



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID ADÍPIC



Laura Font

Sergio Fuentes

David Oliva

Montse Ossul

Joan Piñol

Àlvar Soldado

PROJECTE FINAL DE CARRERA

Enginyeria Química 2008

Tutor: Carles Solà

VOLUM I

AGRAÏMENTS

Laura:

“ En solo un segundo, he comprendido lo que importa y lo que no”

(Amaral)

- Gràcies als de casa per les hores de vida normal perdudes: època exàmens = silenci.
- Gràcies a tu, el meu amor i company de vida, per haver-me cuidat tan bé i haver-me aportat la tranquil·litat que es necessita per afrontar una carrera.
- Gràcies a Freddy, Isis, Ami, Wes i Ringo per haver-me evadit en els moments de màxim estrès.
- Gràcies amigues perquè heu entès perfectament que moltes vegades no poguéis quedar amb vosaltres i gràcies també per valorar tant el que he fet.
- Gràcies a Sonia, Laura, Jose, Anabel i Alberto, per haver-me donat felicitat els primers anys de carrera. Desitjo que us vagi molt bé en el futur.
- Gràcies Joan perquè has sigut un gran suport aquests últims anys i sobretot en el projecte, sense tu els problemes no els hauria afrontat amb aquesta filosofia, molts cops en comptes de riure hagués tret alguna llàgrima.
- Gràcies David per l'interès que tens sempre per animar-me i les grans frases que utilitzes per aconseguir-ho.
- Gràcies Sergi per la gran il·lusió amb que la que treballes, es veu que t'apassiona, aconseguint que aquest sentiment es contagi.
- Gràcies Montse i Àlvar, perquè si em tornessin a fer elegir un grup per fer el projecte us tornaria a preguntar si ho fèiem junts.
- Gràcies a la classe que he conegut de veritat aquests dos últims anys, es valora molt saber que sempre que es tingui un dubte qualsevol estarà disposat a ajudar-te. Gràcies Cristineta ets el tipus de persona que tothom voldria tenir com amiga, que guapa i riallera!
- Gràcies a tots els professors que m'han mostrat aquest nou món, crec que no només ens heu ensenyat teoria d'enginyeria química sinó també a tenir actitud. Sé que ara sóc capaç de moltes coses que abans les veia impossibles.
- Gràcies a Newton, Carnot, Bernoulli, entre molts altres perquè sense ells aquest projecte no hagués estat possible.
- Gràcies als sincers i als que m'han mentit, meu ensenyat a que la informació s'ha de contrastar i a tenir el meu propi criteri.
- Gràcies a tots els que meu ajudat en qualsevol moment de la carrera.

Sergi:

- Als meus amics, que si no m'haguessin animat ha anar a consultar a la coordinadora d'enginyeria química per intentar apuntar-me al seu grup, no hagués après tant d'aquest projecte amb ells.
- També els vull dir que en aquests darrers 5 anys personalment m'he sentit una mica per darrera del seu nivell, encara que sempre he tingut les seves imatges per seguir endavant i acabar la carrera amb ells. Alhora, crec que avui en dia he arribat a estar molt a prop del seu nivell, i per mi es un objectiu aconseguit, Gracies.
- A la meva família per haver-me suportat la mala llet de cada dia.
- A la biblioteca de la UB; sense ella no podria haver trobat una pila d'articles.
- Als professors d'enginyeria química, per donar-nos unes classes molt aclaridores, sobretot l'últim any, va ser genial.
- Al nostre tutor de projecte de final de carrera, el Dr. Carles Solà, per haver dedicat una quantitat impressionant de temps per intentar ajudar-nos en les dubtes del projecte.
- A l'elecció de la UAB abans de la UB, que en un principi va ser un error logístic per part meva, però que amb els anys s'ha transformat en l'elecció correcta.
- Crec que es important mencionar en Lluís i la Blanca, que malauradament es van quedar en el camí i van decidir seguir altres camins, que en el principi de la carrera van ser membres del nostre grup.

David:

“ You might wake up and notice you’re someone you’re not”

The End

My Chemical Romance

Agrair als companys de grup l’ esforç compartit. Els sacrificis que hem tingut de fer durant aquests mesos, en que pràcticament la nostre vida s’ha reduït al projecte, han estat molts i grans, però ha valgut la pena.

Donar gràcies també a les persones del meu entorn: la família i els amics, que han patit amb mi aquest projecte. Ells han estat la base que necessitava, no solament durant aquest projecte, sinó durant tota la carrera. Estic convençut que serà molt difícil repetir uns anys tan bonics com aquests.

Gràcies al tutor del nostre projecte, el Carles Solà, i a la resta de professors del departament per l’ajuda prestada.

Gràcies als companys de promoció per aquests 5 grans anys. Perdre aquest contacte del dia a dia amb ells serà la part negativa que tindrà acabar la carrera.

Per últim, m’agradaria dedicar aquest projecte a dues persones importantíssimes per mi: el Pol i la Núria. Espero jo també poder-los ajudar quan facin el Projecte Final de Carrera.

Montse:

Sempre que es fa un treball d'aquestes magnituds on tothom ha de posar de la seva part, agraeixes l'esforç, l'ajuda i la col·laboració dels companys de grup, ja que sense ells, no es podria haver fet. A més a més, no es pot oblidar la família i els amics, que t'animen en els moments més baixos. Finalment, no m'agradaria oblidar que sempre que he tingut algun dubte i he anat a preguntar al professorat, se m'ha ajudat tot el que s'ha pogut. Així doncs, companys, família, amics i professors, gràcies!

Aprofitant aquests agraïments per parlar una mica d'aquests últims cinc anys, haig de dir que han estat els millors de la meua vida. Des del primer any, fins l'últim tinc bons records i anècdotes que no oblidaré mai. Així com no oblidaré tots aquells amics i companys que s'han quedat pel camí. Els bons moments que he passat amb vosaltres han estat irrepetibles.

Míriam i Alex, us haig de nombrar en aquests agraïments, ja que si sé que és l'amistat és gràcies a vosaltres. Sempre estàveu allà en els moments baixos i sempre es podia comptar amb vosaltres quan se us necessitava. Per tot el suport i per la vostra amistat, moltes gràcies!

Finalment no m'agradaria oblidar-me de tu, Alvar. Si la meua vida ha fet un gir en aquests anys, ha estat gràcies a tu. No me'n podria haver ensortit si no hagués tingut una persona tan pacient i amable al meu costat, moltes gràcies!

Joan:

Sincerament, he de comentar que he estat esperant aquest moment d'escriure els agraïments del projecte tant de temps que ara mateix no sé que posar. Segurament, masses mal de caps anteriors. Principalment, el que si que tinc clar és que he d'agrair tot el suport a certes persones molt especials per mi.

Sense dubte, he de donar les gràcies a la meva família, tant a la meva mare com al meu pare i sense oblidar a la meva germana petita preferida, la Mariona (només tinc una, jeje...) per tota la confiança que sempre han dipositat en mi i pels *rotllos* que els hi he fet passar intentant explicar-li alguna teoria o formula estrambòtica de la carrera que no són poques. Us estimo família!!!

Igualment, no em puc oblidar de la meva parella, la Tamara, que sense el seu suport m'hagués sigut impossible haver acabat aquesta carrera perquè sempre que estava de *baixón*, ella sempre ha estat allà per animar-me. T'estimo Mofla!!

També, m'agradaria donar les gràcies a tot l'equip del projecte que s'ho han *currat* moltíssim, sense ells no sé què hagués fet. Per tant, gràcies al David, la Laura, el Sergi, la Montse i l'Alvar.

No em puc oblidar de tots els altres companys que he tingut al meu costat en aquests 5 anys que també m'han ajudat moltíssim. Sense vosaltres jo no seria ni la meitat de la meitat del que sóc ara. No sé perquè dic companys quan podria amics per sempre, crec ja sabeu qui sou i a qui em refereixo.

No em puc oblidar tampoc de tot el professorat que m'ha ensenyat tot el que sé, sincerament gràcies.

Gràcies a tots per haver compartit amb mi aquesta etapa de la meva vida que ara s'acaba i espero que comenci una encara millor i també compartida per tots vosaltres altre cop.

No us oblidaré mai!!!

Joan

Àlvar:

En primer lloc, agrair als amics, família i companys, que durant cinc anys han estat al meu costat, recolzant-me en els moments difícils i, també, alegrant-se amb els meus èxits. Em queden molts records d'aquests cinc anys, moments que no podré oblidar i que, al recordar-los, em faran somriure davant les dificultats que se'm presentin.

Des d'aquell llunyà dia en què vaig començar la carrera, la meua vida ha canviat radicalment. El millor de tot és que sempre ha anat cap a millor i, la veritat, de tot el que he fet, de res me'n penedeixo. Hi ha una persona molt especial a la que he d'agair tota l'ajuda que m'ha donat, no només en el projecte, i per estar sempre al meu costat. Ella ja sap qui és.

No vull oblidar-me de donar les gràcies als professors del departament que m'han donat els coneixements per convertir-me en enginyer. Vull afegir que no hauria arribat on sóc sinó fos per dos professors de batxillerat que em van fer decantar per la química. Així que, gràcies Àngels i Jordi.

David, Laura, Sergi, Joan i Montse, hem fet una bona feina. El sacrifici ha estat gran i, tot i els moments difícils, ho hem aconseguit. Gràcies per donar el màxim de vosaltres, com jo he intentat fer.

Hi ha una persona molt especial de la que no em puc oblidar: el meu pare. Si la satisfacció personal que sento per haver acabat una carrera és immensa, la que sent ell és probablement major. Sé que avui, mentre escric aquestes línies, faig realitat el seu somni.

Pilar, Alan, Toni, Gemma, amics de CETEMMSA, i tants altres, sense vosaltres no hagués estat possible, el meu èxit és també vostre.

No voldria allargar-me més, la llista de gent podria ser immensa. Espero que em perdoneu si m'he deixat a algú. En general, GRÀCIES A TOTS!

VOLUM I

1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

- 1.1. Definició del projecte.
- 1.2. Mètodes d'obtenció de l'àcid adípic.
- 1.3. Descripció del procés de fabricació.
- 1.4. Descripció de les zones de la planta.
- 1.5. Aplicacions de l'àcid adípic.
- 1.6. Constitució de la planta.
- 1.7. Balanç de matèria.
- 1.8. Serveis de la planta.
- 1.9. 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.
- 5.3. Classificació de la indústria.
- 5.4. Normes generals de seguretat, salut i higiene.
- 5.5. Substàncies químiques.
- 5.6. Senyalització.
- 5.7. Sismicitat.
- 5.8. Transport de substàncies perilloses.
- 5.9. Protecció contra incendis.
- 5.10. Mesures de seguretat associades a la planta.
- 5.11. Equips de protecció individual.
- 5.12. Pla d'emergència interior.
- 5.13. Pla d'emergència exterior.
- 5.14. Pla d'evacuació.
- 5.15. Control de legionel·la.

6. MEDI AMBIENT.

- 6.1. Introducció.
- 6.2. Legislació vigent sobre la contaminació mediambiental.
- 6.3. Tractament dels residus produïts durant la producció d'àcid adípic.
- 6.4. Tractament dels àcids dibàsics.

7. AVALUACIÓ ECONÒMICA.

- 7.1. Introducció.
- 7.2. Capital immobilitzat.
- 7.3. Capital circulant.
- 7.4. Costos de fabricació.
- 7.5. Ventes i rendiments.

8. POSADA EN MARXA.

- 8.1. Introducció.
- 8.2. Tasques prèvies a la posada en marxa.
- 8.3. Posada en marxa per primer cop.
- 8.4. Posada en marxa després d'una parada.

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 i cubetes.
- 11.2. Disseny dels reactors.
- 11.3. Disseny dels bescanviadors de calor.
- 11.4. Disseny del bleachet.
- 11.5. Disseny de l'absorbidor.

- 11.6. Disseny del reactor tèrmic d'eliminació de N_2O .
- 11.7. Disseny de les columnes de destil·lació.
- 11.8. Disseny dels cristal·litzadors.
- 11.9. Disseny de l'assecador fluiditzat.
- 11.10. Disseny del refredador fluiditzat.
- 11.11. Disseny dels ciclons.
- 11.12. Disseny de les columnes de bescanvi.
- 11.13. Disseny de les sitges d'emmagatzematge d'àcid adípic.
- 11.14. Disseny de l'absorbidor d'àcid nítric.
- 11.15. Disseny i elecció de bombes.
- 11.16. Disseny de ventiladors i compressors.
- 11.17. Disseny dels condensadors de les columnes de destil·lació.
- 11.18. Disseny del bescanviador de calor. Tipus Kettle-Reboiler.
- 11.19. Serveis.

1. ESPECIFICACIONES DEL **PROYECTO**

1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1. Definició del projecte.....	1-4
1.1.1. Bases del projecte	1-4
1.1.2. Abast del projecte	1-4
1.1.3. Localització de la planta	1-5
1.1.4. Avaluació de las comunicacions i accessibilitat de la planta	1-5
1.1.5. Nomenclatura	1-7
1.2. Mètodes d'obtenció de l'àcid adípic.....	1-9
1.2.1. Formació de l'àcid adípic a partir de ciclohexanol amb àcid nítric.....	1-9
1.2.2. Formació d'àcid adípic a partir de ciclohexà i àcid nítric.....	1-9
1.2.3. Formació d'àcid adípic a partir de ciclohexà i aire.....	1-10
1.2.4. Formació d'àcid adípic a partir del butadiè	1-10
1.2.5. Formació de l'àcid adípic a partir de fenol.....	1-10
1.3. Descripció del procés de fabricació.....	1-11
1.3.1. Reacció.....	1-13
1.4. Descripció de les zones de la planta.....	1-15
1.4.1. Zona de reacció.....	1-15
1.4.1.1. Toltes de descàrrega de sacs de catalitzador.....	1-16
1.4.1.2. Tanc de dissolució.....	1-17
1.4.1.3. Reactor i bescanviador extern.....	1-17
1.4.1.4. Tanc pulmó.	1-19
1.4.1.5. Bescanviador preescalfador.....	1-19
1.4.1.6. Reactor segona etapa.....	1-20
1.4.2. Zona de purificació.....	1-21
1.4.2.1. Bleacher.....	1-21
1.4.2.2. Columnes de destil·lació.....	1-22
1.4.3. Zona de tractament de gasos.....	1-23
1.4.3.1. Absorbidor.....	1-23
1.4.3.2. Reactor tèrmic.....	1-24
1.4.4. Zona de separació.....	1-25
1.4.5. Zona d'acabat.....	1-27
1.4.5.1. Assecador de llit fluïditzat.....	1-27
1.4.5.2. Refredador de llit fluïditzat.....	1-29
1.4.6. Zona de recuperació de catalitzador.....	1-30
1.4.7. Zona de tractament de subproductes.....	1-31

1.5. Aplicacions de l'àcid adípic.....	1-33
1.6. Constitució de la planta.....	1-33
1.6.1. Classificació per àrees.....	1-33
1.6.2. Plantilla de treballadors.....	1-35
1.7. Balanç de matèria.....	1-36
1.8. Serveis de la planta.....	1-43
1.8.1. Aigua de refrigeració.....	1-43
1.8.2. Generació de vapor i consum de gas natural.....	1-44
1.8.3. Grup de fred.....	1-46
1.8.4. Nitrogen.....	1-47
1.8.5. Electricitat.....	1-50
1.8.6. Aire comprimit.....	1-55
1.9. Programació temporal de la construcció i muntatge de la planta.....	1-56

1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1. DEFINICIÓ DEL PROJECTE

1.1.1. Bases del projecte

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar una planta per la fabricació d'àcid adípic a partir de la nitració del ciclohexanol amb àcid nítric. Aquest projecte a part de ser viable tècnicament, haurà de complir totes les normatives i legislacions vigents. A més a més, 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.

A continuació, es mostra les bases més importants fixades pel projecte:

- **Capacitat:** 60.000 tones a l'any d'àcid adípic treballant en continu a partir de la nitració de ciclohexanol amb àcid nítric.

- **Funcionament:** 330 dies a l'any amb 35 dies d'aturada repartits al llarg de l'any en 3 períodes.

- **Presentació:** A granel en sitges per poder enviar a camions (70% de la producció) i a envasadora per sacs de 25 kg (5% de la producció) i big-bags de 800 kg (25% de la producció).

1.1.2. Abast del projecte

En aquest projecte s'inclou:

- o Disseny i especificacions de tots els equips involucrats del procés.
- o Disseny de tot el sistema de control de la planta perquè funcioni correctament.
- o Disseny del sistema de seguretat necessari per la planta per tal d'evitar accidents no desitjats.
- o Compliment de totes les normatives legals vigents.
- o Avaluació econòmica de la planta.

1.1.3. Localització de la planta

La planta estarà localitzada a la Zona Franca del port de Barcelona, concretament al polígon fictici *NYLON 66*. La planta haurà que complir la normativa urbanística del municipi en quan a alçades màximes dels edificis, ocupació de la parcel·la i edificabilitat.

A la figura següent, es mostra un mapa de Catalunya on s'observa la comarca del Barcelonès la qual és on es troba la planta.



Figura 1.1. Mapa polític de Catalunya

1.1.4. Avaluació de las comunicacions y accessibilitat de la planta

Les comunicacions i accessos d'una planta química són molt importants principalment per l'arribada de matèries primeres a la planta i igualment, amb la sortida dels productes acabats.

Fig. 1.2. Xarxa de carreteres a l'entorn de Barcelona

De igual manera, es pot comprovar com la xarxa ferroviària de mercaderies de la ciutat de Barcelona també es molt bona tal i com es pot veure en el següent mapa.



Fig. 1.3. Accessibilitat a la ciutat de Barcelona per tren

1.5. Nomenclatura de la memòria

- Àrees de la planta

Abreviació	Àrea
100	Àrea d'emmagatzematge d'àcid nítric
200	Àrea d'emmagatzematge de ciclohexanol
300	Àrea de reacció
400	Àrea de purificació
500	Àrea de separació
600	Àrea d'acabat
700	Àrea d'emmagatzematge de l'àcid adípic
800	Àrea de tractament de gasos
900	Àrea de tractament de líquids
1000	Àrea de recuperació del catalitzador
1100	Àrea de tractament de subproductes
1200	Àrea de serveis
1300	Àrea d'oficines
1400	Àrea de laboratoris

- Fluids de procés

Codi	Fluid
NML	Mescla sense adípic
M	Mescla amb adípic
Ci	Ciclohexanol
AN60	Àcid nítric al 60%
AN10	Àcid nítric al 10%
GC	Gasos cristal·litzadors
MG	Gasos de tractament de gasos
N	Nitrogen
AR	Aigua refrigeració
AB	Aigua bruta
V	Vapor
VC	Vapor condensat
A	Aigua xarxa
AIR	Aire
S	Àcid adípic sòlid
SN	Àcid Adípic amb nitrogen

- Equips de procés

Codi	Equips
T	Tanc
R	Reactor
E	Bescanviador de calor i condensadors
KR	Kettle-Reboiler
C	Columna
M	Mesclador
CR	Cristal·litzadors
ST	Sitges d'àcid adípic
TDS	Tolva de descàrrega de sacs
LG	Absorbidor

CT	Centrifugadores
BSF	Bis sense fi
SE	Assecador
CC	Cicló
CM	Cambra d'arrossegament
D	Decantador
CBI	Columna de bescanvi iònic
CA	Caldera
TR	Torre de refrigeració
CH	Grup de fred (chiller)
GN	Generador de nitrogen

1.2. MÈTODES D'OBTENCIÓ DE L'ÀCID ADÍPIC

1.2.1. Formació de l'àcid adípic a partir de ciclohexanol amb àcid nítric.

S'utilitza nítric al 40-60% amb catalitzador de coure i vanadi. És una reacció molt exotèrmica, per tant, és imprescindible controlar la temperatura del reactor. En aquesta reacció, tot i tenir un rendiment força alt, d'un 92 -96%, s'obtenen molts subproductes tals com l'àcid glutàric, l'àcid succínic i diòxid de carboni. Al oxidar-ho amb àcid nítric, s'obtenen gasos nitrosos com per exemple NO_2 , NO , N_2O i N_2 . Aquest fet fa que s'hagin de dur a terme separacions posteriors després de l'etapa de reacció. S'ha de tenir en compte els alts costos de compra de l'àcid nítric i de l'eliminació d'aquests gasos nitrosos.

1.2.2. Formació d'àcid adípic a partir de ciclohexà i àcid nítric.

En aquest cas, partim de ciclohexà per formar la mescla KA (ciclohexanona i ciclohexanol) que posteriorment s'oxidarà amb àcid nítric per formar l'àcid adípic. La formació de la mescla KA presenta una sèrie d'inconvenients. Un d'ells és que per evitar la formació de subproductes el rendiment de la reacció s'ha de mantenir molt baix fins un 10-12%. Per fer aquest pas es necessiten temperatures de 150°C i pressions de 10-15 bars. Aquestes condicions augmentaran el cost de producció.

Com s'utilitza l'àcid nítric per l'oxidació de KA, apareixen els mateixos inconvenients que en el cas explicat anteriorment.

1.2.3. Formació d'àcid adípic a partir de ciclohexà i aire.

En aquest procés la producció de la mescla KA a partir de ciclohexà és igual que en el mètode anterior. La diferència entre els dos mètodes és que l'oxidació d'aquesta mescla es fa amb aire. Un dels inconvenients d'utilitzar aire és que fa que el rendiment disminueixi fins a un 80% front a un 93-95% si s'utilitza àcid nítric. L'avantatge de treballar amb aire és que no es treballa amb un component corrosiu i a més a més, és un compost gratuït. S'ha de tenir en compte que l'aire s'introdueix amb àcid acètic i els catalitzadors que s'utilitzen són el coure i el manganès.

1.2.4. Formació d'àcid adípic a partir del butadiè

A partir del butadiè, hi ha dues maneres d'obtenir l'àcid adípic: a la primera es produeix dimetil adipat el qual s'hidrolitza a àcid adípic i la segona és una dihidrocarboxilació directa del butadiè a àcid adípic. Les dues alternatives treballen en condicions dràstiques de temperatura fins a 170°C i 600 bars de pressió. S'obtenen rendiments inferiors al procés d'obtenció amb nítric però són mètodes provats només en planta pilot i no comercialment, per tant, es tenen coneixements limitats. Un dels avantatges és que no s'utilitza nítric el qual és car, forma gasos nitrosos i és un àcid corrosiu.

1.2.5. Formació de l'àcid adípic a partir de fenol.

Es fa reaccionar el fenol amb hidrogen i forma ciclohexanona la qual s'oxida amb el nítric per formar l'àcid adípic i òxids nitrosos. Per poder aprofitar aquests òxids, se'ls fa reaccionar amb benzè obtenint de nou fenol. Un dels inconvenients és la necessitat de tenir una font d'hidrogen i també es necessiten grans quantitats de benzè per poder recuperar els gasos nitrosos. El benzè s'ha de tractar amb molta cura ja que és un compost molt tòxic. Un altra desavantatge és que hi ha més etapes prèvies que en el cas de l'oxidació amb nítric com per exemple la formació de fenol i el pas de fenol a ciclohexanol.

- Selecció del procés per al projecte.

S'ha escollit l'opció de produir àcid adípic a partir de ciclohexanol amb àcid nítric per diversos motius:

- 1) El rendiment obtingut és dels més alts en comparació amb els altres. Pot arribar fins a un 96%.

- 2) Les condicions de temperatura i pressió són relativament suaus treballant com a màxim a 120°C i pressió atmosfèrica.
- 3) Es pot pensar que el procés a partir de butadiè és millor perquè no utilitza nítric, amb tots els problemes que aquest comporta, però d'altra banda és un procés poc conegut i només provat en planta pilot. En canvi, el procés amb nítric és el més conegut i utilitzat de tots.

1.3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS DE FABRICACIÓ

El procés que es seguirà per l'obtenció de l'àcid adípic és el que té el ciclohexanol com a material de partida. Aquest ciclohexanol es pot obtenir de la hidrogenació del fenol, amb una conversió d'aquest de més del 99%, i amb una selectivitat envers el ciclohexanol del 97-99%. Prèviament a la seva comercialització, les petites quantitats de subproductes formats es separen per destil·lació, fent que el ciclohexanol que s'utilitzarà a la planta sigui d'una molt elevada puresa.

Aquest ciclohexanol s'oxidarà mitjançant una solució d'àcid nítric de 50-60 % de fracció màssica, donant lloc a la formació d'àcids dicarboxílics, principalment àcid adípic, però també succínic i glutàric, i gasos nitrosos. Per tal de que la selectivitat respecte l'àcid adípic sigui el més alta possible, es duu a terme la reacció a temperatures no massa elevades, 60-80°C, assolint-se selectivitats que oscil·len entre el 92 i el 96% . La reacció és catalitzada homogèniament, mitjançant vanadi i coure, que es troben dissolts a la reacció, en concentracions del 0.05-0.6% i 0.1-0.5% respectivament.

Perquè la reacció tingui lloc de forma satisfactòria s'ha d'utilitzar un excés d'àcid nítric molt important, el que fa que sigui indispensable recircular cap al reactor molta part de les aigües mares, un cop ja se li ha separat per cristal·lització gran part de l'àcid adípic format, aconseguint així que la quantitat d'àcid nítric fresc que se li ha d'afegir de nou al procés sigui molt més petita, només la necessària per compensar aquelles quantitats que han format gasos nitrosos i que no s'han pogut recuperar en forma d'HNO₃, i la part que s'ha purgat.

Fer una purga al sistema és necessari, degut a que es van formant subproductes en forma d'àcids dibàsics de cadena curta, com el glutàric i el succínic, que no cristal·litzen i que són contínuament recirculats al reactor, i que a no ser per la purga, del 20%, s'acumularien de forma excessiva en aquest. Aquesta purga, prèvia recuperació de bona part dels catalitzadors que pugui contenir, es destinarà a la producció d'esters, que tenen sortida comercial. Així, com es pot apreciar al diagrama de procés, s'entren al 1er reactor, que és continu de tanc agitat, un corrent de ciclohexanol, un corrent de solució d'àcid nítric al 60%, on prèviament

s'hi haurà dissolt vanadat amònic i coure, i el corrent recirculat. Degut a que la reacció és molt exotèrmica, es fa necessària l' utilització d'un bescanviador extern en el primer reactor de la sèrie dels dos que n'hi ha. És també en aquest primer reactor on té lloc majoritàriament la conversió de ciclohexanol a adípic. La mescla reactant s'envia al segon reactor, previ escalfament amb el corrent sortint d'aquest, que és on la reacció s'acaba de completar. Els gasos nitrosos que es formen (NO , NO_2 i N_2O) són captats per la part superior dels dos reactors.

El corrent principal abandona la zona de reacció, i passa a la zona de purificació, on en el bleacher és posat en contacte amb un corrent d'aire, que arrossega els gasos nitrosos que hagin pogut quedar dissolts en el líquid. Seguidament s'envia el corrent líquid a una columna de destil·lació, que té com a objectiu augmentar la concentració del àcid nítric fins a valors que siguin òptims per la seva recirculació al reactor, ja que degut a que se'n consumeix una part a la zona de reacció, si es recirculés sense retornar la concentració de nítric als valors adequats, la concentració d'aquest aniria disminuint contínuament. Així, per caps de columna s'obtindrà aigua, el component més volàtil, amb traces de nítric, que serà enviada a la zona de tractament d'aigües, i per cues s'obtindrà un corrent amb una concentració de nítric adient per recircular al reactor i amb una concentració d'adípic prou elevada com per enviar a cristal·litzar.

Els gasos que surten del bleacher són enviats a una torre d'absorció, on es posaran amb contacte amb un corrent d'aigua, on el NO_2 s'absorbeix i reacciona, recuperant HNO_3 . El corrent líquid sortint, que serà una solució de nítric del 17%, s'enviarà a concentrar a la columna de destil·lació, i el corrent gasos, que contindrà essencialment N_2O , O_2 i N_2 , s'enviarà a la zona de tractament de gasos, on es descomposarà el N_2O tèrmicament, minimitzant així la quantitat alliberada a l'atmosfera d'aquest gas, que té un potent poder hivernacle.

La cristal·lització tindrà lloc a la zona separació, en dos cristal·litzadors. Primerament amb un cristal·litzador que operarà al buit, evaporant majoritàriament aigua i una mica de nítric, i sobresaturant l'adípic perquè en cristal·litzi el màxim possible. El magma resultant es porta a una centrifugadora, on es separa els cristalls d'adípic, que s'envien a la zona d'acabat, de les aigües mares, que encara contindran un contingut important en adípic. Aquestes aigües mares es separen en dos corrents, el més important, el 80%, que és recirculat al primer reactor, i el 20% restant, que és purgat i enviat a la zona de recuperació del cristal·litzador. Per poder recuperar l'adípic que el corrent de purga tindrà dissolt, s'utilitza un bescanviador del tipus Kettle-Reboiler, que aconsegueix que evaporin bona part del nítric i aigua que té el corrent, que es retornen al 1er reactor, prèvia condensació. La part del corrent que romandrà

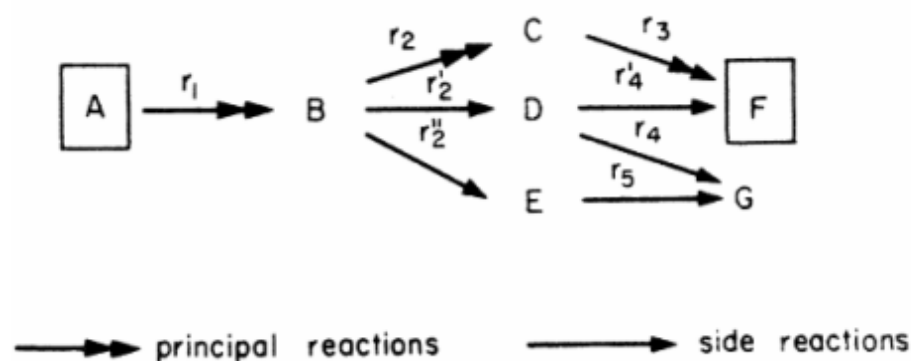
en fase líquida tindrà l'àcid adípic dissolt en una alta concentració, i serà enviat a un segon cristal·litzador, que opera a baixa temperatura i obté un gran rendiment de cristal·lització. Aquest cristalls també són recuperats mitjançant una centrifuga i enviats a la zona d'acabat. Les aigües mares sortints d'aquest segon cristal·litzador es sotmetran a un tractament per bescanvi iònic, a fi de recuperar el catalitzador que pugui contenir, i posteriorment serà enviat a la zona de tractament de subproductes.

Els cristalls d'àcid adípic que s'hagin obtingut a les dues cristal·litzacions seran sotmesos a una recrystal·lització, en la zona d'acabat, i posteriorment els cristalls creats seran assecats mitjançant un assecador de llit fluïditzat i finalment refredats en un refredador.

1.3.1. Reacció

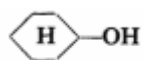
La reacció química del procés a estudi és l'oxidació del ciclohexanol amb àcid nítric. L'àcid adípic és el producte principal d'aquesta reacció, amb una selectivitat superior al 90%. Els principals subproductes són el diòxid de carboni, òxids nitrosos i àcids dicarboxílics de més baix pes molecular, principalment succínic i glutàric. La reacció està catalitzada per coure i vanadi, que es trobaran dissolts a la mescla reactant. Prèviament hauran estat afegits en forma de NH_4VO_3 i de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

L'oxidació del ciclohexanol amb àcid nítric és representada en el següent diagrama.

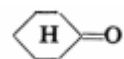


On:

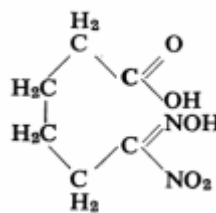
A = Ciclohexanol



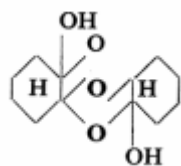
B = Ciclohexanona



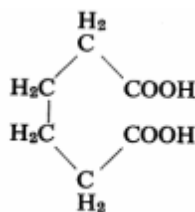
C = Àcid Nitròlic



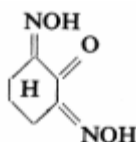
D = "Diona" (1, 2-ciclohexadiona)



F = Àcid adípic



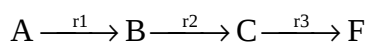
E = Di-isonitroso cyclohexanona



G = Àcids glutàric i succínic



El camí que conforma les reaccions principals del procés és :



La reacció $\text{A} \xrightarrow{r1} \text{B}$ és la que fa que es formi ciclohexanona a partir de ciclohexanol, i és una reacció molt ràpida, autocatalítica, i que no representa un pas limitant en el procés.

Les reaccions $\text{B} \xrightarrow{r2} \text{C}$ i $\text{B} \xrightarrow{r2'} \text{D}$ es poden catalogar de primer ordre respecte la concentració de ciclohexanona, on la constant cinètica dependrà de la concentració de l'àcid nítric en base lliure d'orgànics, tenint valors més grans quan la concentració de nítric sigui també més gran..

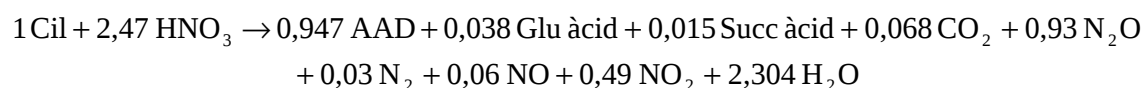
Aquesta reacció representa l'etapa més lenta de la cadena de reaccions principals , però malgrat això es pot considerar com a força ràpida.

La reacció $\text{C} \xrightarrow{r3} \text{F}$, també és de primer ordre, en aquest cas respecte a l'àcid nítrilic. En aquest cas la constant cinètica mostra una dependència molt més important de la temperatura que la constant de la reacció anterior. Això comporta que per les temperatures elevades a que tenen lloc les reaccions en el procés, la reacció $r3$ sigui més ràpida.

De la ciclohexanona que finalment reacciona donant lloc a Diona, una part seguirà reaccionant formant àcid adípic i un altre part formarà glutàric i succínic. Per incrementar el màxim la formació d'adípic respecte el glutàric i el succínic, s'utilitza el vanadi, que incrementa la velocitat de la reacció de formació de l'adípic a partir de diona.

Les reaccions, $B \xrightarrow{r^2} E \xrightarrow{r^5} G$, que donen lloc a la formació de glutàric i succínic, només són significatives a temperatures elevades. A fi de suprimir en part aquestes reaccions, s'utilitza coure, que provoca que a una temperatura de 60°C la selectivitat respecte l'adípíic augmenti un 2,5%.

En la planta dissenyada, la reacció es duu a terme en unes condicions de temperatura i de temps de residència que permeten assegurar que la conversió del ciclohexanol serà completa, i que l'estequiometria global equivaldrà a la següent reacció simplificada:



On:

Cil = Ciclohexanol

AAD = Àcid adípíic

Glu àcid = Àcid glutàric

Succ àcid = Àcid succínic

Una característica molt rellevant d'aquesta reacció és que és molt exotèrmica, amb $\Delta H = -193 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol Cil}}$. Això farà que sigui necessària d'instal·lació d'equips que siguin capaços d'absorbir part de la calor alliberada per la reacció.

1.4. DESCRIPCIÓ DE LES ZONES DE LA PLANTA

1.4.1 Zona de Reacció

L'objectiu que té la zona de reacció en la planta projectada és la de posar en contacte tots els elements necessaris per duu a terme la reacció de formació de l'àcid adípíic, és a dir, els reactius, el ciclohexanol i l'àcid nítric, i els catalitzadors, coure i vanadi, proporcionant les condicions de temperatura, pressió i temps de residència que facilitin la formació de l'àcid adípíic i que garanteixin la més gran selectivitat d'aquest respecte dels subproductes que es poden formar, els àcids glutàric i succínic.

També és en aquesta zona on s'integraran els reactius i catalitzadors, provinents de la zona d'emmagatzematge, amb el corrent recirculat, constituït d'aigües mares de la

crystal·lització (NML), amb un molt alt contingut en aigua, àcid nítric i àcid adípic. Fent aquesta integració s'aconsegueix un estalvi molt important en matèries primeres.

Els equips que integren aquesta àrea són un tanc pulmó pel corrent recirculat, que minimitzarà possibles fluctuacions que puguin aparèixer en el funcionament de la planta, un tanc de dissolució, on es dissoldrà el *make-up* de vanadi i coure necessari en àcid nítric al 60% i en el corrent recirculat, dos reactors en paral·lel amb els seus respectius bescanviadors externs de calor, que constituiran la primera etapa de reacció i que serà on tindrà lloc pràcticament la totalitat d'aquesta, i un reactor amb un bescanviador per preescalfar l'aliment amb el producte resultant, que constituiran la segona etapa de reacció, on es completarà l'oxidació del ciclohexanol, amb el que s'evita que quan s'estiguin tractant les aigües mares procedents dels cristal·litzadors la reacció segueix-hi tenint lloc, desprenent-se gasos nitrosos i resultant perjudicial per diferents unitats de procés.

- Condicions en que tindrà lloc la reacció

La reacció tindrà lloc un 95% en la primera etapa, i el 5% restant en la segona. En aquesta primera etapa les condicions seran 78°C, 1 atmosfera de pressió i 7,5 minuts de temps de residència. En la segona etapa les condicions seran 95°C, també pressió atmosfèrica i 12 minuts de temps de residència.

La concentració de l'àcid nítric entrant al reactor serà del 52%, suficientment alta per assegurar una bona selectivitat en vers l'adípic i una alta velocitat de reacció. El rati
$$\frac{\text{Oxidant (àcid nítric 52\%)}}{\text{Ciclohexanol}}$$
, en massa, serà de 14.

La concentració de catalitzador que es desitja perquè la reacció tingui lloc de forma satisfactòria és d'un 0,1% pel vanadat amònic i un 0,5% pel nitrat de coure, ambos percentatges sent fraccions màssiques.

- Descripció detallada dels equips:

1.4.1.1 Toltes de descàrrega de sacs de catalitzador

S'utilitzaran dos toltes de descàrrega, una per cada tipus de catalitzador. S'ha previst que tant el vanadat d'amoni com el nitrat de coure que s'utilitzaran a la planta estaran en sacs de

50 kg, i que la tasca de descarregar-los en aquestes tolves serà duta a terme pels operaris, que seran ajudats mitjançant transport per succió per evitar lesions i prevenir riscos laborals. En la manipulació d'aquestes substàncies caldrà que els operaris s'equipin amb les proteccions que s'especifiquen en les fitxes de seguretat.

La capacitat de les tolves serà de 50 litres, el que equivaldrà a uns 116 kg de NH_4VO_3 . A la part superior d'aquestes tolves hi haurà extractors, que incorporaran un filtre de mànigues, per garantir que la pols de catalitzador generada en la descàrrega no s'escampi pel medi.

A la part de baix de les tolves hi haurà una vàlvula rotativa i un bis sense fi, que transportarà els catalitzadors fins els tancs de dissolució.

1.4.1.2.Tanc de dissolució

Consistirà en un tanc agitat on es dissoldrà el make-up necessari de vanadat amònic i nitrat de coure en el corrent de àcid nítric al 60%, provinent de tancs d'emmagatzematge, i en el corrent recirculat, provinent del tanc pulmó

El disseny s'efectua en base que el temps de residència serà de 2,5 minuts, deu cops superior al temps de mescla del tanc, suficient per garantir la completa dissolució dels catalitzadors. Les dimensions seran d'1,5 m de diàmetre i 2,3 m d'alçada.

El tanc de dissolució disposarà d'un agitador de tipus turbina, amb un diàmetre de 75 cm, una amplada de 15 i una potència de 383W. També tindrà incorporats quatre bafles, de 13 cm d'amplada, per evitar la formació de vòrtexs.

Els catalitzadors, el vanadat amònic i el nitrat de coure, són afegits per la part superior del tanc, mitjançant respectius bisos sense fi, des de les seves tolves de descàrrega de sacs.

1.4.1.3.Reactor i bescanviador extern

Aquesta serà la unitat més important del procés, perquè és on tindrà lloc la practica totalitat de la conversió, un 95%, de ciclohexanol al producte desitjat, l'àcid adípic.

Consistiran en dos reactors de tanc agitat, en paral·lel, amb els seus respectius bescanviadors externs de calor. Cada una d'aquestes unitats tractarà el 50% del cabal total, i si alguna d'aquestes unitats no estigués operativa, l'altre podria incrementar la seva operació fins a tractar el 75% del cabal total en condicions d'operació normals, reduint així les pèrdues econòmiques que s'ocasionarien per l'aturada d'un d'aquests equips.

El reactor serà de tanc agitat, amb un diàmetre de 2 metres i una alçada de 3, amb un agitador de turbina, de 1m de diàmetre i 20 cm d'amplada, amb una potència de 1100W i amb quatre bafles de 15 cm d'amplada per minimitzar l'aparició de vòrtexs.

Al ser la reacció tan exotèrmica, s'han de trobar mecanismes per aconseguir que la temperatura del reactor no pugi més del desitjat. El que es fa és:

- Entrar l'aliment fred, a uns 25°C, i fer que s'emporti prou calor per pujar la seva temperatura fins als 78°C a que es desitja operar el reactor.
- L'ús d'un bescanviador extern, al qual s'hi circularà un cabal màssic equivalent a 3,5 cops el cabal d'entrada al reactor. Aquest serà refredat des dels 78°C que deixarà al reactor fins a 50°C, una temperatura suficientment alta perquè l'àcid adípic no arribi a cristal·litzar. A la bibliografia (US 3,997,601), es troba que el cabal recirculat al bescanviador extern habitualment està entre 2 i 9 cops el cabal d'entrada al reactor, el que dona validesa al valor de 3,5 trobat mitjançant balanços d'energia.

Degut a l'elevada temperatura a que operarà el reactor, aquest s'ha d'aïllar per evitar que representi un perill potencial pels operaris de la planta. L'aïllament utilitzat serà del tipus BX SPINTEX 613-40, amb un gruix de 8 cm, amb un revestiment exterior d'alumini brillant. Així s'aconsegueix que quan la temperatura ambiental sigui 25°C la temperatura exterior de l'equip només sigui de 32°C.

El bescanviador extern utilitzat serà del tipus de carcassa i tubs, on el fluid que circularà per tubs serà la mescla reactant, i el fluid refrigerant que circularà per carcassa, a contracorrent, serà aigua de torre, que s'escalfarà des de 29 fins a 42°C. S'ha establert que la mescla reactant circuli pels tubs perquè és el fluid més corrosiu, amb més problemes d'embrutiment i més calent.

En el disseny d'aquest bescanviador s'ha posat especial èmfasis en facilitar les tasques de neteja, reparació i manteniment, degut a la naturalesa corrosiva de la mescla reactant. Així, s'han pres mesures com són l'utilització de tubs amb diàmetres grans, de 1,5'', i amb espessors també importants, núm. BWG 14 (0,211 cm), i la utilització de capçals flotants pel bescanviador, concretament del tipus *Outside packed floating head*, que faciliten notablement la neteja i substitució de tubs.

L'àrea total de bescanvi serà de 230 m^2 , consistents en un total de 321 tubs de 6 m de llargada, repartits en 6 passos per tubs i en una disposició de pitch triangular.

Tan sols hi haurà un pas per carcassa, que serà de 1,5 m de diàmetre, i que incorporarà un total de 10 pantalles per augmentar la turbulència de pas en aquesta .

L'aïllament del bescanviador també serà del tipus BX SPINTEX 613-40, amb un gruix de 8 cm i un revestiment exterior d'alumini brillant.

1.4.1.4.Tanc de pulmó

L'objectiu del tanc pulmó és minimitzar l'efecte que puguin tenir possibles fluctuacions en el cabal de corrent recirculat provinent de l'àrea de cristal·lització. El seu volum serà de $8,2 \text{ m}^3$, 2 m de diàmetre per 2,80 m d'alçada, equivalent aproximadament a 8 minuts de cabal de corrent recirculat.

1.4.1.5.Bescanviador preescalfador

Aquest bescanviador de carcassa i tubs té com a objectiu escalfar el corrent sortint de la primera etapa de reacció amb el corrent sortint del reactor de la segona etapa, aconseguint elevar la temperatura del primer suficientment, concretament de 78 fins a $86,7^\circ\text{C}$, perquè sigui suficient amb la calor de reacció que s'alliberarà en el reactor de la segona etapa per fer arribar la mescla fins la temperatura desitjada, 95°C . Així s'aconsegueix un estalvi econòmic important, ja que no cal utilitzar vapor, que altrament hauria estat imprescindible per assolir la temperatura desitjada. El corrent de sortida de la segona etapa, que circularà per l'interior del tubs, serà refredat fins a $86,3^\circ\text{C}$.

Cal dir que aquest bescanviador, i també el reactor de la segona etapa, no es trobaran doblats, ja que si bé gracies a ells s'aconsegueix un millor rendiment del ciclohexanol i s'evita que es produeixin gasos nitrosos en altres unitats de procés que podrien perjudicar el seu funcionament, no són absolutament imprescindibles pel correcte funcionament de la planta, i en cas de reparació es podria fer un bypass d'aquestes unitats i operar la planta amb garanties per un període que no sigui massa llarg de temps. Això fa que l'opció de doblar aquests equips no sigui econòmicament rentable.

En el disseny d'aquest bescanviador també s'ha posat especial èmfasis en facilitar les tasques de neteja, reparació i manteniment, degut a la naturalesa corrosiva de la mescla

reactant. Com en els bescanviadors externs de la primera etapa de reacció, s'utilitzen tubs amb diàmetres grans, de 1,5'', amb espessors també importants, núm. BWG 14 (0,211 cm), i capçals flotants pel bescanviador, del tipus *Outside packed floating head*.

L'àrea total de bescanvi serà de 191,6 m², consistents en un total de 267 tubs de 6 m de llargada, repartits en 10 passos per tubs i en una disposició de pitch quadrangular, que facilitarà més la neteja del canto de carcassa que si es tingués disposició triangular.

Hi haurà dos passos per carcassa, que serà de 1,55 m de diàmetre, i que incorporarà un total de 12 pantalles deflectores.

L'aïllament en aquest cas tindrà més gruix, 10 cm, també sent del tipus BX SPINTEX 613-40 amb revestiment exterior d'alumini brillant.

1.4.1.6.Reactor segona etapa

En aquest reactor es completarà l'oxidació del ciclohexanol, tenint lloc un 5% de la reacció. Aquest aparell serà autotèrmic, ja que amb el calor de reacció s'escalfarà el contingut fins als 95°C, la temperatura d'operació. El temps de residència serà de 12 minuts, tenint el reactor un volum de 19,21 m³, 2,5 m de diàmetre i 4 m d'alçada.

L'agitador serà del tipus turbina, del tipus *disc-mounted flat turbine*, amb un diàmetre de 1 m, i una amplada de 20 cm. Per fer front al fet que aquest reactor té un rati alçada / diàmetre important, s'ha decidit instal·lar dos turbines a diferents alçades, garantint així l'homogeneïtat de la mescla. La potència de l'agitador serà de 2200 W.

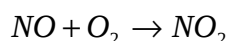
L'escalfament de la mescla fins als 95°C succeirà en les condicions normals d'operació, però si el corrent provenint de la primera etapa de reacció ha tingut una conversió de ciclohexanol inferior a l'esperada, un 95%, faria que en aquesta etapa la reacció tingués lloc en més d'un 5% i que conseqüentment la mescla s'escalfés fins a més del 95°C desitjats. És per això que s'equipa el reactor amb una camisa de mitja canya per la qual hi podrà circular aigua de refrigeració, i que tindrà capacitat per dissipar el calor que produiria la reacció en una extensió d'un 6% addicional. El diàmetre de la mitja canya serà de 4''.

1.4.2. Zona de purificació

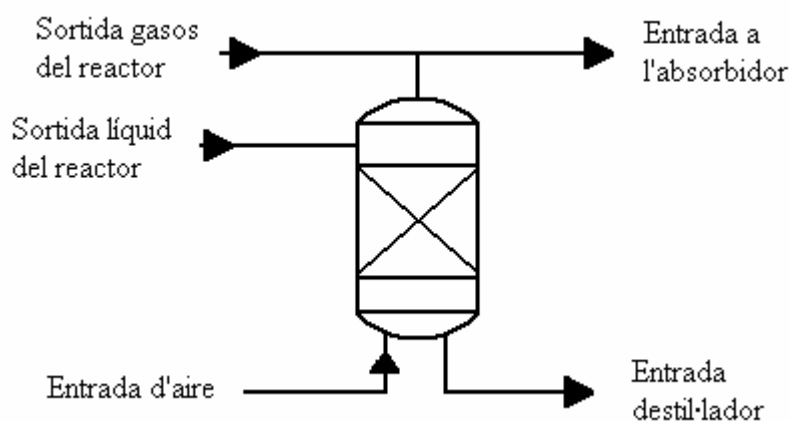
Per tal de reduir les emissions contaminants a l'atmosfera i ajustar-les a la normativa vigent, s'han dissenyat tres equips per tractar els gasos formats durant la reacció: Un bleach, un absorbidor i un reactor tèrmic.

