Spindex 322-G-70 |                      |                 |
| Gruix aïllant (mm)                                                                                                    |                                         |                                               | 40                     |                      |                 |
| DADES AGITACIÓ                                                                                                        |                                         |                                               | DADES SERPENTÍ         |                      |                 |
| Tipus d'agitador:                                                                                                     | Ekato phasejet                          | Tipus de serpentí:                            | Intern                 |                      |                 |
| Diàmetre impulsor (m):                                                                                                | 0,6                                     | Material:                                     | AISI 304               |                      |                 |
| Amplada impulsor (m)                                                                                                  | 0,25                                    | Diàmetre serpentí (mm):                       | 70                     |                      |                 |
| Nº impulsors                                                                                                          | 1                                       | Fluid refrigerant:                            | Aigua de refrigeració  |                      |                 |
| Velocitat d'agitació (rpm):                                                                                           | 90                                      | Nº de voltes                                  | 17                     |                      |                 |
| Potència motor (kW):                                                                                                  | 7,8                                     | Temperatura entrada/sortida refrigerant (°C): | 20/40                  |                      |                 |
| Pes agitador (kg):                                                                                                    | 180                                     | Àrea de bescanvi (m²):                        | 16,5                   |                      |                 |
| Nº bafles:                                                                                                            | No                                      | Cabal refrigerant (m³/h):                     | 34,2                   |                      |                 |
| Amplada bafles (cm):                                                                                                  | No                                      | Velocitat de pas (m/s):                       | 2,47                   |                      |                 |
| Distància baffle-paret (m):                                                                                           | No                                      | U (W/m²°C):                                   | 750                    |                      |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                                                 |                                         |                                               |                        |                      |                 |
| Marca                                                                                                                 | Denominació                             |                                               |                        | Tamany               |                 |
| A                                                                                                                     | Entrada d'anhidre acètic                |                                               |                        | 0,5"                 |                 |
| B                                                                                                                     | Entrada del corrent provinent de M-301b |                                               |                        | 0,75"                |                 |
| C                                                                                                                     | Entrada del fluid refrigerant           |                                               |                        | 3"                   |                 |
| D                                                                                                                     | Boca d'home                             |                                               |                        | 30"                  |                 |
| E                                                                                                                     | Sortida del fluid refrigerant           |                                               |                        | 3"                   |                 |
| F                                                                                                                     | Sortida de producte                     |                                               |                        | 1"                   |                 |
| G                                                                                                                     | Entrada de nitrogen                     |                                               |                        | 0,5"                 |                 |
| H                                                                                                                     | Entrada d'hidrogen                      |                                               |                        | 0,75"                |                 |

|                                                                                     |                                  |  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--|--------------------|-----------------|
|    | TANC DE REACCIÓ                  |  | ITEM Nº: R-301b    | ÀREA:<br>300b   |
|                                                                                     |                                  |  | PROJECTE Nº:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol |  | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           |  | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Tanc de reacció d'APAP                                                 |                                  |  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |  |                    |                 |
|  |                                  |  |                    |                 |

|                                                                                   |                                                  |                        |                        |                              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
|  | <b>TANC DE MESCLA</b>                            |                        | Ítem nº: M-302b        |                              | <b>Àrea:</b><br>300 b  |
|                                                                                   |                                                  |                        | Projecte nº: -         |                              |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol                 |                        | Preparat per: ZETA     |                              | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                           |                        | Full: 1/2              |                              |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                                  |                        |                        |                              |                        |
| <b>Denominació:</b> Tanc de mescla                                                |                                                  |                        |                        |                              |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> Paracetamol, aigua, àcid acètic i p-Nitrofenol        |                                                  |                        |                        |                              |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                  | Vertical                                         | <b>Capacitat (m³):</b> | 1,2                    | <b>Densitat (kg/m³):</b>     | 1115,41                |
| <b>Forma cos :</b>                                                                | Cilíndrica                                       | <b>Alçada (m) :</b>    | 1,52                   | <b>Pes equip buit (kg):</b>  | 250,14                 |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Toriesfèric                                      | <b>Diàmetre (m):</b>   | 1                      | <b>Pes operació (kg/m³):</b> | 1142,47                |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                                  |                        |                        |                              |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                                  |                        | AISI-304               |                              |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                                  |                        | 70°C                   |                              |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                                  |                        | 100°C                  |                              |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                                  |                        | 1,013                  |                              |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                  |                                                  |                        | 1,683                  |                              |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                                  |                        | 7                      |                              |                        |
| <b>Gruix del fons toriesfèric (mm):</b>                                           |                                                  |                        | 3                      |                              |                        |
| <b>Sobressessor de corrosió (mm):</b>                                             |                                                  |                        | 2                      |                              |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                                  |                        | ASME                   |                              |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                             |                                                  |                        | Sí / 0,85              |                              |                        |
| <b>Diàmetre mitja canya (mm)</b>                                                  |                                                  |                        | 37,6                   |                              |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                                  |                        |                        |                              |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                                  |                        | Turbina de doble pales |                              |                        |
| <b>Diàmetre agitador (m):</b>                                                     |                                                  |                        | 0,34                   |                              |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                |                                                  |                        | 299,2                  |                              |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                                  |                        | 1,2                    |                              |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                                  |                        |                        |                              | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>                               |                        | <b>Tamany:</b>         |                              |                        |
| A                                                                                 | Entrada de corrent de sortida del reactor R-301b |                        | 1"                     |                              |                        |
| B                                                                                 | Sortida mescla del tanc 50°C                     |                        | 1"                     |                              |                        |
| C                                                                                 | Entrada aigua de refrigeració                    |                        | 0,75"                  |                              |                        |
| D                                                                                 | Sortida aigua de refrigeració                    |                        | 0,75"                  |                              |                        |

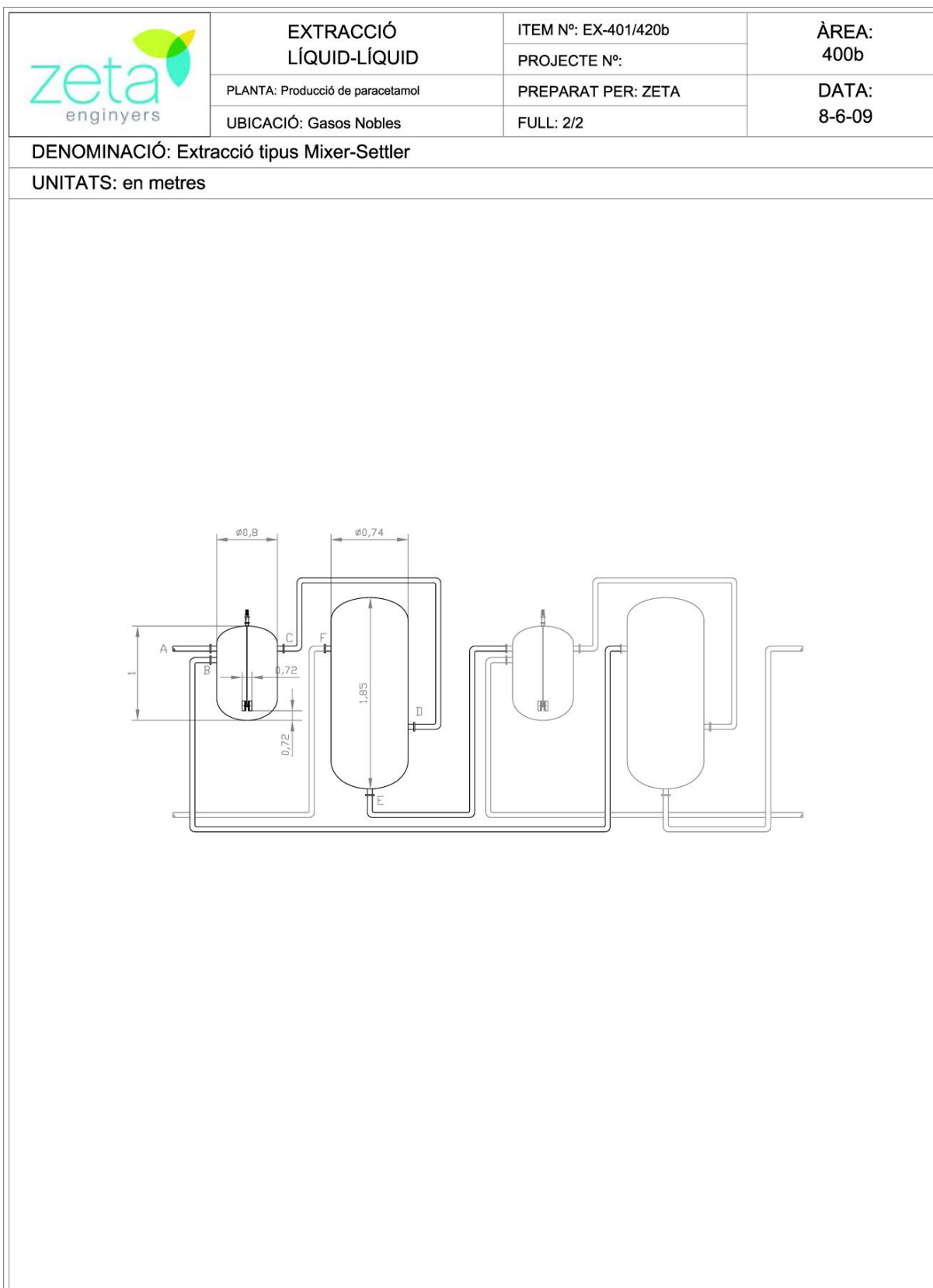
|                                                                                     |                                  |                    |                 |               |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|---------------|--|--|
|    | <b>TANC DE DISSOLUCIÓ</b>        |                    | ITEM N°: M-302b | ÀREA:<br>300b |  |  |
|                                                                                     |                                  |                    | PROJECTE N°:    |               |  |  |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA |                 | DATA:         |  |  |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 | 8-6-09        |  |  |
| <b>DENOMINACIÓ:</b> Tanc de mescla                                                  |                                  |                    |                 |               |  |  |
| <b>UNITATS:</b> en metres                                                           |                                  |                    |                 |               |  |  |
|  |                                  |                    |                 |               |  |  |

## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

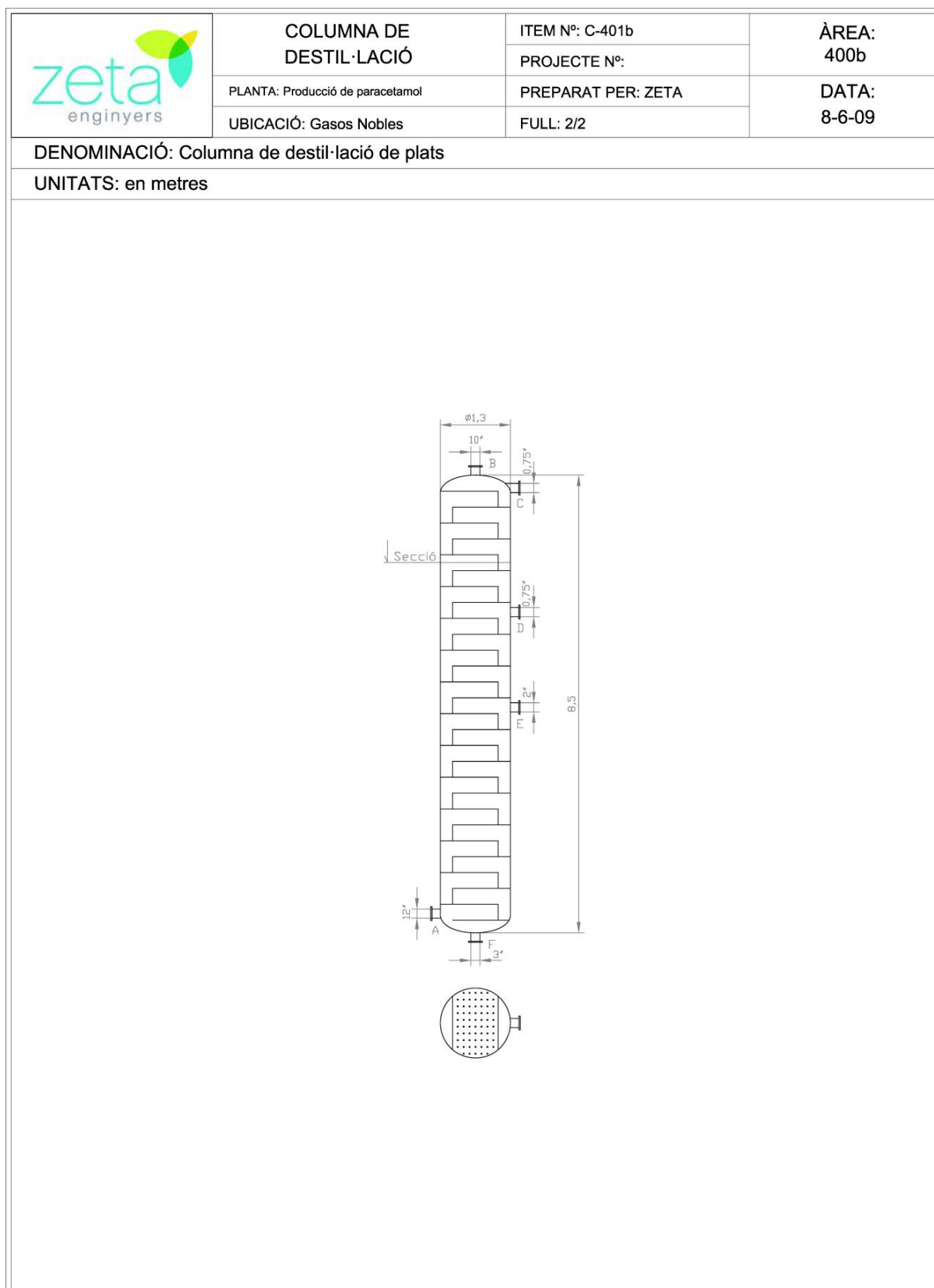
**A-400b**

|                                                                                             |                                  |                        |                             |                             |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
|            | <b>MIXER DE L'EXTRACCIÓ</b>      |                        | Ítem nº: EX-401/410b        |                             | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                             |                                  |                        | Projecte nº: -              |                             |                        |
|                                                                                             | Planta: Producció de paracetamol |                        | Preparat per: ZETA          |                             | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                             | Ubicació: Gasos Nobles           |                        | Full: 1/2                   |                             |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                                       |                                  |                        |                             |                             |                        |
| <b>Denominació:</b> Mixer de l'extracció                                                    |                                  |                        |                             |                             |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> Àcid acètic, aigua, p-Nitrofenol, paracetamol, èter isopropílic |                                  |                        |                             |                             |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                            | Vertical                         | <b>Capacitat (m³):</b> | 0,5                         | <b>Densitat (kg/m³):</b>    | 863                    |
| <b>Forma cos :</b>                                                                          | Cilíndrica                       | <b>Alçada (m) :</b>    | 1                           | <b>Pes equip buit (kg):</b> | 108,6                  |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                                       | Toriesfèrics                     | <b>Diàmetre (m):</b>   | 0,8                         | <b>Pes operació (kg):</b>   | 428                    |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                                        |                                  |                        |                             |                             |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                             |                                  |                        | AISI 316-L                  |                             |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                                         |                                  |                        | 25                          |                             |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                                         |                                  |                        | 50                          |                             |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                            |                                  |                        | 1,013                       |                             |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                            |                                  |                        | 1.3                         |                             |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                             |                                  |                        | 3                           |                             |                        |
| <b>Gruix dels fons (mm):</b>                                                                |                                  |                        | 3                           |                             |                        |
| <b>Sobrespessor de corrosió (mm):</b>                                                       |                                  |                        | 1                           |                             |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                            |                                  |                        | ASME                        |                             |                        |
| <b>Aïllant utilitzat (tipus i gruix):</b>                                                   |                                  |                        | No                          |                             |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                                       |                                  |                        | No / 0,85                   |                             |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                                       |                                  |                        |                             |                             |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                                    |                                  |                        | Turbina SKR660-Pumper Mixer |                             |                        |
| <b>Diàmetre impulsor (m):</b>                                                               |                                  |                        | 0,13                        |                             |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                          |                                  |                        | 1750                        |                             |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                          |                                  |                        | 0,75                        |                             |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                                |                                  |                        |                             |                             | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                                | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany:</b>         |                             |                             |                        |
| A                                                                                           | Entrada aliment al Mixer         | 1"                     |                             |                             |                        |
| B                                                                                           | Entrada provinent del decantador | 1,5"                   |                             |                             |                        |
| C                                                                                           | Sortida cap al decantador        | 1,5"                   |                             |                             |                        |

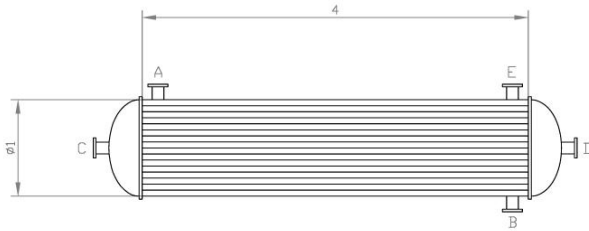
|                                                                                             |                                             |                        |                           |                             |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
|            | <b>DECANTADOR DE L'EXTRACCIÓ</b>            |                        | Ítem nº: EX-401/410b      |                             | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                             |                                             |                        | Projecte nº: -            |                             |                        |
|                                                                                             | <b>Planta:</b> Producció de paracetamol     |                        | <b>Preparat per:</b> ZETA |                             | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                             | <b>Ubicació:</b> Gasos Nobles               |                        | <b>Full:</b> 1/2          |                             |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                                       |                                             |                        |                           |                             |                        |
| <b>Denominació:</b> Decantador de l'extracció                                               |                                             |                        |                           |                             |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> Àcid acètic, aigua, p-Nitrofenol, paracetamol, èter isopropílic |                                             |                        |                           |                             |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                            | Vertical                                    | <b>Capacitat (m³):</b> | 0,8                       | <b>Densitat (kg/m³):</b>    | 863                    |
| <b>Forma cos :</b>                                                                          | Cilíndrica                                  | <b>Alçada (m) :</b>    | 1,85                      | <b>Pes equip buit (Kg):</b> | 100,5                  |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                                       | Toriesfèrics                                | <b>Diàmetre (m):</b>   | 0,74                      | <b>Pes operació (kg):</b>   | 739,4                  |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                                        |                                             |                        |                           |                             |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                             |                                             |                        | AISI 316-L                |                             |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                                         |                                             |                        | 25                        |                             |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                                         |                                             |                        | 50                        |                             |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                            |                                             |                        | 1,013                     |                             |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                            |                                             |                        | 1,4                       |                             |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                             |                                             |                        | 3                         |                             |                        |
| <b>Gruix dels fons (mm):</b>                                                                |                                             |                        | 3                         |                             |                        |
| <b>Sobrespessor de corrosió (mm):</b>                                                       |                                             |                        | 1                         |                             |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                            |                                             |                        | ASME                      |                             |                        |
| <b>Aïllant utilitzat (tipus i gruix):</b>                                                   |                                             |                        | No                        |                             |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                                       |                                             |                        | No / 0,85                 |                             |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                                |                                             |                        |                           |                             | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                                | <b>Denominació</b>                          |                        | <b>Tamany:</b>            |                             |                        |
| D                                                                                           | Sortida del decantador cap al Mixer         |                        | 1,5"                      |                             |                        |
| F                                                                                           | Entrada al decantador provinent del Mixer   |                        | 1,5"                      |                             |                        |
| E                                                                                           | Sortida del decantador cap al següent Mixer |                        | 1"                        |                             |                        |