1.4.2.1. Bleacher

Aquest equip permet arrossegat els gasos que hagin pogut quedar en el líquid, alhora que amb l'aportació d'aire, oxida el monòxid de nitrogen a diòxid, el qual es podrà tractar posteriorment.



Tot i això, aquesta reacció d'oxidació no només es produeix dins del bleach, sinó també a la canonada que va des del bleach fins al absorbidor. És a dir, fins al següent equip. A la sortida del bleach els corrents gasosos arrossegats per l'aire s'uneixen al corrent de gasos provinent del reactor, en aquest punt és on l'oxigen de l'aire oxida la major part dels NO provinent dels reactors, tal i com es veu a la següent figura:



El bleach és una columna de rebliment de *Mellapak*. Té dues entrades, el líquid provinent del reactor i l'aire que entra per sota i que conté l'oxigen necessari per fer l'oxidació. La reacció no és molt exotèrmica, de manera que no es necessita cap sistema de refredament.

Alhora de fer els càlculs, s'ha considerat que l'equip té un rendiment del 99,9%, ja que segons s'ha llegit a la bibliografia, es pot considerar que tot el monòxid de nitrogen, al passar per aquest equip es transforma en NO_2 .

Al treballar a pressió atmosfèrica i tenir sortida de gasos, s'ha considerat innecessària la col·locació de vàlvules de ruptura o venteigs en aquest equip, només s'hi han col·locat els sistemes de control de pressió, temperatura i nivell.

1.4.2.2.Columna de destil·lació

Durant la reacció es produeix una gran quantitat d'aigua, de manera que el nítric es troba en una proporció baixa respecte l'aigua.

Per recuperar el nítric que no ha reaccionat cal fer una recirculació cap al reactor. Com la reacció es produeix amb àcid nítric al 60% i aquest corrent està menys concentrat, cal realitzar una destil·lació prèvia a la recirculació.

D'aquesta manera, dintre de l'àrea de purificació s'ha col·locat dues columnes de destil·lació amb l'objectiu d'eliminar aigua del corrent principal i així retornar nítric en la proporció adequada.

S'ha utilitzat dues columnes, en comptes d'una, degut al gran cabal amb el qual es treballa. Les columnes estan formades per 14 plats, dels quals el plat de l'aliment és el 13. Cada columna té el seu corresponent condensador, a la sortida de caps, per condensar el vapor i així retornar a la columna, com a reflux, una part. A la sortida de cues tenen un reboiler per retornar una part en forma de vapor.

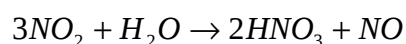
La columna treballa a 0.3 bar, per aconseguir-ho s'ha connectat una bomba de buit al condensador, de manera que crea el buit en la columna, el reboiler, el condensador i el tanc d'acumulació.

El líquid que es recull per caps, líquid condensat que no torna a la columna, es porta fins a un tanc d'acumulació per ser enviat a tractament d'aigües posteriorment. Per tal de poder descarregar aquest tanc, s'ha col·locat un altre d'idèntic en paral·lel. Mentre un s'omple estant al buit, l'altre es descarrega havent trencat el buit prèviament amb vàlvules connectades a l'atmosfera.

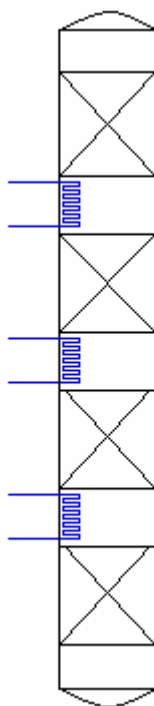
1.4.3. Zona de tractament de gasos

1.4.3.1. Absorbidor

L'absorbidor és un equip que permet recuperar part del reactiu inicial, és al dir l'àcid nítric. El diòxid de nitrogen format en la reacció dels reactors, més el format amb l'oxidació prèvia al bleachier, es converteix en àcid nítric al contacte amb una dutxa d'aigua. La reacció que té lloc és:



Per una major eficàcia, l'absorbidor treballa a 8 bars de pressió. D'aquesta manera s'aconsegueix un rendiment del 86%. Aquest equip treballa a una temperatura de com a màxim 68°C, ja que a mesura que augmenta la temperatura, la solubilitat del gas augmenta, i per tant costa més la seva separació. A més a més hi ha el risc de que l'àcid nítric s'evapori i surti per la sortida de gasos. Amb l'objectiu de mantenir la temperatura dins d'uns límits, se li ha afegit a la columna un sistema de refrigeració que consisteix en un serpenti intern intercalat amb blocs de rebliment tal i com es mostra a la figura:



Després del rebliment hi ha una superfície foradada per la qual puja el gas i el líquid queda recollit cap a la part esquerra (suposant que el gas puja amb la suficient velocitat per evitar que el líquid caigui pels forats). Així s'aconsegueix que el serpentí quedi submergit en el líquid i així la transferència de matèria sigui major. Una vegada el líquid s'ha refredat amb el serpentí, es torna a redistribuir en forma de dutxa fins al següent rebliment.

1.4.3.2.Reactor tèrmic

Per eliminar l'òxid de dinitrogen (N_2O) s'ha optat per la utilització d'un reactor tèrmic per descompondre'l en nitrogen i oxigen. A la indústria s'utilitzen dos tipus de reactors, el tèrmic i el catalític.

El reactor catalític, a causa de l'efecte del catalitzador, treballa a una temperatura més baixa que el tèrmic. Per conseqüència, el reactor no necessita estar fet de materials tan especials i econòmicament és més viable. D'altra banda, s'ha de comprar aquest catalitzador de manera periòdica o buscar una manera de regenerar-lo.

El reactor tèrmic requereix d'una inversió inicial força important, ja que és més car que el catalític. Tot i això, a la llarga sembla més avantatjós, ja que una vegada s'assoleix la temperatura de treball, no se li ha d'aportar més energia, perquè la reacció és molt exotèrmica. De fet, la reacció desprèn tanta calor que es pot generar vapor, que es pot reutilitzar en altres parts de la planta. A més a més, no s'ha de pensar en la compra d'un catalitzador, ni en la seva regeneració.

Pel que fa als rendiments, el reactor tèrmic té un rendiment superior al catalític, així doncs, si la legislació es fa més restrictiva pel que fa a emissions, o si hi ha un augment de producció, i s'emeten més òxids de nitrogen, el tractament de N_2O no s'haurà de modificar.

El reactor tèrmic consisteix en dues parts, a la primera, el gas que prèviament s'ha escalfat fins a $130^{\circ}C$ es comença a descompondre, i amb la reacció, la seva temperatura augmenta fins a uns $900^{\circ}C$. S'ha de controlar la temperatura màxima, perquè si es superen els $1000^{\circ}C$ es poden formar òxids nitrosos no desitjats. Una vegada arribat a aquest punt, el gas s'ha de tornar a refredar. En aquesta segona part és on hi ha un bescanviador de calor. L'aigua de refrigeració que permet formar vapor serveix tant per mantenir la temperatura màxima a $900^{\circ}C$ com per refredar els gasos formats a la reacció.

El reactor treballa entre 900, i forma vapor a 4 bars. Alhora de fer els càlculs s'ha considerat que té un rendiment del 96%

1.4.4. Zona de separació

L'objectiu principal de l'àrea 500, la de separació de l'àcid adípic, és recuperar la màxima quantitat possible del producte desitjat. Per aconseguir-ho, hi tenen lloc dues cristal·litzacions en sèrie, amb una evaporació de dissolvent (aigua i àcid nítric) intermèdia, per tal de concentrar l'àcid adípic. El magma que surt de cada una de les cristal·litzacions entra a una centrifugadora, on es separen els cristalls amb un rendiment proper al 100%. Aquest sòlid es sotmet a una recrystal·lització, prèvia dissolució amb aigua calenta en un tanc.

Tots els cristal·litzadors de la planta presenten la mateixa forma: un cos cilíndric, una secció cònica a la part inferior i una tapa torisfèrica, a la part superior. A més, disposen d'un agitador tipus àncora per evitar la formació d'incrustacions a la paret del cristal·litzador, alhora que agita suaument el contingut de l'equip. Finalment, es tracta de tancs encamisats, amb una mitja canya, per on hi circula aigua freda o bé vapor, en funció dels requeriments energètics de cada cristal·litzador. En el cas de circulació de vapor és necessària una vàlvula reductora de pressió a l'entrada ja que el vapor que es genera a la planta es troba a una pressió superior a la desitjada per a la mitja canya. No és possible l'ús d'un serpentí ni un bescanviador extern ja que l'àcid adípic tendeix a formar incrustacions sobre la superfície de bescanvi, dificultat la transferència de calor.

Cada cristal·litzador té un control de temperatura, nivell i pressió. En canvi, es considera innecessari un control del pH ja que la presència d'àcid nítric fa que sempre sigui àcid, fent mínimes les probabilitats d'un canvi substancial de pH.

El control de temperatura és un dels més importants ja que en depèn la solubilitat: si la temperatura augmenta, més àcid adípic quedarà dissolt en el líquid. El sensor de temperatura mesura la temperatura de l'interior de l'equip i, en funció de la lectura, el controlador actua sobre la vàlvula d'entrada del fluid de la camisa.

El control de nivell té un sensor de nivell màxim i un de nivell mínim. Quan s'assoleixen aquests límits, el controlador actua sobre la vàlvula del corrent de sortida de magma del cristal·litzador, obrint o tancant-la. Finalment, el control de pressió actua sobre la vàlvula de sortida de gasos per tal d'evitar augments de pressió al sistema.

En els cristal·litzadors que treballen al buit hi té lloc una evaporació, formant-se un corrent de vapor que s'ha de condensar. Els condensats van a un tanc, que també es troba al

buit, on s'acumulen. Un cop ple, es tanca l'entrada de condensats així com la sortida de gas del tanc (responsable del buit), i s'obre el tanc a l'atmosfera, deixant el fluid a pressió atmosfèrica. En aquest moment es pot descarregar el tanc. Quan es procedeix a la descàrrega del tanc, els condensats es dirigeixen a un altre tanc exactament igual i que funciona de forma alternada amb el primer.

A les columnes de destil·lació C-402 i C-403, es concentra l'àcid adípic degut a l'eliminació, majoritàriament, d'aigua. El corrent líquid, a 78°C, que surt per cues de les columnes, es divideix equitativament en cinc, entrant cada un d'ells a un cristal·litzador, on té lloc la primera cristal·lització. És a dir, la primera cristal·lització té lloc en cinc cristal·litzadors iguals en paral·lel, amb un temps de residència de dues hores.

Les condicions d'operació són al buit, concretament a 100 mmHg, i a una temperatura de 41°C. Tot i que aparentment sembla que s'ha d'eliminar energia del sistema degut a la diferència de temperatura entre l'entrada de l'aliment i la d'operació, cal una aportació de calor per assegurar l'evaporació que té lloc en aquestes condicions d'operació. Aquesta es subministrerà per mitjà de la condensació de vapor en una camisa tipus mitja canya.

Després de la sortida de la primera cristal·lització, el magma arriba a una centrifugadora, on es separen les aigües mares i el sòlid, consistent en aproximadament un 90% d'àcid adípic i un 10% d'aigua i àcid nítric. El rendiment de la separació és del 98%. Cal dir que a la mateixa centrifugadora hi té lloc el rentat dels cristalls i, consegüentment, el seu contingut en àcid nítric es redueix considerablement.

Les aigües mares que surten de la centrifugadora es divideixen en dos corrents: un 80% es retorna al reactor per aprofitar l'àcid nítric, i un 20% entra a un kettle reboiler, on s'elimina gran part del contingut d'aigua i àcid nítric, el qual es condensa i es retorna al reactor. Així doncs, l'àcid adípic està molt més concentrat, de manera que es pot cristal·litzar fàcilment amb un refredament. Aquesta és la raó per la qual l'àcid adípic concentrat entra a un segon cristal·litzador, amb la mateixa forma que els anteriors, i que treballa a pressió atmosfèrica i a 35°C. En aquestes condicions, no hi ha evaporació. Aquest segon cristal·litzador (CR-502) és necessari per recuperar l'àcid adípic abans d'entrar a l'àrea de recuperació de catalitzador, per tal que les pèrdues de producte siguin mínimes.

En aquest cas, no és necessari una aportació d'energia al sistema, sinó que se n'ha d'eliminar. Per fer-ho, es farà circular per la mitja canya aigua freda, la qual entrarà a 7°C i en sortirà a 22°C. Aquest fet obliga a disposar d'un grup de fred per tal de regenerar l'aigua freda.

Quantitativament, la quantitat de cristalls que es generen a la segona cristal·lització en comparació amb la primera és molt baixa, de manera que es menysprea el rendiment real de la

centrifugadora, suposant-lo del 100% (si es considerés el rendiment del 98%, implicaria una quantitat irrisòria de cristalls d'àcid adípic que romandrien en el líquid). Les aigües mares que s'obtenen s'envien a l'àrea de recuperació de catalitzador, mentre que el sòlid s'envia a recristal·litzar, juntament amb el que surt de la primera cristal·lització.

Primerament, els cristalls es dissolen en un tanc on hi entra aigua calenta a 80°C, sent una part aigua fresca i la resta, les aigües mares del recristal·litzador recirculades. La recirculació es fa per aprofitar l'àcid adípic que inevitablement queda dissolt a les aigües mares. Aquest tanc de mescla, amb un temps de residència inferior als tres minuts, disposa d'un agitador de sis pales planes, instal·lat al centre del tanc.

Seguidament, l'àcid adípic dissolt es bombeja fins l'entrada dels dos recristal·litzadors en paral·lel. Les condicions d'operació són al buit, concretament a 0.1 atm, i 50°C, de manera que cristal·litza tot l'àcid adípic, excepte 9 kg per cada 100 kg d'aigua. Amb aquestes condicions, hi ha una evaporació important d'aigua, la qual es condensa i s'envia a tractament d'aigües. Per garantir aquesta evaporació és necessari una aportació d'energia que, igual que en el cas de la primera cristal·lització, es fa mitjançant la condensació de vapor a la mitja canya.

El magma s'envia a una centrifugadora, el rendiment de la qual es suposa del 100%. Les aigües mares es recirculen al tanc de dissolució, prèvia purga d'un 11% del cabal (per evitar l'acumulació excessiva d'àcid nítric) i escalfament fins a 80°C amb vapor. D'altra banda, el sòlid és enviat a l'àrea 600, la d'acabat.

1.4.5. Zona d'Acabat

L'objectiu principal de l'àrea d'acabat és proporcionar a l'àcid adípic sòlid unes característiques determinades les quals facin que sigui un producte d'òptima qualitat.

Per aconseguir-ho, l'àrea té com a principals equips un assecador per treure la humitat al sòlid i un refredador per assegurar una temperatura adequada per al seu emmagatzematge. Com a equips secundaris hi ha un bescanviador de carcassa i tubs, dos ciclons i un bis sense fi.

1.4.5.1. Assecador de llit fluïditzat

Per a l'elecció del tipus d'assecador s'ha tingut en compte que el cabal de sòlid a assecar és gran, hi ha un alt volum de producció. Els assecadors que poden treballar amb aquests

cabals són els assecadors rotatoris i els fluïditzats. A més a més, també s'ha considerat el fet que el sòlid està format per cristalls. Els assecadors que van millor per a aquest tipus de sòlid són els de túnel i els fluïditzats. Per tant, s'ha arribat a la conclusió que el millor assecador en aquest cas era un assecador de llit fluïditzat.

A diferents patents sobre el tractament de l'àcid adípic sòlid també es feia referència a aquest tipus d'assegador (Pt. WO 2005/033057 i Pt. US6822117). D'aquestes patents també s'ha obtingut la informació de que el temps de residència per a que sigui possible l'assecat en aquestes condicions és d'1 hora.

En la següent figura es mostra el principi de funcionament d'un assecador de llit fluïditzat:

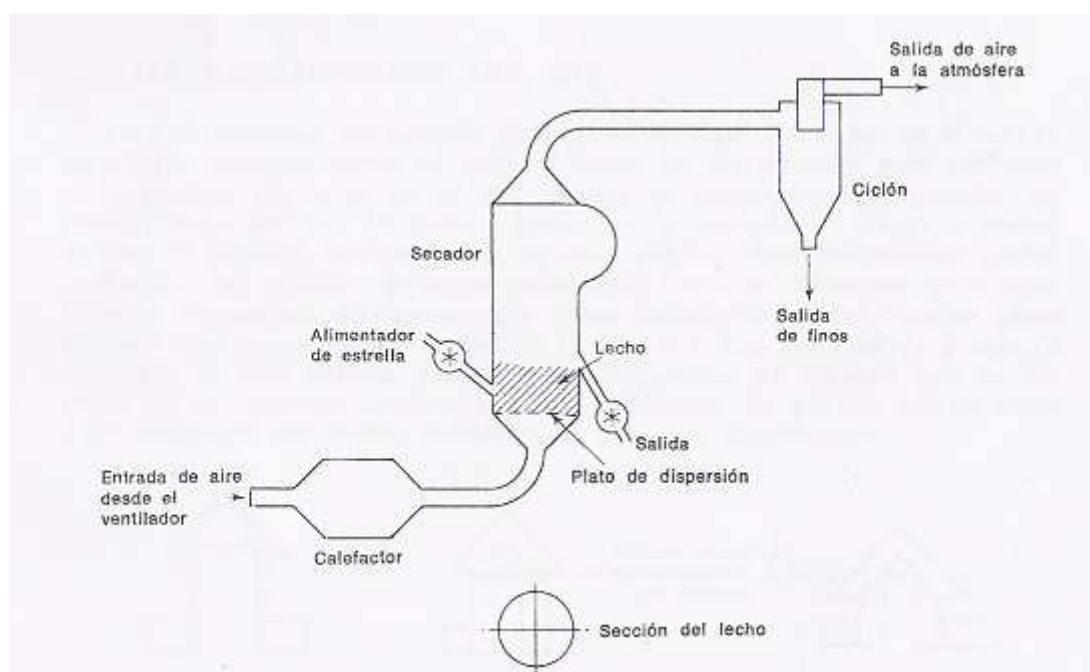


Fig 1.4.: Esquema general d'un assecador de llit fluïditzat.

El gas calent es fa circular a través del llit que es vol assecar. En aquest cas el gas utilitzat ha estat nitrogen ja que la pols de l'àcid adípic sòlid és explosiva, i per tant calia utilitzar un gas inert. El nitrogen s'ha escalfat, prèviament a l'asseccador, fins a 100 °C en un bescanviador de carcassa i tubs amb vapor com a fluid de servei.

El nitrogen es distribuït de manera homogènia a través dels petits orificis de la placa, en la qual es situa el sòlid, a una velocitat el suficientment elevada per provocar la fluïdització de les partícules, però no tan alta com per donar un aspecte de llit que bull vigorosament.

Per sobre del llit es deixa un espai lliure de 1.5 metres el qual permet que les partícules petites arrossegades tornin a dipositar-se. El nitrogen abandona l'equip a través d'un cicló, tal i com es mostra en la figura anterior. Les partícules recollides a la sortida del cicló són reciclades al llit incorporant-les a l'alimentació humida.

L'alimentació s'introdueix a la cambra d'assecat per la seva part superior. Cal tenir en compte que qualsevol dispositiu d'alimentació necessita que el sòlid estigui en forma granular, és per aquesta raó també que es convenient barrejar aliment humit amb sòlid ja sec, tal i com s'ha explicat. El mecanisme utilitzat introduir l'aliment és una vàlvula rotativa.

Els assecadors de llit fluïditzat són adequats per assecar materials dels quals la seva mida de partícula està compresa entre 0.05 i 15 mm. El sòlid d'àcid adípic que obtenim té una mida de partícula majoritàriament de 0.1 i 0.4 mm. Aquesta dada de mida de partícula correspon al 84 % del sòlid, això una distribució de partícules petita, doncs d'una altra manera el llit no es fluïditzaria uniformement i les partícules pesades tindrien tendència a acumular-se en la base del llit. A més els llits fluïditzats tenen la funció d'eliminar els materials fins no desitjats i així proporcionar un producte final de més qualitat.

El contacte entre el sòlid i el gas és molt millor que en un altre tipus d'assecador, això es degut a la seva agitació. En conseqüència, els coeficients de matèria i calor són molt grans, de manera que el nitrogen abandona el llit a la seva temperatura humida.

Encara que l'agitació sigui violenta dintre el llit, l'abrasió i el trencament de les partícules és petita, doncs estan protegides unes amb les altres per l'efecte del corrent gasos.

1.4.5.2.Refredador de llit fluïditzat

El refredador també s'ha escollit a partir de la mateixa bibliografia que l'assecador, les mateixes patents anteriorment mencionades.

El funcionament és similar al de l'assecador, una corrent de nitrogen a 20 °C fa fluïditzar un llit d'àcid adípic sòlid, amb l'objectiu de refredar-lo per a que pugui ser emmagatzemat.

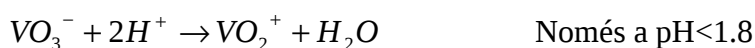
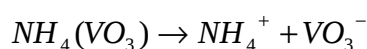
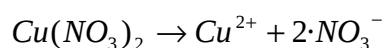
A la sortida de nitrogen de l'equip s'instal·la un cicló per assegurar que les partícules que són arrossegades pel gas siguin recirculades i per tant, recuperades.

El temps de residència per a que l'àcid adípic és refredí fins a 20 °C en aquest equip és de 5 minuts.

1.4.6. Zona de recuperació del catalitzador

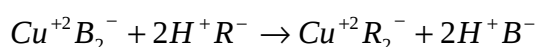
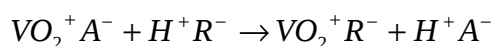
L'objectiu principal d'aquesta àrea és recuperar la màxima quantitat de ions coure i vanadi per tal de minimitzar l'aport fresc de catalitzador als reactors. Per realitzar aquesta operació, s'ha pensat en dissenyar columnes de bescanvi iònic per tal de separar els catalitzadors de la mescla. Aquesta mescla és la purga del sistema on hi ha els següents compostos: una solució aquosa amb àcid nítric, els 3 àcids orgànics del procés; el adípic, el glutàric i el succínic i també els catalitzadors; coure i vanadi.

S'ha de comentar que quan s'afegeixen els catalitzadors al sistema, no estan de la forma que es bescanviaran a les columnes però en les condicions que s'hi troben es duen a terme les següents reaccions:



Com es pot veure en les reaccions químiques anteriors, els catalitzadors, en solució aquosa, passen a ions fàcilment excepte el ió vanadat (VO_3^-) que, per passar a el ió vanadil (VO_2^+), el d'interès pel bescanvi, només s'obté si la solució on es troba té un pH molt àcid. Per què aquesta reacció succeeixi, ha d'estar a un pH inferior a 1.8. En la mescla a tractar, aquest pH és igual d'àcid ja que conté àcid nítric en molta quantitat.

Per tant, en aquestes columnes de bescanvi succeeixen reaccions químiques entre la reïna i els cations Cu^{2+} i VO_2^+ que s'expliquen a continuació.



On

- A^- i B^- Són els cations que acompanyen al ió vanadil i al ió coure respectivament.

- R^- : És el radical negatiu de la reïna.
- H^+ : És el protó que es bescanvia amb els ions d'interès.

Segons aquestes reaccions s'ha dissenyat el sistema de bescanvi iònic. La bateria de columnes constarà de 6 columnes (CBI-1001 a CBI-1006) on 3 treballaran alhora i mentrestant les altres 3, estaran regenerant-se així el sistema no patirà grans fluctuacions. Els temps de ruptura de les columnes duraran 8 hores mentre que els de regeneració estaran entre 45 minuts i 5 hores com a màxim, així s'assegura tenir 3 columnes disposades a bescanviar ions quan sigui necessari.

El cabal de regeneració és una solució d'àcid nítric al 10% el qual prové d'una altra àrea de la planta però amb major concentració, així que només cal dissoldre'l en un tanc de dissolució (M-1001) abans de entrar-lo en les columnes de bescanvi. Quan aquesta solució d'àcid nítric passi per les columnes, desabsorbirà els ions Cu^{2+} i VO_2^+ de la reïna i aquests seran recirculats al procés altre vegada.

El rendiment del sistema de bescanvi catiònic és d'un 90% els ions Cu^{2+} i un 80% els ions VO_2^+ . La part que no es pot recuperar, es dirigeix a la zona de tractament de subproductes on s'aprofiten els àcids dibàsics tals com l'àcid adípic, l'àcid glutàric i l'àcid succínic.

1.4.7. Zona de tractament de subproductes

Al procés de la nostra planta, apart de l'àcid adípic, es produeixen uns subproductes tals com l'àcid succínic i glutàric. Aquests àcids són els anomenats àcids dibàsics. L'àcid adípic, l'àcid glutàric i l'àcid succínic es formen durant la reacció entre ciclohexanol i àcid nítric. No obstant, un dels objectius de la planta de producció d'àcid adípic es minimitzar la quantitat dels altres dos àcids durant la reacció ja que fan que el rendiment de reacció respecte l'àcid adípic sigui menor. Tot i que les condicions de treball dificulten la síntesi d'aquests dos àcids, aquests es formen en una quantitat considerable, raó per la qual el seu abocament al clavegueram, fent un tractament previ de la DQO resultant, sigui una acció a replantejar.

Per solucionar aquest problema, s'ha trobat que la esterificació d'aquests àcids ens pot donar una aportació econòmica important, i transformar en que en un principi eren residus, en un subproducte interessant per la nostra planta de producció. Els esters que se'ns formaran seran succinat de dimetil (DBE 4), glutarat de dimetil (DBE 5) i adipat de dimetil (DBE 6).

Hi ha dos reaccions que governen el procés de síntesi dels esters dibàsics o DBE:

- Deshidratació de la molècula de l'àcid dibàsic i la formació de la seva forma anhidra. S'aconsegueix a altes temperatures, superiors als 150°C, amb uns rendiments de reacció alts a partir d'aquesta temperatura
- Esterificació de l'espècie anhidra, el qual es produeix en dues etapes: una primera que consisteix en la formació de monometil ester a partir d'aquesta espècie, i una segona que és l'esterificació del monometil ester formant la molècula de dimetil ester. Les condicions òptimes per aquesta reacció són temperatures que es troben entre 60 i 80 °C, amb un estat líquid de la solució a tractar, encara que per culpa de la formació dels anhidres a altes temperatures, la reacció sol succeir sota pressió, fent que així es pugui mantenir l'estat líquid durant tot el procés.

Com es veurà en el capítol de medi ambient, on s'explicarà amb més detall l'esterificació dels DBA, cal fer una extracció dels DBE amb un solvent orgànic, com benzè, de tal manera que els dimetils esters, que són solubles tan en metanol com en benzè, passin a la fase orgànica, fent possible la seva separació per la posterior comercialització.

Per últim, la gran característica dels DBE és que són biodegradables, i avui en dia la seva utilització s'està estenent a altres àmbits, com pot ser l'indústria de les pintures.

1.5. APLICACIONS DE L'ÀCID ADÍPIC

L'àcid adípic és un dels compostos que es troba en la llista dels 50 productes més produïts a la indústria química. Les seves aplicacions més importants es mostren a la taula següent:

Taula 1.1. Aplicacions de l'àcid adípic

Aplicacions	% d'utilització
Nylon 6,6	87 (fibres 62% i reïnes 25%)
Reïnes de poliuretà	7
Plastificants	4
Polièsters insaturats i additius alimentaris	2

La major aplicació de l'àcid adípic és per la formació del Nylon 6,6 policondensant l'àcid adípic amb la hexametilendiamina. Aquest nylon serveix majoritàriament per fer fibres tals com les mitges, pijames, roba interior i catifes. Altres utilitzacions no tan habituals del Nylon 6,6 són per fer pneumàtics, per teixits durs com les cordes de les canyes de pescar, cordes de paracaigudes, cintes transportadores, maletes, motxilles i mànegues. D'altra banda, hi ha altres aplicacions com les reïnes de poliuretans, la indústria dels plastificants i fins i tot la indústria alimentaria ja que s'utilitza com a additiu alimentari.

1.6. CONSTITUCIÓ DE LA PLANTA

1.6.1. Classificació per àrees

La planta de producció d'àcid adípic està dividida en les següent àrees principals.

- **Àrea 100. Àrea d'emmagatzematge de l'àcid nítric:** En aquesta zona, hi ha 13 tancs de la solució d'àcid nítric al 60% col·locats al interior d'una cubeta de retenció per tal d'evitar possibles fugues. En aquesta àrea, també hi ha un rentador de gasos d'àcid nítric per minimitzar les emissions d'àcid nítric a l'atmosfera.
- **Àrea 200. Àrea d'emmagatzematge de ciclohexanol:** En aquesta zona s'hi troben 6 tancs de ciclohexanol també col·locats al interior d'una cubeta de retenció per evitar possibles fuites d'aquesta substància.

- **Àrea 300. Àrea de reacció:** En aquesta àrea, és on es fan reaccionar els reactius i on s'obté el producte d'interès, l'àcid adípic. Al interior de l'edifici, s'hi troben els 2 reactors principals de la planta amb els seus bescanviadors externs cadascú, el tercer reactor, el bescanviador previ a aquest reactor, un tanc de dissolució pels catalitzadors, un tanc pulmó per rebre el cabal de recirculació d'altres àrees del procés i les tolves on s'hi troba els catalitzadors en fase sòlida.
- **Àrea 400. Àrea de purificació:** En aquesta zona, el que s'intenta és recuperar l'àcid nítric que es troba en forma de gasos nitrosos i retornar-lo a l'estat líquid. Aquesta zona conté un bleach, 2 columnes destil·lació on cada columna hi ha 1 condensador i 1 reboiler i 2 tancs d'acumulació, per tant, en total hi ha 2 condensadors, 2 reboilers i 4 tancs d'acumulació.
- **Àrea 500. Àrea de separació:** Aquesta àrea és la que separa l'àcid adípic de la mescla on el cristal·litza i on el separa mitjançant les centrifugues. Per tant, en aquesta àrea hi ha 5 cristal·litzadors en sèrie, 2 centrifugues, 3 recristal·litzadors, 1 kettle-reboiler, 6 tancs d'acumulació i 5 bescanviadors de calor.
- **Àrea 600. Àrea d'acabat:** Aquesta àrea és l'etapa final del procés on ja es té el producte sòlid i només falta assecar-lo, refredar-lo i separar-lo del nitrogen el qual l'utilitzem com a transportador de sòlid. Per tant, en aquesta àrea hi ha 1 assecador, 1 refredador i 3 ciclons.
- **Àrea 700. Àrea d'emmagatzematge d'àcid adípic:** Aquesta àrea es troba en dues zones ben diferenciades; una, on s'hi troba les 5 sitges i l'altra on s'hi troben les dues màquines d'empaquetat. Una d'aquestes màquines és per big-bags de 800 kg i l'altra és per sacs de 25kg.
- **Àrea 800. Àrea de tractament de gasos:** L'objectiu d'aquesta àrea és minimitzar la quantitat de gasos nitrosos formats en els reactors. En aquesta àrea hi ha 1 absorbidor, 1 bescanviador de calor i 1 reactor d'eliminació de N_2O .
- **Àrea 900. Àrea de tractament de líquids:** En aquesta àrea es tracta tots els corrents líquids que contenen components orgànics i també altes concentracions de nitrats. Per

tant, en aquesta àrea hi ha una columna de destil·lació, un reactor anòxic pel tractament biològic de residus, una cambra d'arrossegament de gasos i 1 sedimentador.

- **Àrea 1000. Àrea de recuperació del catalitzador:** En aquesta zona, s'hi poden trobar les columnes de bescanvi iònic i el tanc de dissolució de la solució d'àcid nítric per utilitzar-la com a regenerant de les columnes.
- **Àrea 1200. Àrea de serveis.** En aquesta àrea hi ha tots els serveis de la planta com per exemple, les torres de refrigeració, els grups de fred o chillers, les calderes,...
- **Àrea 1300. Oficines, administració i despatxos.** Aquí és on s'organitza tota la planta en els despatxos dels directius, la sala de control, sala de reunions,...
- **Àrea 1400. Laboratoris de recerca.** Aquí és on es fan proves i experiments per la millora del procés.

1.6.2. Plantilla de treballadors

La planta de producció d'àcid adípic treballarà en continu 330 dies a l'any i 24 hores cada dia. Al total de l'any, s'haurà treballat 7920 hores. Sabent que els treballadors tenen jornades laborals com a màxim de 8 hores al dia i que poden treballar 5 dies a la setmana, anualment hauran treballat 1760 hores. Si es divideix les 7920 hores de treball de la planta entre les 1760 hores de cada treballador, surten 5 torns de treball de tots els treballadors.

S'ha decidit que hi haurà 3 torns de treball de 8 hores de dilluns a divendres, mentre que al cap de setmana i festius hi haurà dos torns.

Les aturades previstes de la planta es dividiran en 2 etapes de 11 dies de durada i una de 12 dies. La primera aturada de l'any es farà del 10 d'Abril al 21 d'Abril, la segona serà del 1 d'Agost al 11 d'Agost i l'última aturada serà del 20 de Desembre al 1 de Gener. S'ha decidit fer 3 aturades ja que en posar la planta en continu es triga relativament poc temps. Les dates de les aturades poden sorgir canvis depenen de la producció s'estigui duen a terme.

Els treballadors estan dividits en diversos grups:

- 1) **Directius i Tècnics:** Hi haurà 8 persones responsables de la gestió de l'empresa i vetllaran pel bon funcionament de la planta des de la sala de control, gerència, direcció,...
- 2) **Especialistes:** Hi haurà 40 especialistes que estaran dividits en diverses àrees d'enginyeria i diversos camps com l'enginyeria industrial, l'enginyeria química, l'enginyeria mecànica, l'enginyeria electrònica,...
- 3) **Operaris i obrers:** Seran un 50 i seran els encarregats d'estar a peu de planta per realitzar qualsevol modificació o qualsevol manteniment de qualsevol equip amb la supervisió això si del cap de planta.
- 4) **Administratius:** Són un total de 20 administratius que seran els encarregats de portar la comptabilitat, marketing, l'entrada i sortida de matèries primeres i producte acabat, atendre als clients,...

En total, hi haurà uns 118 treballadors en plantilla els quals, com ja s'ha explicat anteriorment, s'organitzaran en diversos torns.

1.7. BALANÇ DE MATÈRIA

A continuació, es mostrarà una taula amb tots els corrents de la planta on s'especifica el cabal màssic, la temperatura de cada corrent, la densitat,... Els números dels corrents estan al diagrama de procés.

	Corrents											
Cabals màssics, [Kg/h]	1	2	3	4	5A	5B	6	7A	7B	8	9	10
Ciclohexanol	6000	0	0	0	300	300	0	0	0	0	0	0
Àcid nítric	0	9760	0	45479,115	36623,758	36623,758	0	36157,35	36157,35	0	0	0
Aigua	0	6506,5	0	41569,964	43927,671	43927,671	0	44051,76	44051,76	0	0	0
Àcid adípic	0	0	0	2990,342	10892,086	10892,086	0	11307,75	11307,75	0	0	0
Àcid adípic cristall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid glutàric	0	0	0	1277,964	1581,632	1581,632	0	1597,46	1597,46	0	0	0
Àcid succínic	0	0	0	282,17	349,177	349,177	0	352,713	352,713	0	0	0
N ₂ O	0	0	0	0	443,213	443,213	1885,1	158,643	158,643	407,1	2292,2	0
NO	0	0	0	0	9,486	9,486	92,93	2,776	2,776	12,1	105,03	0
NO ₂	0	0	0	0	1013,369	1013,369	269	888,082	888,082	192,78	461,78	0
N ₂	0	0	0	0	0,109	0,109	47,71	0,136	0,136	2,49	50,2	1504
O ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
CO ₂	0	0	0	0	4,629	4,629	170,62	0,728	0,728	13,125	183,745	0
Coure	0	0	12	492	492	492	0	492	492	0	0	0
Vanadi	0	0	5	105	105	105	0	105	105	0	0	0
TOTAL:	6000	16266,5	17	92196,555	95742,13	95742,13	2465,36	95114,398	95114,398	627,595	3092,955	1904
Temperatura (°C)	25	25	25	40	78	87	78	95	86	95	83	25
Pressió [bar]	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estat del fluïd	L	L	S	L	L	L	G	L	L	G	G	G
densitat [Kg/m3]	962	1367		1200	1153	1153	1,476	1150	1150	1,46	1,46	1,2

	Corrents											
Cabals màssics [Kg/h]	11	12	13	14	15	16	17	18	19a	19b	20	21
Ciclohexanol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid nítric	36157,35	0	0	1784,938	38942,288	0	38934,49	7,789	1183,631	1183,631	37751,59	37396,73
Aigua	44051,76	0	9100	8844,807	61896,567	0	44653,39	17243,17	8086,73	8086,73	36566,66	36036,44
Àcid adípic	11307,75	0	0	0	11307,75	0	11307,75	0	0	0	3583,427	3583,427
Àcid adípic cristall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7724,326	154,49
Àcid glutàric	1597,46	0	0	0	1597,46	0	1597,46	0	0	0	1597,455	1597,455
Àcid succínic	352,713	0	0	0	352,713	0	352,713	0	0	0	352,713	352,713
N ₂ O	0	2450,85	0	0	0	2450,856	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	0	1515,15	0	0	0	212,121	0	0	0	0	0	0
N ₂	0	1554,33	0	0	0	1554,335	0	0	0	0	0	0
O ₂	0	342,515	0	0	0	115,928	0	0	0	0	0	0
CO ₂	0	184,473	0	0	0	184,473	0	0	0	0	0	0
Coure	492	0	0	0	600	0	600	0	0	0	600	600
Vanadi	105	0	0	0	125	0	125	0	0	0	125	125
TOTAL:	94064,03	6047,33	9100	10629,745	114821,77	4517,713	97570,81	17250,96	9270,361	9270,361	88301,18	79846,26
Temperatura [°C]	85	80	25	65	79	65	77	69,1	41	28,5	41	41
Pressió [bar]	1	8	8	8	1	8	1	1	0,13	1	0,13	1
Estat del fluid	L	G	L	L	L	G	L	L	G	L	L / S	L
Densitat [Kg/m³]	1167	1,23	1000	1055	1077	1,22	1105	978	0,03	1042	950	1050

	Corrents											
Cabals màssics [Kg/h]	22	23	24	25	26a	26b	27	28	29	30	31	32
Ciclohexanol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid nítric	17,378	29917,3	7479,346	1677,6172	5801,729	5801,729	35719,11	1677,617	1651,245	1,462	18,84	0
Aigua	864,468	28829,1	7207,289	972,9846	6234,305	6234,305	35063,46	972,984	933,092	68,452	932,92	3139
Àcid adípic	0	2866,74	716,6854	716,6854	0	0	2866,741	141,402	141,402	0	0	0
Àcid adípic cristall	7569,836	123,592	30,898	30,898	0	0	123,592	606,181	0	606,181	8176,017	0
Àcid glutàric	0	1277,96	319,491	319,491	0	0	1277,964	319,491	319,419	0,072	0,072	0
Àcid succínic	0	282,170	70,5426	70,5426	0	0	282,1704	70,543	70,543	0	0	0
N ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coure	0	480	120	120	0	0	480	120	120	0	0	0
Vanadi	0	100	25	25	0	0	100	25	25	0	0	0
TOTAL:	8451,682	63877,0	15969,25	3933,2188	12036,034	12036,03	75913,04	3933,218	3260,701	676,167	9127,849	3139
Temperatura [°C]	41	41	41	89	89	65	60	35	35	41	41	15
Pressió [bar]	1	1	1	1	0,26	0,26	1	1	1	1	1	1
Estat del fluid	S	L	L	L	G	L	L	L / S	L	S	S	L
Densitat [Kg/m³]	750	1050	1050	1100	1100	1100	1100	950	1100	700	720	1000

	Corrents											
Cabals màssics [Kg/h]	33	34	35a	35b	36	37	38	39	40	41	42	43
Ciclohexanol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid nítric	164,336	164,336	0	0	0,857	163,479	0,857	0	0	0	0	0,857
Aigua	12175,98	9984,3	2191,68	2191,68	878,616	9105,684	878,616	8,163	8,163	8,163	0	870,453
Àcid adípic	8579,607	453,471	0	0	0	453,471	0	0	0	0	0	0
Àcid adípic cristall	0	8126,136	0	0	8126,136	0	10164,886	8126,136	8126,136	8126,136	0	2038,75
Àcid glutàric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid succínic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31996,64	31996,64
O ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL:	20919,923	18728,24	2191,68	2191,68	9005,609	9722,634	11044,359	8134,299	8134,299	8134,299	31996,64	34906,7
Temperatura [°C]	80	120,42	50	39,25	50	50	50	53,2	53,2	20	100	37
Pressió [bar]	0,13	0,13	0,071	0,071	1	0,13	1	1	1	1	7,5	1
Estat del fluid	L	L	G	L	S	L	S	S	S	S	G	G
Densitat [Kg/m³]	950	950	0,048	996,5	700	1000	700	700	700	700	6,77	1,1

	Corrents											
Cabals màssics [Kg/h]	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Ciclohexanol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid nítric	0	0	0	0	0,857	1000	183,631	0	0	145,496	0	1000
Aigua	0	0	0	0	870,453	6832,137	1254,5923	3120	245	8104,06	2167,8622	9000
Àcid adípic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	403,589	0	0
Àcid adípic cristall	2038,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid glutàric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Àcid succínic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₂	0	24389	24389	0	56385,64	0	0	0	0	0	0	0
O ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL:	2038,75	24389	24389	0	57256,95	7832,137	1438,223	3120	245	8653,145	0	10000
Temperatura [°C]	37	20	37	37	37	28,5	28,5	15	15	80	20	25
Pressió [bar]	1	7,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estat del fluid	S	G	G	S	G	L	L	L	L	L	L	L
Densitat [Kg/m³]	700	8,62	1,1	700	1,1	1042	1042	1000	1000	1000	1000	1000

	Corrents						
Cabals màssics [Kg/h]	56	57	58	59	60	61	62
Ciclohexanol	0	0	0	0	0	0	0
Àcid nítric	17,983	337,487	24,91	571,799999	1651,245001	1000	0
Aigua	1001,624	2785,748	216,44	24693,25727	933,092	9000	0
Àcid adípic	49,882	0	0	49,882	141,402	0	0
Àcid adípic cristall	0	0	0	0	0	0	0
Àcid glutàric	0	0	0	0	319,419	0	0
Àcid succínic	0	0	0	0	70,543	0	0
N ₂ O	0	0	0	0	0	0	98,03
NO	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	0	0	0	0	0	0	212,12
N ₂	0	0	0	0	0	0	3051,6
O ₂	0	0	0	0	0	0	971,5
CO ₂	0	0	0	0	0	0	184,5
Coure	0	0	0	0	12	108	0
Vanadi	0	0	0	0	5	20	0
TOTAL:	1069,489	3123,235	241,35	25314,93927	3132,701001	10128	4517,75
Temperatura [°C]	50	15	15	20	35	35	30
Pressió [bar]	0,13	1	1	1	1	1	1
Estat del fluid	L	L	L	L	L	L	G
Densitat [Kg/m³]	1000	1050	1000	1000	1100	1100	1,21

1.8. SERVEIS DE LA PLANTA

Apart de les matèries primeres de la planta per produir l'àcid adípic, és essencial utilitzar una sèrie de serveis perquè la planta funcioni correctament. A continuació, es mostra la quantitat de serveis que són requerits per la planta.

1.8.1. Aigua de refrigeració

A la planta de producció d'àcid adípic, s'utilitza aigua de refrigeració per refredar fluids de procés en diverses àrees. A continuació, s'ha fet un càlcul per veure les torres necessàries per poder abastir a tota la planta.

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

Taula 1.2. Consums d'aigua de refrigeració per àrees

Area	Consum d'aigua de refrigeració [m ³ /h]
A-300	590
A-500	335,84
A-800	2,019
TOTAL	927,859

Sabent que aquest cabal d'aigua és el necessari per abastir les necessitats de la planta, ara només falta saber el calor a dissipar per les torres de refrigeració com s'explica el manual de càlculs. S'obté una calor a dissipar de 29627.62 kW. S'ha trobat informació sobre torres de refrigeració i la que s'escollirà per aquest cas és la anomenada TC-865 (INDUMEC) on 1 torre d'aquest tipus pot bescanviar 11.779 kW. Per poder trobar el nombre de torres necessàries, s'utilitza l'equació següent:

$$n^{\circ} \text{ torres de refrigeració} = \frac{\text{Calor a bescanviar [kW]}}{\text{Calor d'una torre} \left[\frac{\text{kW}}{1 \text{ torre}} \right]} = \frac{29.627,662 \text{ kW}}{11.779 \frac{\text{kW}}{1 \text{ torre}}} =$$

$$n^{\circ} \text{ torres de refrigeració} = 2.515 \text{ torres} \approx 3 \text{ torres}$$

En conclusió, es necessiten 3 torres de refrigeració de la marca INDUMEC de tipus TC-865 on les característiques principals es mostren a continuació:

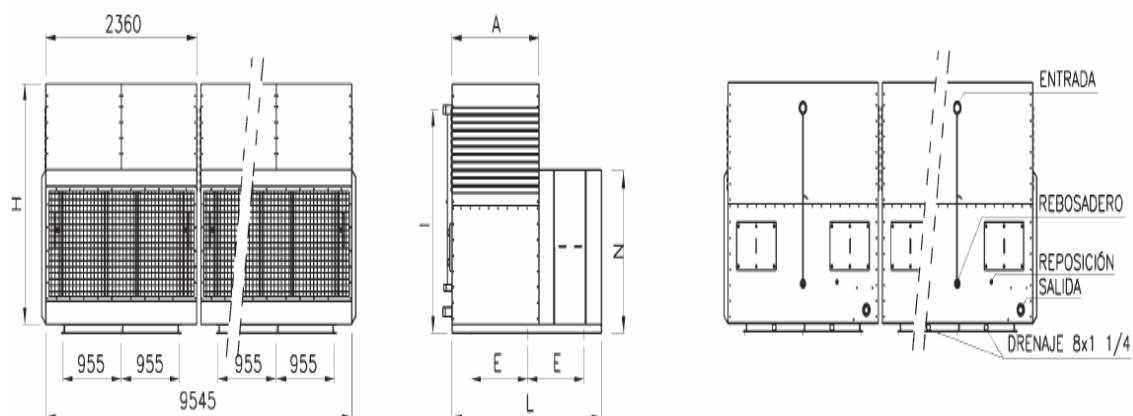


Fig 1.4. Torre de refrigeració

Torre	A [mm]	E [mm]	I [mm]	N [mm]	L [mm]	H [mm]
TC-865	3610	1100	2335	1910	5110	2580

			Connexions				Punts de recolzament
Motor ventilador [kW]	Pes buida [kg]	Pes amb càrrega [kg]	Entrada	Sortida	Rebosader	Reposició	
8·15	8,72	20,8	4·6"	4·8"	4·3"	4·1 1/2"	60

Les torres de refrigeració és un circuit tancat però té unes certes pèrdues d'aigua degut a l'evaporació d'aigua a les torres. Sabent la calor a dissipar per les 3 torres s'ha obtingut un cabal fresc de 43,767 m³/h.

1.8.2. Generació de vapor i consum de gas natural

En la producció d'àcid adípic, una gran part dels processos que esdevenen en la planta, com pot ser l'escalfament del nitrogen en la zona 600, necessiten un servei de vapor per complir els seus objectius.

S'ha fet un recull de totes les demandes de servei de vapor per a cadascuna de les zones implicades:

Necessitats de vapor	Area 300	Area 500	Area 600	Area 800	Total
Cabals màssics (Kg/h)	8883	8713	23782	-2596	38782

Potencia requerida (KW)	23500
--------------------------------	-------

Característiques del vapor saturat	
Temperatura (°C)	150,44
Pressió (bar)	4,813

Per solucionar aquesta demanda, s'ha de pensar en un generador de vapor i un acumulador d'aigua. El primer d'aquests compleix la funció de subministrar el vapor als diferents equips de la planta que requereixin d'aquest servei, els quals una vegada l'han fet servir, tornen el servei en estat líquid, sense que la temperatura baixi significativament (sent uns dels avantatges d'utilitzar vapor saturat).

La recollida de vapors condensats es reuneixen en la unitat d'acumulador d'aigua, per després canalitzar-lo cap a la caldera un altra cop i reinicialitzar el cicle del vapor.