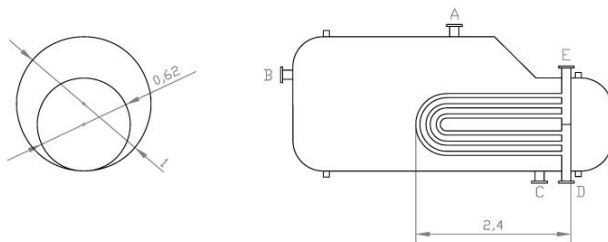
|                                                                                   |                                  |                   |                         |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|
|  | <b>COLUMNA DE DESTIL·LACIÓ</b>   |                   | Ítem nº: C-401b         | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                   |                                  |                   | Projecte nº:            |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                   | Preparat per: ZETA      | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                   | Full: 1/2               |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                  |                   |                         |                        |
| <b>Denominació:</b> Columna que separa l'èter, l'acètic i l'aigua del p-NP i APAP |                                  |                   |                         |                        |
| <b>Productes manipulats:</b> APAP, p-NP, Aigua, èter isopropílic i àcid acètic    |                                  |                   |                         |                        |
| <b>DADES DE DISSENY</b>                                                           |                                  |                   |                         |                        |
| Diàmetre (m)                                                                      | 1,3                              | Pes buit (Kg)     | 5630                    |                        |
| Alçada (m)                                                                        | 8,5                              | Pes operació (Kg) | 18140                   |                        |
| <b>DADES DE CONSTRUCCIÓ</b>                                                       |                                  |                   |                         |                        |
| Material de construcció                                                           |                                  |                   | AISI 304                |                        |
| Temperatura de treball caps/cues (°C)                                             |                                  |                   | 90                      | 110                    |
| Temperatura de disseny (°C)                                                       |                                  |                   | 200                     |                        |
| Pressió de disseny (atm)                                                          |                                  |                   | 2                       |                        |
| Pressió d'operació (atm)                                                          |                                  |                   | 1                       |                        |
| Tipus de soldadura                                                                |                                  |                   | Soldadura doble parcial |                        |
| Plat de l'aliment /plat sortida lateral                                           |                                  |                   | 15/9                    |                        |
| Tipus d'aïllament / Gruix aïllament                                               |                                  |                   | -                       |                        |
| <b>DADES DELS PLATS</b>                                                           |                                  |                   |                         |                        |
| Nombre de plats                                                                   |                                  |                   | 29                      |                        |
| Gruix (mm)                                                                        |                                  |                   | 3                       |                        |
| Distància entre plats (m)                                                         |                                  |                   | 0,3                     |                        |
| Alçada sobreixidor (mm)                                                           |                                  |                   | 90                      |                        |
| Longitud del sobreixidor (m)                                                      |                                  |                   | 0,7                     |                        |
| Longitud del downcomer (m)                                                        |                                  |                   | 0,12                    |                        |
| Àrea activa (m <sup>2</sup> )                                                     |                                  |                   | 3                       |                        |
| Diàmetre dels forats (mm)                                                         |                                  |                   | 8                       |                        |
| Pitch (mm)                                                                        |                                  |                   | 18                      |                        |
| Àrea perforable (m <sup>2</sup> )                                                 |                                  |                   | 2,65                    |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                  |                   |                         | <b>Observacions:</b>   |
| Marca                                                                             | Denominació                      | Tamany            |                         |                        |
| A                                                                                 | Entrada de vapor                 | 12"               |                         |                        |
| B                                                                                 | Sortida de vapor                 | 10"               |                         |                        |
| C                                                                                 | Entrada del reflux               | 0,75"             |                         |                        |
| D                                                                                 | Sortida lateral                  | 0,75"             |                         |                        |
| E                                                                                 | Entrada de l'aliment             | 2"                |                         |                        |
| F                                                                                 | Sortida del líquid               | 3"                |                         |                        |



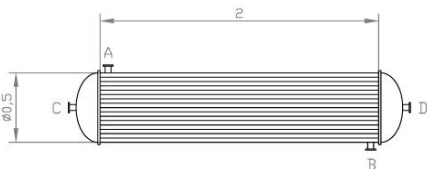
|                                                                                       |                                          |                        |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | CONDENSADOR                              |                        | Ítem nº: E-401b       |                       | Àrea:<br>400b         |
|                                                                                       |                                          |                        | Projecte nº:          |                       |                       |
|                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol         |                        | Preparat per: ZETA    |                       | Data:<br>8-6-09       |
|                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                   |                        | Full: 1/2             |                       |                       |
| DADES GENERALS                                                                        |                                          |                        |                       |                       |                       |
| Denominació: Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Condensador) |                                          |                        |                       |                       |                       |
| Productes manipulats: Mescla destil·lada (àcid acètic i aigua), aigua de refrigeració |                                          |                        |                       |                       |                       |
| DADES DE DISSENY                                                                      |                                          |                        |                       |                       |                       |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        |                       | TUBS                  |                       |
|                                                                                       | Entrada                                  | Sortida                |                       | Entrada               | Sortida               |
| Fluid                                                                                 | Mescla Destil·lada                       | H2O Àcid Acètic        | Vapor d'èter          | Aigua de refrigeració |                       |
| Cabal (kg/h)                                                                          | 11609                                    | 1909                   | 9700                  | 8712                  |                       |
| Fase                                                                                  | V                                        | L                      | V                     | L                     | L                     |
| Temperatura (°C)                                                                      | 90                                       | 80                     | 80                    | 20                    | 40                    |
| Pressió de treball (atm)                                                              | 1                                        | 1                      | 1                     | 1                     | 1                     |
| Pes molecular (kg/kmol)                                                               | -                                        |                        |                       | 18                    |                       |
| Densitat (kg/m³)                                                                      | 2,85                                     | 1033                   | 2,65                  | 960                   | 880                   |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                   | 6,08·10 <sup>-5</sup>                    | 8,274·10 <sup>-4</sup> | 5,18·10 <sup>-5</sup> | 5,08·10 <sup>-4</sup> | 7,36·10 <sup>-4</sup> |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                             | 802                                      | 3950                   | 744                   | 4190                  | 4193                  |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                        | 0,461                                    | 0,673                  | 0,502                 | 0.6225                | 0.6399                |
| Velocitat (m/s)                                                                       | 0,25                                     |                        |                       | 2,25                  |                       |
| Nombre de passos                                                                      | 1                                        |                        |                       | 6                     |                       |
| Pèrdua de carrega (KN/m²)                                                             | 2,45·10 <sup>-2</sup>                    |                        |                       | 7,02                  |                       |
| DADES DE CONTRUCCIÓ                                                                   |                                          |                        |                       |                       |                       |
|                                                                                       |                                          | CARCASSA               |                       | TUBS                  |                       |
| Temperatura de disseny (°C)                                                           |                                          | 150                    |                       | 150                   |                       |
| Pressió de disseny (bar)                                                              |                                          | 2                      |                       | 2                     |                       |
| Material                                                                              |                                          | AISI 304               |                       | AISI 304              |                       |
| Diàmetre intern / gruix (mm)                                                          |                                          | 1020 / 5               |                       | 46 / 2                |                       |
| Longitud (m)                                                                          |                                          | 5                      |                       | 4                     |                       |
| Calor bescanviada (KW)                                                                | 913915                                   | Nombre de pantalles    |                       | 12                    |                       |
| Coeficient global (W/m²·°C)                                                           | 1016                                     | Espai pantalles (mm)   |                       | 300                   |                       |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                 | 10,9                                     | DTML                   |                       | 84,5                  |                       |
| Nombre de tubs                                                                        | 36                                       | Pes equip buit (kg)    |                       | 4180                  |                       |
| Disposició                                                                            | Triangular                               | Pes amb aigua (kg)     |                       | 15020                 |                       |
| Espaiat (mm)                                                                          | 62,5                                     | Pes en operació (kg)   |                       | 27550                 |                       |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                 |                                          |                        |                       | Observacions:         |                       |
| Marca                                                                                 | Denominació                              |                        | Tamany                |                       |                       |
| A                                                                                     | Entrada corrent per carcassa             |                        | 10"                   |                       |                       |
| B                                                                                     | Sortida corrent per carcassa que retorna |                        | 0,75"                 |                       |                       |
| C                                                                                     | Sortida per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 1,75"                 |                       |                       |
| D                                                                                     | Entrada per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 1,75"                 |                       |                       |
| E                                                                                     | Sortida condensador                      |                        | 9"                    |                       |                       |

|                                                                                     |                                  |  |                    |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--|--------------------|------------------------|
|    | <b>CONDENSADOR</b>               |  | ITEM N°: E-401b    | <b>ÀREA:</b><br>400b   |
|                                                                                     |                                  |  | PROJECTE N°:       |                        |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol |  | PREPARAT PER: ZETA | <b>DATA:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           |  | FULL: 2/2          |                        |
| <b>DENOMINACIÓ:</b> Condensador                                                     |                                  |  |                    |                        |
| <b>UNITATS:</b> en metres                                                           |                                  |  |                    |                        |
|  |                                  |  |                    |                        |