En el món de l'indústria hi ha moltes empreses destinades a solucionar les demandes de vapor de les diferents indústries. El grup ATTSU satisfà, amb els seus generadors de vapor, els requeriments d'Adipsa. El fabricant ens recomana el següent equip, del qual exposarem les seves principals característiques:

- o Tipus de caldera: Piro-tubular de tres passos de fums
- o Model #20000
- o Pressió estàndard de treball fins 16 bar
- o Producció de vapor: 20000 Kg/h
- o Potència tèrmica útil: 15167 KW
- o Consum de combustible:
 - Gasoil - Light Oil: 1400 Litres/h
 - Fueloil - Heavy Oil: 1300 Kg/h
 - Gas natural: 1298 Nm³/h
 - Propà - LPG: 1036 Kg/h
- o Pes de transport: 54 Tm
- o Sobre – pressió llar: 2,2 KPa

D'aquesta manera, caldran 2 unitats de generació de vapor, amb unes dimensions de 4 metres d'alçada, 11,6 metres de llargada i 4 metres d'amplada. El combustible que es farà servir serà gas natural, ja que no caldria emmagatzemar-lo com els altres combustibles al ser subministrat directament des de la xarxa municipal.. El consum de gas natural de les calderes és de $1298 \text{ N}\cdot\text{m}^3/\text{h}$ per tant, les dues calderes en total gasten $2600 \text{ N}\cdot\text{m}^3/\text{h}$.

1.8.3. Grup de fred

Durant el procés és necessari utilitzar aigua freda per refrigerar el segon cristal·litzadors (CR-502) i per condensar el vapor generat durant l'etapa de cristal·lització (E-501, E-504 i E-506). L'alternativa era usar aigua de refrigeració, fet que suposava cabals massa elevats i, consegüentment, es va optar per emprar aigua freda. Es tracta d'un circuit tancat on l'aigua freda entra als diferents equips a 7°C i en surt a 22°C i, en el grup de fred, es regenera l'aigua novament a 7°C .

El consum d'aigua del grup de fred és bàsicament durant la posada en marxa, moment en què cal omplir el circuit. Posteriorment, durant el funcionament habitual de la planta, no hi ha consum d'aigua pel fet de tractar-se d'un circuit tancat, exceptuant la reposició de l'aigua perduda en possibles fuites. A més, es tracta d'equips que no solen donar problemes, sempre que el manteniment sigui l'adequat.

A la taula següent hi apareixen els cabals d'aigua freda que necessiten cada un dels equips implicats:

Taula 1.3. Cabal d'aigua freda per equips

Equip	Cabal (kg/s)
CR-502	2.38
E-501	46.34
E-504	24.10
E-506	46.34

Aquest consum d'aigua freda implica una potència frigorífica de 7471,33 KW. Per cobrir aquestes necessitats, s'està obligat a instal·lar 5 grups de fred en paral·lel. L'equip escollit és el model PHOENIX, amb una potència frigorífica de 1536 KW, subministrat per l'empresa Novair-MTA.



Fig 1.5. Refredador d'aigua

Es tracta de refredadores d'aigua condensades per aire. El fluid refrigerant que utilitzen és el R407c que, des del punt de vista ecològic, és interessant pel fet de no contenir clor i tenir un valor de O.D.P. molt baix. Disposen de diversos models, que van d'una potència de 230 fins 1536 KW, sent el de potència màxima el que interessa pels requeriments de la planta.

1.8.4. Nitrogen

La pols de l'àcid adípic sòlid pot ser explosiva, per tant en els equips on es manipula aquest producte i en el seu transport s'utilitza nitrogen.

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

- 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.

En la planta les necessitats de nitrogen seran les següents:

Taula 1.5. Cabal de nitrogen que necessita la planta, a les condicions de sortida del generador.

	m ³ /h
Assecador fluïditzat	3712
Refredador fluïditzat	2752
Transport pneumàtic	90.67
Total	6554.67

Per cobrir aquestes necessitats la planta disposarà de generadors de la marca IGS, model NitroSwing®.



Fig1.6. : Generador de nitrogen NitroSwing®.

Aquests generadors utilitzen sistema PSA, aquest consisteix en fer passar aire sobre material adsorbent el qual adhereix l'oxigen per deixar un corrent ric en nitrogen.

Aquest mètode presenta grans avantatges respecte d'altres:

- És capaç de proporcionar cabals molt superiors als que obtindríem amb un altre sistema.
- Econòmicament és el més rentable, permet obtenir nitrogen d'una forma barata.

Els passos que segueix el generador per a l'obtenció del nitrogen són els següents:

- 1) Compressió i condicionament de l'aire d'alimentació: L'aire ambiental és comprimit amb un compressor, assecat i filtrat.
- 2) Pressurització i adsorció: L'aire tractat passa per un tub de carbó molecular (CMS) on l'oxigen és adsorbit i el nitrogen continua en el corrent de gas. El sistema consta de dos tubs adsorbents, abans de que la capacitat d'adsorció de CMS sigui utilitzada per complet, el procés de separació és interromput per canviar de tub.

- 3) Desorció: El CMS saturat es regenera alliberant els gasos retinguts cap a l'atmosfera. L'adsorció i desorció duren el mateix interval de temps. Això vol dir que 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. Això assegurarà que el sistema pugui cobrir la demanda dels pics de consum en les aplicacions on el cabal necessari pugui variar.

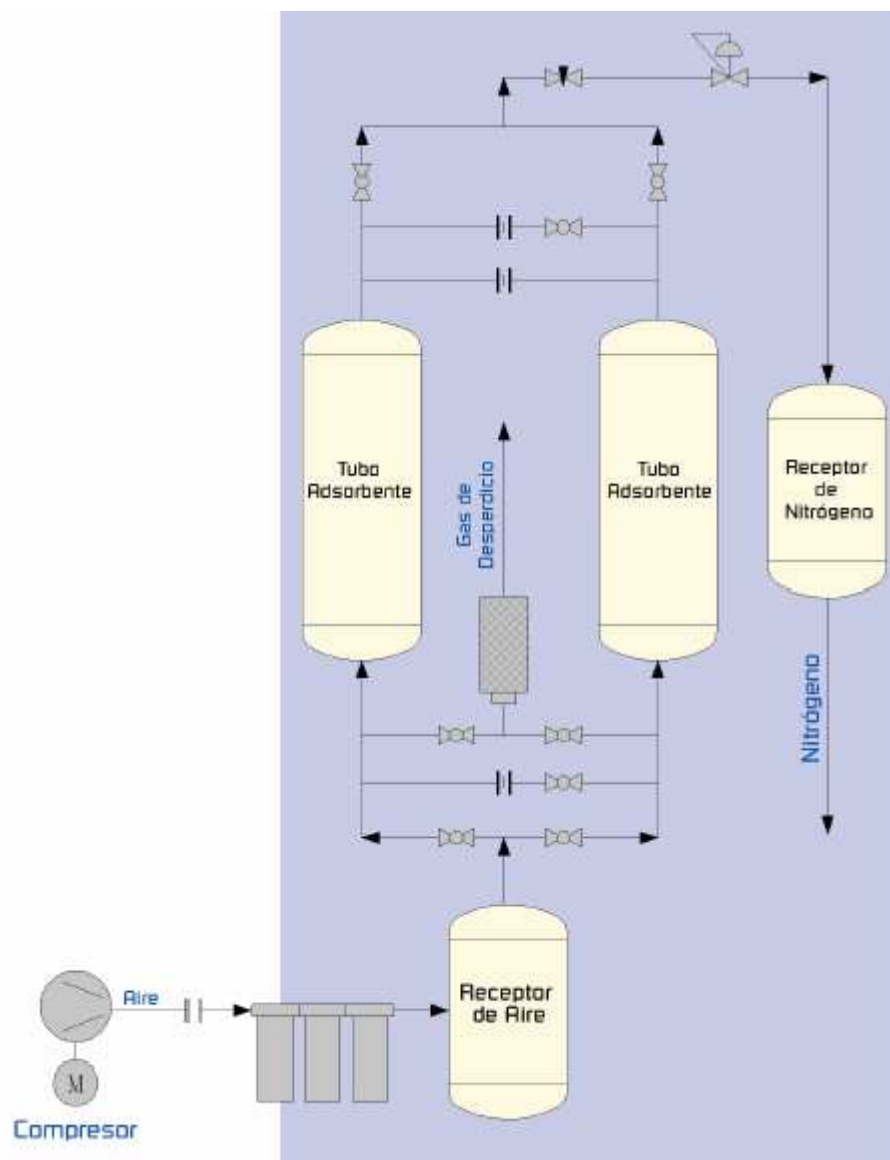


Fig1.7. : Sistema que utilitza NitroSwing® per generar nitrogen.

La sortida del nitrogen de cada generador és a una pressió de 7.5 bar, 20 °C i una puresa d'aproximadament al 99.99 %.

1.8.5. Electricitat

Qualsevol empresa, ja sigui per al funcionament dels equips com per l'enllumenat, requereixen una connexió a la xarxa de distribució elèctrica. A la planta es tenen 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 i 380 V, que és a la que funcionen la majoria d'equips industrials. Seguidament, es distribuirà a totes les àrees de la planta.

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

Estació transformadora

Com ja s'ha explicat anteriorment, és necessari transforma el voltatge que prové de la xarxa elèctrica a 20kV i passar-lo a 380V. Degut a aquesta transformació de voltatge, s'ha pensat en posar una estació transformadora que dongui aquests resultats. Al manual de càlculs s'ha calculat la capacitat que ha de tenir aquesta estació transformadora i s'ha trobat que són necessaris 3036 kVA perquè funcioni correctament. A la següent foto, es mostra la estació transformadora capaç de donar els 3036 kVA necessaris per la planta. És del subministrador *Ormazabal*.



Fig 1.8. Estació transformadora

Grups electrògens

S'ha previst la instal·lació de grups electrògens que assegurin la continuïtat del subministrament en cas de possibles problemes amb la xarxa. S'haurà de garantir, per mitjà de grups electrògens, el subministrament elèctric als equips informàtics, als sistemes de control i el funcionament dels equips i serveis més importants de la planta.

S'ha escollit un grup electrogen Diesel de 2500 kW, que és capaç de subministrar la potència necessària per mantenir en funcionament tots els equips de la planta.



Fig 1.9. Grup electrògen

Característiques

Potència: 650-2.340 kVA

Motor: MTU

Refrigeració: Aigua

Combustible: Diesel

Taules de consums

A les taules següents es mostra la potència elèctrica requerida, expressada en KW, dels principals equips de la planta que consumeixen electricitat. Els equips es troben agrupats per àrees.

- Àrea 100

Realment, la potència requerida d'aquesta àrea és major que la indicada a la taula ja que cal sumar-hi el consum de tres bombes i un ventilador que, per manca de temps, no s'han dissenyat. Cal dir que aquests equips no són imprescindibles per al funcionament de la planta ja que són els que actuen sobre el scrubber del parc de tancs d'àcid nítric

Equip	Potència (KW)
P-101a	1,34
P-101b	1,34

- Àrea 200

Equip	Potència (KW)
P-201a	1,35
P-201b	1,35

- Àrea 300

Equip	Potència (KW)
P-301a	0,9
P-301b	0,9
P-302a	5,63
P-302b	5,63
P-303a	4,69
P-303b	4,69
P-304a	4,69
P-304b	4,69
P-305a	1,51
P-305b	1,51
P-306a	1,51
P-306b	1,51
P-307a	2,38
P-307b	2,38
Agitador R-301	1,10
Agitador R-302	1,10
Agitador R-303	2,20
Agitador M-301	0,38

- Àrea 400

Equip	Potència (KW)
P-401a	7,82
P-401b	7,82
CO-401	1,75

- Àrea 500

Equip	Potència (KW)
P-501a	5,27
P-501b	5,27
P-502a	3,60
P-502b	3,60
P-503a	0,51
P-503b	0,51
Agitador CR-501A	75,71
Agitador CR-501B	75,71
Agitador CR-501C	75,71
Agitador CR-501D	75,71
Agitador CR-501E	75,71
Agitador CR-502	3,00
Agitador CR-503A	19,00
Agitador CR-503B	19,00
Agitador T-502	0,10
Equip de fred	7680

- Àrea 600

Equip	Potència (KW)
Generador de nitrogen	977

- Àrea 700

No s'ha dissenyat cap equip que tingui un consum d'energia elèctrica, tot i que hi ha una bomba de buit.

- Àrea 800

Equip	Potència (KW)
P-801a	3,67
P-801b	3,67
CO-801	4,7

- Àrea 900

L'àrea de tractament d'aigües residuals no s'ha dissenyat en detall i, consegüentment, no es pot precisar el consum elèctric dels equips.

- Àrea 1000

Equip	Potència (KW)
P-1001a	0,11
P-1001b	0,11
P-1002a	0,87
P-1002b	0,87
P-1003a	0,27

P-1003b	0,27
M-1001	1,00

▪ *Àrea 1100*

Aquesta àrea, la de transformació dels àcids dibàsics, tampoc s'ha dissenyat en detall, de manera que no és possible precisar el consum dels equips.

▪ *Àrea 1200*

El consum de l'àrea de serveis no s'ha calculat amb precisió. Tot i això, certs serveis inclouen el consum dels equips que el formen dins la taula corresponent a l'àrea on s'usen. Concretament, és el cas de l'aigua freda i del generador de nitrogen.

▪ *Àrea 1300*

El consum estimat pel laboratori és de 25 KW.

▪ *Àrea 1400*

El consum estimat per a les oficines, menjador i sala de control és de 35 KW.

Un darrer consum a considerar és el de l'enllumenat general i altres, estimat en 200 KW.

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. En tots els casos s'ha pres un coeficient de simultaneïtat del 70%, excepte en el cas dels agitadors, que treballen simultàniament tot el temps.

A continuació, es mostra una taula on s'indica la potència de cada àrea, la intensitat de cada cable de cada àrea, la seva caiguda de tensió, la longitud dels cables i finalment la secció escollida.

Taula 1.6. Cables a cada àrea de la planta

Àrea	Potència [kW]	Intensitat [A]	Caiguda de tensió [%]	Longitud [m]	E	Secció calculada [mm ²]	Secció real [mm ²]	D(mm)
100	1,34	4,41	6,5	10	24,7	0,05	1,5	1,38
200	1,35	4,44	6,5	10	24,7	0,05	1,5	1,38
300	22,47	73,91	6,5	25	24,7	2,14	2,5	1,78
400	7,80	25,66	6,5	60	24,7	1,78	2	1,60
500	428,66	1410,07	6,5	60	24,7	97,86	120	12,36
600	978,26	3217,96	6,5	60	24,7	223,34	240	17,48
700	1,00	3,29	6,5	50	24,7	0,19	1,5	1,38
800	3,67	12,07	6,5	60	24,7	0,84	1,5	1,38
900	200,00	657,89	6,5	80	24,7	60,88	75	9,77
1000	1,26	4,14	6,5	80	24,7	0,38	1,5	1,38
1100	200,00	657,89	6,5	100	24,7	76,10	75	9,77
1200	316,00	1039,47	6,5	60	24,7	72,14	75	9,77
1300	130,00	427,63	4,5	90	17,1	64,31	75	9,77
1400	137,00	450,66	4,5	90	17,1	67,77	75	9,77

Ara només falta calcular el cable que surt de l'estació transformadora i que porta tota la potència de la planta. Com que és molta potència, s'ha pensat dividir el corrent elèctric en 6 cables. Per tant, queda un cable de les següents dimensions.

Taula 1.7. Cable de l'estació transformadora a la planta

Nº cables	Potència [KW]	Intensitat [A]	Caiguda de tensió [%]	Longitud [m]	E	Secció calculada [mm ²]	Secció real [mm ²]	D [mm]
Cada cable	404,80	1331,58	6,5	150	24,7	231,04	240	17,48
6 cables total	2428,81	7989,51	6,5	150	24,7	1386,26	1500	43,70

1.8.6. Aire comprimit

L'aire comprimit és un servei que la planta necessita inevitablement ja que s'utilitza com a instrumentació de moltes vàlvules de la planta. També s'utilitza en els sistemes de control així que es posarà uns compressors perquè puguin subministrar a tota la planta

1.9. PROGRAMACIÓ TEMPORAL DE LA CONSTRUCCIÓ I MUNTATGE DE LA PLANTA

La planificació del temps en que es durà a terme el projecte s'indica en el següent full d'activitats.

Aquest full conté el llistat de les diferents tasques a realitzar durant el procés de construcció i muntatge de la planta i la durada de cada tasca.

El diagrama de Gantt, que també es mostra a continuació, té com a objectiu posicionar cada tasca al llarg d'una línia temporal, de manera que es puguin identificar les relacions e independències que hi ha entre elles.

A més aquest mètode ens indica que la durada total del projecte serà de 2 anys i 1 mes, és a dir que si es demanés la llicència d'obres al Juliol del 2008 el muntatge de la planta acabaria a l'Agost del 2010.

El diagrama de Gantt es llegeix de la següent manera:



Activitat crítica



Activitat flotant



Grup d'activitats

Task Name	Duration
Llicència d'obres	120 days
Llicència d'activitats	180 days
☐ Urbanització	150 days
Neteja dels terrenys	30 days
Excavacions i fonaments	60 days
Instal·lació de subministraments	30 days
Vials i voreres	30 days
☐ Edificació d'oficines i aparcament	215 days
Instal·lació de suports, escales, plataformes i baranes	65 days
Edifici oficines	150 days
Aparcament	60 days
☒ Edifici procés	180 days
☐ Instal·lació d'equips	85 days
Àrea de reacció	20 days
Àrea de cristal·lització	20 days
Àrea de tractament de gasos	15 days
Altres equips de procés	15 days
Parcs de tancs	40 days
Sitges	20 days
Àrea de serveis	15 days
☒ Calibració d'equips	15 days
☐ Instal·lació de canonades	115 days
Instal·lació de canonades de procés	20 days
Connexió canonades - equips	15 days
Instal·lació de canonades de servei	20 days
Connexió canonades de servei - equips	10 days
☐ Instrumentació	115 days
Instal·lació instrumentació	30 days
Connexió instrumentació - equips	15 days
☐ Aparellatge elèctric	108 days
Instal·lació d'aparellatge elèctric	20 days
Connexió elèctric - equips	8 days
☐ Aïllaments	30 days
Aïllament equips	10 days
Aïllament canonades	15 days
☒ Proves d'equips	15 days
☐ Acabats	14 days
Pintura	10 days
Neteja	4 days

Fig1.10. : Full d'activitats per a la construcció i muntatge de la planta.

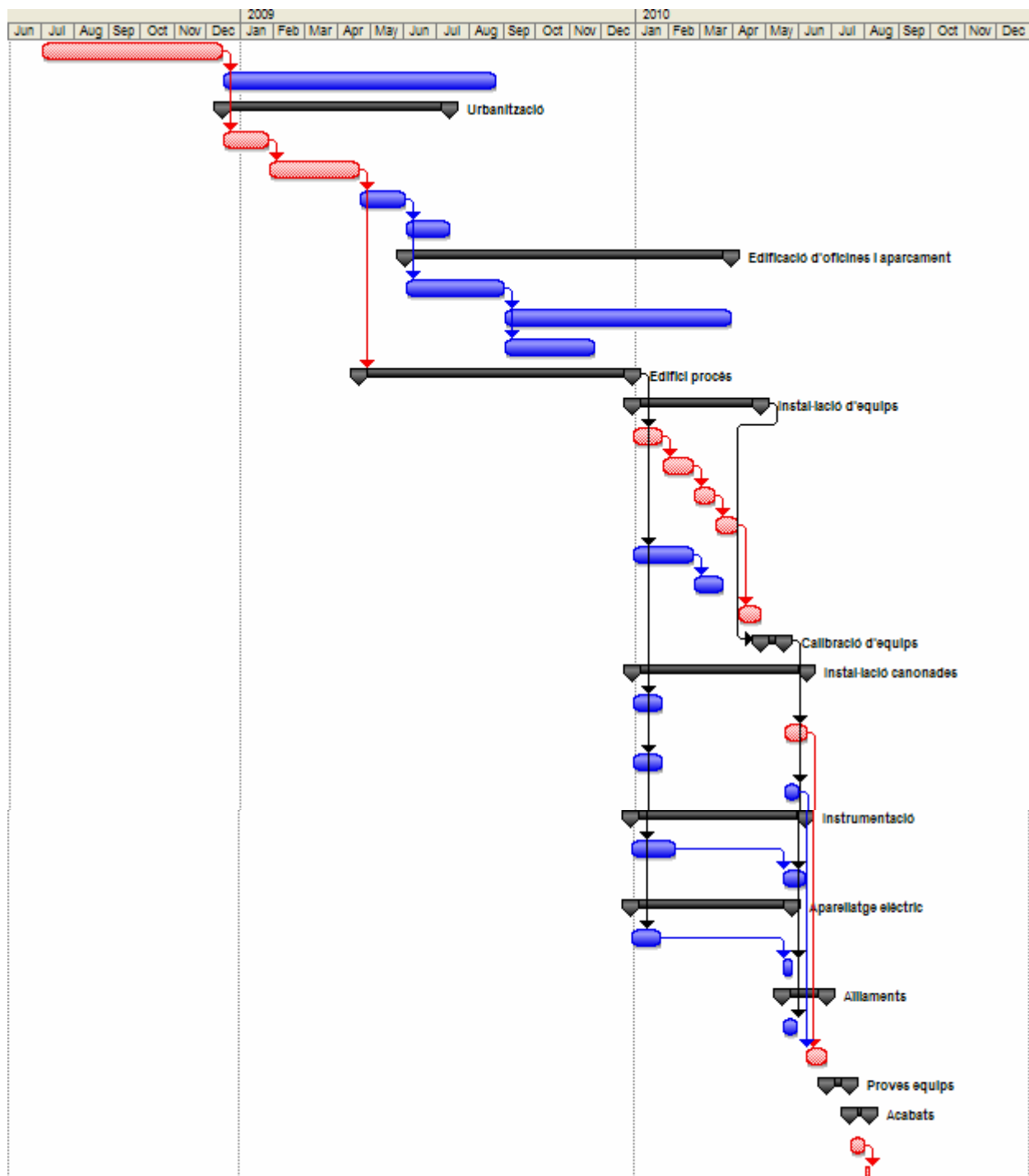


Fig1.11. : Diagrama de Gantt de la planificació temporal de l'arrencada de la planta.

2. EQUIPS

2. EQUIPS

2.1. Llistat d'equips.....	2-1
2.2. Fulls d'especificació d'equips.....	2-10
- Àrea 100.....	2-10
- Àrea 200.....	2-15
- Àrea 300.....	2-18
- Àrea 400.....	2-31
- Àrea 500.....	2-40
- Àrea 600.....	2-57
- Àrea 700.....	2-68
- Àrea 800.....	2-71
- Àrea 1000.....	2-78

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 100		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
T-101/112	1	Tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric	D = 4 m. L = 8.5 m (vertical)	-	AISI 304
C-101	1	Columna d'absorció d'àcid nítric dels tancs d'emmagatzematge	D = 0.3 m. L = 1.25 m. (vertical)	-	AISI 304
T-113	1	Tanc pulmó	D = 1 m. L = 1.5 m (vertical)	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 200		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
T-201/206	6	Tanc d'emmagatzematge de ciclohexanol	D = 4 m. L = 8.5 m. (vertical)	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 300		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
TDS-301	1	Tolva pel Vanadat d'amoni	Capacitat = 50 litres	-	-
TDS-302	1	Tolva pel Nitrat de coure	Capacitat = 50 litres	-	-
BSF-301	1	Bis sense fi pel Vanadat d'amoni	D = 0.23 m	0.32	AISI 304
BSF-302	1	Bis sense fi pel Nitrat de coure	D = 0.23 m	0.32	AISI 304
M-301	1	Tanc de dissolució dels catalitzadors	D = 1.5 m L = 2.3 m (vertical)	0.383	AISI 304
R-301/2	2	Tanc de reacció	D = 2 m. L = 3 m. (vertical)	1.1	AISI 304
R-303	1	Tanc de reacció	D = 2.5 m. L = 4 m. (vertical)	2.2	AISI 304
E-301/302	2	Bescanviador extern de carcassa i tubs	Ds = 1.5 m. Dt = 34 mm L = 6 m. (horitzontal)	-	AISI 304
E-303	1	Bescanviador de carcassa i tubs	Ds = 1.55 m. Dt = 34 mm L = 6 m. (horitzontal)	-	AISI 304
T-301	1	Tanc pulmó de NML	D = 2 m. L = 2.8 m.	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 400		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
C-401	1	Bleacher	D = 1.06 m. L = 1.1 m. (vertical)	-	AISI 304
C-402/403	2	Columna de destil·lació de plats	D = 2m. L = 11 m. (vertical)	-	AISI 304
E-401 i E-403	2	Condensador	Ds = 1.04 m. Dt = 18.59 mm L = 7 m. (horitzontal)	-	AISI 304
E-402 i E-404	2	Kettle reboiler	Ds = 1.21 m. Dt = 13.51 mm L = 7 m. (horitzontal)	-	AISI 304
T-401/404	4	Tancs d'acumulació	V = 5.13 m ³	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíc	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 500		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/2	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
CR-501a/e	5	Cristal·litzador	D = 3.3 m. L = 6.24 m. (vertical)	80	AISI 304
E- 501 i E-506	2	Condensador	Ds = 1.55 m. Dt = 44 mm L = 7 m. (horitzontal)	-	AISI 304
T-501a/b	2	Tancs d'acumulació	V = 13.2 m ³	-	AISI 304
T-505a/b	2	Tancs d'acumulació	V = 13.2 m ³	-	AISI 304
E-504	1	Condensador	Ds = 0.65 m. Dt = 13.5 mm L = 4 m. (horitzontal)	-	AISI 304
T-503a/b	2	Tancs d'acumulació	V = 1.33 m ³	-	AISI 304
T-502	1	Tanc de dissolució	D = 0.9 m. L = 1.85 m. (vertical)	-	AISI 304
KR-501	1	Kettle reboiler	Ds = 1.5 m. Dt = 33.88 mm L = 7 m. (horitzontal)	-	AISI 304
E-502	1	Condensador	Ds = 1.2 m. Dt = 26.21 mm L = 6 m. (horitzontal)	-	AISI 304
T-504a/b	2	Tancs d'acumulació	V = 6.78 m ³	-	AISI 304
CR-502	1	Cristal·litzador	D = 1.75 m. L = 3.7 m. (vertical)	3	AISI 304
CR-503a/b	2	Recristal·litzador	D = 2.5 m. L = 5.87 m. (vertical)	19	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 500		Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
CT-501	1	Centrifugadora	D = 0.4 m.	12.68	-
CT-502	1	Centrifugadora	D = 0.4 m.	12.68	-
CT-503	1	Centrifugadora	D = 0.25 m.	5.49	-
E-503	1	Bescanviador de carcassa i tubs	A. bescanvi = 3.62 m ²	-	AISI 304
E-505	1	Bescanviador de carcassa i tubs	A. bescanvi = 2.74 m ²	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 600		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
BSF-601	1	Bis sense fi	D = 0.25 m.	1.26	AISI 304
SE-601	1	Assecador fluïditzat	D = 1.7 m. L = 8.3 m. (vertical)	-	AISI 304
CC-601	1	Cicló	D = 1.7 m. L = 6.8 m (vertical)	-	AISI 304
E-601	1	Refredador fluïditzat	D = 1.2 m. L = 2.5 m (vertical)	-	AISI 304
CC-602	1	Cicló	D = 1.4 m. L = 5.6 m. (vertical)	-	AISI 304
E-602	1	Bescanviador de carcassa i tubs	Ds = 0.6 m. Dt = 10.3 mm L = 3 m. (horitzontal)	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 700		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
ST-701/705	5	Sitges d'àcid adípíic	D = 4.5 m. L = 16 m.	-	AISI 304

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 800		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
LG-801	1	Absorbidor	D = 0.8 m. L = 9 m. (vertical)	-	AISI 304
E-801	1	Bescanviador de carcassa i tubs	Ds = 0.3 m. Dt = 10.3 mm L = 2 m. (horitzontal)	-	AISI 304
R-801	1	Reactor	A. bescanvi = 28.76 m ²	-	Ceràmica

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 900		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
C-901	1	Columna de destil·lació de plats	D = 1.5 m. L = 3 m. (vertical)	-	AISI 304
R-901	1	Reactor biològic anòxic	V = 476.18 m ³	-	-
CM-901	1	Cambra d'arrossegament	V = 4 m ³	-	-
D-901	1	Decantador	V = 23.72 m ³ L = 5 m. (vertical)	-	-

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 1000		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
M-1001	1	Tanc de dissolució	D = 2 m. L = 3 m. (vertical)	-	AISI 304
CBI-1001/1006	6	Columnes de bescanvi iònic	D = 1.5 m. L = 4 m. (vertical)	-	AISI 304

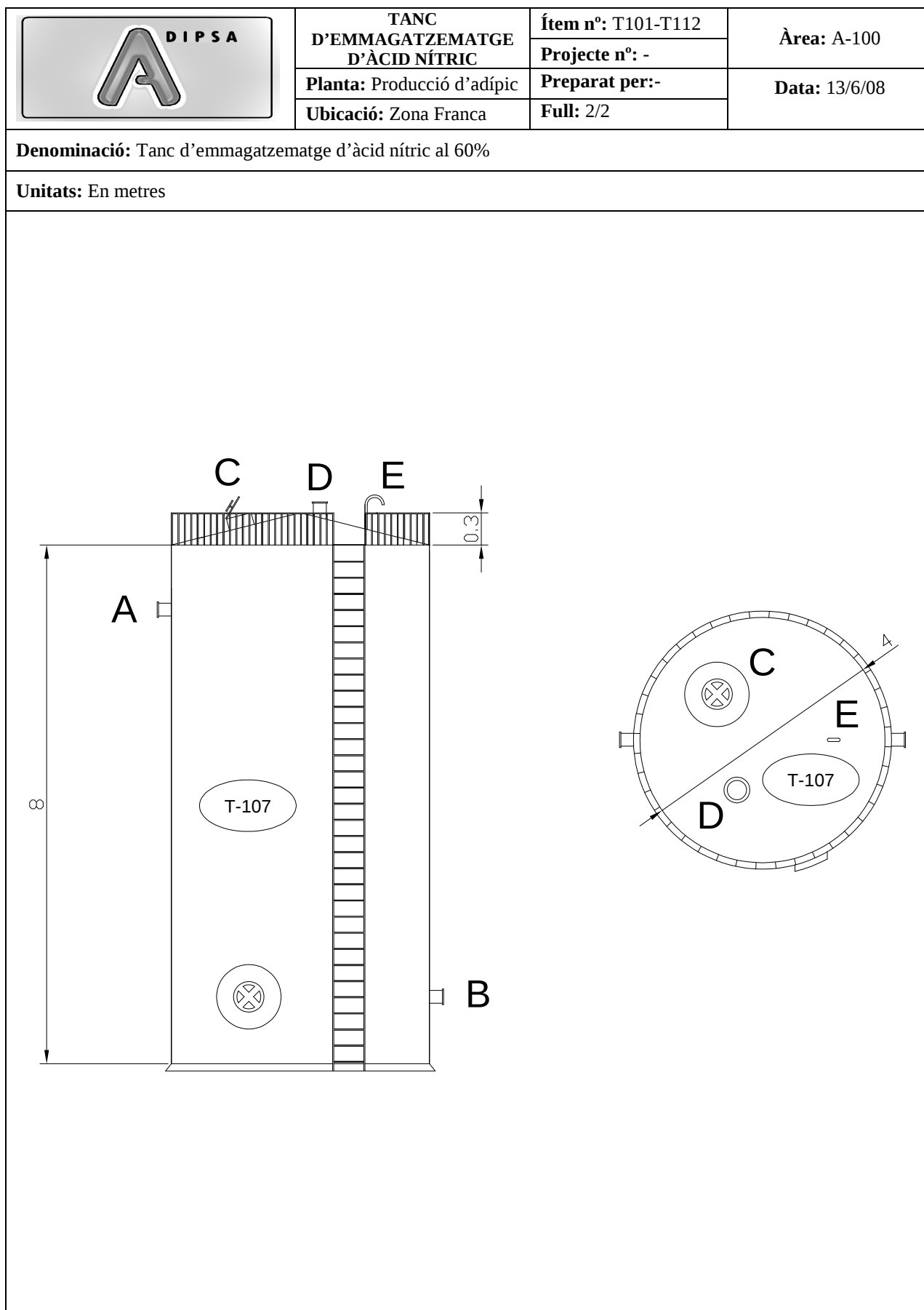
	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 1100		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
T-1101	1	Tanc de metanol 99%	$V = 6.63 \text{ m}^3$	-	-
T-1102	1	Tanc de H_2SO_4 98%	$V = 2.35 \text{ m}^3$	-	-
T-1103	1	Tanc de benzè	$V = 11 \text{ m}^3$	-	-
T-1104	1	Tanc DBE	$V = 8.9 \text{ m}^3$	-	-
R-1101	1	Reactor	$V = 1.8 \text{ m}^3$	-	-
T-1105	1	Tanc extractor	$V = 2.15 \text{ m}^3$	-	-

	LLISTAT D'EQUIPS		Planta: Producció d'adípíic	Preparat per: Adipsa	
	ÀREA 1200		Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1	
ITEM	Unitats	Denominació	Característiques principals	Potència (kW)	Material
CA-1201/1202	2	Caldera de vapor	Capacitat = 20000kg/h	-	-
TR-1201/1203	3	Torre de refrigeració	Calor bescanviada = 11779 kW	-	-
CH-1201/1205	5	Grup de fred (Chiller)	-	1536 kW	-
GN-1201/1203	3	Generador de nitrogen	Q = 2185 m ³ /h P = 7.5 bar.	325 kW	-

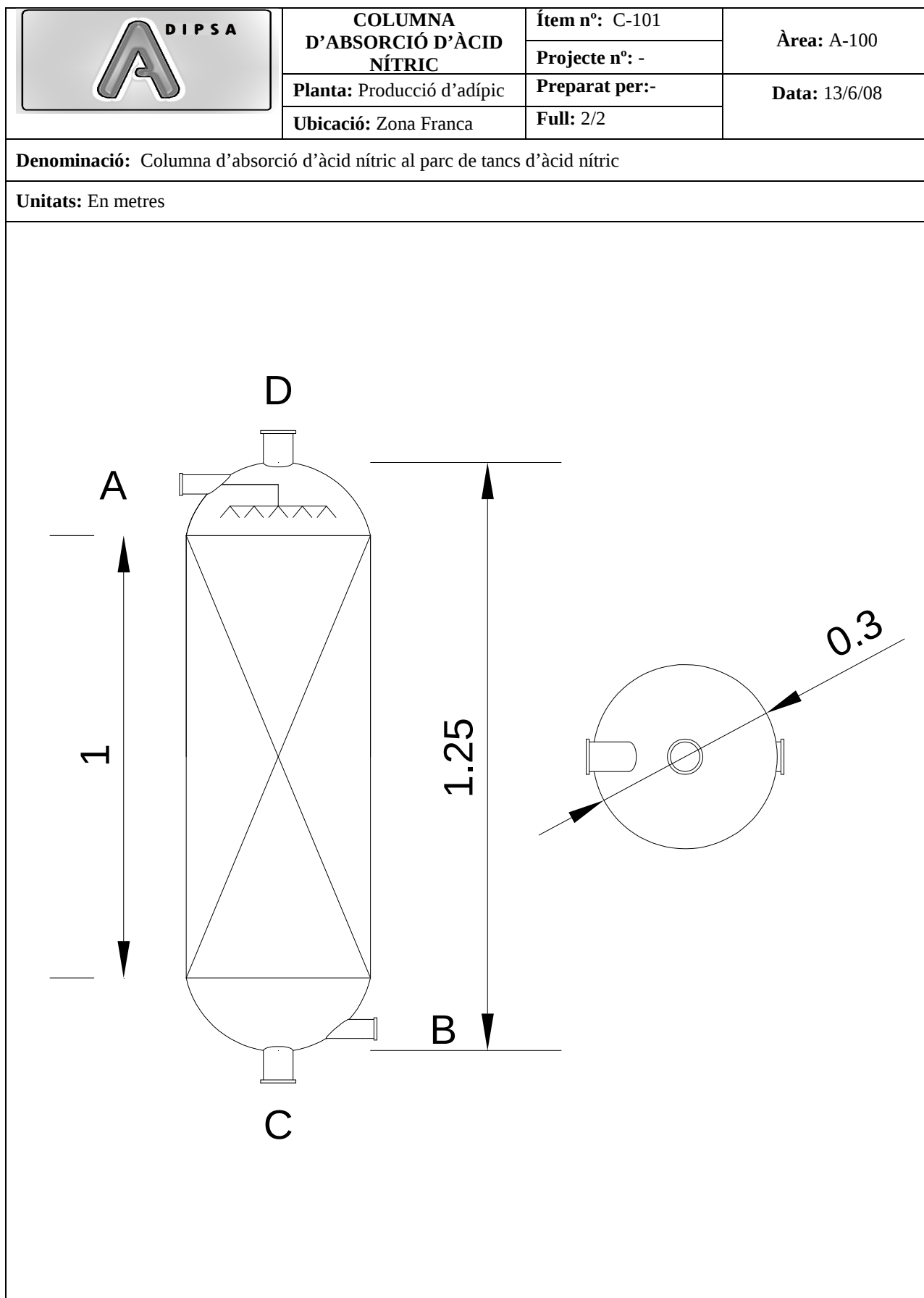
FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

A-100

	TANC D'EMMAGATZEMATGE D'ÀCID NÍTRIC		Ítem n:T101/T112		Àrea: A-100
			Projecte n°: -		
	Planta:Producció d'adípic		Preparat per:-		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc d'emmagatzematge d'àcid nítric al 60% en pes					
Productes manipulats: Àcid nítric al 60%					
Pes buit [kg]	4987,43	Posició	Vertical	Densitat [kg/m³]	1140
Pes operació [kg]	112429,9	Alçada total [m]	8.5	Producte	Àcid nítric
Capacitat [m³]	94.25	Diàmetre [m]	4		
DADES DE DISSENY					
Material de construcció			AISI 304		
Temperatura de treball [°C]			25		
Temperatura de disseny [°C]			50		
Pressió de treball [bar]			1		
Pressió de disseny [bar]			2		
Normativa de disseny			ASME		
Gruix paret cilindre [mm]			5		
Gruix fons pla [mm]			5		
Gruix sostre cònic [mm]			5		
Gruix corrosió [mm]			1		
Angle del con amb l'horitzontal [°]			15		
RELACIÓ DE CONNEXIONS			DETALLS DE DISSENY		
Marca	Tamany	Denominació	Radiografiat	0.85	
A	3.5"	Entrada producte	Eficàcia soldadura	Parcial	
B	2.5"	Sortida producte	Aïllant	No	
C	40"	Boca d'home superior	Volum cilindre [m³]	100.53	
D	1"	Sortida producte gas	Volum con [m³]	2.24	
E	3.5"	Venteig	Volum total [m³]	102.77	



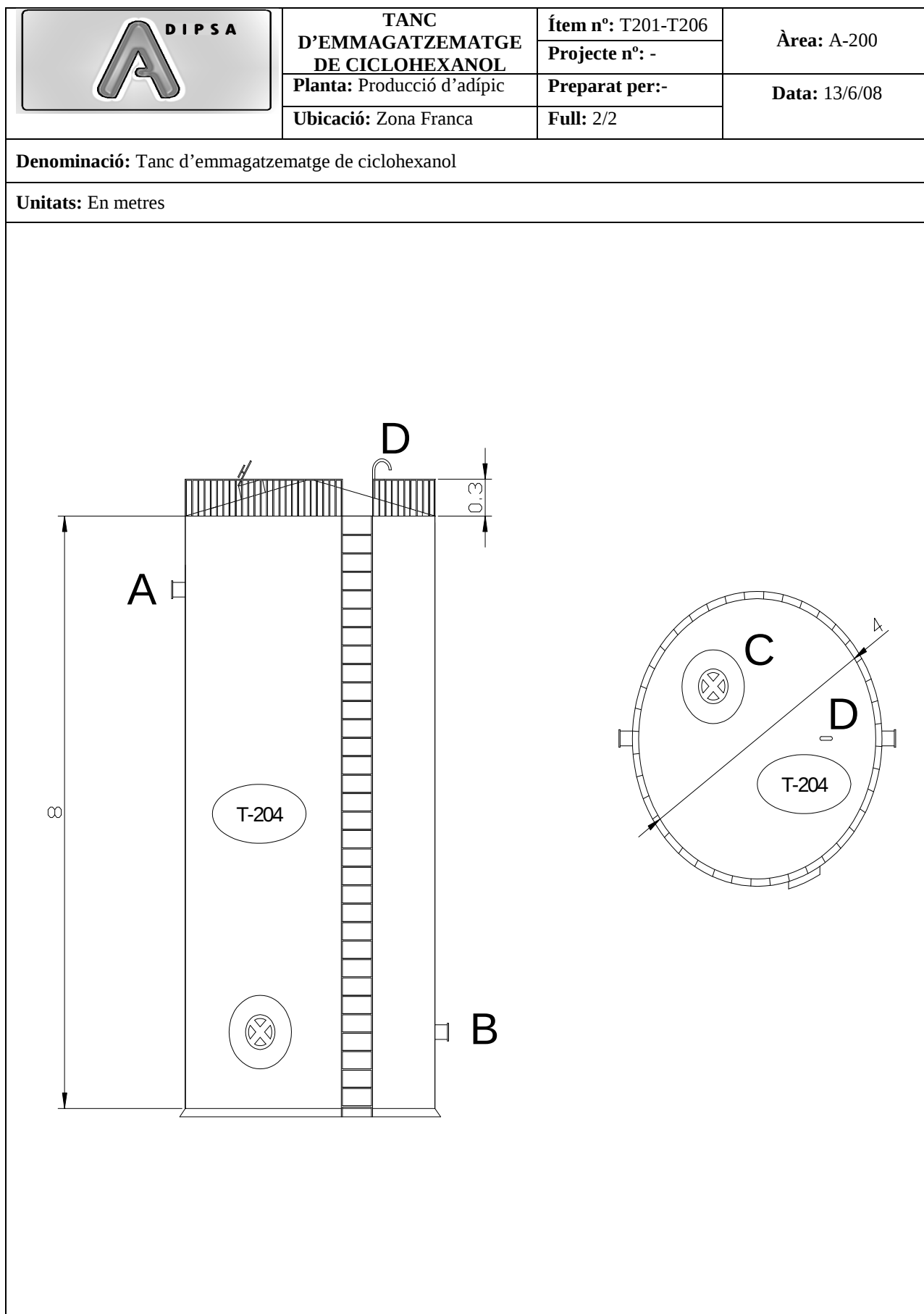
	COLUMNA D'ABSORCIÓ D'ÀCID NÍTRIC		Ítem nº: C-101		Àrea: A-100
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per:-		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Columna d'absorció d'àcid nítric al parc de tancs d'àcid nítric					
Productes manipulats: Àcid nítric (fase gas), solució de hidròxid de calci, aigua					
Pes buit [kg]	30.3	Posició	Vertical	Tipus rebliment	Anells Raschig
Pes amb aigua [kg]	118.65	Alçada total [m]	1.25	Diàmetre Anells	1"
Pes operació [kg]	379.31	Diàmetre [m]	0.3		
DADES DE DISSENY					
Material de construcció			AISI 304		
Temperatura de treball [°C]			25		
Temperatura de disseny [°C]			50		
Pressió de treball [bar]			1		
Pressió de disseny [bar]			2		
Normativa de disseny			ASME		
Gruix paret cilindre [mm]			3		
Gruix toriesfèric [mm]			3		
Gruix corrosió [mm]			1		
Tipus Toriesfèric			KLOPPER		
RELACIÓ DE CONNEXIONS			DETALLS DE DISSENY		
Marca	Tamany	Denominació	Radiografiat	0.85	
A	1"	Entrada solució Ca(OH) ₂	Eficàcia soldadura	Parcial	
B	1"	Entrada àcid nítric (gas)			
C	2.5"	Sortida solució resultant	Aïllant	No	
D	1"	Sortida aire sense nítric			



FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

A-200

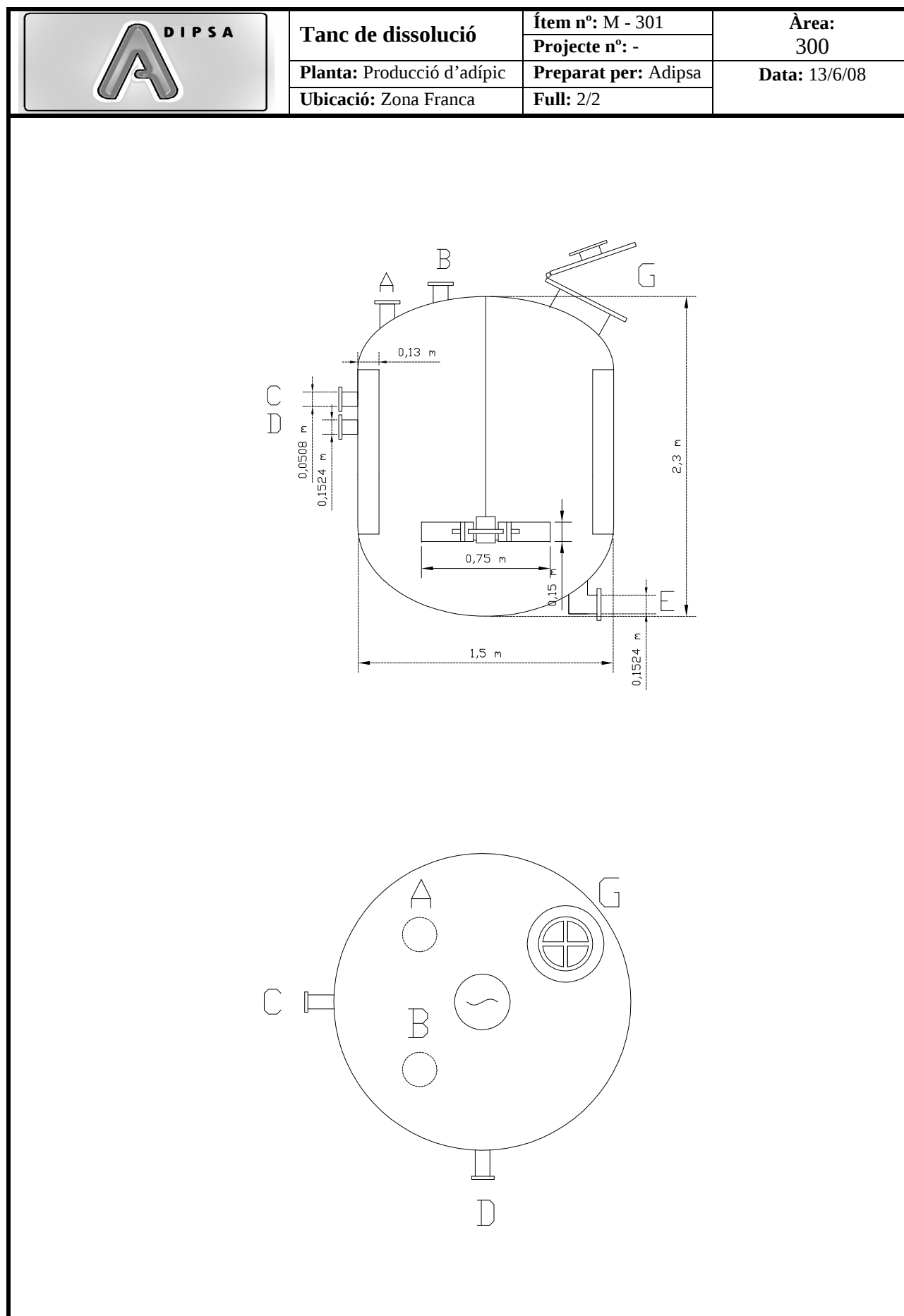
DIPSA	TANC D'EMMAGATZEMATGE DE CICLOHEXANOL		Ítem nº: T201-T206		Àrea: A-200
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per:-		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc d'emmagatzematge de ciclohexanol pur					
Productes manipulats: Ciclohexanol					
Pes buit [kg]	4987,43	Posició	Vertical	Densitat [kg/m³]	962
Pes operació [kg]	95653,8	Alçada total [m]	8.5	Producte	Ciclohexanol
Capacitat [m³]	94.25	Diàmetre [m]	4		
DADES DE DISSENY					
Material de construcció			AISI 304		
Temperatura de treball [°C]			25		
Temperatura de disseny [°C]			50		
Pressió de treball [bar]			1		
Pressió de disseny [bar]			2		
Normativa de disseny			ASME		
Gruix paret cilindre [mm]			5		
Gruix fons pla [mm]			5		
Gruix sostre cònic [mm]			5		
Gruix corrosió [mm]			1		
Angle del con amb l'horitzontal [°]			15		
RELACIÓ DE CONNEXIONS			DETALLS DE DISSENY		
Marca	Tamany	Denominació	Radiografiat	0.85	
A	3.5"	Entrada producte	Eficàcia soldadura	Parcial	
B	1.5"	Sortida producte	Aïllant	No	
C	40"	Boca d'home superior	Volum cilindre [m³]	100.53	
D	3.5"	Venteig	Volum con [m³]	2.24	
			Volum total [m³]	102.77	



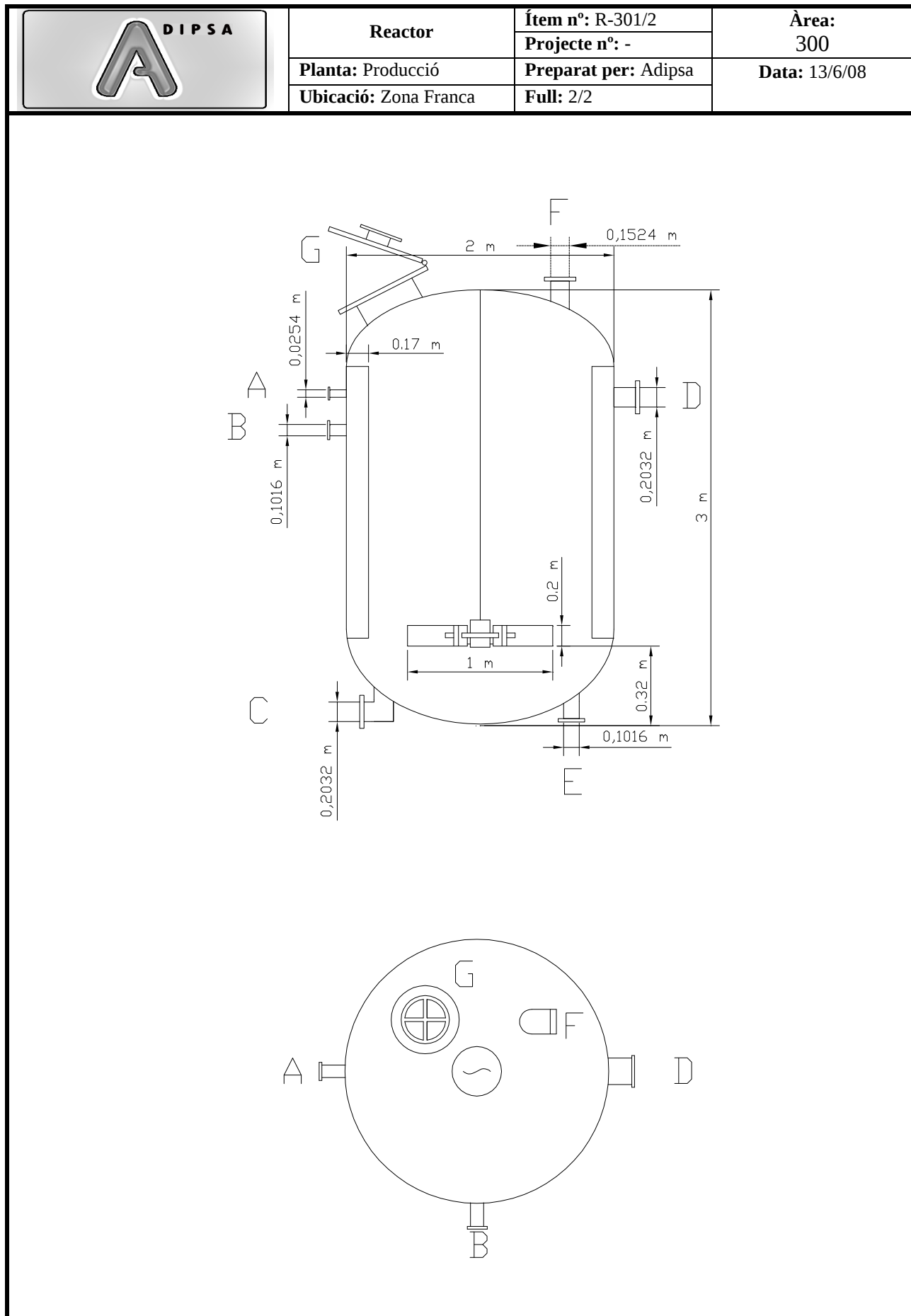
FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

A-300

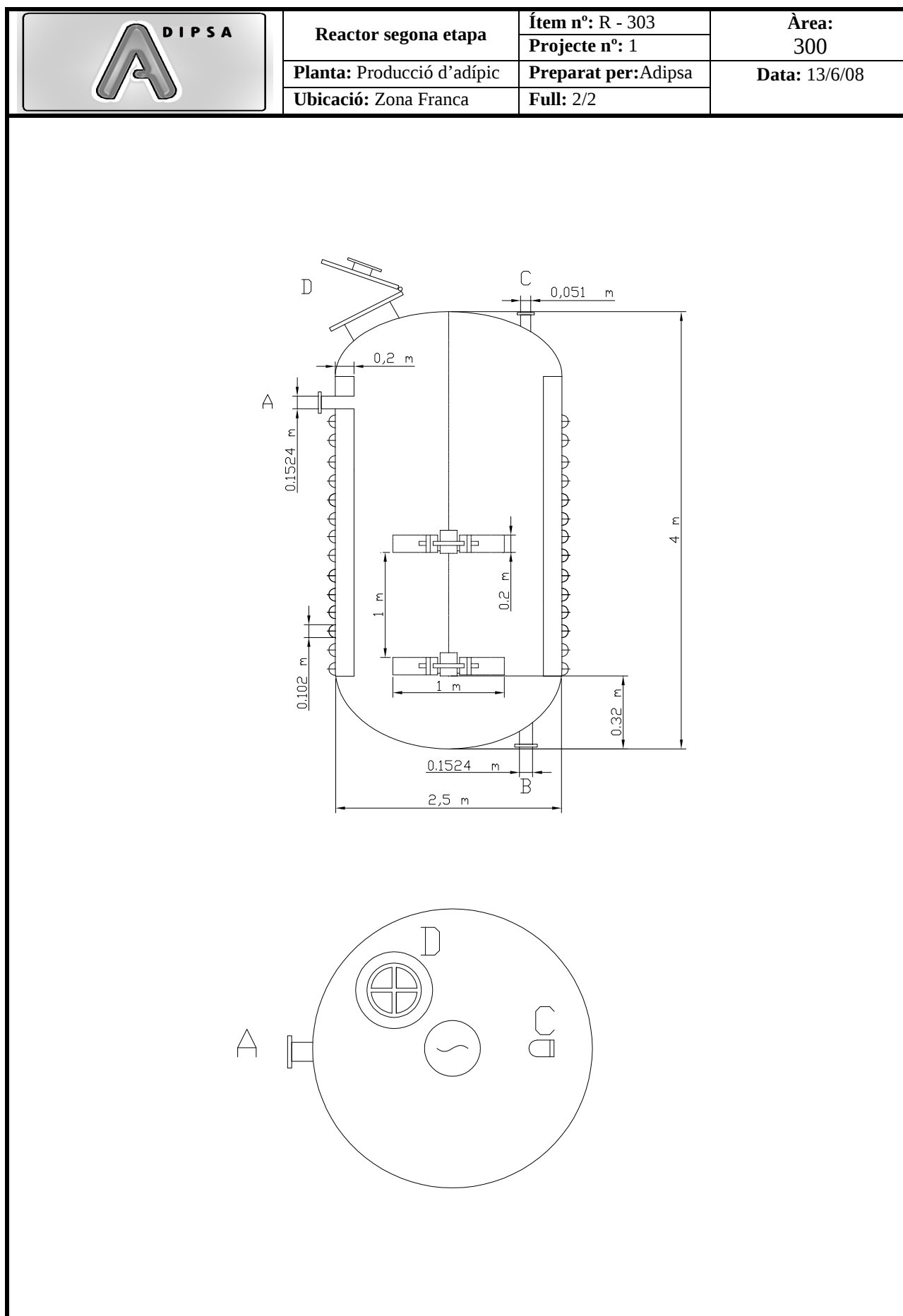
	Tanc de dissolució		Ítem nº: M - 301	Àrea: 300	
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per:	Data: 13/6/08	
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc de dissolució dels catalitzadors (NH_4VO_3 i $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$).					
Compostos manipulats: Àcid nítric, aigua, vanadat d'amoni, nitrat de coure, àcids dicaroxílics.					
Posició :	Vertical	Capacitat (m^3):	3,8	Densitat (kg/m^3):	1205
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	2,3	Pes equip buit	778,8
Fons i capçal:	Toriesfèrics	Diàmetre(m):	1,5	Pes operació (kg/m^3):	5357,8
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI 304 - L		
Temperatura d'operació ($^{\circ}\text{C}$) :			45		
Temperatura de disseny ($^{\circ}\text{C}$):			75		
Pressió de treball (atm):			1		
Pressió de disseny (atm):			1,3		
Gruix del cilindre (mm):			4		
Gruix dels fons (mm):			4		
Sobressessor de corrosió (mm):			2		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Tipus Aïllant utilitzat:			BX SPINTEX 613-40		
Gruix Aïllant utilitzat (cm)			3		
DADES AGITACIÓ					
Tipus d'agitador:			Disc-mounted flat turbine		
Diàmetre impulsor (m):			0,75		
Amplada plaques impulsor (m):			0,15		
Motor (kW):			0,383		
Pes agitador (kg)			300		
Nº Bafles:			4		
Amplada Bafles (cm):			13		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Entrada Vanadat amònic	3"			
B	Entrada Nitrat de coure	3"			
C	Entrada àcid nítric 60% des d' A-100	2"			
D	Entrada NML provinent de T - 301	6"			
E	Sortida cap a M - 301	6"			
F	Boca d'home	20"			



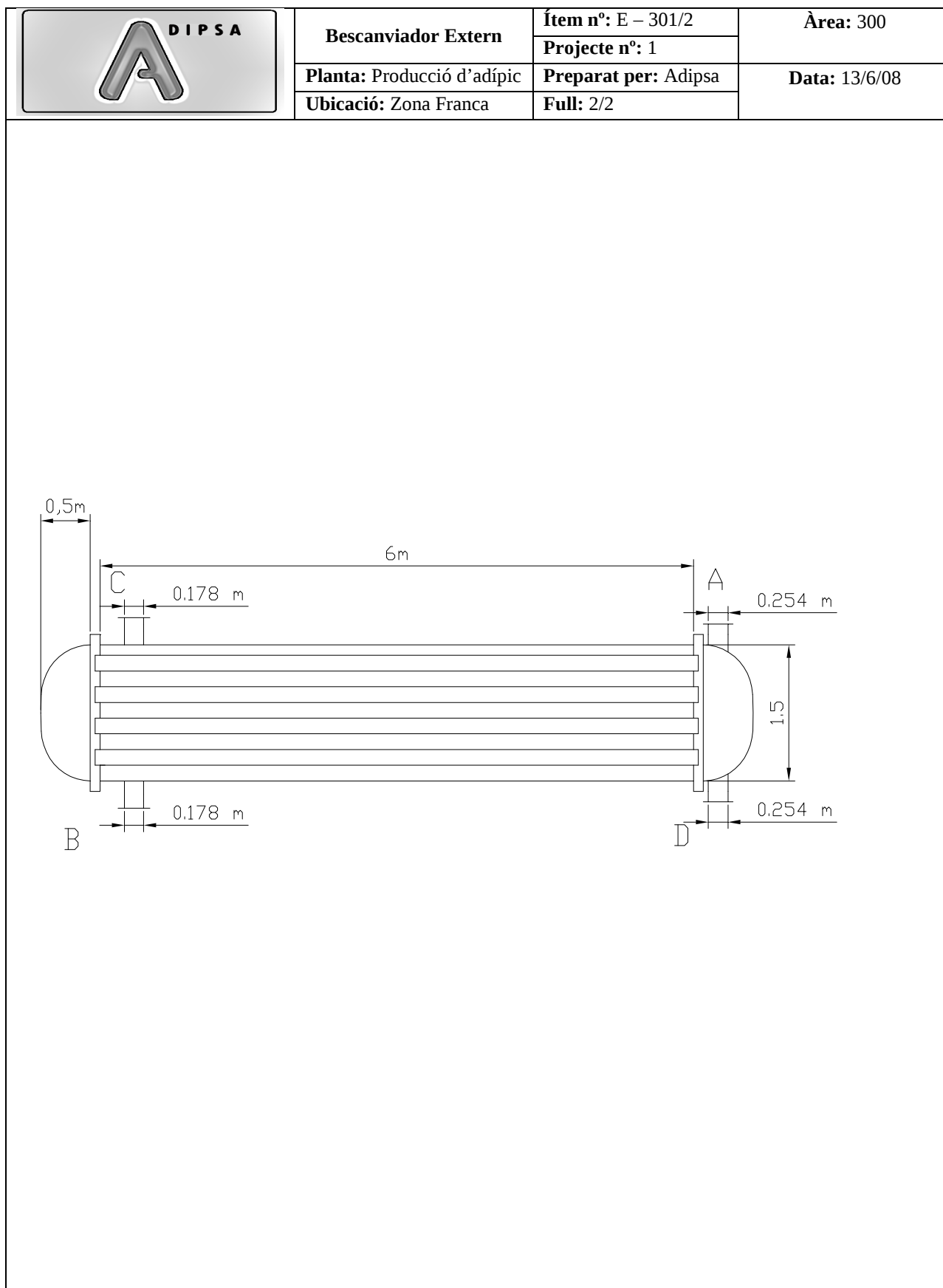
	Reactor		Ítem nº: R – 301/2		Àrea: 300
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípica				Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc de reacció					
Compostos manipulats: Àcid adípica, ciclohexanol, àcid nítric, àcid glutàric, àcid succínic, gasos nitrosos					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	9,42	Densitat (kg/m³):	1150
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	3	Pes equip buit (kg):	91046
Fons i capçal:	Toriesfèrics	Diàmetre(m):	2	Pes operació (kg):	11879
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI 304		
Temperatura d'operació (°C) :			78		
Temperatura de disseny (°C):			100		
Pressió de treball (atm):			1		
Pressió de disseny (atm):			1,35		
Gruix del cilindre (mm):			4		
Gruix dels fons (mm):			5		
Sobressessor de corrosió utilitzat (mm):			2		
Norma de disseny seguida (mm):			ASME		
Tipus Aïllant utilitzat :			BX SPINTEX 613-40		
Gruix Aïllant utilitzat (cm):			8		
DADES AGITACIÓ					
Tipus d'agitador:			Disc-mounted flat turbine		
Diàmetre impulsor:			1 m		
Amplada plaques impulsor:			0,2 m		
Velocitat d'Agitació (rpm):			60		
Motor (kW):			1,1		
Pes agitador (kg)			400		
Nº Bafles / Amplada Bafles (cm):			4 / 17		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Entrada de ciclohexanol	1"			
B	Entrada de NML	4"			
C / D	Sortida cap / Entrada des de E-301	8"			
E	Sortida de mescla reactant cap a E-303	4"			
F	Sortida de gasos	6"			
G	Boca d'home	20"			



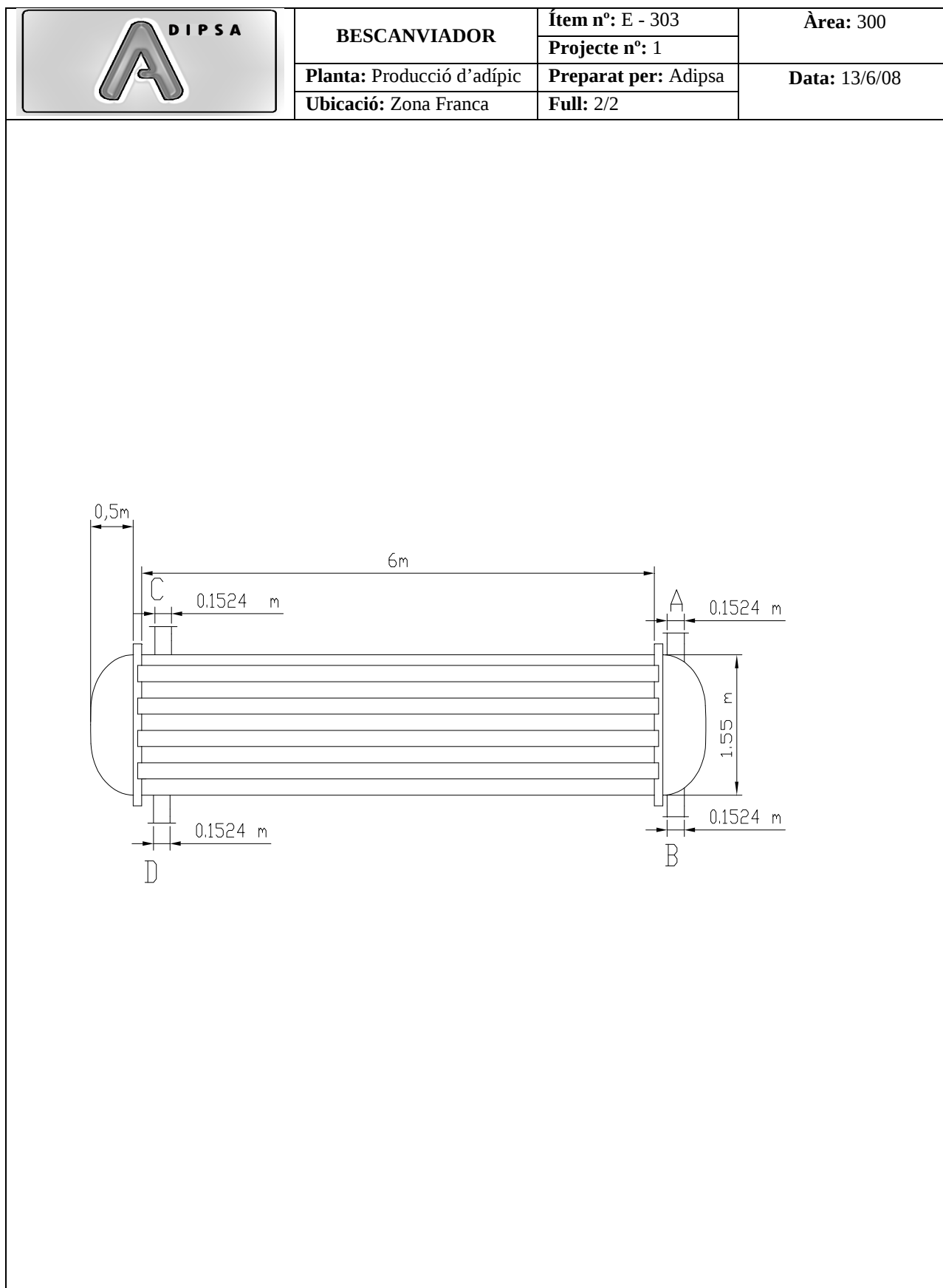
	Reactor segona etapa		Ítem nº: R-303		Àrea: 300
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc de reacció					
Reactius manipulats: Àcid adípic, ciclohexanol, àcid nítric, àcid glutàric, àcid succínic, gasos nitrosos					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	19,21	Densitat (kg/m³):	1150
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	4	Pes equip buit (kg):	1937,4
Fons i capçal:	Toriesfèrics	Diàmetre(m):	2,5	Pes operació (kg):	24028,9
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI 304 -L		
Temperatura d'operació:			95		
Temperatura de disseny:			125		
Pressió de treball:			1		
Pressió de disseny:			1,5		
Gruix del cilindre (mm):			5		
Gruix dels fons (mm):			6		
Sobrespressor de corrosió utilitzat (mm):			2		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Tipus Aïllant utilitzat :			BX SPINTEX 613-40		
Gruix Aïllant utilitzat (cm):			12		
DADES AGITACIÓ			DADES CAMISA		
Tipus d'agitador:	Disc-mounted flat turbine	Tipus de camisa:	Mitja canya		
Diàmetre impulsor (m):	1	Material:	AISI 304		
Amplada impulsor (m):	0,2	Diàmetre mitja canya:	10,16 cm (4'')		
Velocitat d'Agitació (rpm):	60	Fluid refrigerant:	Aigua de torre		
Motor (kW):	2,2	Pressió de treball (atm):	1		
Pes agitador (kg)	600	Àrea de bescanvi (m²):	25,2		
Nº Bafles:	4	Cabal refrigerant (m³/h)	49,95		
Amplada Bafles (cm):	20	U (W/m²·k)	500		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Entrada mescla reactant des de E – 303	6''			
B	Sortida de mescla reactant des de E - 303	6''			
C	Sortida gasos	2''			
D	Boca d'home	20''			



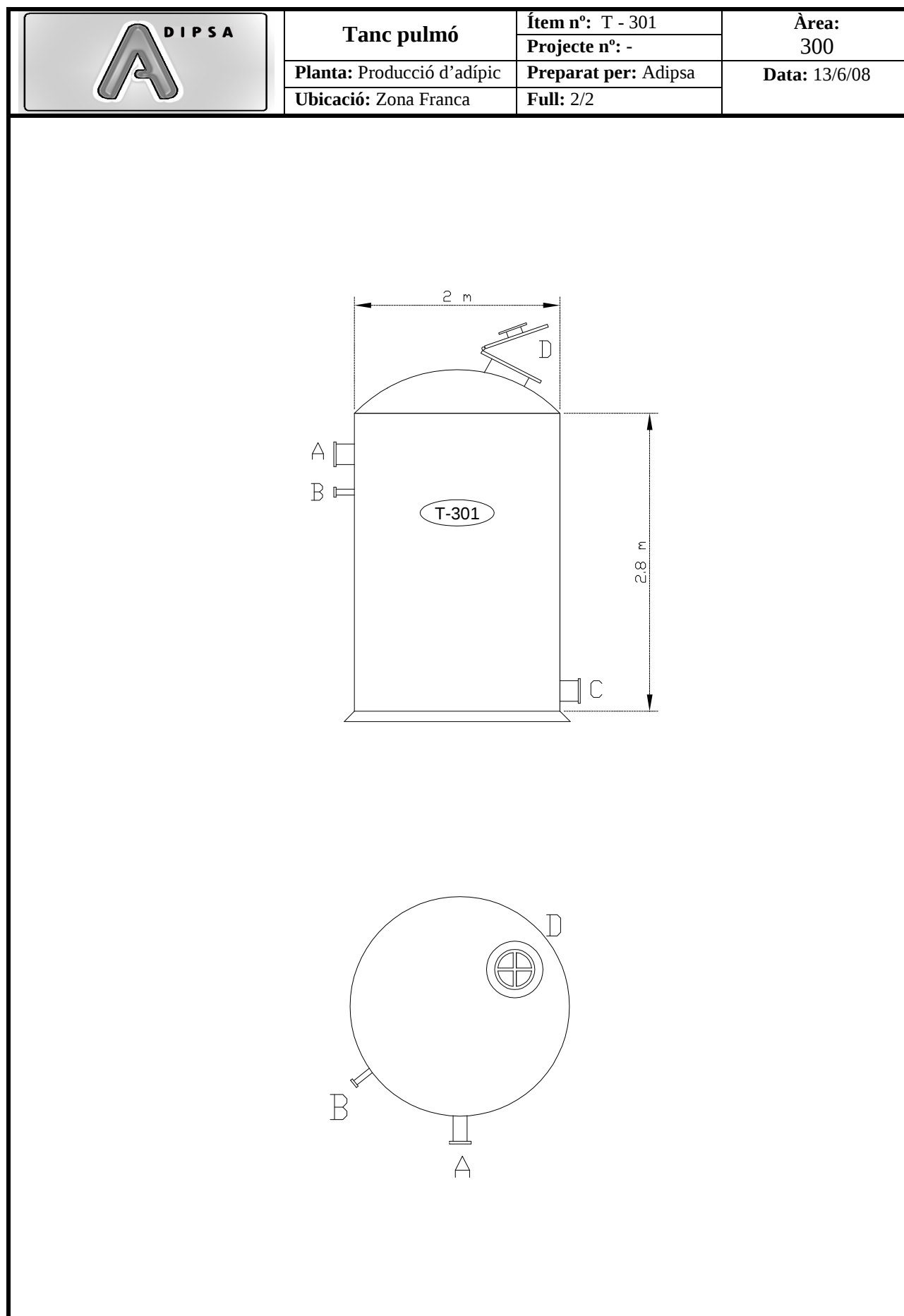
	Bescanviador Extern		Ítem n°: E -301/2		Àrea: 300
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Bescanviador de calor de carcassa i tubs.					
Productes manipulats: Mescla reactant (Ciclohexanol, àcid adípic, aigua, àcid nítric...) i aigua de ref.					
DADES DE DISSENY					
	CARCASSA		TUBS		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	Aigua de refrigeració		Mescla reactant		
Cabal (kg/h)	290011		172936		
Fase	L	L	L	L	
Temperatura (°C)	29	42	78	50	
Pressió de treball (atm)	1,424	1,1	1,8	1,476	
Pes molecular (kg/kmol)	18		36,09		
Densitat (kg/m³)	1001	994	1100	1137	
Viscositat (kg/m·s)	$7.484 \cdot 10^{-4}$	$6.274 \cdot 10^{-4}$	$5.389 \cdot 10^{-4}$	$8.536 \cdot 10^{-4}$	
Calor específic (J/kg·°C)	4190	4193	3287	3240	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.6225	0.6399	0.5088	0.494	
Velocitat (m/s)	0.47		0.90		
Nombre de passos	1		6		
Pèrdua de carrega (atm)	0.324		0.185		
DADES DE CONTRUCCIÓ					
	CARCASSA		TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	100		100		
Pressió de disseny (bar)	1.5		1.5		
Material	AISI - 304		AISI - 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	1500 / 3		33.88 / 2.11		
Longitud (m)	6		6		
Calor bescanviada (kW)	4389.5	Nombre de pantalles	10		
Coefficient global (W/m²·°C)	830	Espai pantalles (mm)	586		
Àrea de bescanvi (m²)	229.86	DTML	26.16		
Nombre de tubs	321	Pes equip buit (kg)	4818		
Disposició	Triangular	Pes amb aigua (kg)	17151		
Espaiat (mm)	47.63	Pes en operació (kg)	17389,37		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació				
A	Entrada a carcassa de l'aigua de refrigeració				
B	Sortida de carcassa de l'aigua de refrigeració				
C	Entrada als tubs de la mescla reactant				
D	Sortida dels tubs de la mescla reactant				



	Bescanviador E - 303		Ítem nº: E -303		Àrea: 300
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Bescanviador de calor de carcassa i tubs.					
Productes manipulats: Mescla reactant (Ciclohexanol, àcid adípic, aigua, àcid nítric...)					
DADES DE DISSENY					
	CARCASSA		TUBS		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	Mescla sortint R-301 i R-302		Mescla sortint R-303		
Cabal (kg/h)	95742.13		95114.4		
Fase	L	L	L	L	
Temperatura (°C)	78	86.7	95	86.31	
Pressió de treball (atm)	1.5	1.135	1.77	1.47	
Pes molecular (kg/kmol)	36,09		36,2		
Densitat (kg/m³)	1100	1088	1077	1088	
Viscositat (kg/m·s)	5.389·10 ⁻⁴	5.348·10 ⁻⁴	5.296·10 ⁻⁴	5.345·10 ⁻⁴	
Calor específic (J/kg·°C)	3287	3293	3299	3293	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.5088	0.5094	0.5098	0.5094	
Velocitat (m/s)	0.40		0.99		
Nombre de passos	2		10		
Pèrdua de carrega (atm)	0.365		0.300		
DADES DE CONTRUCCIÓ					
	CARCASSA		TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	100		120		
Pressió de disseny (bar)	1.5		1.5		
Material	AISI - 304		AISI - 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	1550 / 3		33.88 / 2.11		
Longitud (m)	6		6		
Calor bescanviada (kW)	763.72	Nombre de pantalles		12	
Coefficient global (W/m²·°C)	527	Espai pantalles (mm)		464	
Àrea de bescanvi (m²)	191.6	DTML (°C)		7.97	
Nombre de tubs	267	Pes equip buit (kg)		4221.5	
Disposició	Quadrangular	Pes amb aigua (kg)		16980	
Espaiat (mm)	45.72	Pes en operació (kg)		18728.8	
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:	
Marca	Denominació				
A	Entrada a la carcassa				
B	Sortida de la carcassa				
C	Entrada als tubs				
D	Sortida dels tubs				



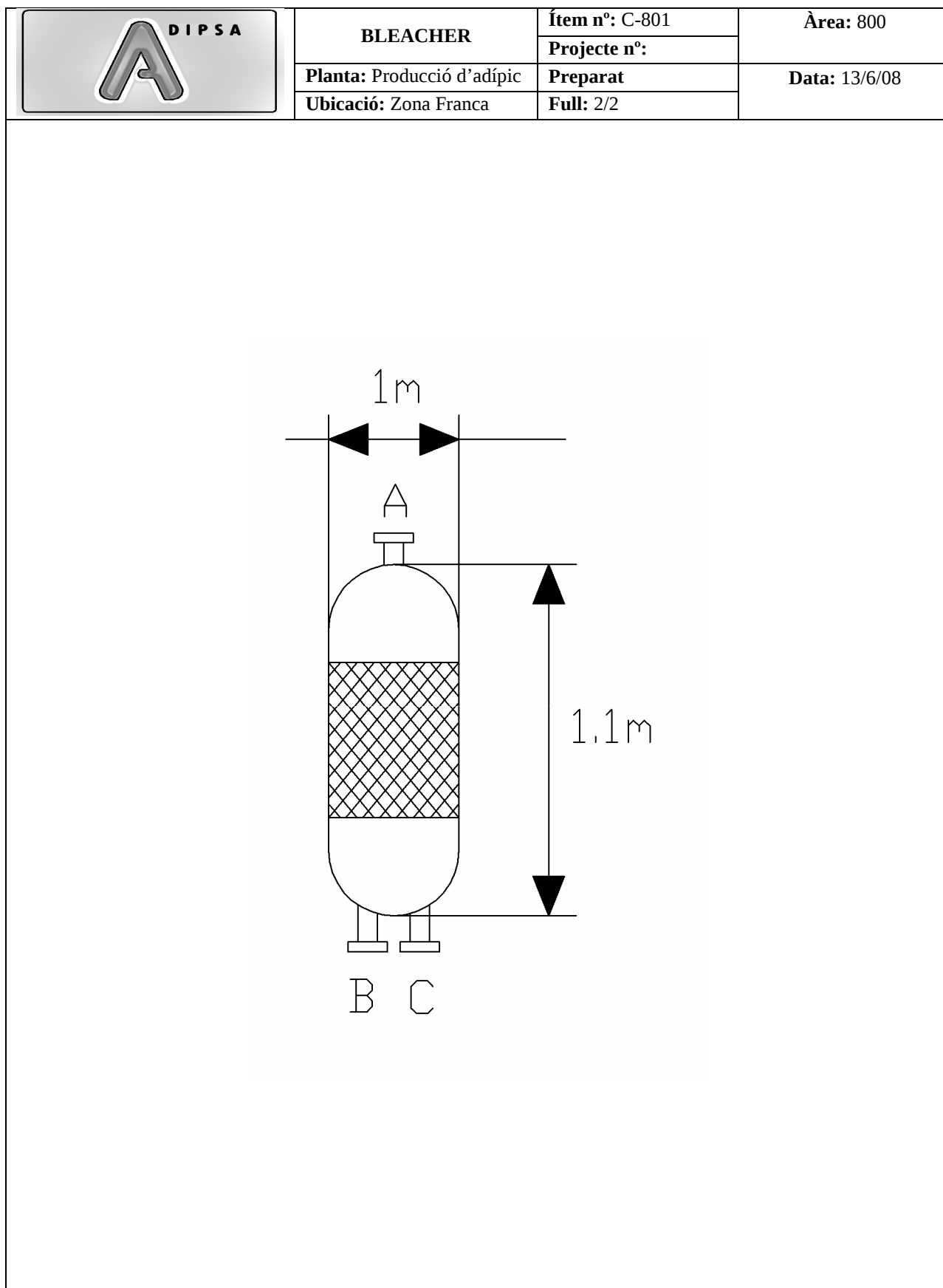
	Tanc pulmó		Ítem nº: T - 301		Àrea: 300
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc pulmó de NML (Nítric Mother Liquor)					
Compostos manipulats: Àcid nítric, aigua, vanadat d'amoni, nitrat de coure, àcids dicaroxílics.					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	8,34	Densitat (kg/m³):	1205
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	2,8	Pes equip buit (kg):	1284,6
Fons:	Pla	Diàmetre(m):	2	Pes ple en operació (kg):	11337
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI 304		
Temperatura d'operació (°C) :			45		
Temperatura de disseny (°C):			75		
Pressió de treball (atm):			1		
Pressió de disseny (atm):			1,4		
Gruix del cilindre (mm):			4		
Gruix dels fons (mm):			5		
Sobrespressor de corrosió (mm):			2		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Tipus de capçal:			Torisfèric		
Tipus de fons:			Pla		
Tipus Aïllant utilitzat:			BX SPINTEX 613-40		
Gruix aïllant utilitzat:			3		
Refrigeració			No		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Entrada Recirculació NML	6"			
B	Entrada Nítric 60% des de tractament d'aigües	1 / 2 "			
C	Sortida cap a M – 301	6"			
D	Boca d'home	20"			



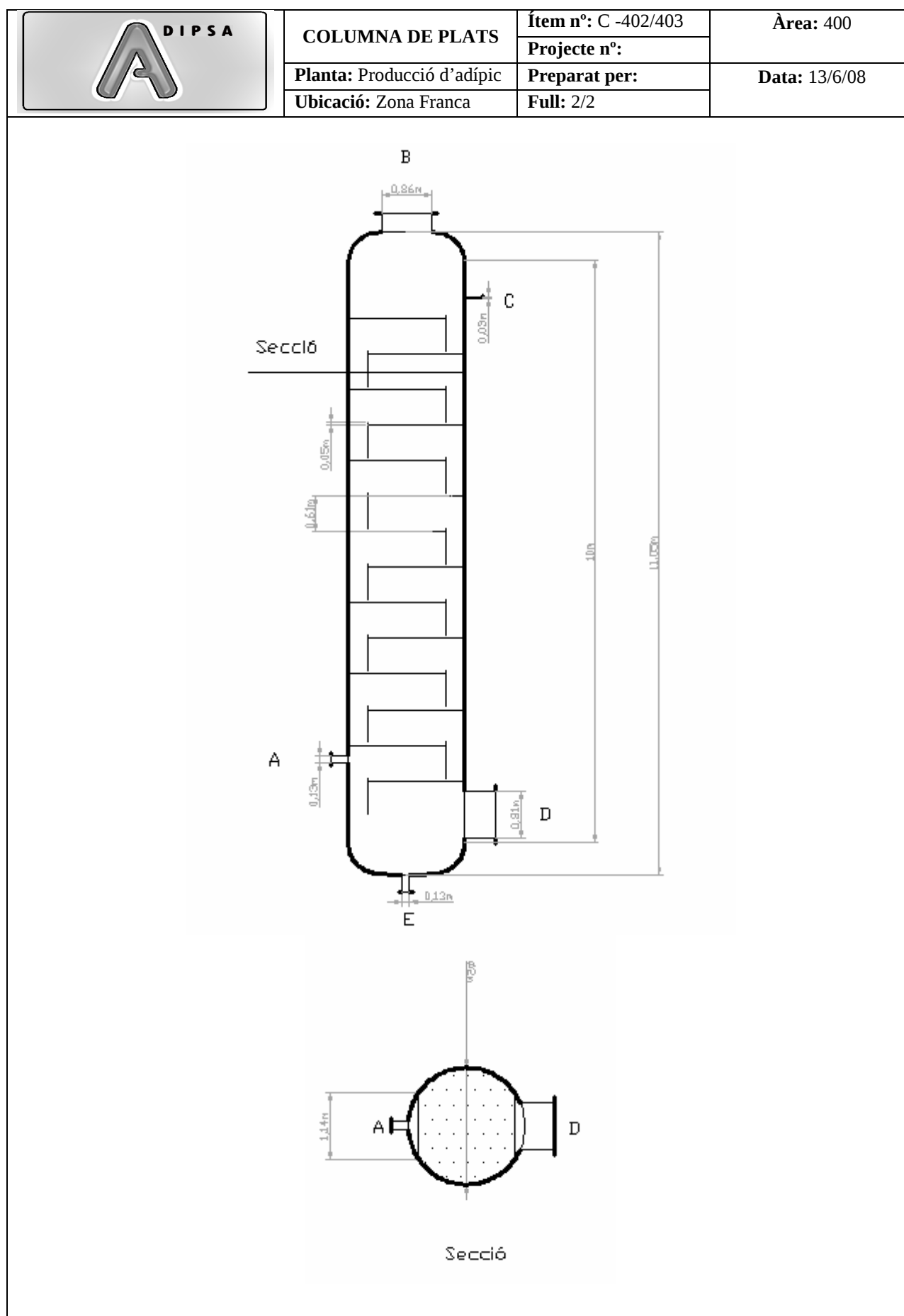
FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

A-400

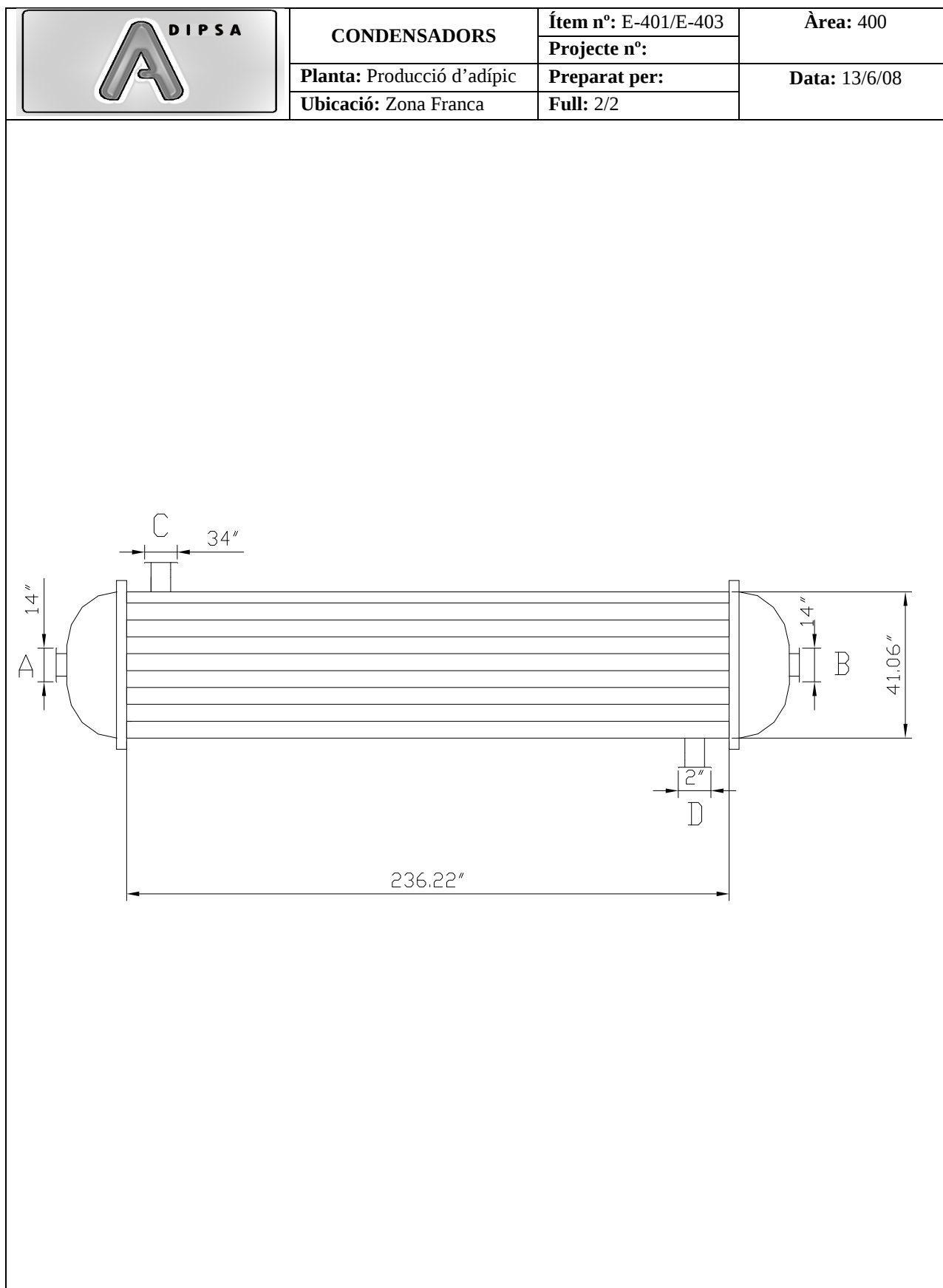
	BLEACHER		Ítem n°: C-801		Àrea: 800
			Projecte n°:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per: ADIPSA		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Bleacher separador dels productes gasosos dels líquids					
DADES GENERALS					
Pes buit	582kg	Posició	vertical	Tipus de reblliment	Anells Rashing
Pes operació	1582kg	Longitud	1.1 m	Pes del reblliment	483,8kg
Volum	0.96 m ³	Diàmetre	1.06 m		
DADES DE DISSENY					
Material de construcció		AISI-304			
Temperatura de treball		80°C			
Temperatura de disseny		90°C			
Pressió de treball		1atm			
Pressió de disseny		1,2atm			
Factor de junta		0.85			
Tipus de fons		torisfèric			
Espessor de xapa (cilindre/fons)		3mm/3mm			
Norma de disseny		ASME			
REBLIMENT					
Material		Anells Rashing			
Diàmetre		3"			
Alçada d'etapa		1.09m			
Àrea específica		90m ² /m ³			
Densitat (kg/m³)		560			
Fracció de buit		86%			
RELACIÓ DE CONNEXIONS I ACCESSORIS		OBSERVACIONS			
Marca	Denominació	Diàmetre			
A	Sortida gas	7"			
B	Entrada aire	7"			
C	Sortida líquid	5"			



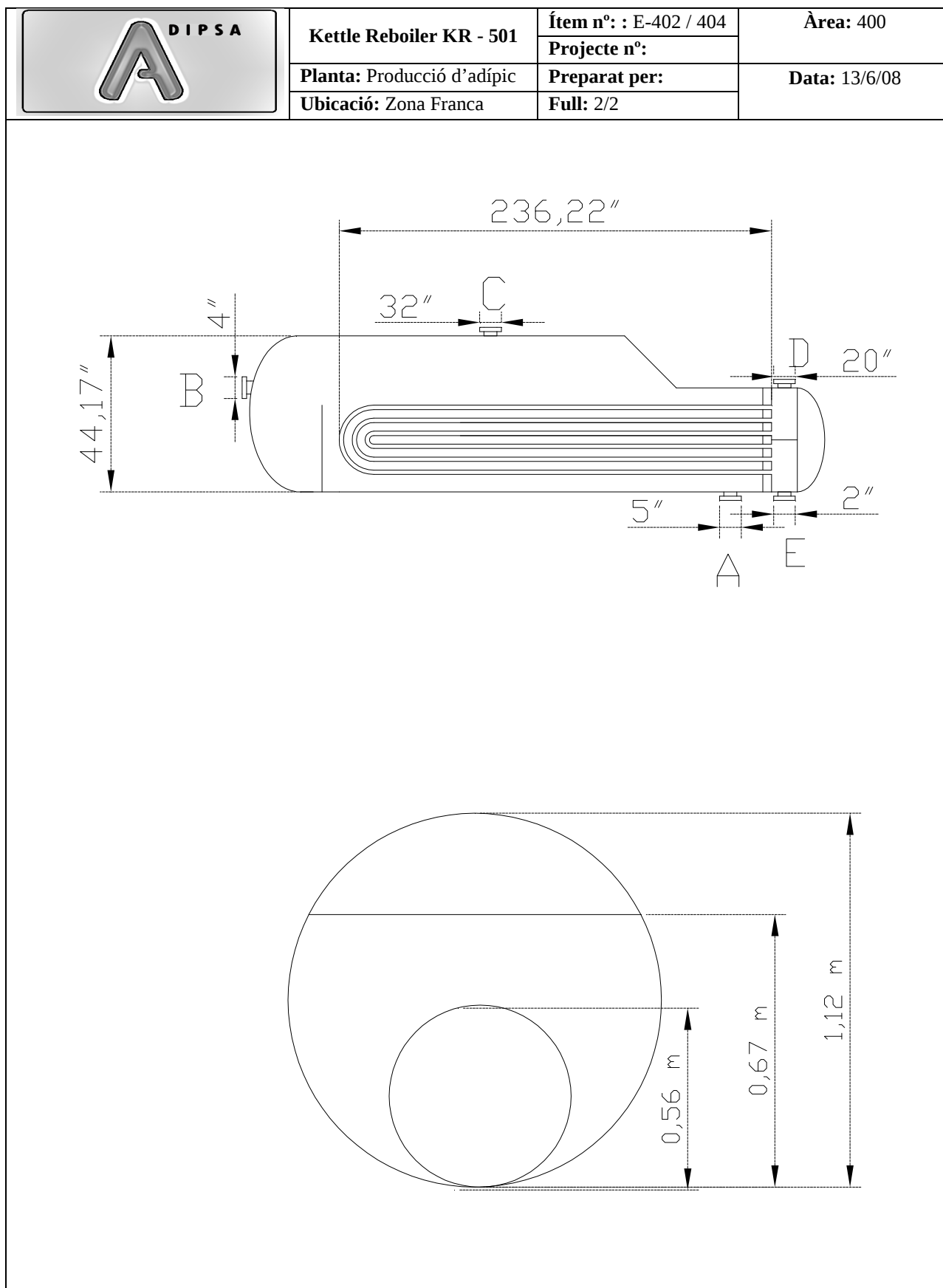
	COLUMNA DE PLATS		Ítem nº: C -402/403	Àrea: 400
			Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2	
DADES GENERALS				
Denominació: Columna de plats per a destil·lar aigua i nítric del corrent principal.				
Productes manipulats: Aigua, Àcid Nítric, Àcid Adípíc, Àcid Glutàric i Àcid Succínic.				
DADES GENERALS				
Diàmetre (m)	2	Pes buit (kg)	8756	
Longitud (m)	11	Pes operació (kg)	25653	
DADES DE DISSENY				
Material de construcció		AISI-304		
Temperatura de treball Caps/Cues (°C)		69.4 / 73.9		
Temperatura de disseny (°C)		95		
Pressió d'operació (bar)		0.3		
Pressió de disseny (bar)		0.6		
Tipus de soldadura		Soldadura doble parcial		
Gruix Cilindre / Torisfèric (mm)		12 / 8		
Tipus d'aïllament		BX SPINTEX 613-40		
Gruix aïllament (mm)		50		
DADES DELS PLATS				
Material de construcció		AISI-304		
Gruix (mm)		3		
Distància entre plats (m)		0.61		
Longitud del sobreexidor (m)		1.14		
Alçada del sobreexidor (mm)		50		
Longitud del downcomer (m)		0.197		
Àrea activa (m ²)		2.322		
Diàmetre dels forats (mm)		4.76		
Pitch (mm)		16		
Àrea perforada (m ²)		2.627		
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:
Marca	Denominació			
A	Entrada de l'aliment a la columna.			
B	Sortida de vapor.			
C	Entrada de líquid reflux.			
D	Entrada de vapor			
E	Sortida de líquid.			