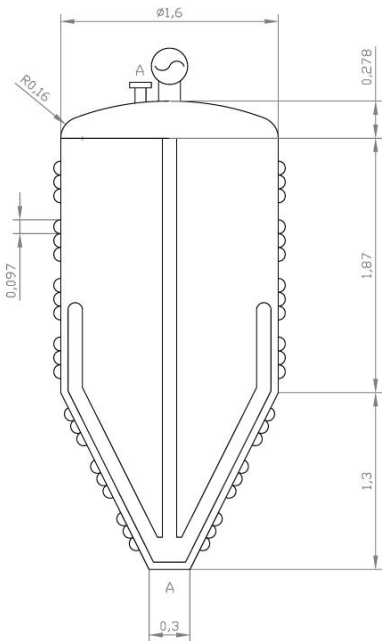
|                                                                                       |                                          |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | REBOILER                                 |                       | Ítem nº: E-403b       |                       | Àrea:<br>400b         |
|                                                                                       |                                          |                       | Projecte nº:          |                       |                       |
|                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol         |                       | Preparat per: ZETA    |                       | Data:<br>8-6-09       |
|                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                   |                       | Full: 1/2             |                       |                       |
| DADES GENERALS                                                                        |                                          |                       |                       |                       |                       |
| Denominació: Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Reboiler)    |                                          |                       |                       |                       |                       |
| Productes manipulats: Mescla destil·lada (àcid Acètic i aigua), aigua de refrigeració |                                          |                       |                       |                       |                       |
| DADES DE DISSENY                                                                      |                                          |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                       |                       | TUBS                  |                       |
|                                                                                       | Entrada                                  | Sortida               |                       | Entrada               | Sortida               |
| Fluid                                                                                 | Mescla                                   | Mescla                | Vapor                 | Vapor de servei       |                       |
| Cabal (kg/h)                                                                          | 7484                                     | 1002                  | 6482                  | 1340                  |                       |
| Fase                                                                                  | L                                        | L                     | V                     | V                     | L                     |
| Temperatura (°C)                                                                      | 110                                      | 110                   | 120                   | 160                   | 130                   |
| Pressió de treball (atm)                                                              | 1                                        | 1                     | 1                     | 5                     | 5                     |
| Pes molecular (kg/kmol)                                                               | -                                        |                       |                       | 18                    |                       |
| Densitat (kg/m³)                                                                      | 1726                                     | 1345                  | 100.54                | 1.42                  | 903                   |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                   | 1,68·10 <sup>-5</sup>                    | 6,24·10 <sup>-4</sup> | 1,62·10 <sup>-5</sup> | 1,08·10 <sup>-5</sup> | 2,36·10 <sup>-4</sup> |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                             | 802                                      | 3950                  | 744                   | 2,95                  | 2,98                  |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                        | 0,661                                    | 0,673                 | 0,0302                | 0,022                 | 0,633                 |
| Velocitat (m/s)                                                                       | 0,2                                      |                       |                       | 20,25                 |                       |
| Nombre de passos                                                                      | 1                                        |                       |                       | 2                     |                       |
| Pèrdua de carrega (kN/m²)                                                             | 2,00·10 <sup>-2</sup>                    |                       |                       | 7,07                  |                       |
| DADES DE CONTRUCCIÓ                                                                   |                                          |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                       |                                          | CARCASSA              |                       | TUBS                  |                       |
| Temperatura de disseny (°C)                                                           |                                          | 200                   |                       | 200                   |                       |
| Pressió de disseny (bar)                                                              |                                          | 2                     |                       | 7                     |                       |
| Material                                                                              |                                          | AISI 316              |                       | AISI 316              |                       |
| Diàmetre intern / gruix (mm)                                                          |                                          | 610 / 3               |                       | 46 / 2,5              |                       |
| Longitud (m)                                                                          |                                          | 3,25                  |                       | 2,4                   |                       |
| Calor bescanviada (KW)                                                                | 186557                                   | Nombre de pantalles   |                       | 18                    |                       |
| Coeficient global (W/m²·°C)                                                           | 1162                                     | Espai pantalles (mm)  |                       | 124                   |                       |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                 | 10,6                                     | DTML                  |                       | 16.3                  |                       |
| Nombre de tubs                                                                        | 45                                       | Pes equip buit (kg)   |                       | 4385                  |                       |
| Disposició                                                                            | Triangular                               | Pes amb aigua (kg)    |                       | 14485                 |                       |
| Espaiat (mm)                                                                          | 62,5                                     | Pes en operació (kg)  |                       | 20238                 |                       |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                 |                                          |                       |                       | Observacions:         |                       |
| Marca                                                                                 | Denominació                              |                       | Tamany                |                       |                       |
| A                                                                                     | Sortida dels gasos de la carcassa        |                       | 12"                   |                       |                       |
| B                                                                                     | Entrada a carcassa del líquid a evaporar |                       | 3"                    |                       |                       |
| C                                                                                     | Sortida de carcassa del líquid           |                       | 1"                    |                       |                       |
| D                                                                                     | Sortida del tubs del vapor condensat     |                       | 2"                    |                       |                       |
| E                                                                                     | Entrada als tubs del vapor               |                       | 12"                   |                       |                       |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | REBOILER                         | ITEM N°: E-403b    | ÀREA:<br>400b   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Kettle Reboiler                                                        |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

|                                                                                       |                                          |                        |                       |                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|      | CONDENSADOR                              |                        | Ítem nº: E-402b       |                       | Àrea:<br>400b   |
|                                                                                       |                                          |                        | Projecte nº:          |                       |                 |
|                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol         |                        | Preparat per: ZETA    |                       | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles                   |                        | Full: 1/2             |                       |                 |
| DADES GENERALS                                                                        |                                          |                        |                       |                       |                 |
| Denominació: Bescanviador de calor amb canvi de fase de carcassa i tubs (Condensador) |                                          |                        |                       |                       |                 |
| Productes manipulats: Èter isopropílic i aigua de refrigeració                        |                                          |                        |                       |                       |                 |
| DADES DE DISSENY                                                                      |                                          |                        |                       |                       |                 |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        | TUBS                  |                       |                 |
|                                                                                       | Entrada                                  | Sortida                | Entrada               | Sortida               |                 |
| Fluid                                                                                 | Èter                                     |                        | Aigua de refrigeració |                       |                 |
| Cabal (kg/h)                                                                          | 15600                                    |                        | 9694                  |                       |                 |
| Fase                                                                                  | V                                        | L                      | L                     | L                     |                 |
| Temperatura (°C)                                                                      | 80                                       | 40                     | 20                    | 40                    |                 |
| Pressió de treball (atm)                                                              | 1                                        | 1                      | 1                     | 1                     |                 |
| Pes molecular (kg/kmol)                                                               | -                                        |                        | 18                    |                       |                 |
| Densitat (kg/m³)                                                                      | 2,63                                     | 760                    | 960                   | 880                   |                 |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                   | 6,08·10 <sup>-5</sup>                    | 6,274·10 <sup>-4</sup> | 5,08·10 <sup>-4</sup> | 7,36·10 <sup>-4</sup> |                 |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                             | 4190                                     | 4193                   | 4190                  | 4193                  |                 |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                        | 0,5088                                   | 0,494                  | 0,6225                | 0,6399                |                 |
| Velocitat (m/s)                                                                       | 0,65                                     |                        | 1,8                   |                       |                 |
| Nombre de passos                                                                      | 1                                        |                        | 4                     |                       |                 |
| Pèrdua de carrega (KN/m²)                                                             | 2,11·10 <sup>-2</sup>                    |                        | 5,31                  |                       |                 |
| DADES DE CONTRUCCIÓ                                                                   |                                          |                        |                       |                       |                 |
|                                                                                       | CARCASSA                                 |                        | TUBS                  |                       |                 |
| Temperatura de disseny (°C)                                                           | 150                                      |                        | 150                   |                       |                 |
| Pressió de disseny (bar)                                                              | 2                                        |                        | 2                     |                       |                 |
| Material                                                                              | AISI 304                                 |                        | AISI 304              |                       |                 |
| Diàmetre intern / gruix (mm)                                                          | 450 / 5                                  |                        | 46 / 2                |                       |                 |
| Longitud (m)                                                                          | 3                                        |                        | 2                     |                       |                 |
| Calor bescanviada (KW)                                                                | 107318                                   | Nombre de pantalles    |                       | 29                    |                 |
| Coefficient global (W/m²·°C)                                                          | 1135                                     | Espai pantalles (mm)   |                       | 100                   |                 |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                 | 2,2                                      | DTML                   |                       | 48,09                 |                 |
| Nombre de tubs                                                                        | 8                                        | Pes equip buit (kg)    |                       | 3980                  |                 |
| Disposició                                                                            | Triangular                               | Pes amb aigua (kg)     |                       | 14960                 |                 |
| Espaiat (mm)                                                                          | 62,5                                     | Pes en operació (kg)   |                       | 27200                 |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                 |                                          |                        |                       | Observacions:         |                 |
| Marca                                                                                 | Denominació                              |                        | Tamany                |                       |                 |
| A                                                                                     | Entrada corrent per carcassa             |                        | 9"                    |                       |                 |
| B                                                                                     | Sortida corrent per carcassa             |                        | 2"                    |                       |                 |
| C                                                                                     | Sortida per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 2"                    |                       |                 |
| D                                                                                     | Entrada per tubs d'aigua de refrigeració |                        | 2"                    |                       |                 |

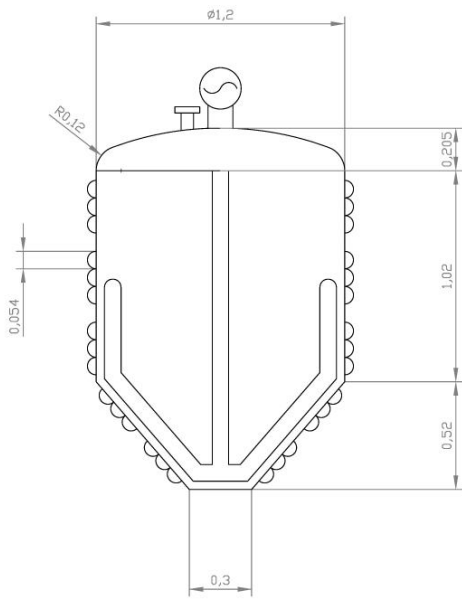
|                                                                                     |                                  |                    |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------|
|    | CONDENSADOR                      | ITEM N°: E-402b    | ÀREA:<br>400b |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |               |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:         |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          | 8-6-09        |
| DENOMINACIÓ: Condensador                                                            |                                  |                    |               |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |               |
|  |                                  |                    |               |

|                                                                                   |                                  |                           |                    |                              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
|  | <b>CRISTAL·LITZADOR</b>          |                           | Ítem nº: CR-401b   |                              | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                   |                                  |                           | Projecte nº: -     |                              |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                           | Preparat per: ZETA |                              | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                           | Full: 1/2          |                              |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Denominació:</b> Cristal·litzador                                              |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> paracetamol, aigua, àcid acètic i p-Nitrofenol        |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                  | Vertical                         | <b>Capacitat (m³):</b>    | 4,68               | <b>Densitat (kg/m³):</b>     | 1157,73                |
| <b>Forma cos :</b>                                                                | Cilíndrica                       | <b>Alçada total (m) :</b> | 3                  | <b>Pes equip buit (kg):</b>  | 1173,88                |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Cònic i torisfèric               | <b>Diàmetre (m):</b>      | 1,6                | <b>Pes operació (kg/m³):</b> | 5527,75                |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                  |                           | AISI-304           |                              |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                  |                           | 15                 |                              |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                  |                           | 100                |                              |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                  |                           | 1,013              |                              |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                  |                                  |                           | 1,507              |                              |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                  |                           | 7                  |                              |                        |
| <b>Gruix de la secció cònica (mm):</b>                                            |                                  |                           | 7                  |                              |                        |
| <b>Gruix del fons torisfèric (mm):</b>                                            |                                  |                           | 3                  |                              |                        |
| <b>Sobressessor de corrosió (mm):</b>                                             |                                  |                           | 2                  |                              |                        |
| <b>Diàmetre mitja canya (mm):</b>                                                 |                                  |                           | 97                 |                              |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                  |                           | ASME               |                              |                        |
| <b>Aïllant utilitzat (tipus i gruix):</b>                                         |                                  |                           | NO                 |                              |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                             |                                  |                           | Sí / 0,85          |                              |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                  |                           | Àncora             |                              |                        |
| <b>Diàmetre agitador (m):</b>                                                     |                                  |                           | 1,52               |                              |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                |                                  |                           | 30                 |                              |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                  |                           | 2,26               |                              |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                  |                           |                    |                              | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany:</b>            |                    |                              |                        |
| A                                                                                 | Entrada de líquid                | 1"                        |                    |                              |                        |
| B                                                                                 | Entrada aigua refrigeració       | 2,5"                      |                    |                              |                        |
| C                                                                                 | Sortida aigua refrigeració       | 2,5"                      |                    |                              |                        |
| D                                                                                 | Sortida magma                    | 1"                        |                    |                              |                        |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | CRISTAL·LITZADOR                 | ITEM N°: CR-401b   | ÀREA:<br>400b   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Cristallitzador                                                        |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

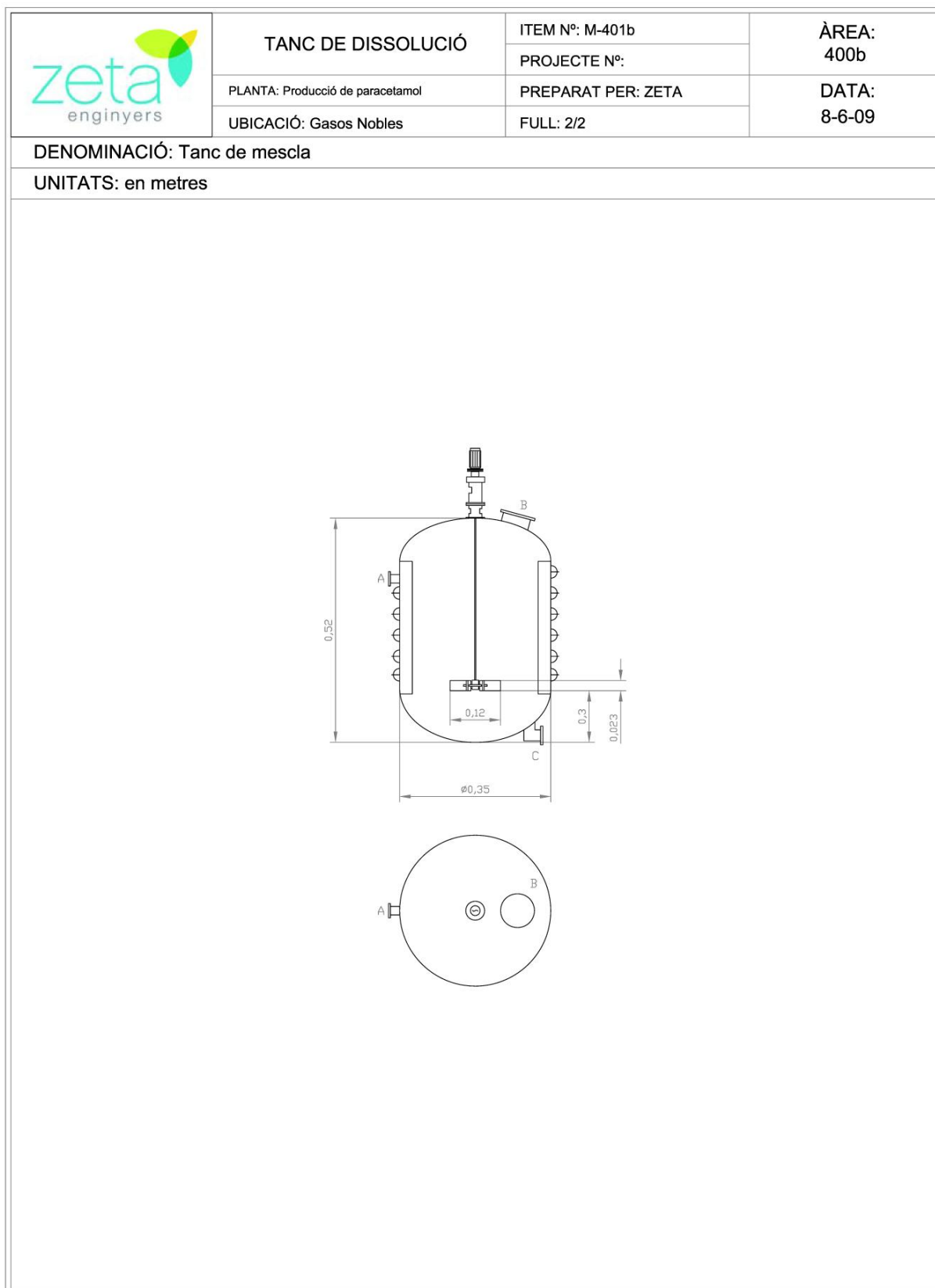
|                                                                                   |                                  |                |                                                                                       |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|  | <b>CENTRÍFUGA</b>                |                | Ítem nº: CT-401b                                                                      | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                   |                                  |                | Projecte nº: -                                                                        |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                | Preparat per: ZETA                                                                    | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                | Full: 1/2                                                                             |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                  |                |                                                                                       |                        |
| <b>Denominació:</b> Centrífuga en continu                                         |                                  |                |                                                                                       |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> Àcid acètic, aigua, paracetamol, p-Nitrofenol         |                                  |                |                                                                                       |                        |
| <b>Posició cistella:</b>                                                          |                                  | Vertical       |                                                                                       |                        |
| <b>Pes equip buit :</b>                                                           |                                  | 290            |                                                                                       |                        |
| <b>Pes equip ple:</b>                                                             |                                  | 393            |                                                                                       |                        |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                  |                |                                                                                       |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                  | AISI 316-L     |                                                                                       |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                  | 20             |                                                                                       |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                  | 1,013          |                                                                                       |                        |
| <b>Diàmetre de la cistella (mm):</b>                                              |                                  | 600            |                                                                                       |                        |
| <b>Altura de la cistella (mm):</b>                                                |                                  | 285            |                                                                                       |                        |
| <b>Capacitat de la cistella (m³)</b>                                              |                                  | 0,06           |                                                                                       |                        |
| <b>Càrrega de la cistella (Kg)</b>                                                |                                  | 75             |                                                                                       |                        |
| <b>Potència Motor (CV)</b>                                                        |                                  | 3              |                                                                                       |                        |
| <b>R.P.M</b>                                                                      |                                  | 900            |                                                                                       |                        |
| <b>Temps de centrifugat (min):</b>                                                |                                  | 3-5            |                                                                                       |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                  |                |                                                                                       | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany:</b> |  |                        |
| A                                                                                 | Entrada aliment                  | 1"             |                                                                                       |                        |
| B                                                                                 | Entrada aigua de rentat          | 1"             |                                                                                       |                        |
| C                                                                                 | Sortida corrent sòlid            | 0,75"          |                                                                                       |                        |
| D                                                                                 | Sortida aigües mare              | 1"             |                                                                                       |                        |