	CONDENSADORS		Ítem n°: E-401/E-403		Àrea: 400
			Projecte n°:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Condensador total					
Productes manipulats: mescla d'aigua i àcid nítric, en estat vapor , i aigua de refrigeració.					
DADES DE DISSENY					
	TUBS		CARCASSA		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	Aigua de refrigeració		Mescla		
Cabal (kg/s)	143,745		3,378		
Fase	L	L	V	L	
Temperatura (°C)	29	42	69,42	69,1	
Pressió de treball (bar)	1	1	0.3	0.3	
Pes molecular (kg/kmol)	18		18		
Densitat (kg/m ³)	1004	994	0,19	973,23	
Viscositat (kg/m·s)	$8,146 \cdot 10^{-4}$	$6,274 \cdot 10^{-4}$	$0,1087 \cdot 10^{-4}$	$4,055 \cdot 10^{-4}$	
Calor específic (J/kg·°C)	4226	4226	1938	4202	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.617	0.634	0.022	0.662	
Velocitat (m/s)	1,69		0,36		
Nombre de passos	2		1		
Pèrdua de carrega (bar)	0,333		0,0204		
DADES DE CONTRUCCIÓ					
	TUBS		CARCASSA		
Temperatura de disseny (°C)	100		100		
Pressió de disseny (bar)	1,66		1,66		
Material	AISI - 316		AISI - 316		
Diàmetre intern / gruix (mm)	18,59 / 4		1043 / 10		
Longitud (m)	6		7		
Calor bescanviada (kW)	7898,16	Nombre de pantalles		12	
Coeficient global (W/m ² ·°C)	890,8	Espai pantalles (mm)		469,4	
Àrea de bescanvi (m ²)	296	DTML		33,4	
Nombre de tubs	623,3	Pes equip buit (kg)		9958	
Disposició	quadrat	Pes amb aigua (kg)		16100	
Espaiat (mm)	260,8	Pes en operació (kg)		15962	
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació (diàmetre connexió, inches)				
A	Entrada de l'aigua de refrigeració (14")				
B	Sortida de l'aigua de refrigeració (14")				
C	Entrada a carcassa del vapor de la columna				
D	Sortida de carcassa del líquid cap a columna				



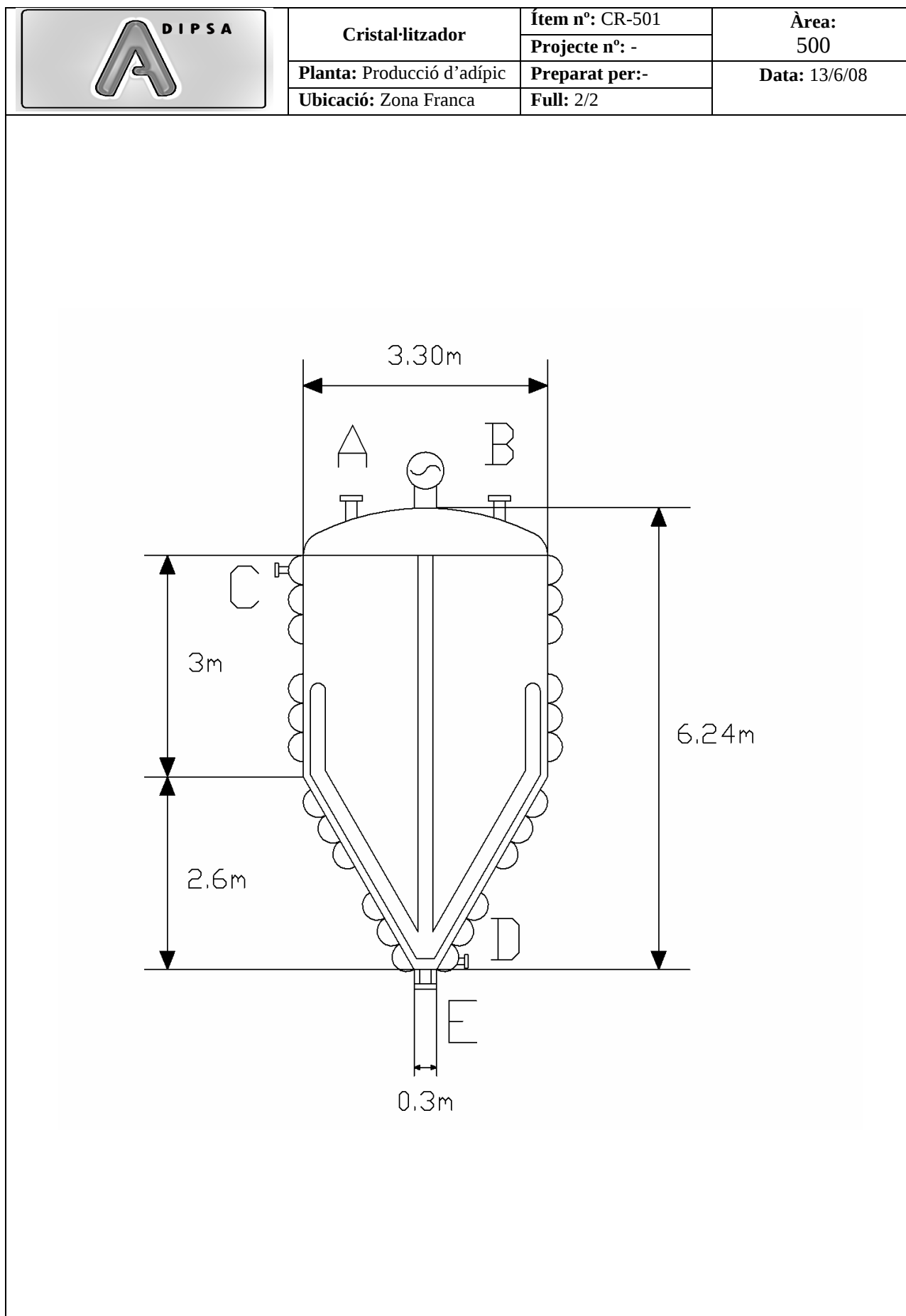
	Kettle Reboiler		Ítem n°: E-402 / E-		Àrea: 400	
			Projecte n°:			
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:			Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2			
DADES GENERALS						
Denominació: Kettle Reboiler						
Productes manipulats: mescla d'àcid nítric, aigua, àcids dibàsics, i catalitzadors, i vapor d'aigua						
DADES DE DISSENY						
	CARCASSA			TUBS		
	Entrada	Sortida		Entrada	Sortida	
Fluid	Mescla aquosa (H2O, HNO3 i àcids dibàsics)			Vapor d'aigua (5 Atm)		
Fase	L	L	V	V	L	
Cabal (kg/h)	17,519	3,799	13,72			
Temperatura (°C)	73,9	76,3		150,44	150,42	
Pressió de treball (bar)	0,3	0,3		4,813	4,813	
Pes molecular (kg/kmol)	30,4	33,7	22,4	18		
Densitat (kg/m³)	1106,5	0,232	1122,1	2,462	903	
Viscositat (kg/m·s)	$6 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-7}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	$1,39 \cdot 10^{-5}$	0.000181	
Calor específic (J/kg·°C)	3250,3	1647,6	3119,1	2579,8	4318	
Calor vaporització / condensació (kJ/kg)	1627,6	-	1627,6	2111,2	2111,2	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0,503	0,021	0,47	0,029	0,687	
Velocitat (m/s)	-	-	2,47	48,96	0,13	
Nombre de passos	1			2		
Pèrdua de carrega (KPa)	59,5					
DADES DE CONTRUCCIÓ						
	CARCASSA			TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	100			175		
Pressió de disseny (bar)	1,55			1		
Material	AISI 304			AISI 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	1121,8 / 10			13,51 / 2,77		
Longitud (m)	7			6		
Calor bescanviada (kW)	6600,54	Alçada líquid (m)		0,67		
Coeficient global (W/m²·°C)	770,76	Alçada feix de tubs (m)		0,56		
Àrea de bescanvi (m²)	128,87	DTML (°C)		75,3		
Nombre de tubs	362	Pes equip buit (kg)		4828,29		
Disposició	quadrada	Pes amb aigua (kg)		11050,87		
Espaiat (mm)	33,34	Pes en operació (kg)		11741,84		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:	
Marca	Denominació	Tamany				
A	Entrada a carcassa del líquid a evaporar	5''				
B	Sortida de carcassa del líquid	4''				
C	Sortida dels gasos de la carcassa	32''				
D	Entrada als tubs del vapor	20''				
E	Sortida dels tubs del vapor condensat	2''				



FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

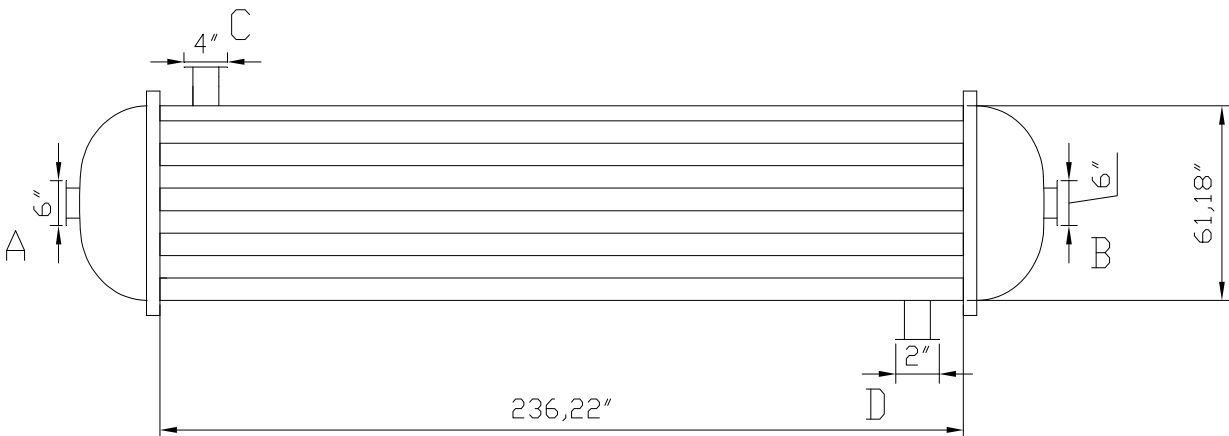
A-500

	CRISTAL·LITZADOR		Ítem nº: CR-501		Àrea: 500
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Cristal·litzador					
Reactius manipulats: Àcid adípíc, àcid nítric, àcid glutàric, àcid succínic, aigua, vanadat d'amoni i nitrat de coure.					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	34	Densitat (kg/m³):	1274.52
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	6.24	Pes equip buit	4859.24
Fons i capçal:	Con i Torisfèric	Diàmetre(m):	3.30	Pes operació (kg/m³):	45120,06
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI-304		
Temperatura d'operació:			41°C		
Temperatura de disseny:			90°C		
Pressió de treball:			0.13 atm interna / 2 atm externa		
Pressió de disseny:			2 atm interna / 2.2 atm externa		
Gruix del cilindre:			15 mm		
Gruix de la secció cònica:			15 mm		
Gruix del fons torisfèric:			6 mm		
Sobressessor de corrosió:			1 mm		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Aïllant utilitzat (tipus i gruix):			NO		
Disc de ruptura? / radiografiat			NO / 0,85		
DADES AGITACIÓ					
Tipus d'agitador:			Àncora		
Diàmetre agitador:			3.14 m		
Velocitat d'Agitació:			30 rpm		
Motor (kW):			80 kW		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Sortida de gasos	2"			
B	Entrada de líquid	2"			
C	Entrada vapor camisa	3"			
D	Sortida condensat camisa	1"			
E	Sortida magma	2"			



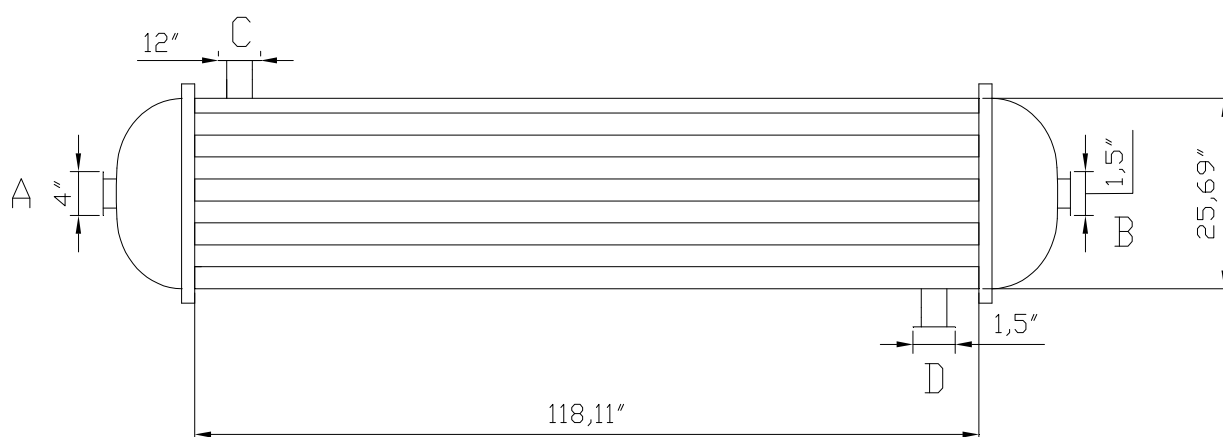
	CONDENSADORS		Ítem nº: E-501/E-506		Àrea: 500
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Condensador total					
Productes manipulats: mescla d'aigua i àcid nítric, en estat vapor, i aigua de refrigeració des de grup de fred.					
DADES DE DISSENY					
	TUBS		CARCASSA		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	Aigua de refrigeració (grup de fred)		Mescla aquosa		
Cabal (kg/s)	46,34		1,287		
Fase	L	L	V	L	
Temperatura (°C)	7	22	41	28,5	
Pressió de treball (bar)	1	1	0.039	0.039	
Pes molecular (kg/kmol)	18		18		
Densitat (kg/m³)	1021	1009	0.03	1041,6	
Viscositat (kg/m·s)	1,41·10 ⁻³	9,55·10 ⁻⁴	7,681·10 ⁻⁶	8,292·10 ⁻⁴	
Calor específic (J/kg·°C)	4120	4120	1744,4	3994,5	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.58	0.61	0.019	0.591	
Calor latent (KJ/Kg)	2257	2257	-	2223,7	
Velocitat (m/s)	0,79		0.24		
Nombre de passos	8		1		
Pèrdua de carrega (KPa)	28,4		3,55		
DADES DE CONTRUCCIÓ					
	TUBS		CARCASSA		
Temperatura de disseny (°C)	100		100		
Pressió de disseny (bar)	1.66		1.13		
Material	AISI - 304		AISI - 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	44 / 3		1554 / 10		
Longitud (m)	6		7		
Calor bescanviada (kW)	2863,82	Nombre de pantalles	25		
Coefficient global (W/m²·°C)	541,7	Espai pantalles (mm)	233,1		
Àrea de bescanvi (m²)	283,2	DTML	20,2		
Nombre de tubs	303	Pes equip buit (kg)	9648,5		
Disposició	triangular	Pes amb aigua (kg)	21986,2		
Espaiat (mm)	62,5	Pes en operació (kg)	22483,1		
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:	
Marca	Denominació (Diàmetre connexions, en				
A	Entrada de l'aigua de refrigeració (6")				
B	Sortida de l'aigua de refrigeració (6")				
C	Entrada a carcassa del vapor de la columna				
D	Sortida de carcassa del líquid cap a columna				

	CONDENSADOR	Ítem nº: E-501/E-506	Àrea: 500
		Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípíc	Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	

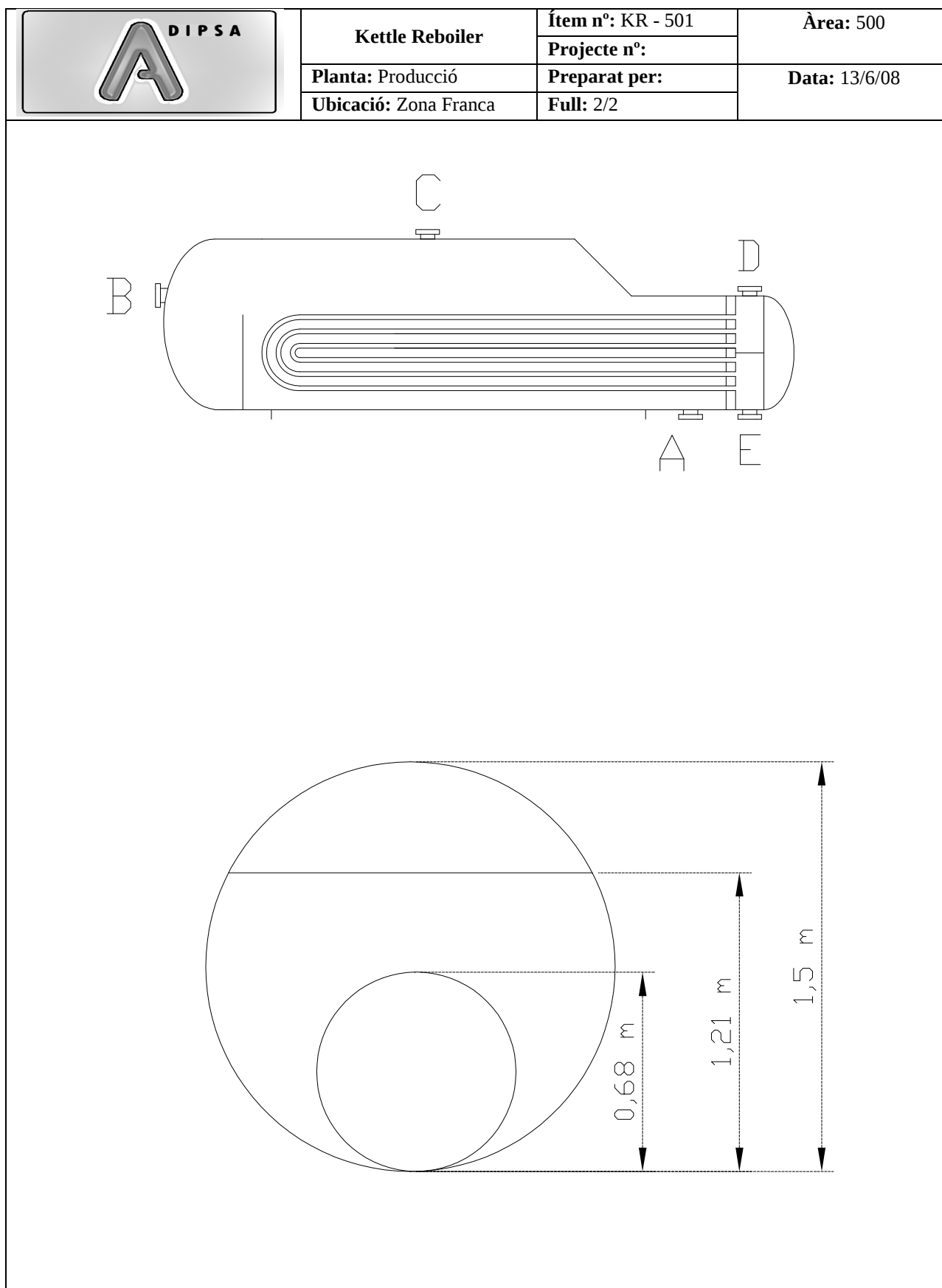


	CONDENSADORS		Ítem nº: E-504	Àrea: 500
			Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2	
DADES GENERALS				
Denominació: Condensador total				
Productes manipulats: mescla d'aigua i àcid nítric, en estat vapor , i aigua de refrigeració des de grup de fred				
DADES DE DISSENY				
	TUBS		CARCASSA	
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida
Fluid	Aigua de refrigeració (grup de fred)		Mescla aquosa	
Cabal (kg/s)	24,1		0,62	
Fase	L	L	V	L
Temperatura (°C)	7	22	50	39,25
Pressió de treball (bar)	1	1	0.071	0.071
Pes molecular (kg/kmol)	18		18	
Densitat (kg/m ³)	1021	1009	0.048	996,5
Viscositat (kg/m·s)	$1,41 \cdot 10^{-3}$	$9,55 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$6,61 \cdot 10^{-4}$
Calor específic (J/kg·°C)	4120	4120	1863,5	4281
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.58	0.61	0.021	0.631
Calor latent (KJ/Kg)	2257	2257	-	2411,8
Velocitat (m/s)	1,99		0.7	
Nombre de passos	4		1	
Pèrdua de carrega (KPa)	77,1		13,12	
DADES DE CONTRUCCIÓ				
	TUBS		CARCASSA	
Temperatura de disseny (°C)	100		100	
Pressió de disseny (bar)	1.66		3,39	
Material	AISI - 316		AISI - 316	
Diàmetre intern / gruix (mm)	13,5 / 2,75		652,6 / 8	
Longitud (m)	3		4	
Calor bescanviada (kW)	1489,51	Nombre de pantalles	12	
Coefficient global (W/m ² ·°C)	943,3	Espai pantalles (mm)	228,4	
Àrea de bescanvi (m ²)	58,27	DTML	30,1	
Nombre de tubs	331	Pes equip buit (kg)	1790,1	
Disposició	quadrada	Pes amb aigua (kg)	2958,8	
Espaiat (mm)	23,75	Pes en operació (kg)	2957,69	
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:
Marca	Denominació (Diàmetre connexions, en			
A	Entrada de l'aigua de refrigeració (4")			
B	Sortida de l'aigua de refrigeració (1,5")			
C	Entrada a carcassa del vapor de la columna			
D	Sortida de carcassa del líquid cap a columna			

	CONDENSADOR	Ítem nº: E-504	Àrea: 500
		Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	

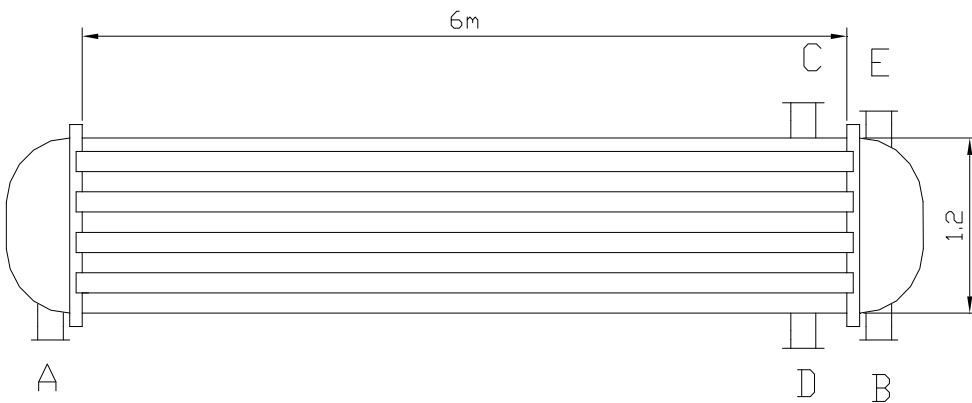


	Kettle Reboiler		Ítem nº: KR-501		Àrea: 500
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Kettle Reboiler					
Productes manipulats: NML (Nítric Mother Liquor) i vapor d'aigua					
DADES DE DISSENY					
	CARCASSA			TUBS	
	Entrada	Sortida		Entrada	Sortida
Fluid	NML (majoritàriament H2O, HNO3 i adípíc)			Vapor d'aigua (5 Atm)	
Fase	L	L	V	V	L
Cabal (kg/h)	15969.25	3933.21	12036.034	8882.99	
Temperatura (°C)	41	89	89	150,44	150,42
Pressió de treball (atm)	0,263	0,263	0,263	4,8	4,755
Pes molecular (kg/kmol)	29,89	41.88	27.47	18	
Densitat (kg/m³)	1162	1137	0,2433	2,462	903
Viscositat (kg/m·s)	0,0007941	0.000747	$9,4 \cdot 10^{-6}$	$1.39 \cdot 10^{-5}$	0.000181
Calor específic (J/kg·°C)	3343	2904	1442	2579,8	4318
Calor vaporització / condensació (kJ/kg)	1432	-	1432	2111,2	2111,2
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0,498	0.4026	0,0202	0,029	0,687
Velocitat (m/s)	-	-	1,613	20,21	0,06
Nombre de passos	1			2	
Pèrdua de carrega (atm)	-			0,045	
DADES DE CONTRUCCIÓ					
	CARCASSA		TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	100		175		
Pressió de disseny (bar)	0,25		1		
Material	AISI 304		AISI 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	1500/10		33.88 / 2,11		
Longitud (m)	7		6		
Calor bescanviada (kW)	5209,4	Alçada líquid (m)	1,21		
Coefficient global (W/m²·°C)	933,1	Alçada feix de tubs (m)	0,70		
Àrea de bescanvi (m²)	78,33	DTML (°C)	83,13		
Nombre de tubs	110	Pes equip buit (kg)	8268,1		
Disposició	Quadrangular	Pes amb aigua (kg)	18790,76		
Espaiat (mm)	66,7	Pes en operació (kg)	20448,5		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany			
A	Entrada a carcassa del líquid a evaporar	2''			
B	Sortida de carcassa del líquid	1''			
C	Sortida dels gasos de la carcassa	28''			
D	Entrada als tubs del vapor	10''			
E	Sortida dels tubs del vapor condensat	2''			

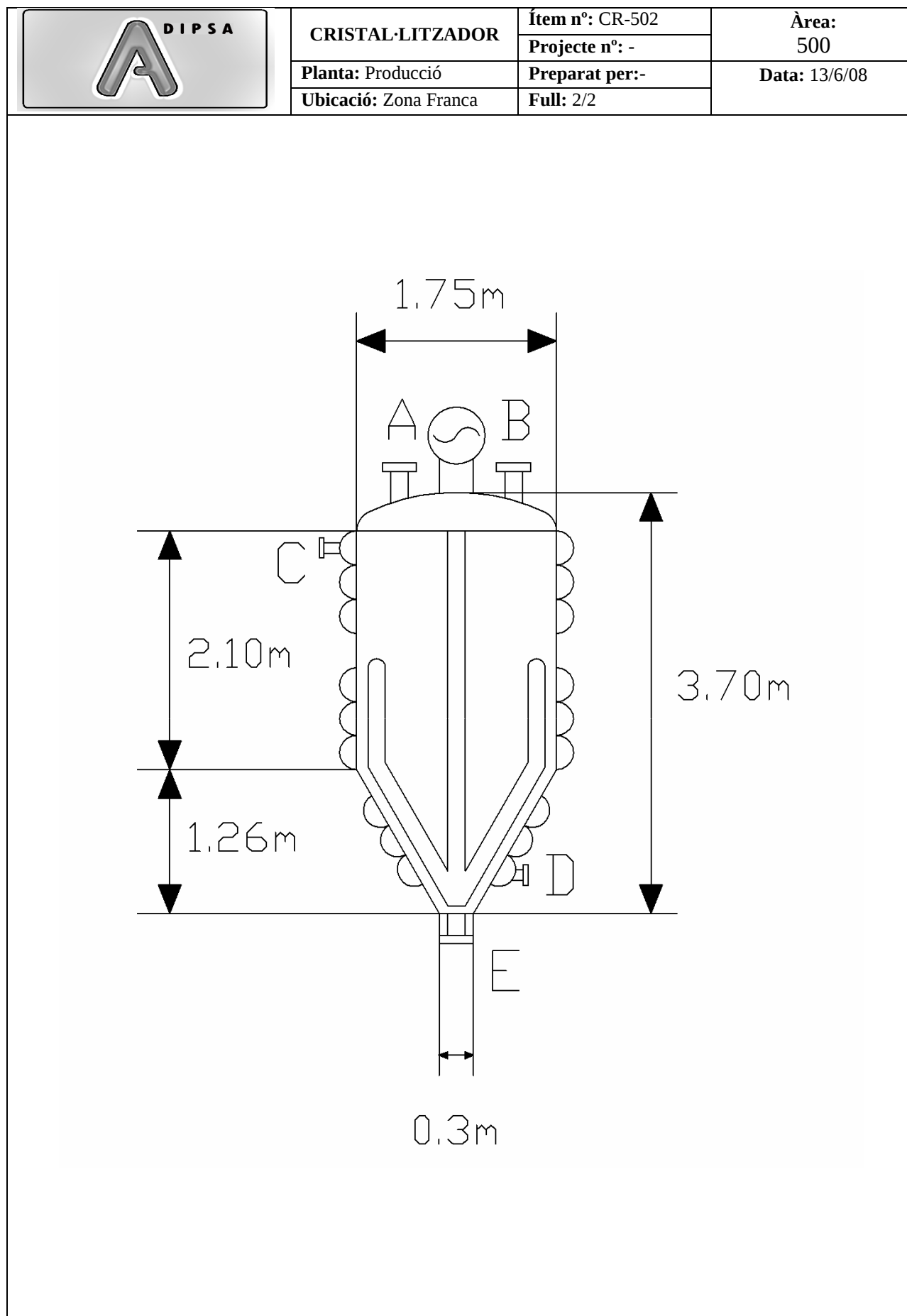


	Condensador		Ítem nº: E - 502		Àrea: 500
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Condensador					
Productes manipulats: Flux bifàsic d'aigua i àcid nítric i aigua de refrigeració					
DADES DE DISSENY					
	CARCASSA		TUBS		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	HNO ₃ – H ₂ O		Aigua de refrigeració		
Cabal (kg/h)	12036		345816		
Fase	V	L	L	L	
Temperatura (°C)	89	65	29	42	
Pressió de treball (atm)	0.26787	0.263	1,5	1,351	
Pes molecular (kg/kmol)	27,47		18		
Densitat (kg/m³)	0.2433	1102	1100	1137	
Viscositat (kg/m·s)	9,4·10 ⁻⁶	5.378·10 ⁻⁴	5.389·10 ⁻⁴	8.536·10 ⁻⁴	
Calor específic (J/kg·°C)	1442	3322.8	3287	3240	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.0202	0.498	0.5088	0.494	
Calor latent (kJ/kg)	1531		-		
Velocitat (m/s)	25.73	0.18	1.316		
Nombre de passos	1		2		
Pèrdua de carrega (atm)	0.00487		0.149		
DADES DE CONTRUCCIÓ					
	CARCASSA		TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	125		100		
Pressió de disseny (bar)	1		1,7		
Material	AISI - 304		AISI - 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	1200 / 10		26.21 / 2.77		
Longitud (m)	6		6		
Calor bescanviada (kW)	5278.1	Nombre de pantalles	10		
Coefficient global (W/m²·°C)	907.85	Espai pantalles (mm)	594		
Àrea de bescanvi (m²)	159.9	DTML	41.26		
Nombre de tubs	270	Pes equip buit (kg)	6062,73		
Disposició	Quadrangular	Pes amb aigua (kg)	12848,57		
Espaiat (mm)	39.7	Pes en operació (kg)	12590,46		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany			
A	Entrada a carcassa del vapor H ₂ O – HNO ₃	28''			
B	Sortida de carcassa del condensat H ₂ O – HNO ₃	2''			
C	Entrada als tubs de l'aigua de refrigeració	10''			
D	Sortida dels tubs de l'aigua de refrigeració	10''			
E	Sortida de la carcassa cap a bomba de buit	5''			

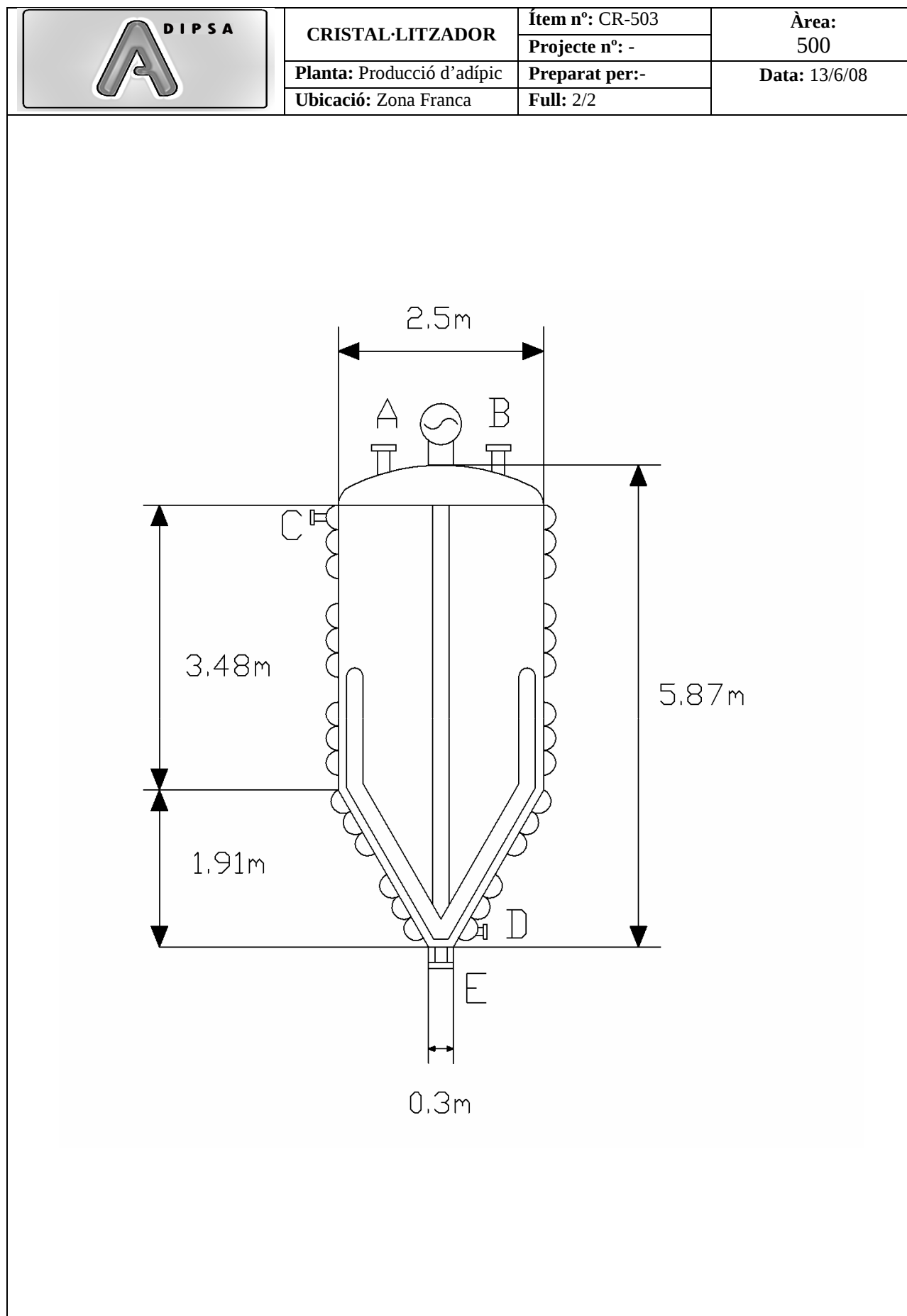
	Condensador E - 502	Ítem nº: E - 502	Àrea: 500
		Projecte nº: -	
	Planta: Producció	Preparat per: Adipsa	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	



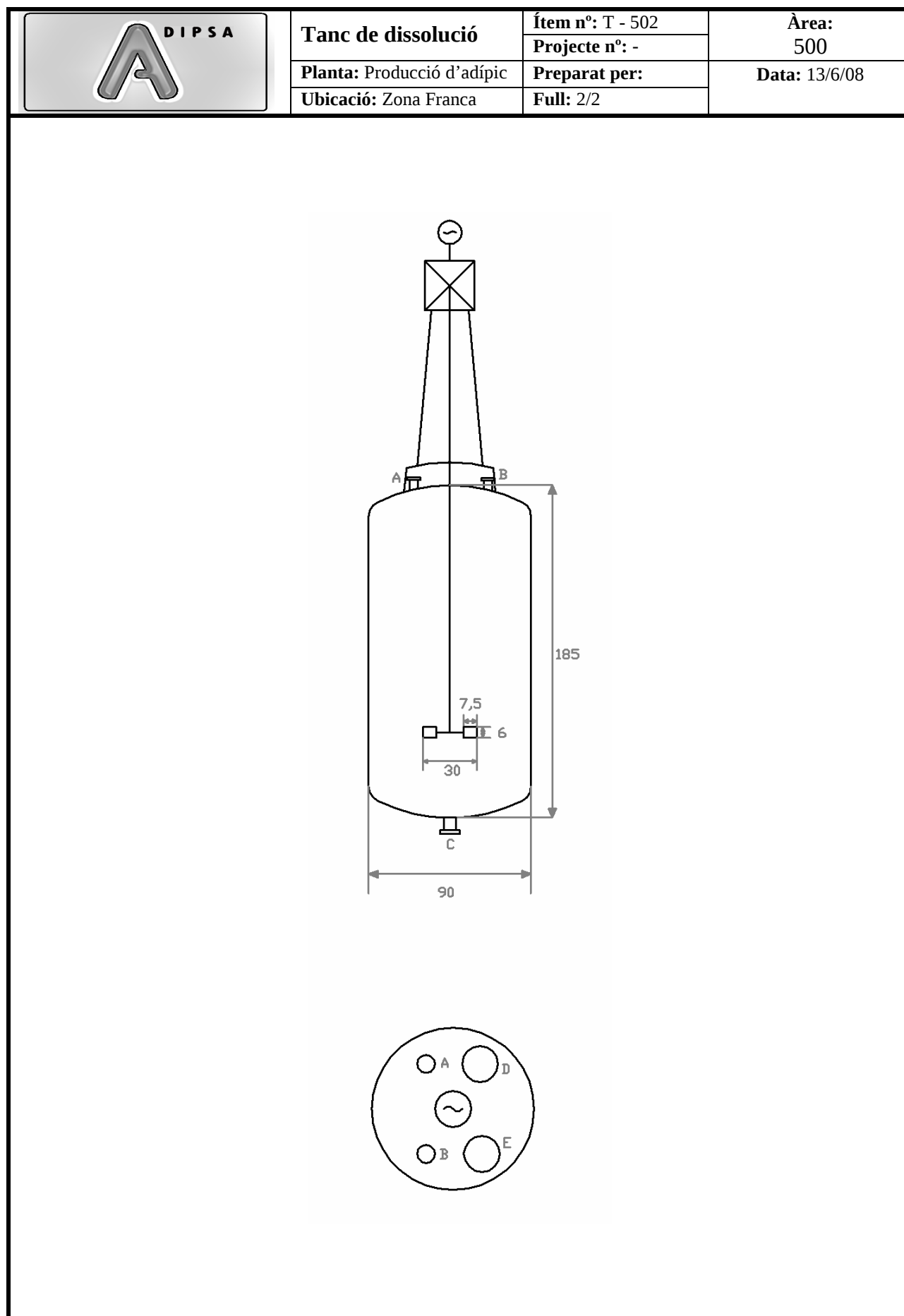
	CRISTAL·LITZADOR		Ítem nº: CR-502		Àrea: 500
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Cristal·litzador					
Reactius manipulats: Àcid adípica, àcid nítric, àcid glutàric, àcid succínic, aigua, vanadat d'amoni i nitrat de coure.					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	6.27	Densitat (kg/m³):	1412.62
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	3.70	Pes equip buit	1329.74
Fons i capçal:	Con i Torisfèric	Diàmetre(m):	1.75	Pes operació (kg/m³):	8888.28
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI-304		
Temperatura d'operació:			35°C		
Temperatura de disseny:			100°C		
Pressió de treball:			1 atm interna / 2 atm externa		
Pressió de disseny:			2 atm interna / 3 atm externa		
Gruix del cilindre:			10 mm		
Gruix de la secció cònica:			8 mm		
Gruix del fons torisfèric:			4 mm		
Sobressessor de corrosió:			1 mm		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Aïllant utilitzat (tipus i gruix):			NO		
Disc de ruptura? / radiografiat			NO / 0,85		
DADES AGITACIÓ					
Tipus d'agitador:			Àncora		
Diàmetre agitador:			1.66 m		
Velocitat d'agitació:			30 rpm		
Motor (kW):			3 kW		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Entrada de líquid	1"			
B	Entrada aigua refrigeració	1,5"			
C	Sortida aigua refrigeració	1,5"			
D	Sortida magma	1"			



	Cristal·litzador		Ítem n°: CR-503		Àrea: 500
			Projecte n°:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Cristal·litzador					
Reactius manipulats: Àcid adípíc, àcid nítric i aigua.					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	20.6	Densitat (kg/m³):	1030
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	5.87	Pes equip buit	2247.9
Fons i capçal:	Con i Torisfèric	Diàmetre(m):	2.50	Pes operació (kg/m³):	25791.32
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI-304		
Temperatura d'operació:			50°C		
Temperatura de disseny:			100°C		
Pressió de treball:			0.1 atm interna / 2 atm externa		
Pressió de disseny:			2 atm interna / 2,2 atm externa		
Gruix del cilindre:			12 mm		
Gruix de la secció cònica:			10 mm		
Gruix del fons torisfèric:			5 mm		
Sobrepessor de corrosió:			1 mm		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Aïllant utilitzat (tipus i gruix):			NO		
Disc de ruptura? / radiografiat			NO / 0,85		
DADES AGITACIÓ					
Tipus d'agitador:			Àncora		
Diàmetre agitador:			2.38 m		
Velocitat d'Agitació:			30 rpm		
Motor (kW):			19 kW		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Sortida de gasos	8"			
B	Entrada de líquid	1,5"			
C	Entrada vapor camisa	3"			
D	Sortida condensat camisa	1/2"			
E	Sortida magma	1"			



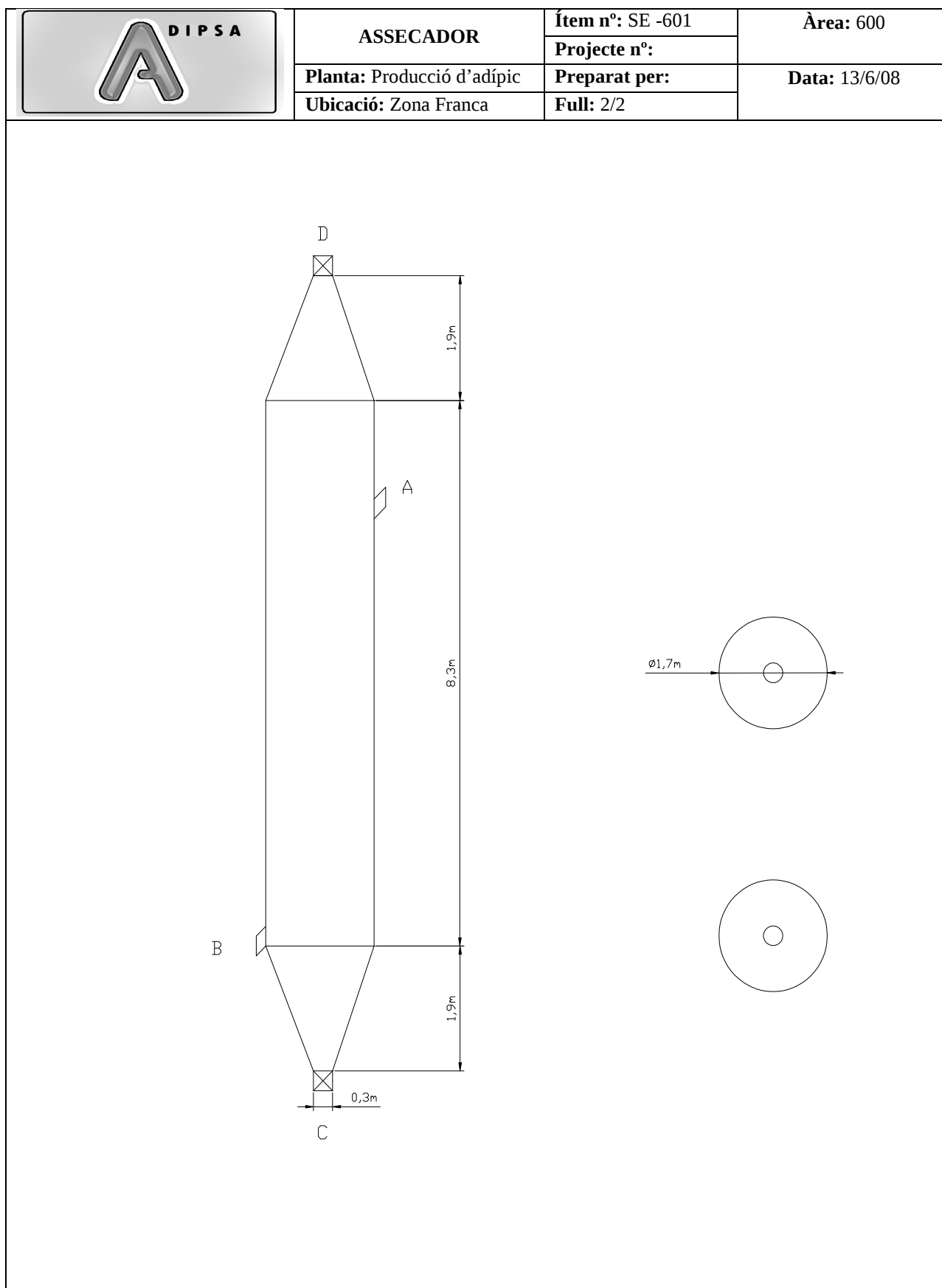
	Tanc de dissolució		Ítem nº: T - 502		Àrea: 500
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Tanc dissolució dels cristalls d'àcid adípic					
Compostos manipulats: Aigua, àcid adípic i àcid nítric					
Posició :	Vertical	Capacitat (m³):	0.95	Densitat (kg/m³):	1050
Forma cos :	Cilíndrica	Alçada (m) :	1.85	Pes equip buit (kg/m³):	118.9
Fons i capçal:	Toriesfèrics	Diàmetre(m):	0.9	Pes operació (kg/m³):	1073
DADES DISSENY					
Material de construcció:			AISI 304 – L		
Temperatura d'operació (°C) :			80		
Temperatura de disseny (°C):			100		
Pressió de treball (atm):			1		
Pressió de disseny (atm):			2		
Gruix del cilindre (mm):			3		
Gruix dels fons (mm):			3		
Sobressessor de corrosió (mm):			1		
Norma de disseny seguida:			ASME		
Tipus Aïllant utilitzat:			BX SPINTEX 613-40		
Gruix Aïllant utilitzat (cm)			50 mm		
DADES AGITACIÓ					
Tipus d'agitador:			Turbina de 6 pales		
Diàmetre impulsor (m):			0,3		
Amplada plaques impulsor (m):			0,075		
Velocitat de gir (rpm):			90		
Motor (kW):			0.1		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació	Tamany:			
A	Entrada d'aigua a 80°C	1,5"			
B	Entrada líquid de recirculació escalfat	1,5"			
C	Sortida líquid del tanc	2"			
D	Entrada sòlida del CT-501	5"			
E	Entrada sòlida del CT-502	5"			



FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

A-600

	ASSECADOR		Ítem nº: SE -601	Àrea: 600
			Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2	
DADES GENERALS				
Denominació: Assecador de lilit fluiditzat d'Àcid Adípic.				
Productes manipulats: Àcid Adípic i Nitrogen.				
Diàmetre (m)	1.7	Pes equip buit (kg)	1518	
Alçada cilindre(m)	8.3	Pes operació (kg)	12068	
DADES DEL SÒLID				
Producte		Àcid Adípic		
Cabal (kg/h)		11100		
% humitat entrada		8.16		
%humitat sortida		0.1		
Temperatura entrada (°C)		50		
Temperatura sortida (°C)		53.17		
Densitat (kg/m³)		700		
DADES DEL GAS				
Producte		Nitrogen		
Cabal necessari (kg/h)		31997		
Temperatura d'entrada (°C)		100		
Temperatura de sortida (°C)		37		
Densitat (kg/m³)		0.915		
Viscositat (cp)		0.0216		
DADES DE DISSENY				
Pressió d'operació (bar)		1.01		
Pressió de disseny (bar)		2		
Tipus de soldadura		Soldadura doble parcial		
Factor de corrosió (mm)		1		
Gruix cos cilíndric (mm)		3		
Gruix cos cònic (mm)		6		
Tipus d'aïllament /gruix (mm)		BX SPINTEX 613-40 / 50		
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:
Marca	Denominació			
A	Entrada de l'Àcid Adípic sòlid			
B	Sortida de l'Àcid Adípic sòlid			
C	Entrada del Nitrogen			
D	Sortida del Nitrogen			

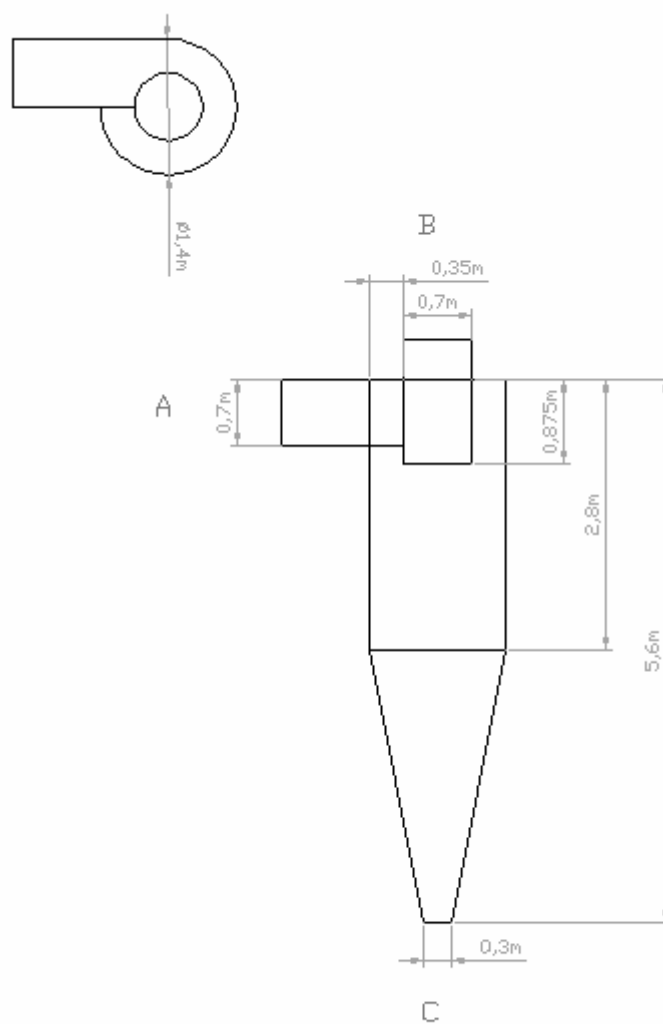


	CICLÓ		Ítem: CC-601	Àrea: 600
			Projecte n°:	
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 1/2		
DADES GENERALS				
Denominació: Cicló per a la separació de cristalls d'adípic del nitrogen.				
Productes manipulats: Nitrogen, aigua i àcid adípic sòlid.				
Diàmetre (m)	1.7	Pes equip buit (kg)	1079	
Alçada (m)	6.8	Pes operació (kg)	1128	
DADES DE DISSENY				
Tipus de cicló		Lapple		
Producte sòlid		Àcid Adípic		
Producte gasos		Nitrogen		
Temperatura d'operació (°C)		37		
Temperatura de disseny (°C)		57		
Pressió d'entrada (bar)		1.01		
Pressió de sortida (bar)		0.99		
Pressió de disseny (bar)		2.00		
Gruix corrosió (mm)		1		
Material de construcció		AISI-304		
CARACTERÍSTIQUES CABAL				
Cabal de procés (kg/h)	31997	Densitat del gas (kg/m³)	1.1	
Viscositat (cp)	0.0182	Densitat del sòlid (kg/m³)	700	
RELACIÓ DE CONNEXIONS			Observacions:	
Marca	Denominació			
A	Entrada del Nitrogen amb els cristall d'Àcid Adípic.			
B	Sortida de Nitrogen.			
C	Sortida Àcid Adípic.			