|                                                                                   |                                  |                           |                    |                              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
|  | <b>CRISTAL·LITZADOR</b>          |                           | Ítem nº: CR-402b   |                              | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                   |                                  |                           | Projecte nº: -     |                              |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                           | Preparat per: ZETA |                              | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                           | Full: 1/2          |                              |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Denominació:</b> Cristal·litzador                                              |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> paracetamol, aigua, àcid acètic i p-Nitrofenol        |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                  | Vertical                         | <b>Capacitat (m³):</b>    | 1,5                | <b>Densitat (kg/m³):</b>     | 1121,24                |
| <b>Forma cos :</b>                                                                | Cilíndrica                       | <b>Alçada total (m) :</b> | 1,55               | <b>Pes equip buit (kg):</b>  | 256,59                 |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Cònic i toriesfèric              | <b>Diàmetre (m):</b>      | 1,2                | <b>Pes operació (kg/m³):</b> | 1620,67                |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                  |                           | AISI-304           |                              |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                  |                           | 15                 |                              |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                  |                           | 120                |                              |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                  |                           | 1,013              |                              |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                  |                                  |                           | 1,328              |                              |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                  |                           | 5                  |                              |                        |
| <b>Gruix de la secció cònica (mm):</b>                                            |                                  |                           | 3                  |                              |                        |
| <b>Gruix del fons toriesfèric (mm):</b>                                           |                                  |                           | 3                  |                              |                        |
| <b>Sobrespessor de corrosió (mm):</b>                                             |                                  |                           | 2                  |                              |                        |
| <b>Diàmetre mitja canya (mm):</b>                                                 |                                  |                           | 54,3               |                              |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                  |                           | ASME               |                              |                        |
| <b>Aïllant utilitzat (tipus i gruix):</b>                                         |                                  |                           | NO                 |                              |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                             |                                  |                           | Sí / 0,85          |                              |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                  |                           | Àncora             |                              |                        |
| <b>Diàmetre agitador (m):</b>                                                     |                                  |                           | 1,14               |                              |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                |                                  |                           | 30                 |                              |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                  |                           | 0,53               |                              |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                  |                           |                    |                              | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany:</b>            |                    |                              |                        |
| A                                                                                 | Entrada de líquid                | 0,5"                      |                    |                              |                        |
| B                                                                                 | Entrada aigua refrigeració       | 1,5"                      |                    |                              |                        |
| C                                                                                 | Sortida aigua refrigeració       | 1,5"                      |                    |                              |                        |
| D                                                                                 | Sortida magma                    | 0,5"                      |                    |                              |                        |

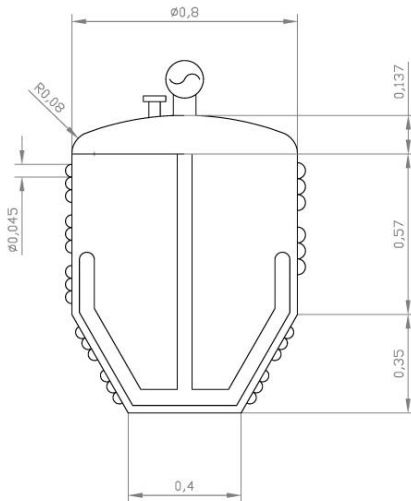
|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | CRISTAL·LITZADOR                 | ITEM N°: CR-402b   | ÀREA:<br>400b   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Cristal·litzador                                                       |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

|                                                                                   |                                  |            |                    |                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | CENTRÍFUGA                       |            | Ítem nº: CT-402b   | Àrea:<br>400b                                                                                          |
|                                                                                   |                                  |            | Projecte nº: -     |                                                                                                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |            | Preparat per: ZETA | Data:<br>8-6-09                                                                                        |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |            | Full: 1/2          |                                                                                                        |
| DADES GENERALS                                                                    |                                  |            |                    |                                                                                                        |
| Denominació: Centrífuga en continu                                                |                                  |            |                    |                                                                                                        |
| Reactius manipulats: Àcid acètic, aigua, paracetamol, p-Nitrofenol                |                                  |            |                    |                                                                                                        |
| Posició cistella:                                                                 |                                  | Vertical   |                    |                                                                                                        |
| Pes equip buit :                                                                  |                                  | 290        |                    |                                                                                                        |
| Pes equip ple:                                                                    |                                  | 393        |                    |                                                                                                        |
| DADES DISSENY                                                                     |                                  |            |                    |                                                                                                        |
| Material de construcció:                                                          |                                  | AISI 316-L |                    |                                                                                                        |
| Temperatura d'operació (°C):                                                      |                                  | 20         |                    |                                                                                                        |
| Pressió de treball (bar):                                                         |                                  | 1,013      |                    |                                                                                                        |
| Diàmetre de la cistella (mm):                                                     |                                  | 600        |                    |                                                                                                        |
| Altura de la cistella (mm):                                                       |                                  | 285        |                    |                                                                                                        |
| Capacitat de la cistella (m³)                                                     |                                  | 0.06       |                    |                                                                                                        |
| Càrrega de la cistella (Kg)                                                       |                                  | 75         |                    |                                                                                                        |
| Potència Motor (CV)                                                               |                                  | 3          |                    |                                                                                                        |
| R.P.M                                                                             |                                  | 900        |                    |                                                                                                        |
| Temps de centrifugat (min):                                                       |                                  | 3-5        |                    |                                                                                                        |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                             |                                  |            |                    | Observacions:<br> |
| Marca                                                                             | Denominació                      | Tamany:    |                    |                                                                                                        |
| A                                                                                 | Entrada aliment                  | 0,5"       |                    |                                                                                                        |
| B                                                                                 | Entrada aigua de rentat          | 0,75"      |                    |                                                                                                        |
| C                                                                                 | Sortida corrent sòlid            | 0,25"      |                    |                                                                                                        |
| D                                                                                 | Sortida aigües mare              | 0,25"      |                    |                                                                                                        |
| E                                                                                 | Purga de líquid                  | 0,75"      |                    |                                                                                                        |

|                                                                                   |                                                            |                        |                    |                              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
|  | <b>TANC DE MESCLA</b>                                      |                        | Ítem nº: M-401b    |                              | <b>Àrea:</b><br>400 b  |
|                                                                                   |                                                            |                        | Projecte nº: -     |                              |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol                           |                        | Preparat per: ZETA |                              | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                                     |                        | Full: 1/2          |                              |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                                            |                        |                    |                              |                        |
| <b>Denominació:</b> Tanc de dissolució                                            |                                                            |                        |                    |                              |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> paracetamol, aigua, àcid acètic i p-Nitrofenol        |                                                            |                        |                    |                              |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                  | Vertical                                                   | <b>Capacitat (m³):</b> | 0,05               | <b>Densitat (kg/m³):</b>     | 1084,13                |
| <b>Forma cos :</b>                                                                | Cilíndrica                                                 | <b>Alçada (m) :</b>    | 0,52               | <b>Pes equip buit (kg):</b>  | 81,04                  |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Toriesfèrics                                               | <b>Diàmetre (m):</b>   | 0,35               | <b>Pes operació (kg/m³):</b> | 386,64                 |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                                            |                        |                    |                              |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                                            |                        | AISI-304           |                              |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                                            |                        | 85°C               |                              |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                                            |                        | 100 °C             |                              |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                                            |                        | 1,013              |                              |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                  |                                                            |                        | 1,225              |                              |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                                            |                        | 5                  |                              |                        |
| <b>Gruix del fons torisfèric (mm):</b>                                            |                                                            |                        | 3                  |                              |                        |
| <b>Sobrespessor de corrosió (mm):</b>                                             |                                                            |                        | 2                  |                              |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                                            |                        | ASME               |                              |                        |
| <b>Diàmetre mitja canya (mm):</b>                                                 |                                                            |                        | 104                |                              |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                             |                                                            |                        | NO / 0,85          |                              |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                                            |                        |                    |                              |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                                            |                        | Turbina de 6 pales |                              |                        |
| <b>Diàmetre agitador (m):</b>                                                     |                                                            |                        | 0,12               |                              |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                |                                                            |                        | 616,62             |                              |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                                            |                        | 0,05               |                              |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                                            |                        |                    |                              | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>                                         | <b>Tamany:</b>         |                    |                              |                        |
| A                                                                                 | Entrada de corrent de sortida de líquids de CT-402b a 20°C | 0,25"                  |                    |                              |                        |
| B                                                                                 | Sortida mescla del tanc 85°C                               | 0,25"                  |                    |                              |                        |
| C                                                                                 | Entrada oli tèrmic                                         | 3"                     |                    |                              |                        |
| D                                                                                 | Sortida oli tèrmic                                         | 3"                     |                    |                              |                        |