	REFREDADOR		Ítem nº: E -601	Àrea: 600
			Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2	
DADES GENERALS				
Denominació: Refredador de llet fluiditzat d'Àcid Adípic.				
Productes manipulats: Àcid Adípic i Nitrogen.				
Diàmetre (m)	1.2	Pes equip buit (kg)	397	
Alçada (m)	2.5	Pes operació (kg)	1077	
DADES DEL SÒLID				
Producte		Àcid Adípic		
Cabal (kg/h)		8155		
Temperatura entrada (°C)		53.17		
Temperatura sortida (°C)		20		
Densitat (kg/m³)		700		
DADES DEL GAS				
Producte		Nitrogen		
Cabal necessari (kg/h)		24389		
Temperatura d'entrada (°C)		20		
Temperatura de sortida (°C)		37		
Densitat (kg/m³)		1.2		
Viscositat (cp)		0.0176		
DADES DE DISSENY				
Pressió d'operació (bar)		1.01		
Pressió de disseny (bar)		2		
Tipus de soldadura		Soldadura doble parcial		
Factor de corrosió (mm)		1		
Gruix cos cilíndric (mm)		3		
Gruix cos cònic (mm)		5		
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:
Marca	Denominació			
A	Entrada de l'Àcid Adípic sòlid			
B	Sortida de l'Àcid Adípic sòlid			
C	Entrada del Nitrogen			
D	Sortida del Nitrogen			

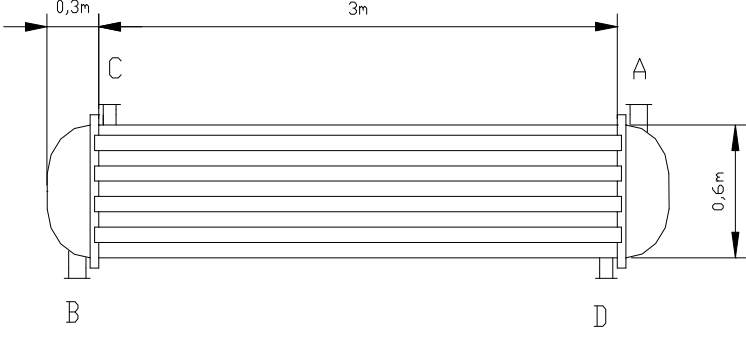
	CICLÓ		Ítem: CC-602	Àrea: 600
			Projecte n°:	
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2	
DADES GENERALS				
Denominació: Cicló per a la separació de cristalls d'adípica del nitrogen.				
Productes manipulats: Nitrogen i àcid adípica sòlid.				
Diàmetre (m)	1.4	Pes equip buit (kg)	840.41	
Alçada (m)	5.6	Pes operació (kg)	842.7	
DADES DE DISSENY				
Tipus de cicló		Lapple		
Producte sòlid		Àcid Adípica		
Producte gasos		Nitrogen		
Temperatura d'operació (°C)		37		
Temperatura de disseny (°C)		57		
Pressió d'entrada (bar)		1.01		
Pressió de sortida (bar)		0.99		
Pressió de disseny (bar)		2.00		
Gruix corrosió (mm)		1		
Material de construcció		AISI-304		
CARACTERÍSTIQUES CABAL				
Cabal de procés (kg/h)	24389	Densitat del gas (kg/m³)	1.1	
Viscositat (cp)	0.0189	Densitat del sòlid (kg/m³)	700	
RELACIÓ DE CONNEXIONS				Observacions:
Marca	Denominació			
A	Entrada del Nitrogen amb els cristall d'Àcid Adípica.			
B	Sortida de Nitrogen.			
C	Sortida Àcid Adípica.			

	CICLÓ	Ítem: CC-602	Àrea: 600
		Projecte n°:	
	Planta: Producció d'adípíc	Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	



	BESCANVIADOR		Ítem nº: E -602		Àrea: 600
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat per:		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Bescanviador de calor de carcassa i tubs.					
Productes manipulats: Nitrogen i Vapor					
DADES DE DISSENY					
	CARCASSA		TUBS		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	Nitrogen		Vapor d'aigua		
Cabal (kg/h)	31997		1272		
Fase	G	G	G	L	
Temperatura (°C)	20	100	150	143	
Pressió de treball (atm)	7.5	7.45	4.8	4.69	
Pes molecular (kg/kmol)	28		18		
Densitat (kg/m³)	8.62	6.77	2.462	903.33	
Viscositat (cp)	0.0182	0.0261	0.0139	0.0181	
Calor específic (J/kg·°C)	1052	1061	λ (KJ/kg)	2111	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	0.026	0.031	0.029	0.087	
Velocitat (m/s)	21.82		1.07		
Nombre de passos	1		8		
Pèrdua de carrega (atm)	0.05		0.11		
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
	CARCASSA		TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	150		150		
Pressió de disseny (bar)	8		5		
Material	AISI - 304		AISI - 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	600 / 10		10.3 / 2.77		
Longitud (m)	3		3		
Tipus d'aïllament / gruix (mm)	BX SPINTEX 613-40 / 50				
Calor bescanviada (kW)	751.21	Nombre de pantalles	3		
Coefficient global (W/m²·°C)	300	Espai pantalles (mm)	632		
Àrea de bescanvi (m²)	30.88	DTML	81.1		
Nombre de tubs	206	Pes equip buit (kg)	1207		
Disposició	Triangular	Pes amb aigua (kg)	2055		
Espaiat (mm)	19.84	Pes en operació (kg)	1255		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació				
A	Entrada a la carcassa del nitrogen				
B	Sortida de la carcassa del nitrogen				
C	Entrada als tubs del vapor d'aigua				
D	Sortida dels tubs del vapor d'aigua				

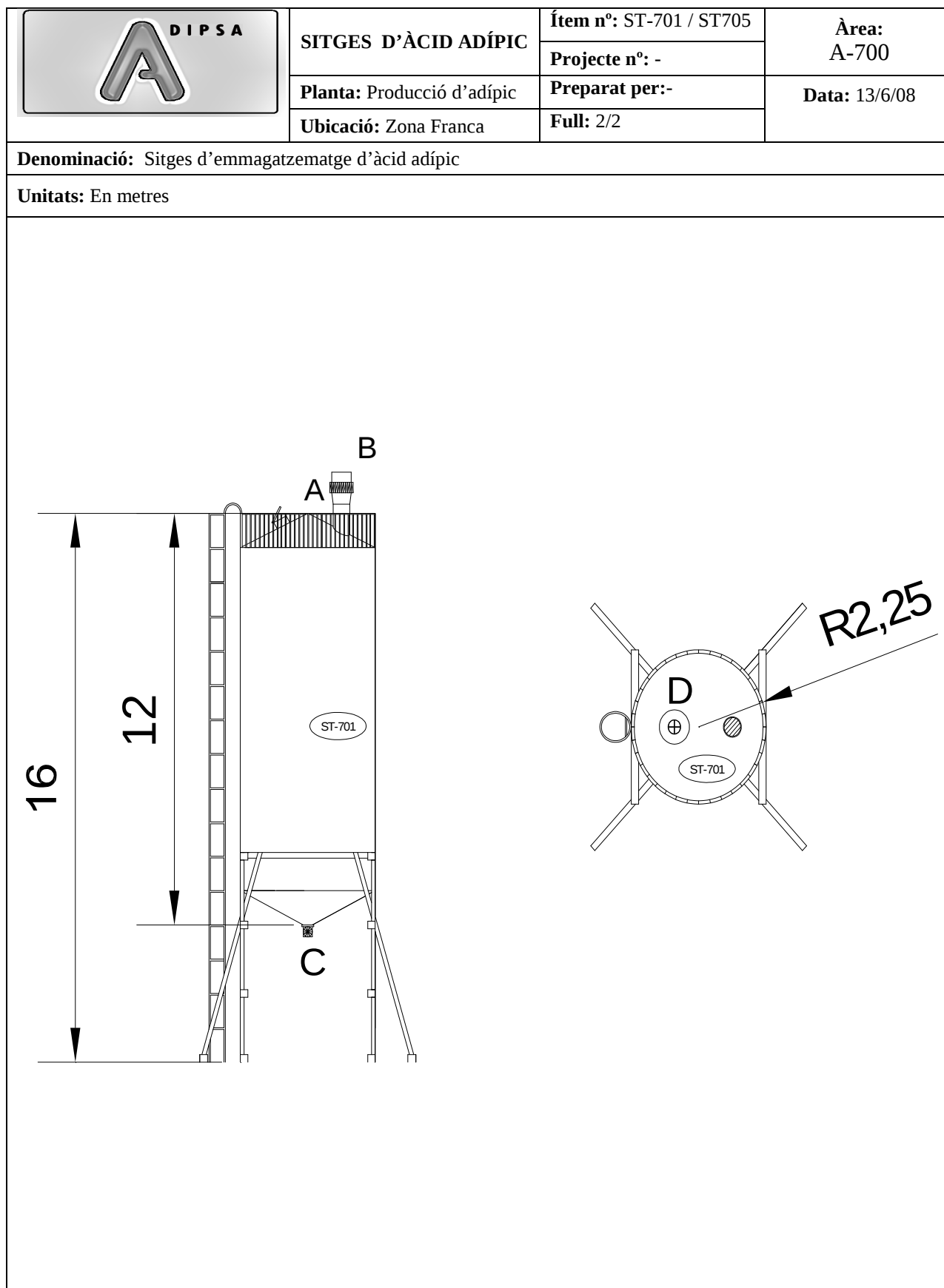
	BESCANVIADOR	Ítem n°: E -602	Àrea: 600
		Projecte n°:	
	Planta: Producció	Preparat per:	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	



FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

A-700

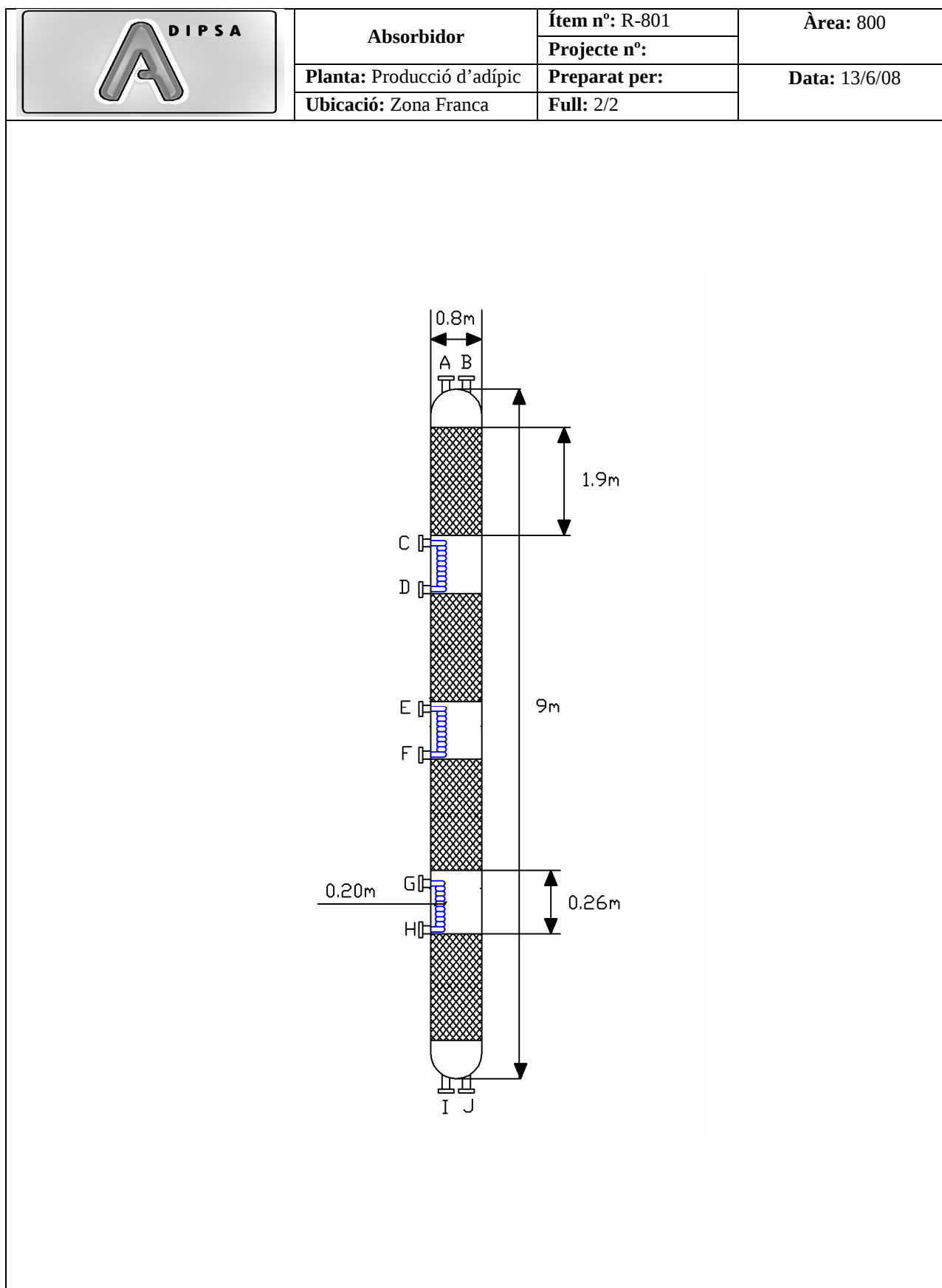
	SITGES D'ÀCID ADÍPIC		Ítem nº: ST-701 / ST-705		Àrea: A-700
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per:-		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Sitges d'emmagatzematge d'àcid adípic					
Productes manipulats: Àcid adípic (sòlid)					
Pes buit [kg]	6439,6	Posició	Vertical	Diàmetre [m]	4.5
Pes operació [kg]	126489,6	Alçada sitja [m]	12	Densitat [kg/m³]	700
Capacitat [m³]	171	Alçada total [m]	16	Producte	Àcid adípic
DADES DE DISSENY					
Material de construcció			AISI 304		
Temperatura de treball [°C]			25		
Temperatura de disseny [°C]			50		
Pressió de treball [bar]			1		
Pressió de disseny [bar]			2		
Normativa de disseny			ASME		
Gruix paret cilindre [mm]			5		
Gruix tolva inferior [mm]			3		
Gruix sostre cònic [mm]			3		
Gruix corrosió [mm]			1		
Angle del con amb l'horitzontal [°]			25		
Angle de la tolva amb l'horitzontal [°]			30		
RELACIÓ DE CONNEXIONS			DETALLS DE DISSENY		
Marca	Tamany	Denominació	Radiografiat	0.85	
A	3.5"	Entrada producte	Eficàcia soldadura	Parcial	
			Aïllant	No	
B	2.5"	Sortida nitrogen	Volum cilindre [m³]	159	
C	12"	Sortida àcid adípic sòlid		Volum sostre cònic [m³]	5.56
D	40"	Boca d'home superior	Volum tolva [m³]		6.88



FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

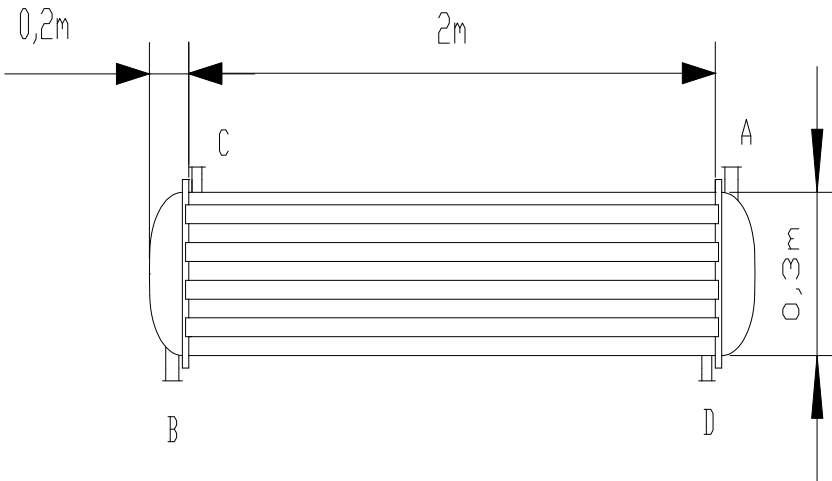
A-800

	Absorbidor		Ítem n°: LG-801		Àrea: 800
			Projecte n°:		
	Planta: Producció d'adípíc		Preparat		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Absorbidor dels gasos d'escapament per la formació d'àcid nítric					
DADES GENERALS					
Pes buit	2797 kg	Posició	vertical	Tipus de rebliment	Anells Rashing
Pes operació	2797 kg	Longitud	9 m	Pes del rebliment	2285kg
Volum	3,5 m ³	Diàmetre	0.8 m		
DADES DE DISSENY					
Material de construcció					
			AISI-304		
Temperatura de treball (cap/cues)			50°C		
Temperatura de disseny			60°C		
Pressió de treball			8bars		
Pressió de disseny			9.6 bars		
Factor de junta			0.85		
Tipus de fons			Torisfèric		
Espessor de xapa (cilindre/fons)			6mm		
Norma de disseny			ASME		
REBLIMENT					
Material			Anells Rashing		
Diàmetre			2"		
Alçada d'etapa (m)			1.5		
Nombre de trams			4		
Alçada de trams (m)			1.9		
Fracció de buit			81%		
Àrea específica (m²/m³)			93		
Densitat (kg/m³)			660		
RELACIÓ DE CONNEXIONS I ACCESSORIS			OBSERVACIONS		
Marca	Denominació	Diàmetre			
A	Entrada aigua	1.5"			
B	Sortida gas	10"			
C,E,G	Entrada aigua refrigeració	1.5"			
D,F,H	Sortida aigua refrigeració	1.5"			
I	Entrada gasos	13"			
J	Sortida líquid	2"			



	BESCANVIADOR		Ítem nº: E-801		Àrea: 800
			Projecte nº:		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Bescanviador de calor de carcassa i tubs.					
Productes manipulats: NO ₂ , N ₂ O, O ₂ , N ₂ , CO ₂					
DADES DE DISSENY					
	CARCASSA		TUBS		
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Fluid	NO ₂ , N ₂ O, O ₂ , N ₂ , CO ₂		Vapor d'aigua		
Cabal (kg/h)	4518		146		
Fase	G	G	G	L	
Temperatura (°C)	35	130	150	143	
Pressió de treball (atm)	1	0.996	4.8	4.7	
Pes molecular (kg/kmol)	41		18		
Densitat (kg/m³)	1,43E-2	1,09E-2	2.462	903.33	
Viscositat (cp)	1,7E-2	2,2E-2	0.0139	0.0181	
Calor específic (J/kg·°C)	34,29	36,41	λ (KJ/kg)	2111	
Conductivitat tèrmica (W/m·°C)	2,15E-2	2,82E-2	0.029	0.087	
Velocitat (m/s)	34.06		0.94		
Nombre de passos	1		8		
Pèrdua de carrega (atm)	0.0038		0.0996		
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
	CARCASSA		TUBS		
Temperatura de disseny (°C)	150		150		
Pressió de disseny (bar)	2		5		
Material	AISI - 304		AISI - 304		
Diàmetre intern / gruix (mm)	300 / 3		10.3 / 2.77		
Longitud (m)	2		2		
Calor bescanviada (kW)	85.62	Nombre de pantalles	8		
Coefficient global (W/m²·°C)	300	Espai pantalles (mm)	311		
Àrea de bescanvi (m²)	2.77	DTML	77.27		
Nombre de tubs	28	Pes equip buit (kg)	184		
Disposició	Triangular	Pes amb aigua (kg)	396		
Espaiat (mm)	26.98	Pes en operació (kg)	190		
RELACIÓ DE CONNEXIONS					Observacions:
Marca	Denominació				
A	Entrada a la carcassa del gas				
B	Sortida de la carcassa del gas				
C	Entrada als tubs del vapor d'aigua				
D	Sortida dels tubs del vapor d'aigua				

	BESCANVIADOR		Ítem nº: E-801	Àrea: 800
			Projecte nº:	
	Planta: Producció d'adípic		Preparat	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 2/2	



FULLS D'ESPECIFICACIÓ EQUIPS

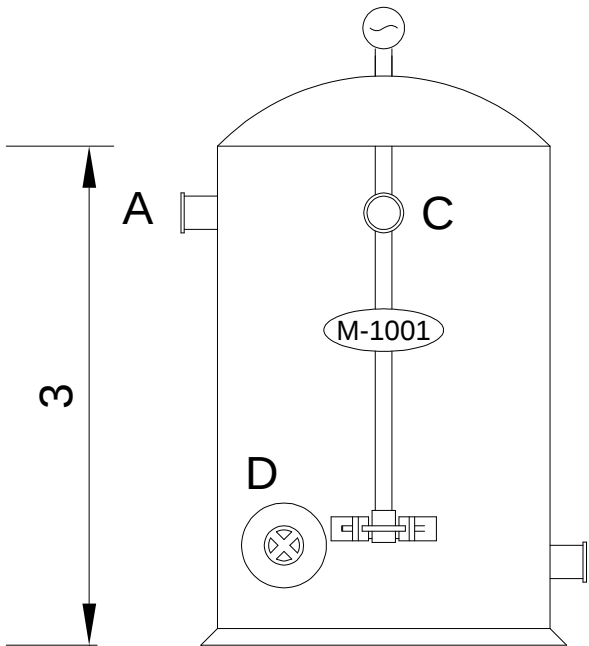
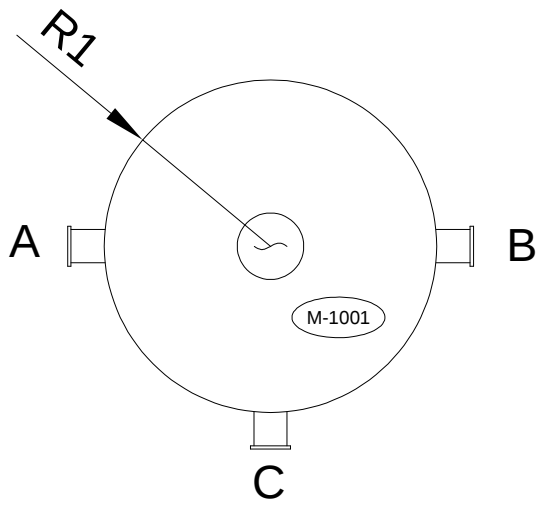
A-1000

	TANC DISSOLUCIÓ ÀREA RECUPERACIÓ DE CATALITZADOR		Ítem nº: M-1001		Àrea: A-1000	
			Projecte nº: -			
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per:-			Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2			
DADES GENERALS						
Denominació: Tanc dissolució d'àcid nítric.						
Productes manipulats: Solució d'àcid nítric al 10% (regenerant)						
Pes buit [kg]		606.56	Posició	Vertical	Densitat fluid [kg/m³]	1297
Pes aigua [kg]		24168.50	Alçada total [m]	3		
Pes operació [kg]		31237.09	Diàmetre [m]	2		
DADES DE DISSENY						
Material de construcció			AISI 304			
Temperatura de treball [°C]			25			
Temperatura de disseny [°C]			50			
Pressió de treball [bar]			1			
Pressió de disseny [bar]			2			
Normativa de disseny			ASME			
Gruix paret cilindre [mm]			3			
Gruix sostre i fons toriesfèric [mm]			3			
Gruix corrosió [mm]			1			
Tipus Toriesfèric			KLOPPER			
RELACIÓ DE CONNEXIONS			DETALLS DE DISSENY			
Marca	Tamany	Denominació	Radiografiat	0.85		
A	2.5"	Entrada producte	Eficàcia soldadura	Parcial		
B	1"	Sortida producte				
C	5"	Entrada aigua dissolució	Aïllant	No		
D	40"	Boca d'home				

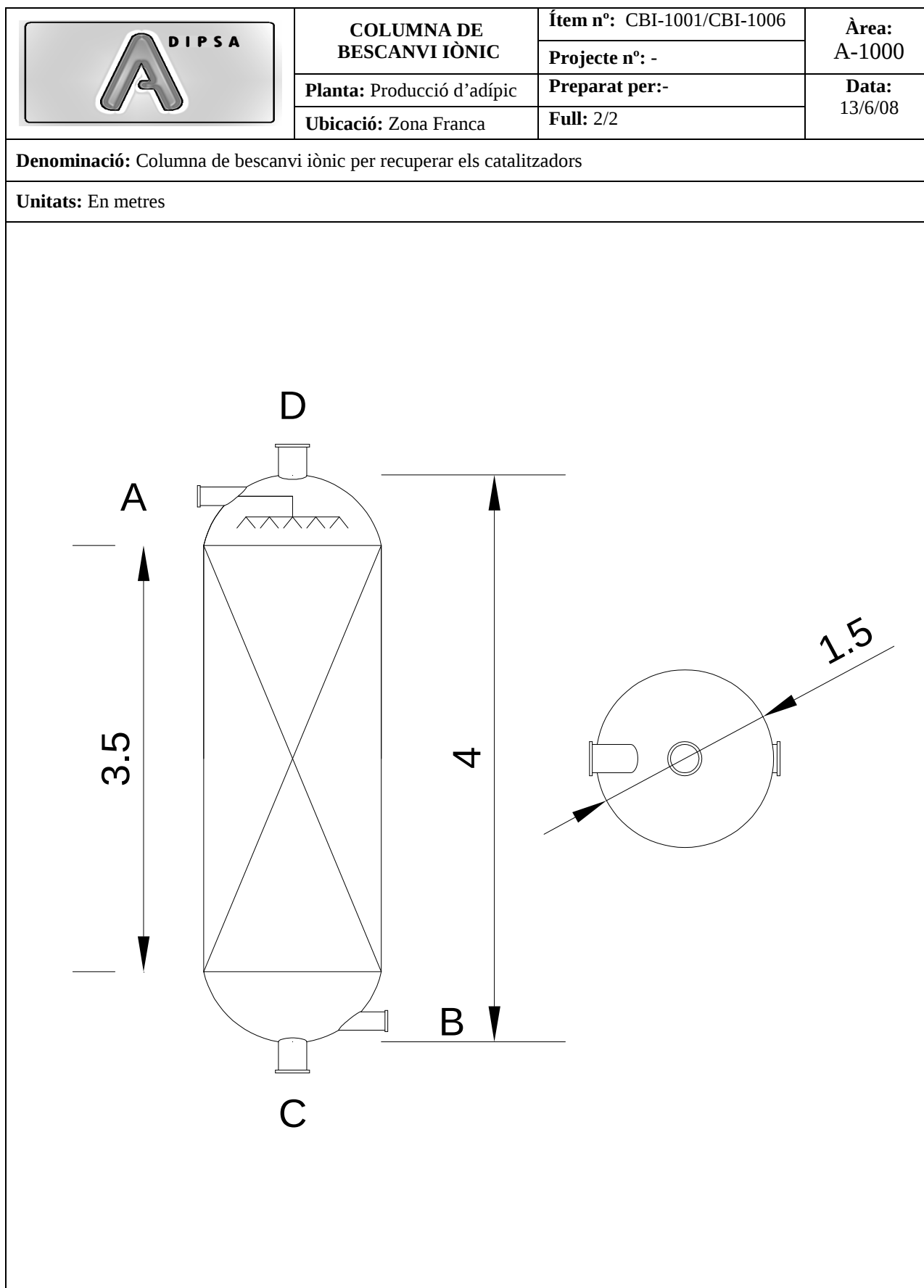
	TANC DISSOLUCIÓ ÀREA RECUPERACIÓ DE CATALITZADOR	Ítem nº: M-1001	Àrea: A-1000
	Planta: Producció d'adípíc	Preparat per:-	Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 2/2	

Denominació: Tancs pulmó per la zona de bescanvi iònic.

Unitats: En metres

DIPSA	COLUMNA DE BESCANVI IÒNIC		Ítem nº: CBI-1001/CBI-1006		Àrea: A-1000
			Projecte nº: -		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per:-		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/2		
DADES GENERALS					
Denominació: Columna de bescanvi iònic per recuperar el catalitzador					
Productes manipulats: Mescla procés, reïna i àcid nítric al 10% (regenerant)					
Pes buit [kg]	481.06	Posició	Vertical	Alçada reïna [m]	3.7
Pes reïna [kg]	2615	Alçada total [m]	4	Densitat fluid [kg/m³]	1297
Pes operació [kg]	7336,613	Diàmetre [m]	1.5	Densitat reïna [kg/m³]	800
DADES DE DISSENY					
Material de construcció			AISI 304		
Temperatura de treball [°C]			25		
Temperatura de disseny [°C]			50		
Pressió de treball [bar]			1		
Pressió de disseny [bar]			2		
Normativa de disseny			ASME		
Gruix paret cilindre [mm]			3		
Gruix sostre i fons toriesfèric [mm]			3		
Gruix corrosió [mm]			1		
Tipus Toriesfèric			KLOPPER		
RELACIÓ DE CONNEXIONS			DETALLS DE DISSENY		
Marca	Tamany	Denominació	Radiografiat	0.85	
A	1"	Entrada producte	Eficàcia soldadura	Parcial	
B	1"	Sortida producte			
C	2.5"	Entrada regenerant	Aïllant	No	
D	2.5"	Sortida regenerant			



3. CONTROL

I

INSTRUMENTACIÓ

3. CONTROL I INSTRUMENTACIÓ

3.1 Característiques del sistema de control.....	3-1
3.1.1 Introducció	3-1
3.1.2 Objectius del sistema de control	3-1
3.1.3 Control de qualitat	3-3
3.2 Implementació del sistema de control.....	3-4
3.2.1 Tipus de control	3-4
3.2.2 Arquitectura del sistema de control	3-6
3.2.3 Característiques del software adquirit:	3-12
3.2.4 Tipus de senyals:	3-13
3.3 Nomenclatura	3-14
3.4 Descripció i diagrames de llaços de control	3-16
3.5 Instrumentació: Elements primaris.....	3-97
3.5.1 Descripció d'elements primaris	3-97
3.5.2 Llistats d'elements primaris	3-103
3.5.3 Fitxes d'elements primaris	3-124
3.6 Instrumentació: Elements finals de control	3-133
3.6.1 Llistat d'elements finals de control	3-134
3.6.2 Dimensionament de vàlvules de control	3-146
3.6.3 Fitxes d'elements finals de control	3-151
3.7 Instrumentació: Targetes d'adquisició de dades	3-154
3.7.1 Recompte de senyals	3-155

3.7.2 Targetes d'adquisició de dades comprades	3-165
--	-------

3. CONTROL I INSTRUMENTACIÓ

3.1 CARACTERÍSTIQUES DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.1 Introducció

Per tal d'assegurar una segura i òptima operació de la planta, és necessari implantar un sistema de control que actuï sobre les variables claus del procés, i que n'asseguri un correcte funcionament des de la posada en marxa fins l'aturada de la planta, actuant sobre les pertorbacions que es produeixin i minimitzant-ne les conseqüències.

3.1.2 Objectius del sistema de control

Els objectius principals del sistema de control ha dissenyar són:

1. Una operació segura de la planta.
 - a) Mantenint les variables de procés dins d'uns límits en els quals es garanteixi la seguretat.
 - b) Detectant situacions perilloses quan tinguin lloc i proporcionant sistemes d'alarmes i d'apagada automàtica de sistemes.
2. Velocitat de producció
Assolint la producció de disseny de la planta.
3. Qualitat del producte
Mantenint la qualitat del producte dins dels estàndard de qualitat desitjats
4. Minimització d'emissions contaminants
Reduint al màxim les emissions contaminants pel medi que podrien ser fruit d'una incorrecta operació de la planta, fent que es compleixi la normativa mediambiental en tot moment.

5. Cost

Operant al cost de producció mes baix, tenint en compte el compliment dels objectius anteriors.

Per aconseguir aquests objectius és necessari desenvolupar una estructura de control eficient per la planta. L'objectiu ha estat el control de la planta *sencera*, no les diferents unitats de procés individualment. Això ha estat pensat d'aquesta forma degut a que un esquema de control aparentment apropiat per un sol reactor, o per una columna de destil·lació, poden derivar en una planta inoperable quan aquest reactor o columna són connectats a altres unitats en un procés, especialment si hi ha presència de recirculacions i d'integració energètica. Com que precisament el procés dissenyat incorpora aquests dos elements, amb l'objectiu d' aconseguir un màxim rendiment de les matèries primes i una mínima despesa energètica, es fa indispensable que es prenguin en consideració tots els elements necessaris perquè la planta romangui en l'estat desitjat malgrat possibles pertorbacions, i que s'evitin situacions en que una petita alteració en una unitat de procés tingui males conseqüències per un altre. Per aconseguir aquest objectiu també s'utilitzaran tancs pulmó en diversos punts del procés, que faran l'operació de la planta més estable.

La política utilitzada a l'hora de dissenyar l'estructura dels llaços de control de la planta també inclou els següents conceptes:

- Realitzar el control en tot moment de les variables que interessin pel el transcurs normal del procés, evitant els llaços de control que no siguin necessaris, i minimitzant les interferències que pugin existir entre ells, aconseguint així no sobrecontrol·lar la planta.
- Supervisió / monitorització completa del procés, tenint així un coneixement exhaustiu en tot moment de les variables de procés, de la seguretat i del funcionament dels equips.

La planta s'opera en continu, i en conseqüència els elements de control associats a la producció funcionaran en continu, excepte els controls on/off, que per

exemple s'utilitzen en els controls d'arrencada i parada, per omplir tancs d'emmagatzematge i per l'operació de sistemes en discontinu, com són les reïnes de bescanvi iònic.

3.1.3 Control de qualitat

En una planta, és important fer un control de qualitat acurat tant de les matèries primeres que s'utilitzen en una planta com dels productes que se'n deriven. D'aquesta manera es pot verificar que els inputs que rep la planta són els desitjats, és a dir, de la qualitat necessària, i que els seus outputs són també els desitjats, el que garantiria que la planta està operant correctament, al menys en quant a qualitat de producte es refereix, i que aquest es pot comercialitzar sense inconvenients.

Per duu a terme aquesta tasca serà necessària que la planta disposi d'uns laboratoris suficientment equipats, i de personal qualificat en plantilla que pugui desenvolupar aquesta tasca. En aquest projecte, però, el control de qualitat no és descrit en més extensió perquè s'escapa dels objectius d'aquest.

Tanmateix, és bo recordar que la planta disposa de mecanismes per assegurar la qualitat del producte final, és a dir, els cristalls d'àcid adípic, ja que aquests són sotmesos a una recristal·lització amb aigua per augmentar la seva puresa

3.2 IMPLEMENTACIÓ DEL SISTEMA DE CONTROL

3.2.1 Tipus control

Amb l'objectiu de desenvolupar un control eficient, i d'adaptar-lo a les necessitats de les diferents unitats de procés, s'han adoptat diferents estratègies, que es resumeixen en els següents punts :

- Control feed-back: Es mesura una variable controlada i es compara el valor amb un set point. Per corregir possibles desviacions s'actua sobre una variable manipulada. En funció del tipus d'acció que té el controlador al comparar el valor de la variable controlada amb el set point, es parla de control proporcional (P), proporcional integral (PI) o proporcional integral derivatiu (PID).
- Control feed – forward: És un tipus de control anticipatiu, que es basa en conèixer el valor d'una pertorbació que afectarà el sistema, actuant sobre la variable manipulada per aconseguir que aquesta pertorbació no afecti l'estat de la variable controlada. És indispensable disposar d'un model matemàtic fiable per fer un ús correcte d'aquest tipus de control, i serà utilitzat quan es requereixi que la variable controlada no es desplaci, ni que sigui momentàniament, del punt de consigna.
- Control feedback On – Off: Aquest tipus de control és anàleg al control feedback continu, amb la particularitat de que només actuarà quan sigui activat, ja sigui quan la variable controlada assoleixi un valor predeterminat o pels operaris. Aquest tipus de control estan molt relacionats amb la seguretat de la planta, i normalment el valor que tenen assignat per activar-se està relacionat amb un perill potencial o una situació a modificar, com per exemple que un tanc d'emmagatzematge estigui massa ple.

Apart dels controls anteriorment descrits, a la planta també hi ha altres dispositius, com els instruments de supervisió i els automatismes, que si bé no tenen com objectiu actuar sobre cap variable ni modificar l'estat de cap sistema, també són part integral del sistema de control.

La funció dels elements de supervisió es restringirà a la monitorització de variables de procés, facilitant el coneixement de la situació exacte en que es troba la planta, activant alarmes quan les variables mesurades es situïn fora del rang considerat segur pel funcionament de la planta.

La funció dels automatismes és l'activació i desactivació des de la sala de control de diferents elements que conformen el procés. Aquests interruptors marquen l'estat de les vàlvules tot / res i el funcionament o no funcionament de bombes i agitadors.

Dels controls anteriorment descrits, el que es pot trobar amb més freqüència a la planta és el control feedback. La resposta que donarà aquest control vindrà determinada per el tipus d'actuador que tingui assignat. Per fer una bona selecció de quin tipus d'actuador implementar en cada llaç s'han tingut en compte les principals característiques de cada un d'ells, que es descriuen breument a continuació:

- Acció P
 - Accelera la resposta d'un procés controlat
 - Dona un error (offset), a no ser que el procés sigui un integrador pur.
- Acció I
 - Elimina l'error a expenses, moltes vegades, de desviacions grans.
 - Dóna respostes oscil·lants.
 - Si s'augmenta el guany (K_c) per obtenir una resposta més ràpida, aquesta esdevé més oscil·latòria i pot conduir a inestabilitats
- Acció D
 - Anticipa errors futurs i introdueix una acció apropiada
 - Estabilitza la resposta en llaç tancat
 - Augmenta amplada oscil·lacions

- Ajust del controlador més complex (3 paràmetres)

L'estratègia seguida alhora de seleccionar el tipus d'acció per cada llaç és desglossada en els següents tres punts.

- 1) Si és possible, utilitzar control proporcional (p.ex. control de pressió d'un gas, de nivell de líquid) si es poden assolir errors (offset) acceptables o si bé el procés és un integrador pur.
- 2) En cas contrari, emprar un PI. S'utilitza a vegades per el control de pressió en un gas o control de nivell de líquid i gairebé sempre pel control de cabal. La resposta d'aquests sistemes és prou ràpida i la velocitat de la resposta del sistema en llaç tancat es manté adequada malgrat l'alentiment causat pel model integral.
- 3) Utilitzar un PID per augmentar la velocitat de la resposta en llaç tancat i mantenir la robustesa. És recomanat pel control de temperatura i de composició.

3.2.2 Arquitectura del sistema de control

En l'actualitat, els sistemes de control tenen un elevat grau d'automatització, que és possible mitjançant la utilització d'ordinadors. Això es va aconseguir a partir de la creació dels *Programmable Logic Controller* (PLC). Aquests sistemes van representar una reducció dels costos d'instrumentació i que s'eliminessin una sèrie de problemes relacionats amb els relés que tenien els miniordinadors anteriorment utilitzats.

Els PLC estan basats en la tecnologia dels ordinadors, són programables i reprogramables, fàcils de mantenir i reparar. A més, són més robusts, segurs en el seu funcionament, petits i barats que els sistemes equivalents de relés.

Des de fa uns aproximadament 30 anys, aquests microprocessadors van ser incorporats a un gran nombre d'equips de control, que van substituir en les plantes industrials els equips basats en hardware analògic, el que va significar un canvi d'aquesta tecnologia a una digital. A partir d'aquests canvis, i a la progressió de la tecnologia de comunicacions, es van desenvolupar les estructures de control distribuït. Aquestes estructures es basen en un sistema de control jeràrquic amb un número de microprocessadors amb tasques específiques per cada un d'ells.

En l'actualitat, aquesta estructura de control distribuït és clarament la més utilitzada en els processos industrials, i és la que s'aplicarà en el present projecte. L'objectiu serà descriure de forma general l'arquitectura que tindria el sistema de control implementat a la planta dissenyada i les parts de les quals estaria format.

Un DCS (*Distributed Control System*), de forma simplificada, consta de tres elements fonamentals, que es poden veure esquematitzats en la següent figura, i que són:

- Interfase al Procés
- Interfície al operador
- Via de dades



Interfase al Procés

Solen haver dos tipus d'equips per realitzar la interfase amb el procés. Un d'ells, habitualment un controlador lògic programable, es dedica al processament de llaços de control amb entrada, procedent d'elements de mesura, i sortida cap a elements finals, mentre que un altre mòdul es dedica al processament d'entrades que no necessiten realitzar funcions de control, tals com indicacions. A les següents figures es pot veure la fotografia d'un d'aquest controladors, i un esquema del seu funcionament, mostrant com reben una senyal provinent d'un element de mesura i n'emeten un altre cap a un element final de control, que tindrà la seva incidència en el procés.



Interfície a l'operador

Es necessita un medi per supervisar i manipular les unitats de procés, i es fa a la sala de control, a través d'una consola d'operació, com les que es poden veure a les següents figures:

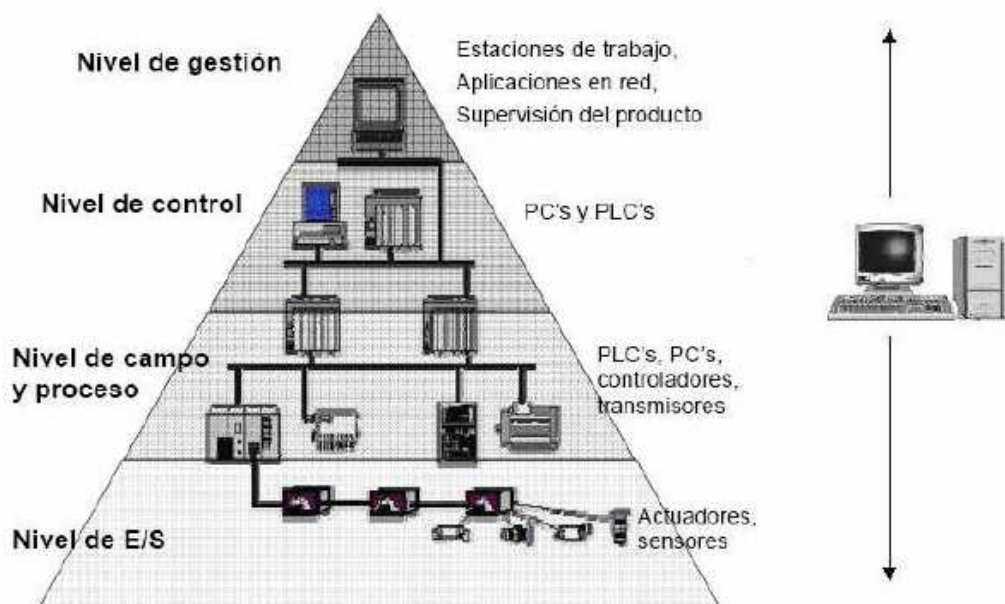


És aquesta consola la que fa la funció d'interfície entre l'operador i les unitats, i serveix tant per que els operaris coneguin la situació de la planta com per donar instruccions al sistema de control quan sigui necessari, per exemple posant en funcionament una bomba.

Via de dades

Les pantalles de la consola d'operació es troben unides a armaris de control a través de la via de dades. El sistema de la nostra planta disposarà d'una via principal per a la comunicació de dades i un altre de reserva. Cada via està composta per un cable coaxial i tota l'electrònica associada, per on flueix la comunicació de tots els elements del sistema de control. Davant d'un error en la via principal, automàticament entrarà en funcionament la de reserva, sense afectar al control de la planta.

Les funcions necessàries del DCS es repartiran de la forma en queda il·lustrat en la següent figura:



- Nivell d'entrada / Sortida: Tasques de control i regulació dels llaços elementals d'un procés

- Nivell de camp i de procés: Supervisió de les unitats de procés, establint relacions entre llaços d'un mateix sector
- Nivell de control: Coordinació de les relacions dels diversos sectors
- Nivell de gestió: Monitorització dels punts que permetin conèixer l'estat de la planta i és on es donen les instruccions que el sistema de control haurà d'aplicar.

3.2.2 Característiques del software adquirit:

El software serà comprat a l'empresa Emerson Process Management:



Software: Delta V Digital Automation System

Subministrador: Emerson Process Management

Arquitectura de control: Distribuïda

Base de dades: Distribuïda

Unitats d'adquisició de dades i control: PLCs

Nombre d' I/O utilitzables: Il·limitat (Sistemes escalables de centenars a milers de senyals)

Tips de control desenvolupables: Lògic, regulatori, seqüencial i avançat.

Gestor d'alarmes: Sí

Comunicacions digitals incloses: FOUNDATION fieldbus, AS-i, Profibus, DeviceNet i HART.

Llenguatge de programació: IEC 61131 – 3

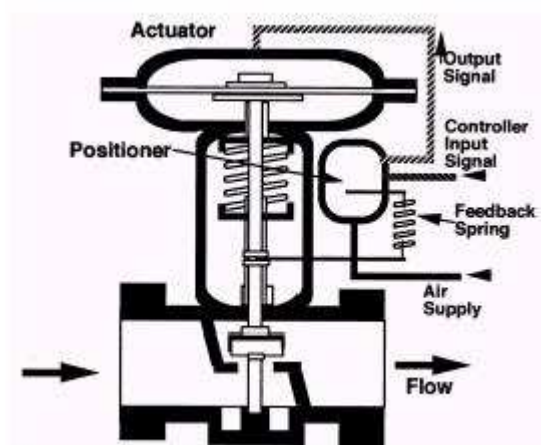
Estació de treball: Sistema Windows

Historial de serveis: Sí

Àrea d'acció: Àrea de la planta

3.2.3 Tipus de senyals

Degut a que el controlador és de tipus de digital, les senyals a utilitzar seran del tipus elèctric, i que no se'n puguin utilitzar de neumàtiques. Per transmetre una senyal als elements finals de control, que seran d'actuació neumàtica, un cop aquesta senyal arriba al posicionador, on serà traduïda a una senyal neumàtica, i mitjançant la regulació d'un corrent d'aire comprimit d'instrumentació, aquest arribarà a l'actuador de l'element final, generalment una vàlvula de control, que actuarà per aconseguir l'obertura d'aquesta. A continuació es pot veure una figura d'una vàlvula on s'esquematitza el seu funcionament.



En aquest projecte s'ha utilitzat senyals analògiques de 4-20 mA. Les senyals elèctriques viatjaran a través de safates de cables i es comunicaran amb el DCS mitjançant targetes d'adquisició de dades i convertidors A/D i D/A.

Com s'ha comentat, quan la senyal elèctrica serà traduïda a una senyal neumàtica, que tindrà un rang que anirà de les 3 a les 15 lb/in², ja que aquest en les vàlvules estan dissenyades perquè un canvi de pressió de 12 lb/in² produeixi un desplaçament del 100% de la carrera de la tija o espàrrec. Per aquest motiu, les vàlvules tindran connectat un corrent neumàtic d'unes 20 psi, per poder fer aquesta traducció de senyal elèctric a neumàtic forma efectiva.