|                                                                                   |                                  |                           |                    |                              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|
|  | <b>CRISTAL·LITZADOR</b>          |                           | Ítem nº: CR-403b   |                              | <b>Àrea:</b><br>400b   |
|                                                                                   |                                  |                           | Projecte nº: -     |                              |                        |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                           | Preparat per: ZETA |                              | <b>Data:</b><br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                           | Full: 1/2          |                              |                        |
| <b>DADES GENERALS</b>                                                             |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Denominació:</b> Cristal·litzador                                              |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Reactius manipulats:</b> paracetamol, aigua, àcid acètic i p-Nitrofenol        |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Posició :</b>                                                                  | Vertical                         | <b>Capacitat (m³):</b>    | 0,39               | <b>Densitat (kg/m³):</b>     | 1129,18                |
| <b>Forma cos :</b>                                                                | Cilíndrica                       | <b>Alçada total (m) :</b> | 0,92               | <b>Pes equip buit (kg):</b>  | 175,20                 |
| <b>Fons i capçal:</b>                                                             | Cònic i toriesfèric              | <b>Diàmetre (m):</b>      | 0,8                | <b>Pes operació (kg/m³):</b> | 526,23                 |
| <b>DADES DISSENY</b>                                                              |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Material de construcció:</b>                                                   |                                  |                           | AISI-304           |                              |                        |
| <b>Temperatura d'operació (°C):</b>                                               |                                  |                           | 15                 |                              |                        |
| <b>Temperatura de disseny (°C):</b>                                               |                                  |                           | 100                |                              |                        |
| <b>Pressió de treball (bar):</b>                                                  |                                  |                           | 1,013              |                              |                        |
| <b>Pressió de disseny (bar):</b>                                                  |                                  |                           | 1,26               |                              |                        |
| <b>Gruix del cilindre (mm):</b>                                                   |                                  |                           | 5                  |                              |                        |
| <b>Gruix de la secció cònica (mm):</b>                                            |                                  |                           | 3                  |                              |                        |
| <b>Gruix del fons toriesfèric (mm):</b>                                           |                                  |                           | 3                  |                              |                        |
| <b>Sobressessor de corrosió (mm):</b>                                             |                                  |                           | 2                  |                              |                        |
| <b>Diàmetre mitja canya (mm):</b>                                                 |                                  |                           | 45                 |                              |                        |
| <b>Norma de disseny seguida:</b>                                                  |                                  |                           | ASME               |                              |                        |
| <b>Aïllant utilitzat (tipus i gruix):</b>                                         |                                  |                           | NO                 |                              |                        |
| <b>Disc de ruptura / radiografiat</b>                                             |                                  |                           | Sí / 0,85          |                              |                        |
| <b>DADES AGITACIÓ</b>                                                             |                                  |                           |                    |                              |                        |
| <b>Tipus d'agitador:</b>                                                          |                                  |                           | Àncora             |                              |                        |
| <b>Diàmetre agitador (m):</b>                                                     |                                  |                           | 0,76               |                              |                        |
| <b>Velocitat d'Agitació (rpm):</b>                                                |                                  |                           | 30                 |                              |                        |
| <b>Motor (kW):</b>                                                                |                                  |                           | 0,07               |                              |                        |
| <b>RELACIÓ DE CONNEXIONS</b>                                                      |                                  |                           |                    |                              | <b>Observacions:</b>   |
| <b>Marca</b>                                                                      | <b>Denominació</b>               | <b>Tamany:</b>            |                    |                              |                        |
| A                                                                                 | Entrada de líquid                | 0,25"                     |                    |                              |                        |
| B                                                                                 | Entrada aigua refrigeració       | 1"                        |                    |                              |                        |
| C                                                                                 | Sortida aigua refrigeració       | 1"                        |                    |                              |                        |
| D                                                                                 | Sortida magma                    | 0,25"                     |                    |                              |                        |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | RECRISTAL·LITZADOR               | ITEM N°: CR-403b   | ÀREA:<br>400b   |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Recristal·litzador                                                     |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

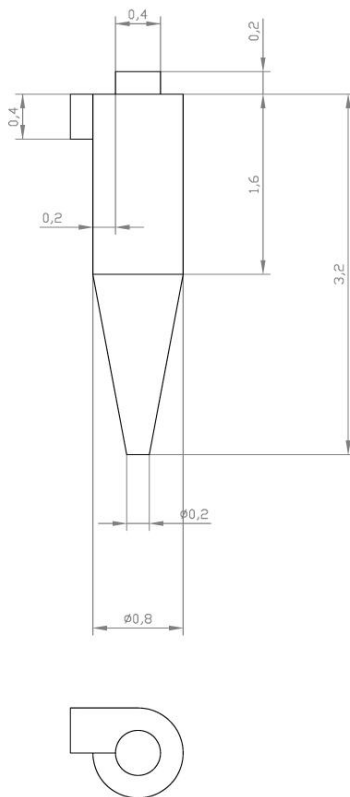
|                                                                                                       |                                  |                             |                       |         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------|--------------|
|                      | BESCANVIADOR DE DOBLE TUB        |                             | Ítem nº: E-404b       |         | Àrea: 400b   |
|                                                                                                       |                                  |                             | Projecte nº: -        |         |              |
|                                                                                                       | Planta: Producció de paracetamol |                             | Preparat per: ZETA    |         | Data: 8-6-09 |
|                                                                                                       | Ubicació: Gasos Nobles           |                             | Full: 1/2             |         |              |
| DADES GENERALS                                                                                        |                                  |                             |                       |         |              |
| Denominació: Bescanviador de doble tub                                                                |                                  |                             |                       |         |              |
| Reactius manipulats: Aigua de refrigeració i mescla que conté APAP, aigua, àcid acètic glacial i PNP. |                                  |                             |                       |         |              |
| DADES DISSENY                                                                                         |                                  |                             |                       |         |              |
|                                                                                                       | TUB INTERIOR                     |                             | TUB EXTERIOR          |         |              |
|                                                                                                       | Entrada                          | Sortida                     | Entrada               | Sortida |              |
| Fluid                                                                                                 | Mescla provinent de E-403b       |                             | Aigua de refrigeració |         |              |
| Cabal (kg/h)                                                                                          | 1002,58                          |                             | 1357,30               |         |              |
| Fase                                                                                                  | L                                | L                           | L                     | L       |              |
| Temperatura (°C)                                                                                      | 130                              | 75                          | 20                    | 40      |              |
| Pressió de treball (atm)                                                                              | 1                                | 1                           | 1                     | 1       |              |
| Densitat (kg/m³)                                                                                      | 1094,8                           |                             | 994                   |         |              |
| Viscositat (kg/m·s)                                                                                   | 5,04·10 <sup>-4</sup>            |                             | 7,84·10 <sup>-4</sup> |         |              |
| Calor específic (J/kg·°C)                                                                             | 2057                             |                             | 4178                  |         |              |
| Conductivitat tèrmica (W/m·°C)                                                                        | 0,12                             |                             | 0,64                  |         |              |
| Velocitat (m/s)                                                                                       | 0,26                             |                             | 0,49                  |         |              |
| Pèrdua de càrrega (Kg/m²)                                                                             | 0,058                            |                             | 0,856                 |         |              |
| DADES DE CONSTRUCCIÓ                                                                                  |                                  |                             |                       |         |              |
|                                                                                                       | TUB INTERIOR                     |                             | TUB EXTERIOR          |         |              |
| Temperatura de disseny (°C)                                                                           | 65/145                           |                             | 10/55                 |         |              |
| Pressió de disseny (bar)                                                                              | 2                                |                             | 2                     |         |              |
| Material                                                                                              | AISI 304                         |                             | AISI 304              |         |              |
| Diàmetre nominal (in)                                                                                 | 1 <sup>1/4</sup>                 |                             | 2                     |         |              |
| Diàmetre extern/intern (m)                                                                            | 0,042/0,035                      |                             | 0,060/0,052           |         |              |
| Longitud total (m)                                                                                    | 12,19                            |                             | 12,19                 |         |              |
| Circulació                                                                                            | Contracorrent                    | Nombre de forquilles        | 1                     |         |              |
| Calor bescanviada (kW)                                                                                | 31,51                            | Longitud braç forquilla (m) | 6,096                 |         |              |
| Coefficient global (W/m²·°C)                                                                          | 274,25                           | Pes equip buit (kg)         | 205,05                |         |              |
| Àrea de bescanvi (m²)                                                                                 | 1,62                             | Pes equip amb aigua (kg)    | 217,45                |         |              |
| DTML (°C)                                                                                             | 71,7                             | Pes en operació (kg)        | 218,63                |         |              |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                                 |                                  |                             |                       |         |              |
| Marca                                                                                                 | Denominació                      |                             | Tamany                |         |              |
| A                                                                                                     | Entrada aigua refrigeració       |                             | 0,75"                 |         |              |
| B                                                                                                     | Entrada mescla                   |                             | 0,5"                  |         |              |
| C                                                                                                     | Sortida mescla                   |                             | 0,5"                  |         |              |
| D                                                                                                     | Sortida aigua refrigeració       |                             | 0,75"                 |         |              |



## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

**A-500**

|                                                                                   |                                                  |                                |                     |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | CICLÓ                                            |                                | Ítem nº: CC-501/503 | Àrea:<br>500    |
|                                                                                   |                                                  |                                | Projecte nº: -      |                 |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol                 |                                | Preparat per: ZETA  | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles                           |                                | Full: 1/2           |                 |
| DADES GENERALS                                                                    |                                                  |                                |                     |                 |
| Denominació: Ciclons per retirar el paracetamol cristall de la nucha              |                                                  |                                |                     |                 |
| Reactius manipulats: Paracetamol i nitrogen                                       |                                                  |                                |                     |                 |
| Diàmetre (m):                                                                     | 0,8                                              | Pes equip buit (kg):           | 150,24              |                 |
| Alçada (m):                                                                       | 3,2                                              | Àrea transversal de flux (m²): | 0,08                |                 |
| DADES DISSENY                                                                     |                                                  |                                |                     |                 |
| Material de construcció:                                                          |                                                  | AISI-304                       |                     |                 |
| Tipus de cicló:                                                                   |                                                  | Zenz                           |                     |                 |
| Temperatura d'operació (°C):                                                      |                                                  | 20                             |                     |                 |
| Temperatura de disseny (°C):                                                      |                                                  | 50                             |                     |                 |
| Pressió d'entrada (bar):                                                          |                                                  | 0,613                          |                     |                 |
| Pressió de sortida (bar):                                                         |                                                  | 0,6128                         |                     |                 |
| Pressió de disseny (bar):                                                         |                                                  | 1,013                          |                     |                 |
| Gruix (mm):                                                                       |                                                  | 6                              |                     |                 |
| Sobrespessor de corrosió (mm):                                                    |                                                  | 2                              |                     |                 |
| CARACTERÍSTIQUES ENTRADA                                                          |                                                  |                                |                     |                 |
| Concentració (g/m³):                                                              |                                                  | 1000                           |                     |                 |
| Densitat sòlid (kg/m³):                                                           |                                                  | 1293                           |                     |                 |
| Densitat nitrogen gas (kg/m³):                                                    |                                                  | 0,70556                        |                     |                 |
| Viscositat nitrogen gas (kg/(m·s)):                                               |                                                  | 1,75·10 <sup>-5</sup>          |                     |                 |
| Cabal d'entrada total (kg/h):                                                     |                                                  | 1574,61                        |                     |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                             |                                                  |                                |                     | Observacions:   |
| Marca                                                                             | Denominació                                      | Tamany:                        |                     |                 |
| A                                                                                 | Entrada de nitrogen amb cristalls de paracetamol | 0,4m x 0,2m                    |                     |                 |
| B                                                                                 | Sortida nitrogen                                 | 5"                             |                     |                 |
| C                                                                                 | Sortida paracetamol                              | 0,2 m                          |                     |                 |

|                                                                                     |                                  |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
|    | CICLÓ                            | ITEM N°: CC-501/3  | ÀREA:<br>500    |
|                                                                                     |                                  | PROJECTE N°:       |                 |
|                                                                                     | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA | DATA:<br>8-6-09 |
|                                                                                     | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2          |                 |
| DENOMINACIÓ: Cicló                                                                  |                                  |                    |                 |
| UNITATS: en metres                                                                  |                                  |                    |                 |
|  |                                  |                    |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                          |                     |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                     | FILTRE NUCHA                     |                          | Ítem nº: FN-501/503 | Àrea:<br>500    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                          | Projecte nº: -      |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | Planta: Producció de paracetamol |                          | Preparat per: ZETA  | Data:<br>8-6-09 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ubicació: Gasos Nobles           |                          | Full: 1/2           |                 |
| DADES GENERALS                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                          |                     |                 |
| Denominació: Filtre nucha                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                          |                     |                 |
| Reactius manipulats: Paracetamol, aigua, àcid acètic i p-Nitrofenol                                                                                                                                                                                                  |                                  |                          |                     |                 |
| Capacitat (m³):                                                                                                                                                                                                                                                      | 6                                | Alçada (m):              | 0,5                 |                 |
| Superfície (m²):                                                                                                                                                                                                                                                     | 4,50                             | Potència (kW):           | 18,7                |                 |
| Diàmetre (m):                                                                                                                                                                                                                                                        | 2,4                              | Material de construcció: | AISI 304            |                 |
| <div></div> |                                  |                          |                     |                 |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                          |                     | Observacions:   |
| Marca                                                                                                                                                                                                                                                                | Denominació                      | Tamany:                  |                     |                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | Entrada mescla amb paracetamol   | 0,75"                    |                     |                 |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                    | Entrada nitrogen                 | 1"                       |                     |                 |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                    | Entrada nitrogen                 | 1"                       |                     |                 |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                    | Entrada nitrogen                 | 1"                       |                     |                 |
| E                                                                                                                                                                                                                                                                    | Sortida de líquids               | 0,5"                     |                     |                 |

## **FULL D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS**

### **A-600**

|                                                                                   |                                  |                   |                         |                      |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|--------------|
|  | SITGES DE PARACETAMOL            |                   | Ítem N°: ST-601/603     |                      | Àrea: A-600  |
|                                                                                   |                                  |                   | Projecte n°:            |                      |              |
|                                                                                   | Planta: Producció de paracetamol |                   | Preparat per: ZETA      |                      | Data: 8-6-09 |
|                                                                                   | Ubicació: Gasos Nobles           |                   | Full: 1/2               |                      |              |
| DADES GENERALS                                                                    |                                  |                   |                         |                      |              |
| Denominació: Sitges d'emmagatzematge de paracetamol                               |                                  |                   |                         |                      |              |
| Productes manipulats: Paracetamol (sòlid)                                         |                                  |                   |                         |                      |              |
| Posició :                                                                         | Vertical                         | Diàmetre (m):     | 2                       | Pes equip buit (Kg): | 1017,16      |
| Alçada sitja (m):                                                                 | 5                                | Densitat (Kg/m³): | 1263                    | Pes operació (Kg):   | 23443,9      |
| Alçada total (m):                                                                 | 6,5                              | Producte:         | Paracetamol             | Capacitat (m³):      | 17,8         |
| DADES DISSENY                                                                     |                                  |                   |                         |                      |              |
| Material de construcció:                                                          |                                  |                   | AISI-304                |                      |              |
| Temperatura d'operació [°C]:                                                      |                                  |                   | 20                      |                      |              |
| Temperatura de disseny[°C]:                                                       |                                  |                   | 40                      |                      |              |
| Pressió de treball [bar]:                                                         |                                  |                   | 1,0132                  |                      |              |
| Pressió de disseny [bar]:                                                         |                                  |                   | 3,0132                  |                      |              |
| Gruix de la paret del cilindre [mm]:                                              |                                  |                   | 4                       |                      |              |
| Gruix del fons superior cònic [mm]:                                               |                                  |                   | 6                       |                      |              |
| Gruix tolva inferior [mm]:                                                        |                                  |                   | 2                       |                      |              |
| Gruix corrosió [mm]:                                                              |                                  |                   | 1                       |                      |              |
| Norma de disseny:                                                                 |                                  |                   | ASME                    |                      |              |
| Angle del con amb l'horitzontal [°]                                               |                                  |                   | 25                      |                      |              |
| Angle de la tolva amb l'horitzontal [°]                                           |                                  |                   | 30                      |                      |              |
| RELACIÓ DE CONNEXIONS                                                             |                                  |                   | DETALLS DE DISSENY      |                      |              |
| Marca                                                                             | Denominació                      | Tamany:           | Radiografiat            | 0.85                 |              |
| A                                                                                 | Entrada producte                 | 0,75"             | Eficàcia soldadura      | Parcial              |              |
|                                                                                   |                                  |                   | Aïllant                 | No                   |              |
| B                                                                                 | Sortida de nitrogen              | 1,5"              | Volum cilindre [m³]     | 12,566               |              |
| C                                                                                 | Sortida paracetamol              | 0,5"              | Volum sostre cònic [m³] | 0,4883               |              |
| D                                                                                 | Boca d'home superior             | 40"               | Volum tolva [m³]        | 0,6043               |              |

|                                                                                   |                                  |                      |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------|
|  | SITGES D'EMMAGATZEMATGE D'APAP   | ITEM N°: ST601-ST603 | ÀREA:<br>600 |
|                                                                                   |                                  | PROJECTE N°:         |              |
|                                                                                   | PLANTA: Producció de paracetamol | PREPARAT PER: ZETA   | DATA:        |
|                                                                                   | UBICACIÓ: Gasos Nobles           | FULL: 2/2            | 8-6-09       |

**DENOMINACIÓ:** Sitges d'emmagatzematge de paracetamol

**UNITATS:** en metres