3.3 NOMENCLATURA

- Nomenclatura de llaços

Per designar els llaços de control es farà ús d'una nomenclatura formada per tres termes, separats entre ells per guions, del tipus A-B-C. El significat de cada un dels termes és el següent:

1er terme (A): Designa la variable controlada. La nomenclatura que s'utilitza per fer referència als diferents tipus de variables controlades està recollida en la següent taula:

Variable controlada	Nomenclatura
Concentració	A
Cabal	F
Nivell	L
Pressió	P
Temperatura	T

2n terme (B): Designa el equip on s'està realitzant aquest control

3er terme (C): Número de llaç de l'equip

Exemples:

T – R301 – 3 : Aquesta nomenclatura fa referència a un llaç de control de temperatura, al reactor 301 i que és el tercer dels llaços de control que té aquest reactor.

L – M301 – 2: Aquesta nomenclatura fa referència a un llaç de control de nivell, al tanc de mescla 301, i que és el segon dels llaços de control que té aquest mesclador.

- Nomenclatura d'instrumentació

La nomenclatura d'instrumentació té molt en comú amb la utilitzada per designar llaços de control, ja que els tres termes que constitueixen la nomenclatura d'aquest últim també són present per designar la instrumentació. El que varia és que ara el primer terme designarà el tipus d'instrument i la variable que controla el llaç .

En la següent taula es poden observar els diferents caràcters utilitzats per designar els tipus d'instruments.

Tipus d'instrument	Nomenclatura
Element mesurador	E
Indicador	I
Transmissor	T
Transmissor/Indicador	IT
Vàlvula de control	CV
Vàlvula tot/res	HV
Interruptor	S
Alarma d'alta	HA
Alarma de baixa	LA
Vàlvula de tres vies	ZV

Exemples:

TT – R301 – 3: Aquesta nomenclatura fa referència al transmissor de temperatura que forma part del tercer llaç de control del reactor 301.

LCV – M301 – 2: Aquesta nomenclatura fa referència a la vàlvula de control de nivell que forma part del segon dels llaços de control que té el tanc de mescla M301.

3.4 DESCRIPCIÓ I DIAGRAMES DE LLAÇOS DE CONTROL

A continuació es presenten els llistats dels llaços de control i monitorització presents a la planta, classificats segons la zona de la planta on es trobin. També es representaran els diagrames de control més representatius de cada zona.

Llaços Àrea 100

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
T-101	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L -T101 - 1
T-102	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T102-1
T-103	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L -T103 -1
T-104	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L -T104 -1
T-105	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T105-1
T-106	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L -T106 - 1
T-107	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L -T107 - 1
T-108	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T108-1
T-109	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T109 - 1
T-110	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T110 - 1
T-111	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T111- 1

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
T - 112	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T112- 1
T-113	Nivell	Cabal de sortida	Feedback	L-T113-1
T-113	pH	Cabal d'entrada	Feedback	pH-T113-2

Llaç L – T101/T112 : Control de nivell a T – 101**Objectiu:**

El nivell dels tancs d'emmagatzematge es vol mantenir dintre dels rangs de nivell màxim i mínim pel bon funcionament de la planta, per tant, es posarà un sistema de control que mantingui el nivell entre aquests límits. Per fer-ho, s'utilitza un enclavament el qual tancarà la vàlvula d'entrada quan aquest nivell sobrepassi el nivell màxim i deixarà omplir-lo quan el nivell estigui per sobre del nivell mínim. Aquest sistema també serà el que comuniqui a la sala de control quins tancs estan plens i quins no per tal d'evitar problemes a l'hora de carregar el producte provinent dels camions cisterna.

Degut a tot això, s'han posat diversos instruments de control per tal de controlar el nivell de tots els tancs.

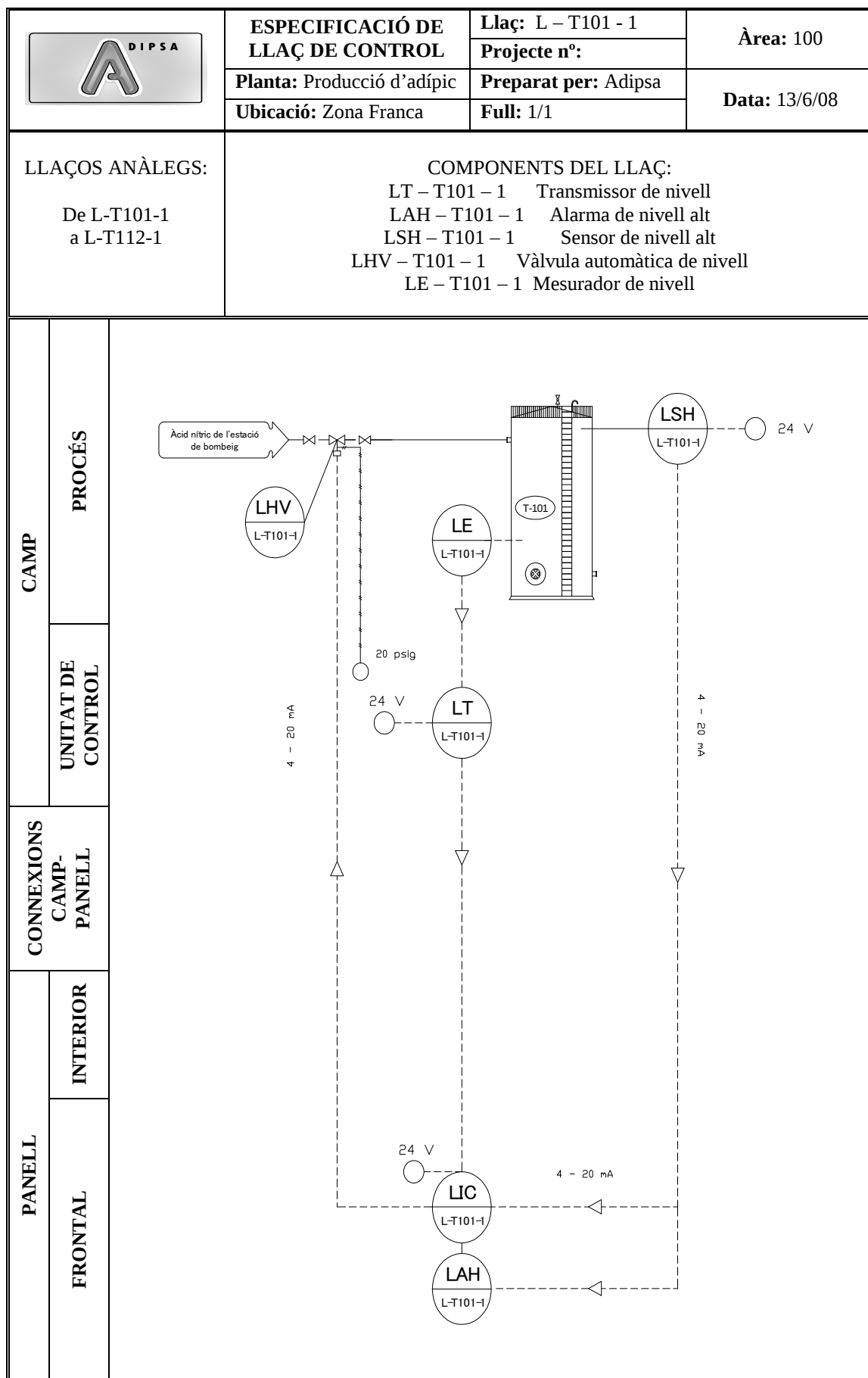
En aquest llaç, que estarà asat en enclavaments, ja que només tancarà o obrirà del tot depenen de les necessitats i no regularà el cabal en cap moment.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T-101 / T-112
- Variable controlada : Nivell de líquid al tanc.
- Variable manipulada: Cabal d'entrada al tanc
- Set-Point: Entre màxims i mínims del tanc
- Mètode de control: ON-OFF

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set point</u>
T-101/T-112	L-T-101-1	Entre nivell màxim i mínim



Llaç L – T113 : Control de nivell a T – 113

Objectiu:

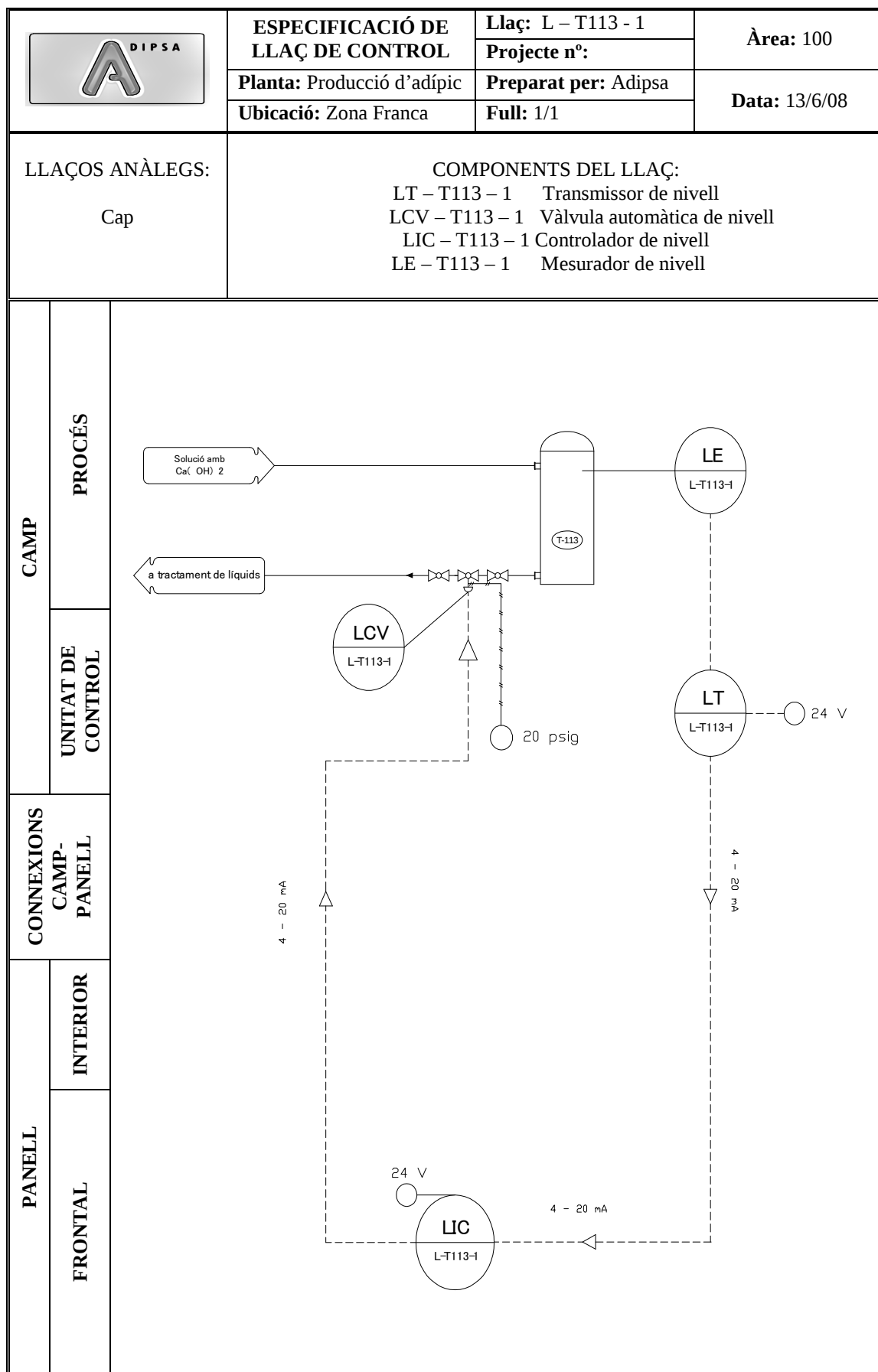
A l'àrea d'emmagatzematge d'àcid nítric, s'ha dissenyat un rentador de gasos (C-101) on els corrents de sortida líquids s'envien a un tanc pulmó (T-113). El nivell d'aquest tanc pulmó es vol mantenir dintre dels rangs de nivell màxim i mínim. Per fer-ho, s'utilitza un sistema on la variable mesurada és el nivell del tanc i la variable regulada serà el corrent de sortida, el qual va cap a tractament de líquids, per mitjà d'una vàlvula (LCV-T113) i aquesta serà la que mantindrà el nivell del tanc entre els seus màxims i mínims.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T-113
- Variable controlada : Nivell de líquid al tanc.
- Variable manipulada: Cabal de sortida de líquids.
- Set-Point: Entre màxims i mínims del tanc
- Mètode de control: Feedback

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set point</u>
T-113	L-T-113-1	Entre nivell màxim i mínim



Llaç pH – T113 : Control de pH al tanc pulmó a T – 113

Objectiu:

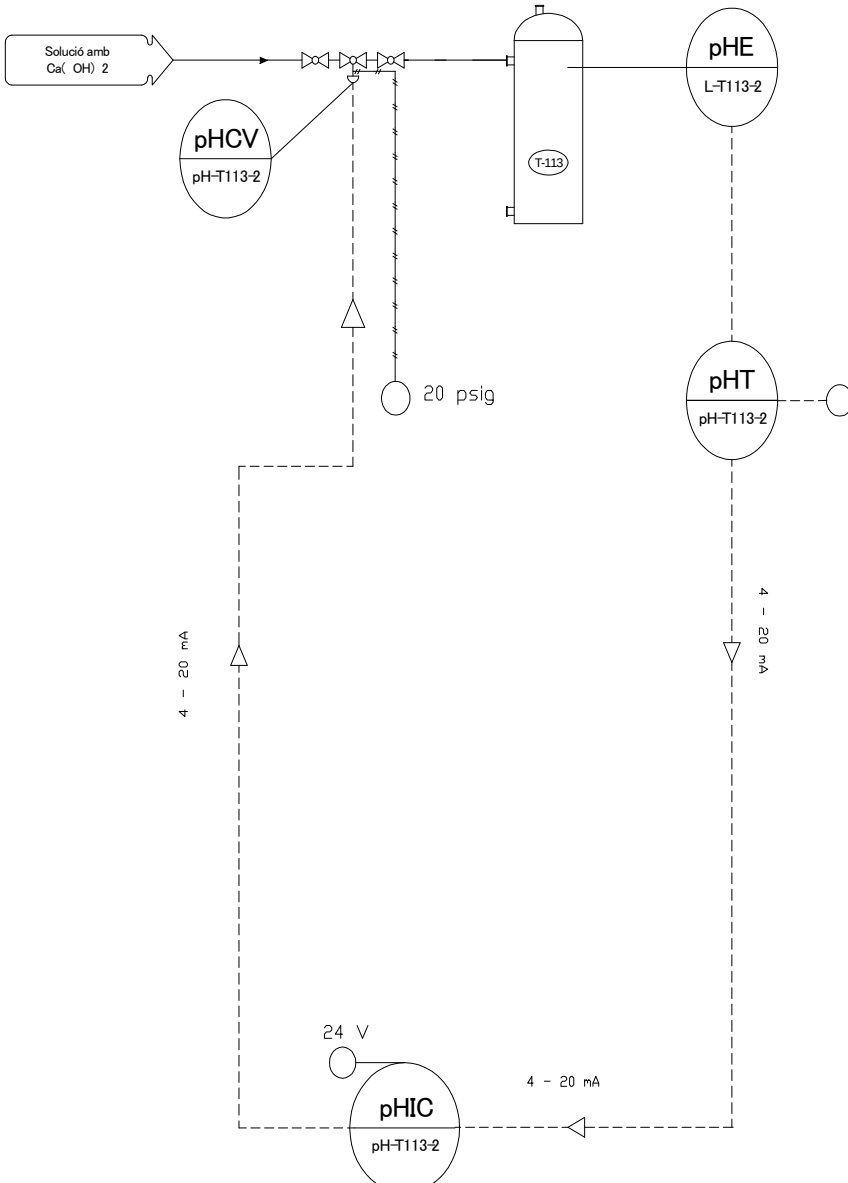
A l'àrea d'emmagatzematge d'àcid nítric, s'ha dissenyat un rentador de gasos (C-101) on els corrents de sortida líquids s'envien a un tanc pulmó (T-113). El pH del tanc pulmó serà un bon indicador per veure l'eficiència del rentador de gasos de nítric. Al tanc pulmó hi haurà una solució de hidròxid de calci, lògicament a pH bàsic. A mesura que es passi la solució bàsica pel rentador, s'anirà neutralitzant i cada cop el pH anirà baixant fins fer-se gairebé neutre. Quan el pH sigui baix, s'obrirà la vàlvula d'entrada de solució bàsica (pHCV) i així es podrà tornar a neutralitzar l'aire.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T-113
- Variable controlada : pH del tanc.
- Variable manipulada: Cabal d'entrada de hidròxid de calci.
- Set-Point: Entre màxims i mínims del tanc
- Mètode de control: Feedback

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set point</u>
T-113	pH-T-113-1	Entre nivell màxim i mínim

		ESPECIFICACIÓ DE LLAÇ DE CONTROL		Llaç: pH – T113 - 1	Àrea: 100	
				Projecte n°:		
		Planta: Producció d'adípic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
		Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
LLAÇOS ANÀLEGS: Cap		COMPONENTS DEL LLAÇ: pHT – T113 – 1 Transmissor de pH pHCV – T113 – 1 Vàlvula automàtica de nivell pHIC – T113 – 1 Controlador de nivell pHE – T113 – 1 Mesurador de nivell				
CAMP						
UNITAT DE CONTROL						
CONEXIONS CAMP-PANEL						
PANEL						
FRONTAL						
INTERIOR						

Llaços Àrea 200

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
T-201	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T201-1
T-202	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T202- 1
T-203	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T203- 1
T-204	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T204- 1
T-205	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T205- 1
T-206	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-T206- 1

Llaç L – T201/T206 : Control de nivell a T – 201**Objectiu:**

El nivell dels tancs d'emmagatzematge es vol mantenir dintre dels rangs de nivell màxim i mínim pel bon funcionament de la planta, per tant, es posarà un sistema de control que mantingui el nivell entre aquests límits. Per fer-ho, s'utilitza un enclavament el qual tancarà la vàlvula d'entrada quan aquest nivell sobrepassi el nivell màxim i deixarà omplir-lo quan el nivell estigui per sobre del nivell mínim. Aquest sistema també serà el que comuniqui a la sala de control quins tancs estan plens i quins no per tal d'evitar problemes a l'hora de carregar el producte provinent dels camions cisterna.

Degut a tot això, s'han posat diversos instruments de control per tal de controlar el nivell de tots els tancs.

En aquest llaç, que serà del tipus enclavament ja que només tancarà o obrirà del tot depenen de les necessitats i no regularà el cabal en cap moment.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T-201 / T-206
- Variable controlada : Nivell de líquid al tanc.
- Variable manipulada: Cabal d'entrada al tanc
- Set-Point: Entre màxims i mínims del tanc
- Mètode de control: ON-OFF

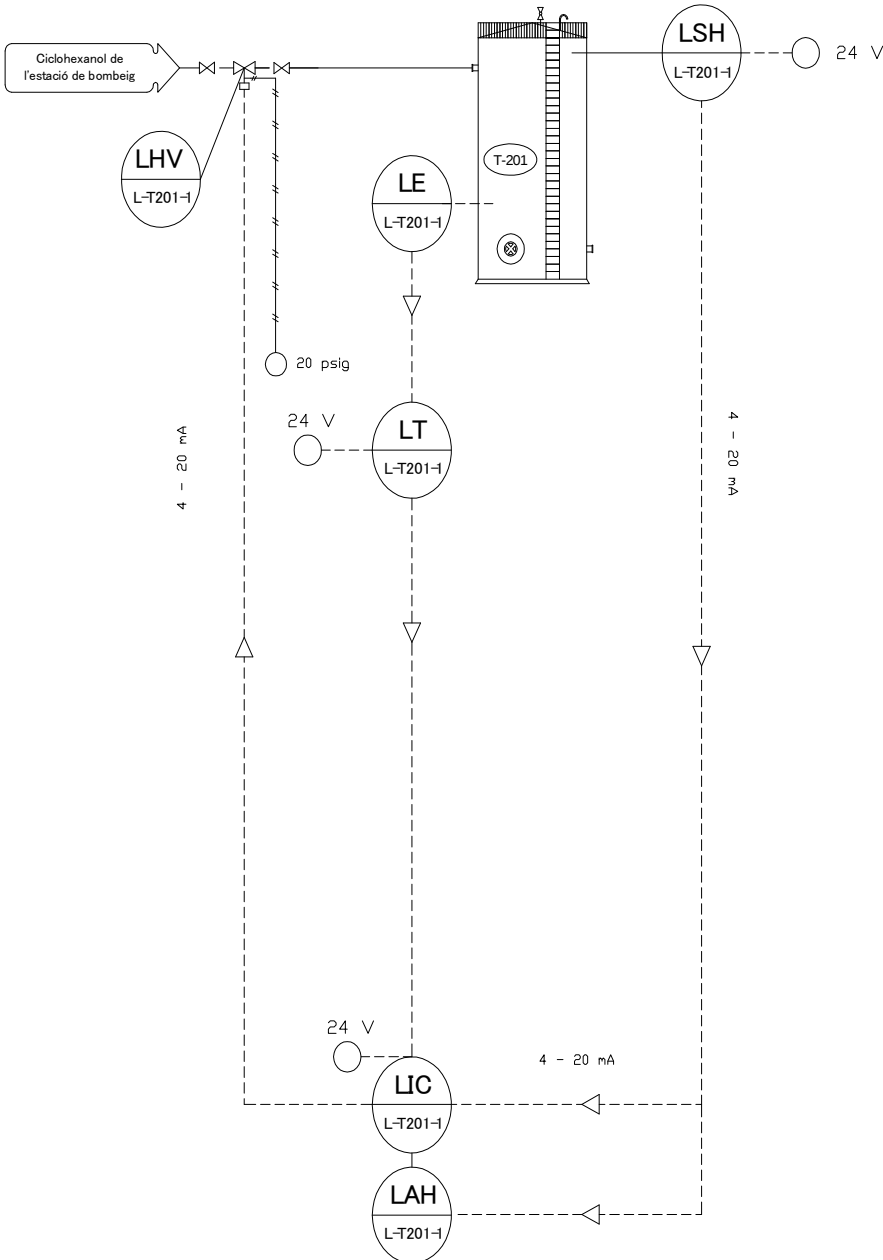
Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
T-201/T-206	L-T-201-1	Entre nivell màxim i mínim

	ESPECIFICACIÓ DE LLAÇ DE CONTROL		Llaç: L – T201 - 1	Àrea: 200	
			Projecte n°:		
	Planta: Producció d’adipic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		

LLAÇOS ANÀLEGs:		COMPONENTS DEL LLAÇ:	
L-T-201-1		LT – T201 – 1 Transmissor de nivell LAH – T201 – 1 Alarma de nivell alt LSH – T201 – 1 Sensor de nivell alt LHV – T201 – 1 Vàlvula automàtica de nivell LE-T201-1 Mesurador de nivell	

CAMP	PROCÉS		CONEXIONS CAMP-PANELL	PANELL	
	UNITAT DE CONTROL			INTERIOR	FRONTAL



Llaços Àrea 300

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
T - 301	Nivell de T - 301	-	Monitorització i Seguretat	L - T301 - 1
M - 301	Cabal d'entrada De NML provinent de T-301	Cabal de NML provinent de T - 301	Feedback	F - M301 - 1
M - 301	Nivell de M - 301	Cabal d'entrada d'àcid nítric al 60%	Feedback	L - M301 - 2
R - 301	Cabal d'entrada de ciclohexanol provinent d'A-200	Cabal d'entrada de ciclohexanol provinent d'A-200	Feedback	F - R301 - 1
R - 301	Cabal d'entrada de NML provinent de M-301	Cabal d'entrada de NML provinent de M-301	Feedback	F - R301 - 2
R - 301	Cabal al bescanviador extern E- 301	Cabal al bescanviador extern E-301	Feedback	F - R301 - 3
R - 301	Temperatura	Cabal de refrigerant	Feedback	T - R301 - 4
R - 301	Temperatura	Cabal de ciclohexanol	Control On - Off	T - R301 - 5
R - 301	Nivell de R - 301	Cabal de sortida de líquid	Feedback	L - R301 - 6

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
R - 302	Cabal d'entrada de ciclohexanol provinent d'A-200	Cabal d'entrada de ciclohexanol provinent d'A-200	Feedback	F - R302 - 1
R - 302	Cabal d'entrada de NML provinent de M-301	Cabal d'entrada de NML provinent de M-301	Feedback	F - R302 - 2
R - 302	Cabal al bescanviador extern E- 301	Cabal al bescanviador extern E-302	Feedback	F - R302 - 3
R - 302	Temperatura	Cabal de refrigerant	Feedback	T - R302 - 4
R - 302	Temperatura	Cabal de ciclohexanol	Control On - Off	T - R302 - 5
R - 302	Nivell de R - 302	Cabal de sortida de líquid	Feedback	L - R302 - 6
R - 303	Temperatura	Cabal de refrigerant	Control On - Off	T - R303 - 1
R - 303	Nivell	Cabal de sortida de líquid	Feedback	L - R303 - 2

Llaç F – R301 – 1: Control de l'entrada de ciclohexanol a R – 301.**Objectiu:**

En el reactor R-301 es vol controlar que el cabal d'entrada de ciclohexanol es mantingui en el cabal desitjat, i que aquest pugui avariar-se si és d'interès, quan per exemple es vol que el reactor operi a una capacitat del 75% del total de la planta, en comptes del 50% habitual.

És especialment importat que l'entrada de ciclohexanol al reactor es mantingui en els valors desitjats, ja que al ser el reactiu limitant, d'ell dependrà totalment la calor total alliberada per la reacció, i per exemple, una variació d'un 5% en l'entrada de ciclohexanol provocaria que la temperatura assolida al reactor, prèviament a que els llaços de control de temperatura actuessin, estigués al voltant d'uns 8°C per sota o per sobre dels 78°C previstos, i que per tant fos difícil garantir que la reacció es duria a terme de la forma prevista.

L'encarregat d'assegurar el cabal entrant de ciclohexanol a R-301 serà el llaç de control F-R301-1.

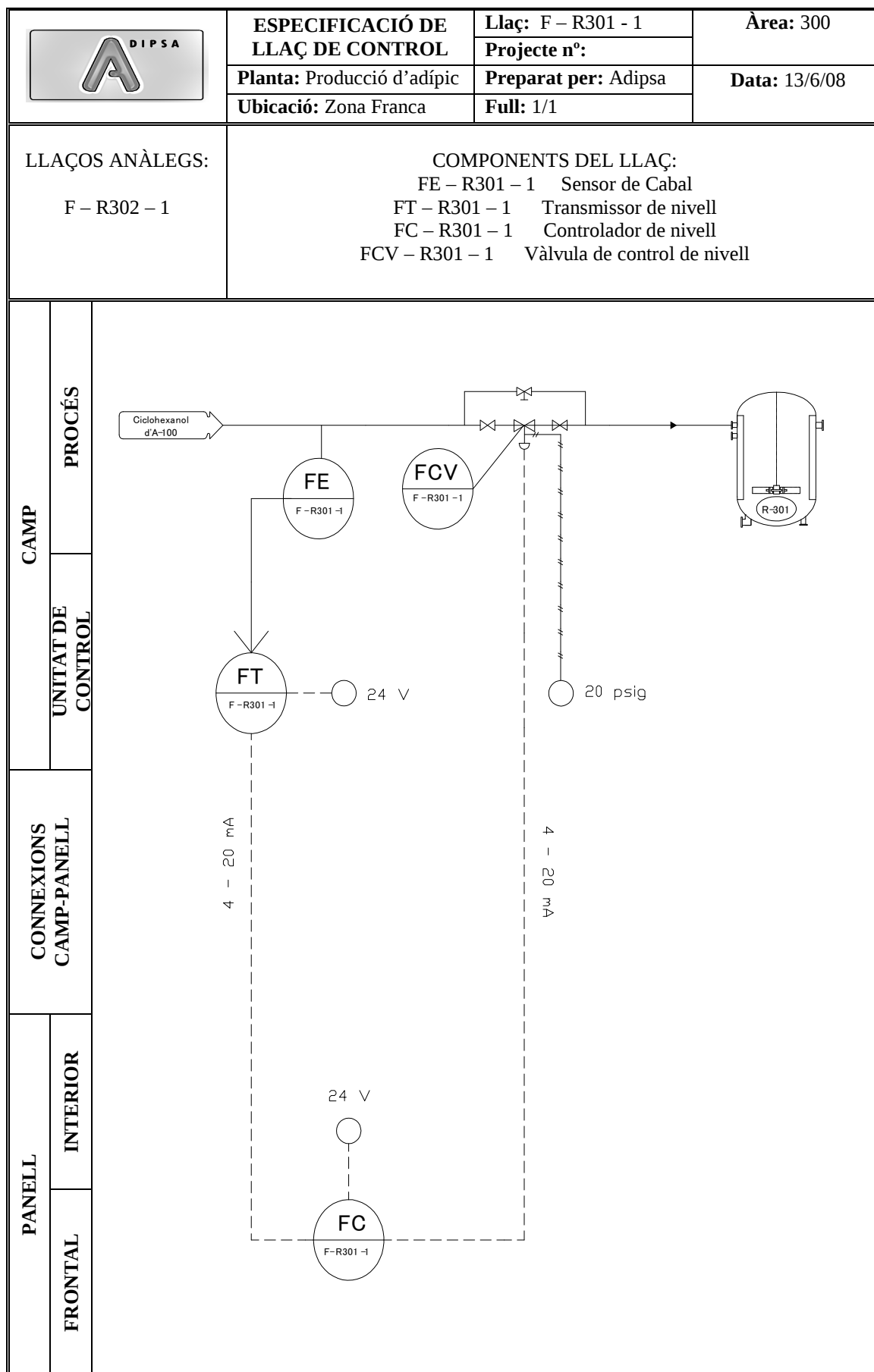
El set point que tindrà el llaç variarà en funció de les necessitats de la planta. En la seva operació habitual, el set point serà de 3,12 m³/h, ja que es vol que entrin al reactor 3000 kg/h de ciclohexanol.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: F – R301 – 1
- Variable controlada : Cabal d'entrada de ciclohexanol al reactor
- Variable manipulada: Cabal d'entrada de ciclohexanol al reactor
- Set-Point: 3,12 m³/h
- Mètode de control: Feedforward

Llacos anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llac</u>	<u>Set</u>
R-302	F – R302 –1	3,12 m ³ /h



Llaç F – R301 – 2: Control de l'entrada d'àcid nítric i catalitzador a R – 301.**Objectiu:**

A part de ciclohexanol, perquè la reacció es dugui a terme, cal alimentar un corrent a R-301 que contingui la solució d'àcid nítric i catalitzador. Aquest corrent provindrà del tanc de dissolució, i a més tindrà àcids adípic, succínic i glutàrics provinents de la recirculació de les aigües mares de la cristal·lització.

El llaç de control F – R301 –2 és el responsable de que aquest corrent entri al reactor amb el cabal desitjat, mantenint aquest valor front a possibles pertorbacions.

Com que els components que contindrà aquest corrent no seran limitants per a la reacció, s'ha optat per un tipus de control feedback, que manipulés el cabal si mesures que l'entrant al reactor s'allunya del set point establert.

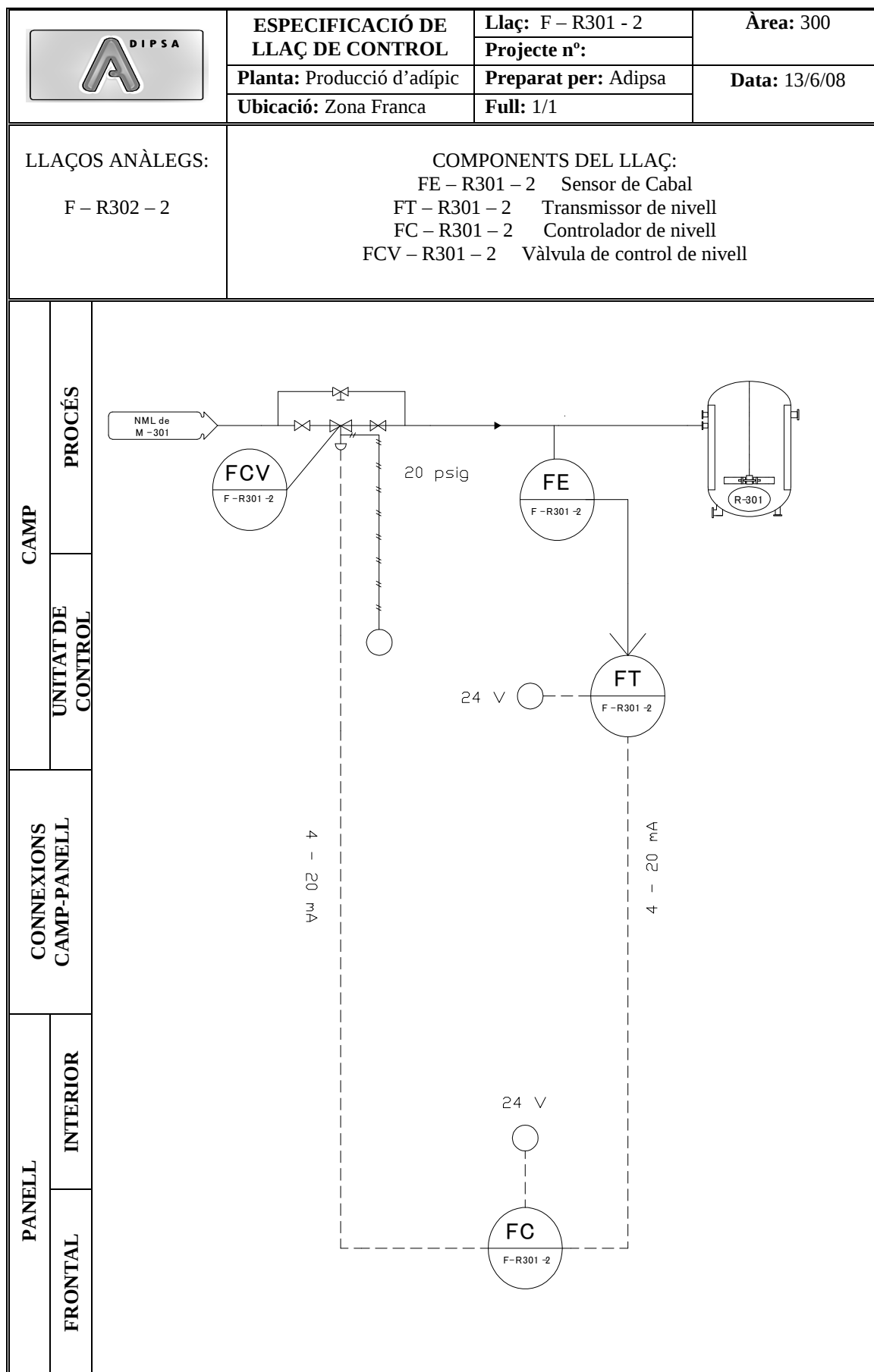
El set point que tindrà el llaç en condicions normals d'operació serà de 39,3 m³/h, ja que es vol que entrin al reactor 46160 kg/h de corrent provinent de M-301.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: F – R301 – 2
- Variable controlada : Cabal d'entrada de NML al reactor
- Variable manipulada: Cabal d'entrada de NML al reactor
- Set-Point: 39,3 m³/h
- Mètode de control: Feedback

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
R-302	F – R302 –2	39,3 m ³ /h



Llaç T – R301 – 4 : Control de temperatura a R – 301**Objectiu:**

La temperatura del reactor R-301, que forma part de la primera etapa de reacció, es vol mantenir en una temperatura de 78°C, aconseguint així una bona solució de compromís entre la velocitat de reacció i la selectivitat que tindrà l'àcid adípic en front als altres àcids dibàsics.

Conseqüentment es fa necessari un sistema de control amb capacitat de fer front a possibles pertorbacions que hi hagi, com podria ser una variació en la temperatura d'entrada de l'aliment o un grau de conversió del ciclohexanol diferent al previst (95%).

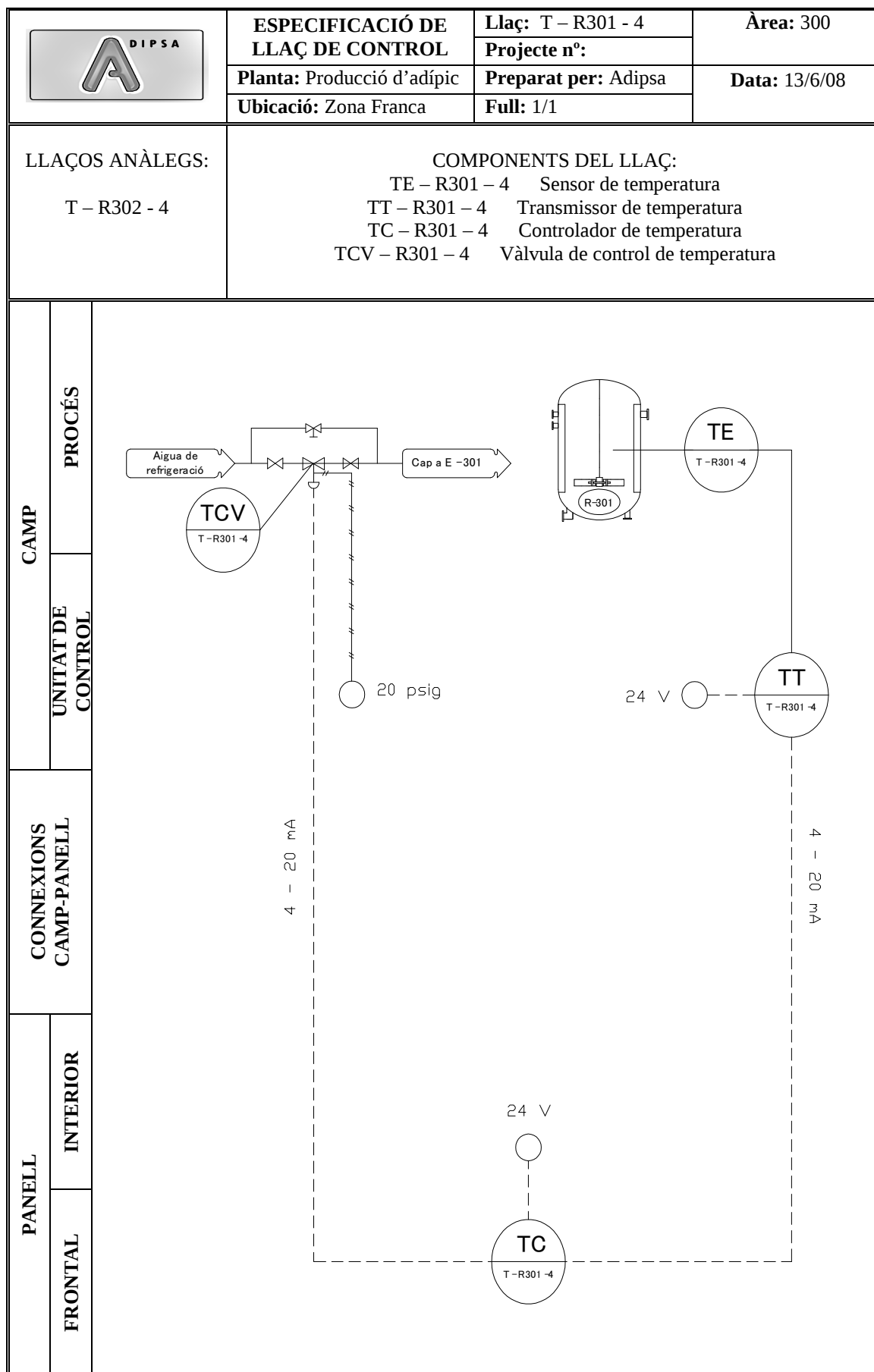
En aquest llaç, que serà del tipus feedback, es mesurarà contínuament la temperatura del reactor, la variable controlada, i s'actuarà sobre el cabal d'aigua de refrigeració que anirà al bescanviador extern de calor, E – 301, variable manipulada.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – R301 – 4
- Variable controlada : Temperatura del rector
- Variable manipulada: Cabal d'aigua de refrigeració a E-301
- Set-Point: 78°C
- Mètode de control: Feedback

1 Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
R-302	T – R302 –4	78°C



Llaç T – R301 – 5 : Control de seguretat de temperatura a R – 301**Objectiu:**

A part del control principal de la temperatura de R301 que exerceix el llaç de control T-R301-4, s'ha cregut necessari incloure un altre llaç de seguretat que garantis que si l'anterior no aconseguís el seu objectiu, eliminar la part desitjada de la molta calor alliberada per la reacció, actués impedit l'entrada de més ciclohexanol al reactor, el reactiu limitant de la reacció.

Sense la presència d'aquest llaç de seguretat, es correria el risc que la temperatura del reactor augmentés molt perillosament. Per exemple, si el sistema fallés completament en bescanviar calor, i es seguís introduint ciclohexanol, la temperatura de la mescla aniria pujant fins als 184°C, provocant amb total certesa l'evaporació del dissolvent (Aigua-Nítric), i creant una sobrepressió que el sistema difícilment podria suportar.

És per això que es fa imprescindible la incorporació d'aquest llaç de control, el T- R301- 5, que s'encarregarà d'aturar l'entrada de ciclohexanol quan la temperatura del reactor sigui prou alta com per assegurar que el funcionament del sistema d'intercanvi està sent ineficax.

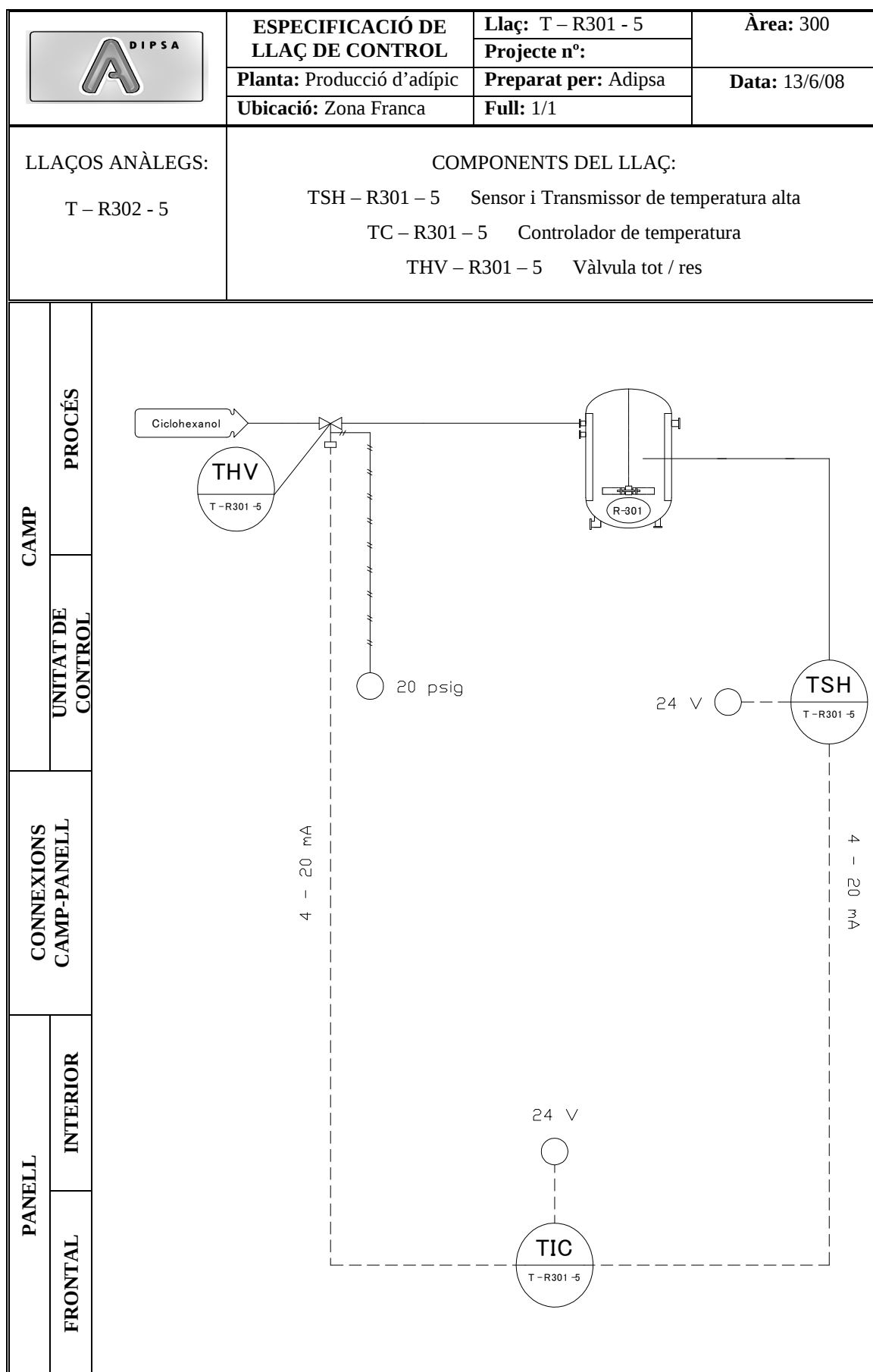
La temperatura que s'ha establert perquè el sistema actuï és 95°C. En el moment que el reactor assoleixi aquesta temperatura, una vàlvula tot / res, concretament del tipus de bola, tancarà l'entrada. Al mateix temps, s'activarà una alarma per transmetre a l'operari encarregat el mal funcionament de la instal·lació.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – R301 – 5
- Variable controlada : Temperatura alta
- Variable manipulada: Entrada / No entrada de ciclohexanol R-301
- Set-Point: 95°C
- Mètode de control: Control On-Off

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
R-302	T – R302 –5	95°C



Llaç L – R301 – 7: Control de nivell a R – 301**Objectiu:**

En el reactor R-301 es vol controlar tant que els cabals de sortida tinguin uns valors determinats, com que el temps de residència sigui el desitjat. Tant un com altre objectiu s'aconsegueixen incloent al sistema un control de nivell.

El reactor ja té controlats els seus cabals d'entrada, mitjançant els llaços F – R301 –1 i F – R301- 2, així que la seva entrada de cabal es mantindrà, teòricament, en un valor estable. Amb el control de nivell es tindrà un nivell de líquid en el reactor també estable, així que, en conseqüència, el cabal de sortida del reactor també es mantindrà constant, només variant quan hi hagin hagut pertorbacions en els cabals d'entrada al reactor.

Canviant el set point de nivell, s'aconseguirà fer variar el temps de residència del reactor, el que donarà al sistema un alt grau de versatilitat. Això serà especialment útil quan l'altre reactor que forma la primera etapa de reacció estigui inoperatiu, ja que llavors farà que R –301 hagi d'actuar al 75% de cabal que tracta la planta, en comptes del 50% que ho fa habitualment. Així, canviant el set point de nivell de líquid per un valor de 2,55 m, en comptes del 1,75 m que operarà en condicions normals, s'aconseguirà que el temps de residència del reactor no variï, 7,5 minuts, i que la reacció es dugui a terme amb garanties.

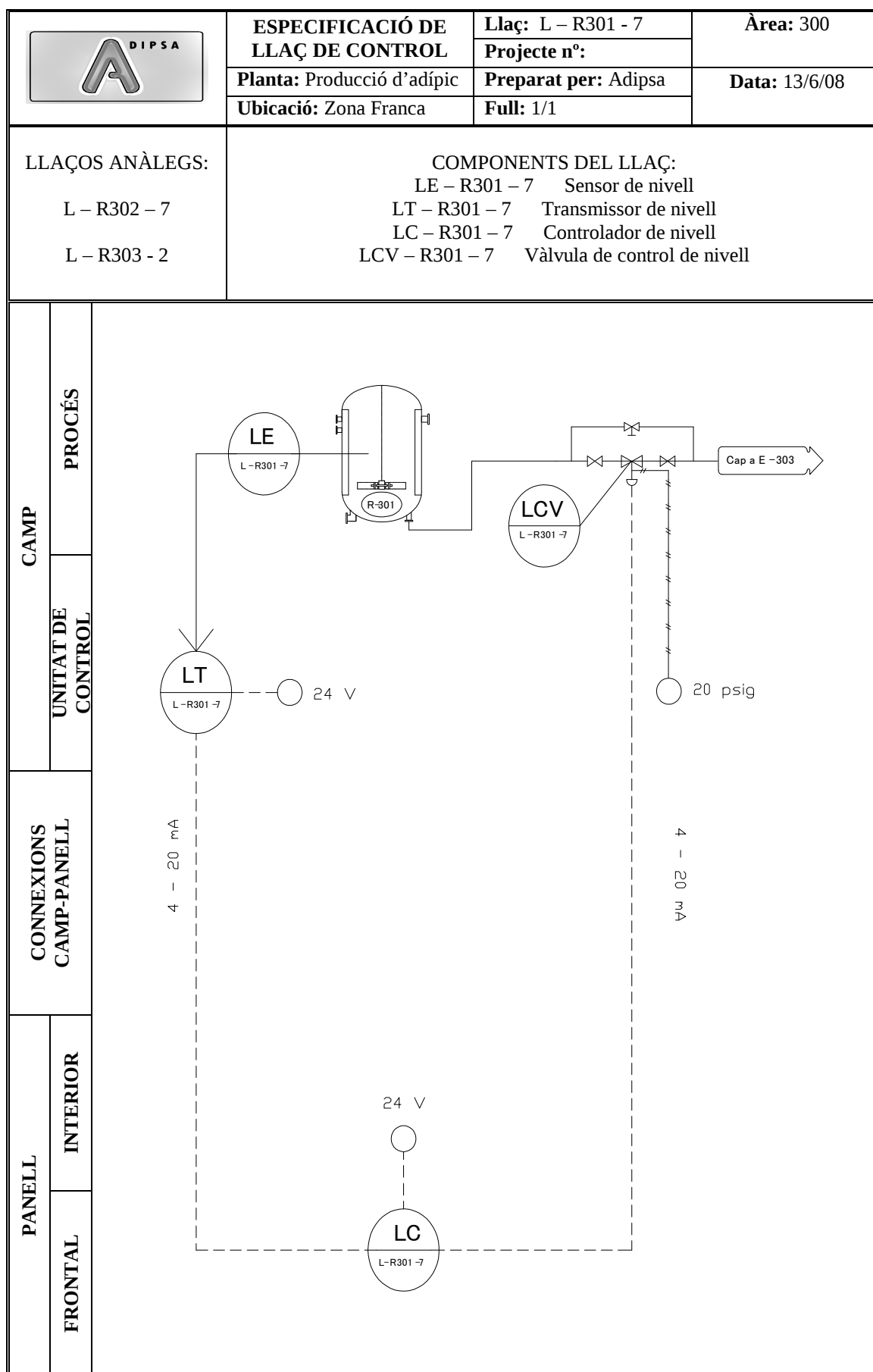
Aquest llaç serà del tipus feedback, es mesurarà contínuament el nivell de líquid del reactor, la variable controlada, i s'actuarà sobre el cabal de sortida que anirà al bescanviador de calor, E – 303, previ al reactor de la segona etapa de reacció.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – R301 – 7
- Variable controlada : Nivell del rector
- Variable manipulada: Cabal de sortida del reactor
- Set-Point: 1,75 m
- Mètode de control: Feedback

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
R-302	L – R302 –7	1,75 m
R-303	L – R303 –2	3,8 m



Llaços Àrea 400

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
C - 401	Nivell	Cabal de líquid de sortida	feedback	L - C401 - 1
C -401	Temperatura	-	monitorització	T- C401 - 1
C-402	Pressió	Cabal bomba buit	feedback	P - C402 - 1
C-402	Temperatura plats	-	monitorització	T-C402-2/14
C-402	Nivell líquid	Cabal sortida líquid cues	feedback	L - C402 - 15
C-403	Pressió	Cabal bomba buit	feedback	P - C403 - 1
C-403	Temperatura plats	-	monitorització	T-C403-2/14
C-403	Nivell líquid	Cabal sortida líquid cues	feedback	L - C403 - 15
E-401	Concentració de sortida	Cabal reflux	feedback	A - E401 - 1
E-402	Temperatura sortida vapor	Cabal vapor	feedback	T - E402 - 1
E-403	Concentració de sortida	Cabal reflux	feedback	A - E403 - 1

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
E-404	Temperatura sortida vapor	Cabal vapor	feedback	T - E404 - 1
T-401	Nivell	-	monitorització	L-T401-1
T-402	Nivell	-	monitorització	L-T402-1
T-403	Nivell	-	monitorització	L-T403-1
T-404	Nivell	-	monitorització	L-T404-1

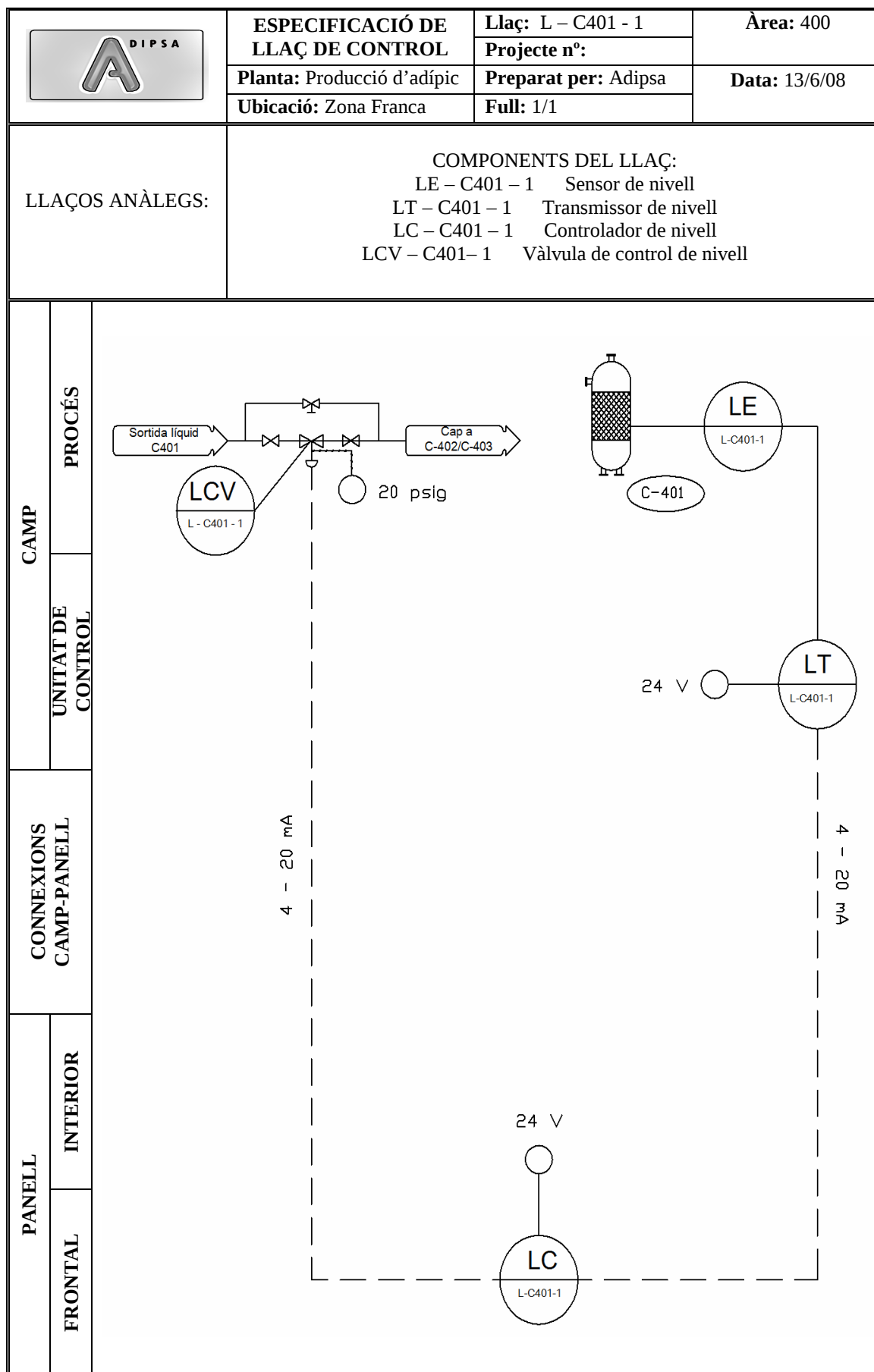
Llaç L – C401 – 1 : Control de nivell a C – 401**Objectiu:**

Per tal d'assegurar el bon funcionament del bleacher, és necessari mantenir el nivell de líquid dins d'uns límits, ja que si no es controlés, el líquid podria sortir per la part de gasos, espatllant els equips posteriors, que estan dissenyats per tractar corrents purament gasosos.

Per tal d'evitar aquest problemes, es necessita un sistema de control que mesuri el nivell de líquid del bleacher (variable controlada), el qual actuarà sobre la sortida líquid del mateix (variable manipulada). És un sistema de control feedback.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – C401 – 1
- Variable controlada : Nivell de líquid al bleacher
- Variable manipulada: Cabal de líquid a la sortida de C - 401
- Mètode de control: Feedback



Llaç L – C402 – 15 : Control de nivell a C – 402**Objectiu:**

L'objectiu del llaç de control consisteix en proporcionar a la columna de destil·lació C-402 un nivell de líquid adequat, de manera que no s'arribi a un nivell massa alt en el qual el líquid podria sortir per l'entrada de vapor que prové del reboiler.

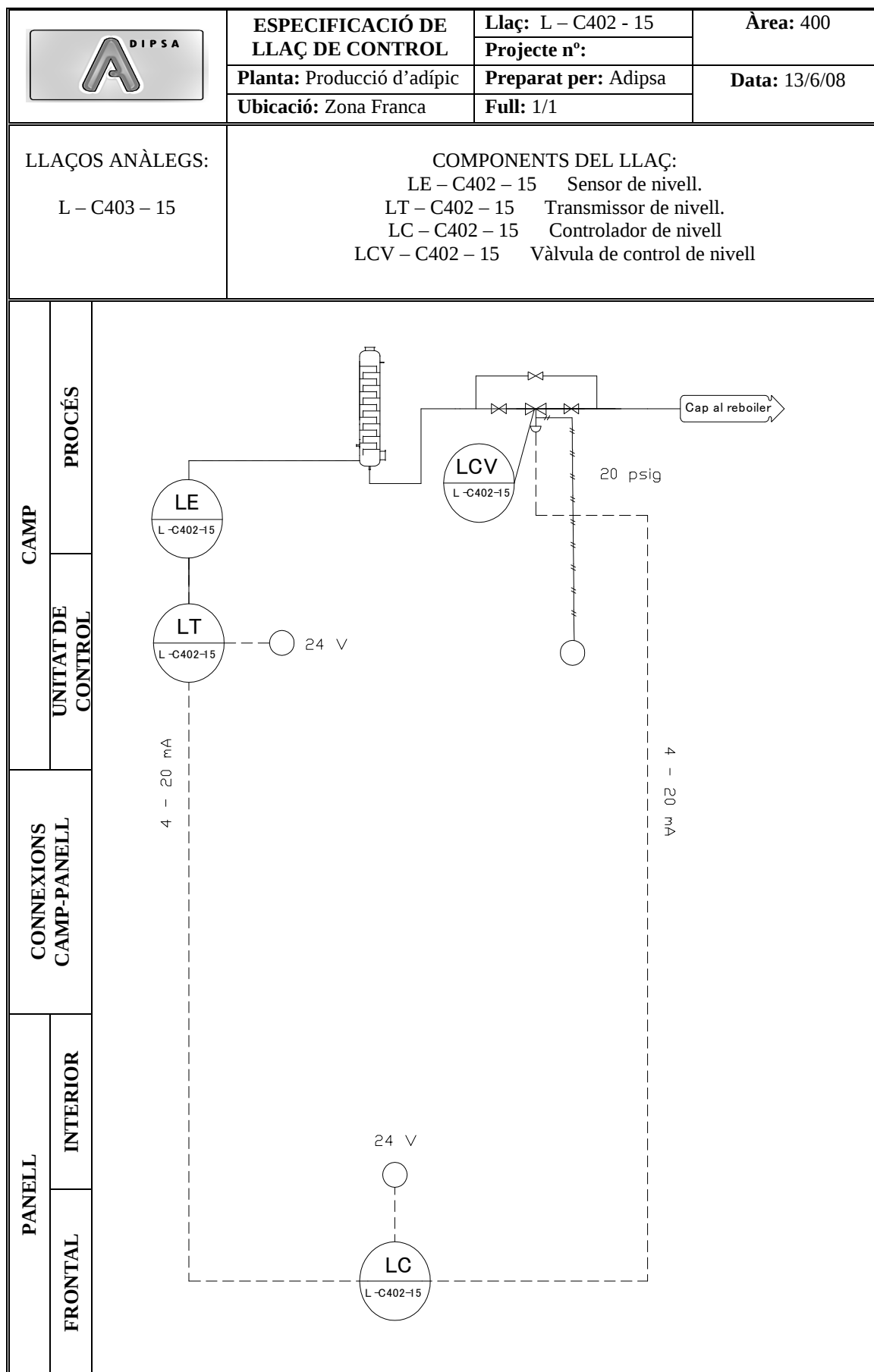
Aquest control s'efectuarà mitjançant la regulació del cabal de sortida d'aquest líquid per cues.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – C402 – 15
- Variable controlada : Nivell del líquid a la columna de destil·lació.
- Variable manipulada: Cabal de líquid a la sortida per cues del destil·lador.
- Set-Point: 0.5 m.
- Mètode de control: Feedback

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
C-403	L – C403 –15	0.5 m.



Llaç P – C402 – 1 : Control de pressió a C – 402**Objectiu:**

Per tal de separar l'aigua de la mescla del corrent principal la columna de destil·lació treballa al buit. Per aconseguir una correcta separació caldrà que la pressió de buit correspongui a la de disseny, per tant s'ha de controlar aquesta variable.

El buit s'obté mitjançant una bomba de buit la qual treballa a una determinada potència que no es pot regular amb un llaç de control. Per tant, s'utilitza una vàlvula de regulació abans de l'entrada de la bomba la qual sí es pot manipular.

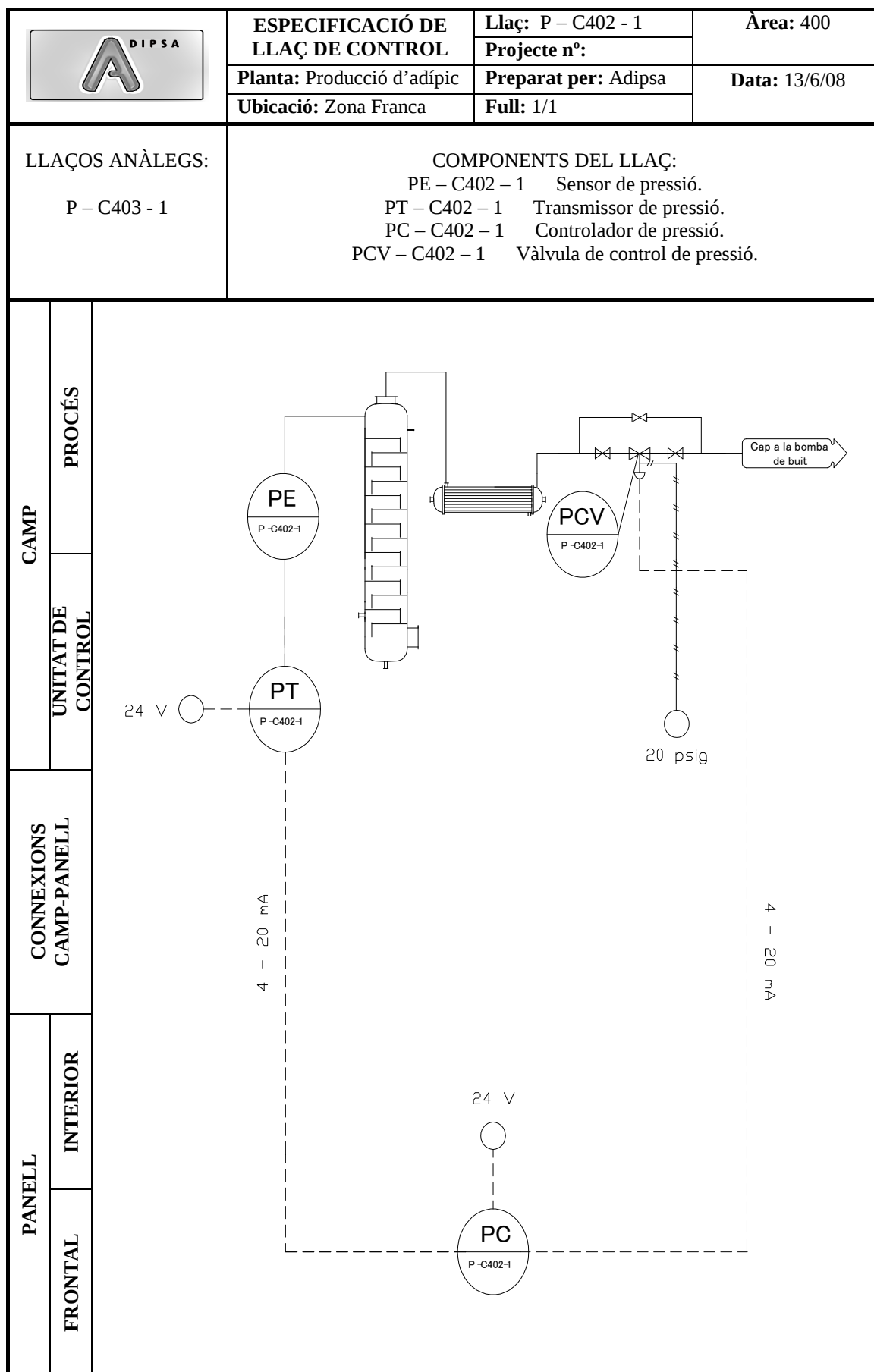
A més s'ha incorporat una alarma de pressió molt baixa per qüestions de seguretat.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: P – C402 – 1
- Variable controlada : Pressió en la columna de destil·lació.
- Variable manipulada: Cabal de la bomba de buit.
- Set-Point: 0.3 bar
- Mètode de control: Feedback

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set</u>
C-403	P – C403 –1	0.3 bar



Llaços Àrea 500

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
CR - 501a	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - Back	T - CR501a -1
CR - 501a	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - Back	P - CR501a -1
CR - 501a	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - Back	L - CR501a -1
CR - 501a	Temperatura	-	Monitorització	T - CR501a- 2
CR - 501b	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - Back	T - CR501b -1
CR - 501b	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - Back	P - CR501b -1
CR - 501b	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - Back	L - CR501b-1
CR - 501b	Temperatura	-	Monitorització	T - CR501 b- 2

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
CR - 501c	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - Back	T - CR501c -1
CR - 501c	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - Back	P - CR501c -1
CR - 501c	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - Back	L - CR501c -1
CR - 501c	Temperatura	-	Monitorització	T - CR - 501 c- 2
CR - 501d	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - Back	T - CR501d -1
CR - 501d	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - Back	P - CR501d -1
CR - 501d	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - Back	L - CR501d -1
CR - 501d	Temperatura	-	Monitorització	T - CR - 501 d- 2
CR - 501e	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - Back	T - CR501e -1

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
CR - 501e	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - Back	P - CR501e -1
CR - 501e	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - Back	L - CR501e -1
CR - 501e	Temperatura	-	Monitorització	T - CR - 501 e- 2
CR - 502	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - back	T - CR502 -1
CR - 502	Pressió	-	Monitorització	P - CR - 502- 1
CR - 502	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - back	L - CR502 -1
CR - 502	Temperatura	-	Monitorització	T - CR - 502 - 2
CR - 503a	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - back	T - CR503a -1
CR - 503a	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - back	P - CR503a -1

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
CR - 503a	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - back	L - CR503a -1
CR - 503a	Temperatura	-	Monitorització	T - CR - 503a- 2
CR - 503b	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - back	T - CR503b -1
CR - 503b	Pressió	Cabal gasos de sortida	Feed - back	P - CR503b -1
CR - 503b	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - back	L - CR503b -1
CR - 503b	Temperatura	-	Monitorització	T - CR - 503b - 2
T - 502	Temperatura	-	Monitorització	T - T - 502 - 1
T - 502	Pressió	-	Monitorització	P - T - 502 - 1
T - 502	Nivell	Cabal líquid de sortida	Feed - back	L - T502 -1

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
E - 501	Temperatura	Cabal líquid refrigeració	Feed - back	T - E501 -1
E - 504	Temperatura	Cabal líquid refrigeració	Feed - back	T - E504 -1
T - 501a	Nivell	-	Monitorització	L - T - 501a- 1
T - 501b	Nivell	-	Monitorització	L - T - 501b- 1
T - 503a	Nivell	-	Monitorització	L - T - 503a- 1
T - 503b	Nivell	-	Monitorització	L - T - 503b- 1
E - 503	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - back	T - E503 -1
E – 505	Temperatura	Cabal de vapor	Feed - back	T - E505-1
E – 506	Temperatura	Cabal líquid refrigeració	Feed - back	T - E506-1

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
T – 505a	Nivell	-	Monitorització	L - T - 505a- 1
T – 505b	Nivell	-	Monitorització	L - T - 505b- 1

Llaç L – CR501 – 1 : Control de nivell a CR – 501a**Objectiu:**

El control de nivell dels cristal·litzadors és important per evitar el seu sobreiximent, i per tant, no es vol líquid a la sortida de gasos, ja que tots aquests factors afectarien directament al seu rendiment.

Per tal de mantenir el líquid a un nivell adequat, s'ha col·locat un sistema de control de nivell del líquid del cristal·litzador (variable controlada), el qual actua sobre la vàlvula de sortida de líquids del mateix cristal·litzador (variable manipulada); en cas d'una pujada del nivell, la vàlvula s'obrirà deixant passar més líquid i buidant el cristal·litzador. En cas contrari, la vàlvula es tancarà per reomplir-lo.

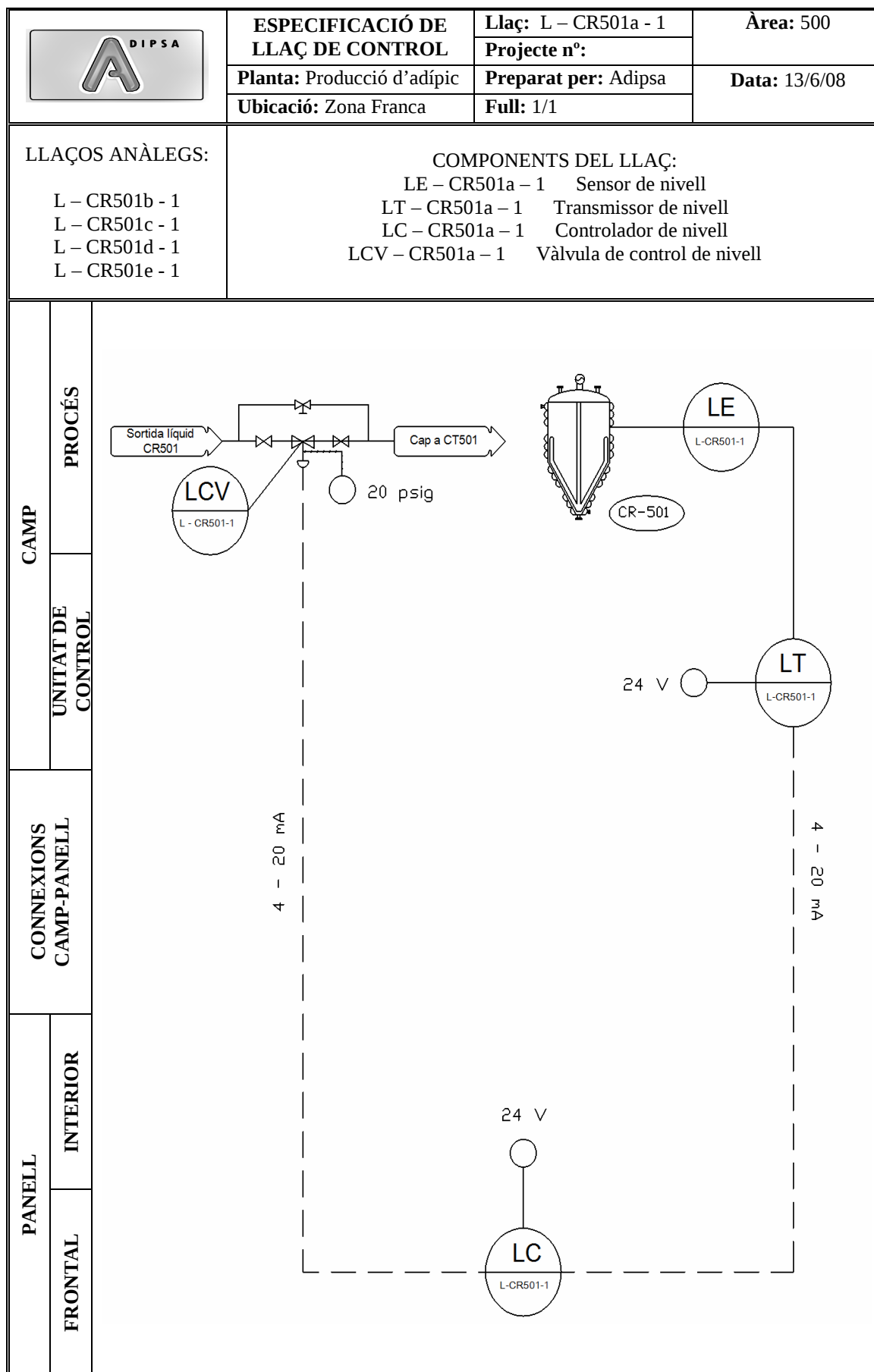
Aquest sistema de control és anàleg al dels cristal·litzadors CR-502, CR-503a u CR-503b.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – CR501a – 1
- Variable controlada : Nivell de líquid al cristal·litzador
- Variable manipulada: Cabal de líquid a la sortida de CR501
- Mètode de control: Feedback

I Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>
L-CR501b	L – CR501b –1
L-CR501c	L – CR501c –1
L-CR501d	L – CR501d–1
L-CR501e	L – CR501e–1



Llaç P – CR501 – 1 : Control de pressió a CR – 501a**Objectiu:**

La pressió dels equips és un punt important, ja que si no es regula adequadament, pot donar lloc a sobrepressions que l'equip dissenyat tingui problemes a suportar. Així doncs, s'ha instal·lat un sistema de control de pressió per tal d'evitar riscos i augmentar la seguretat de la planta.

El sistema de control mesura la pressió dins del cristal·litzador (variable controlada) i actua sobre la sortida de gasos del mateix (variable manipulada), d'aquesta manera, si el controlador funciona correctament, els cristal·litzadors no assoleixen una pressió més gran de la necessària. El control és de tipus feedback, i el seu Set-Point és de 100 mmHg.

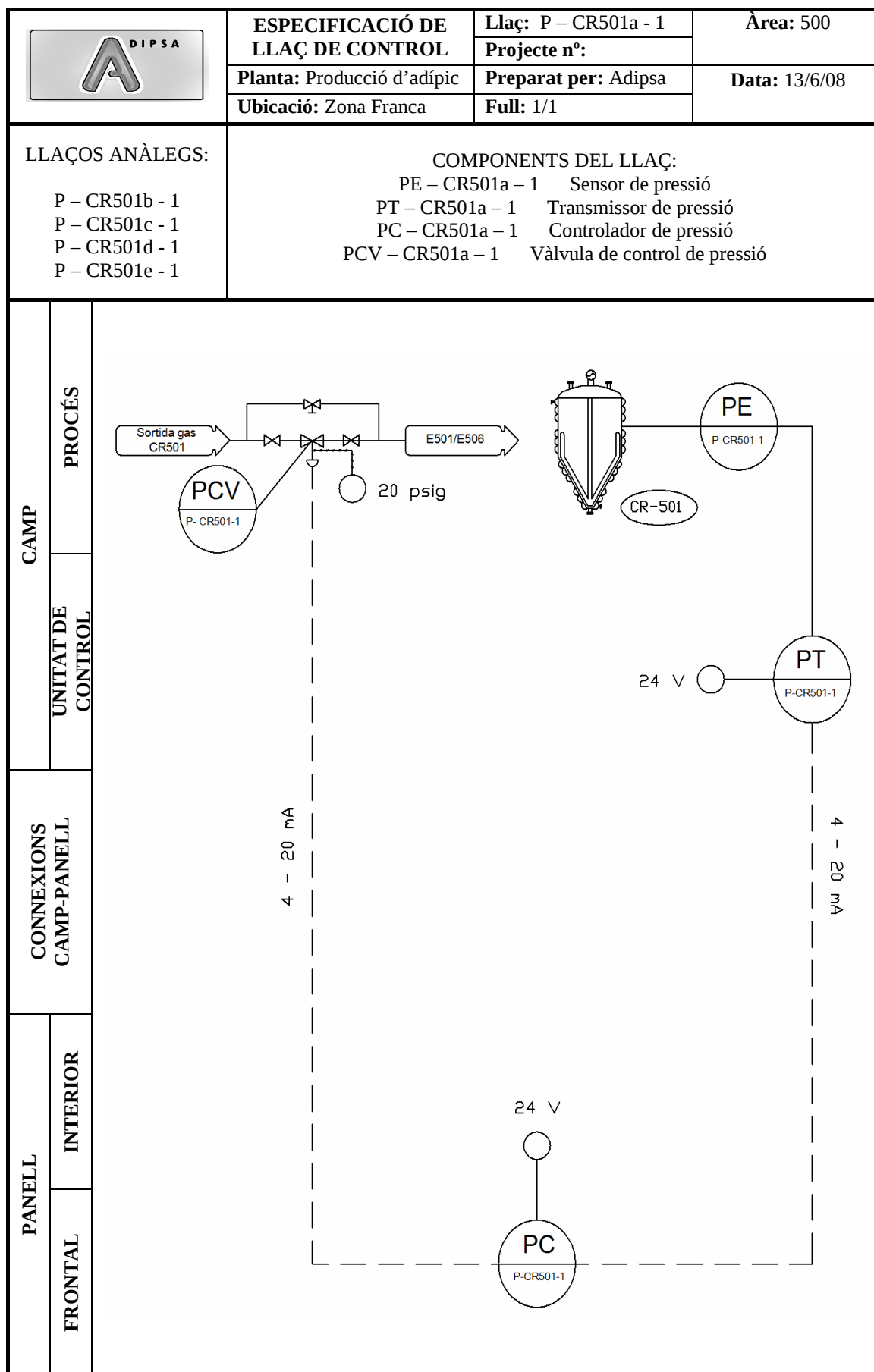
Aquest control és anàleg al dels cristal·litzadors CR-502, CR-503a i CR-503b.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: P – CR501a – 1
- Variable controlada : Nivell de líquid al cristal·litzador
- Variable manipulada: Cabal de líquid a la sortida de CR501a
- Set-Point: 100 mmHg
- Mètode de control: Feedback

Llacs anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>
P-CR501b	P – CR501b –1
P-CR501c	P – CR501c –1
P-CR501d	P – CR501d–1
P-CR501e	P – CR501e–1



Llaç T – CR501 – 1 : Control de temperatura a CR – 501a**Objectiu:**

La temperatura dels cristal·litzadors s'ha de mantenir constant, i per tant molt controlada, ja que aqueta interfereix directament en la solubilitat del àcid adípic. Aquesta solubilitat serà la responsable de la posterior cristal·lització. Els cristal·litzadors han estat dissenyats per una temperatura de treball concreta, la variació d'aquesta pot canviar considerablement el seu rendiment.

D'aquesta manera és necessari un sistema de control que permeti mantenir aquesta temperatura el màxim constant possible. El llaç de control serà de tipus feedback, es mesurarà la temperatura del cristal·litzador contínuament (variable controlada) i s'actuarà sobre el cabal de vapor de la mitja canya (variable manipulada).

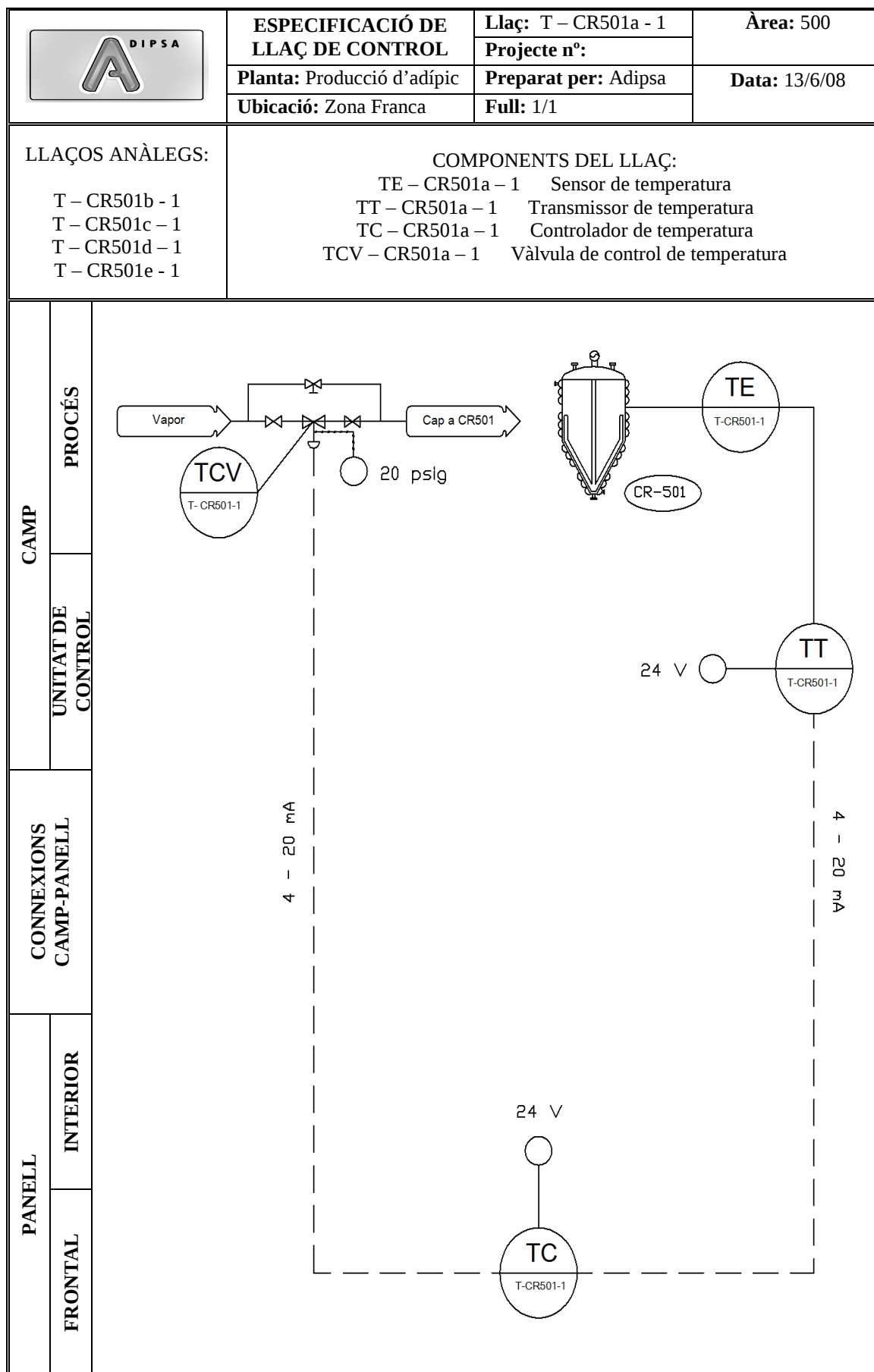
Aquest control és anàleg al dels cristal·litzadors CR-502, CR503a i CR503b.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – CR501a – 1
- Variable controlada : Temperatura del cristal·litzador
- Variable manipulada: Cabal de vapor
- Mètode de control: Feedback

I Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>
T-CR501b	T – CR501b –1
T-CR501c	T – CR501c –1
T-CR501d	T – CR501d–1
T-CR501e	T – CR501e–1



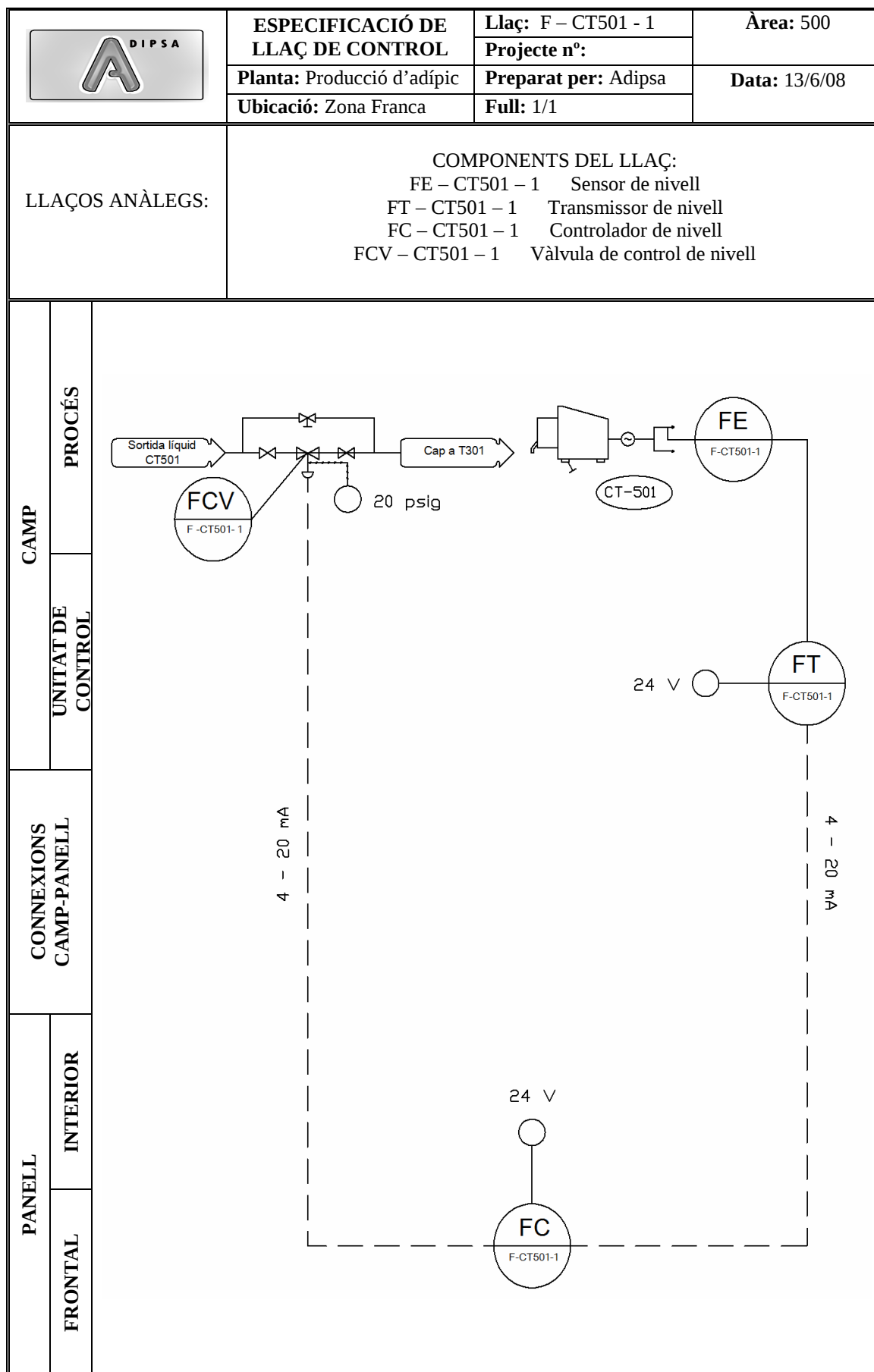
Llaç F – CT501 – 1 : Control de nivell a CT – 501**Objectiu:**

Una part del líquid provinent de la centrifugadora es retorna directament al reactor mentre que una part continua tractant-se anant al kettle reboiler. Així doncs, per tal d'assegurar que el fluid es separa en les proporcions volgudes, s'ha instal·lat un sistema de control de cabal.

És un sistema de control de tipus feedback, el qual mesura el cabal d'una de les canonades que formen la bifurcació, i en funció d'aquet, regula el cabal.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: F– CT501 – 1
- Variable controlada : Cabal a la canonada 545
- Variable manipulada: Cabal de la canonada 545
- Mètode de control: Feedback

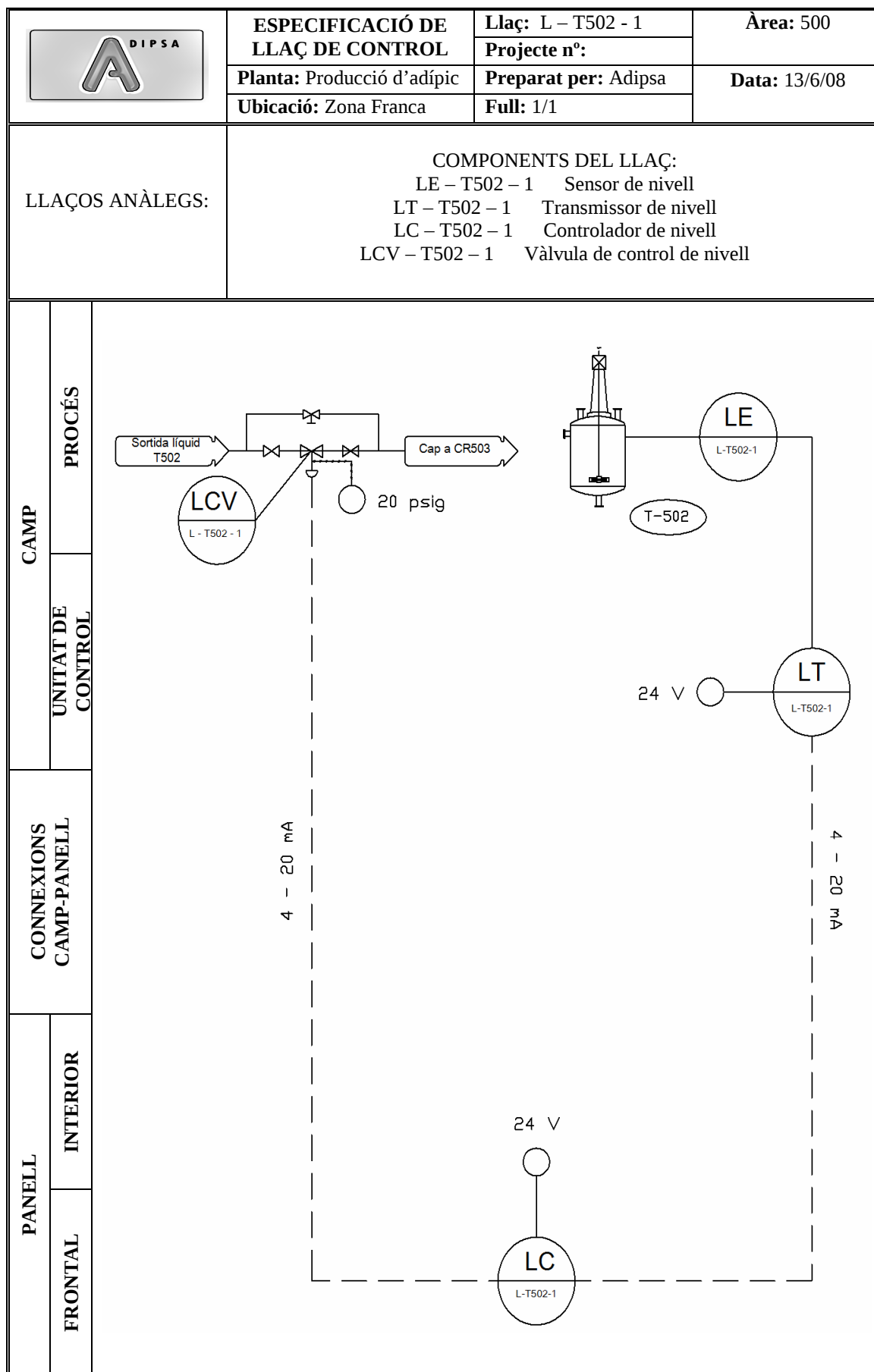


Llaç L– T502 – 1 : Control de nivell a L – T502**Objectiu:**

El tanc de mescla barreja els corrents sòlids de les dues centrifugadores F-501 F-502 amb aigua. Per tal que el líquid no sobreixi, s'ha instal·lat un control de nivell, el qual mesura el nivell de líquid dins del tanc (variable controlada), variant el cabal de líquid a la sortida (variable manipulada).

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – T502 – 1
- Variable controlada : Nivell de líquid al tanc de mescla
- Variable manipulada: Cabal de sortida de líquid del tanc
- Mètode de control: Feedback



Llaç T – E503 – 1 : Control de temperatura a E – 503**Objectiu:**

El corrent recirculat al tanc de mescla, provinent dels cristal·litzadors CR-503a i CR-503b s'escalfa prèviament en aquest bescanviador de calor, d'aquesta manera, és molt important un correcte funcionament de l'equip.

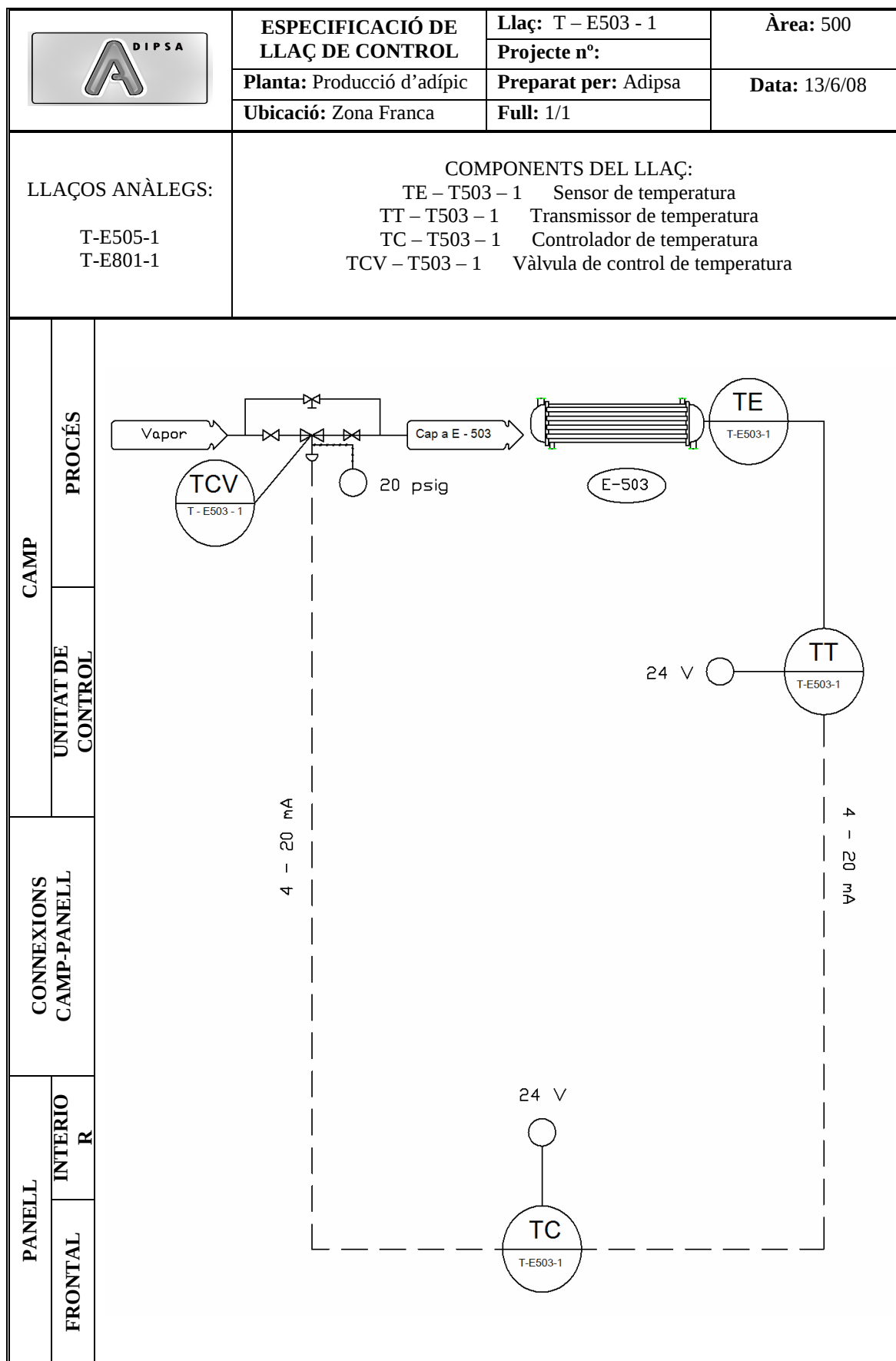
Per poder assegurar que el fluid entra al tanc a la temperatura desitjada, s'ha instal·lat un sistema de control de temperatura feedback, el qual mesura la temperatura d'entrada del fluid a escalfar (variable controlada) i varia el cabal de vapor (variable manipulada).

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – E503 – 1
- Variable controlada : Temperatura del líquid d'entrada a E-503
- Variable manipulada: Cabal de vapor
- Mètode de control: Feedback

l Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>
E-505	T – E505 –1
E-801	T – E801 –1



Llaç T– E501 – 1 : Control de temperatura a E – 501**Objectiu:**

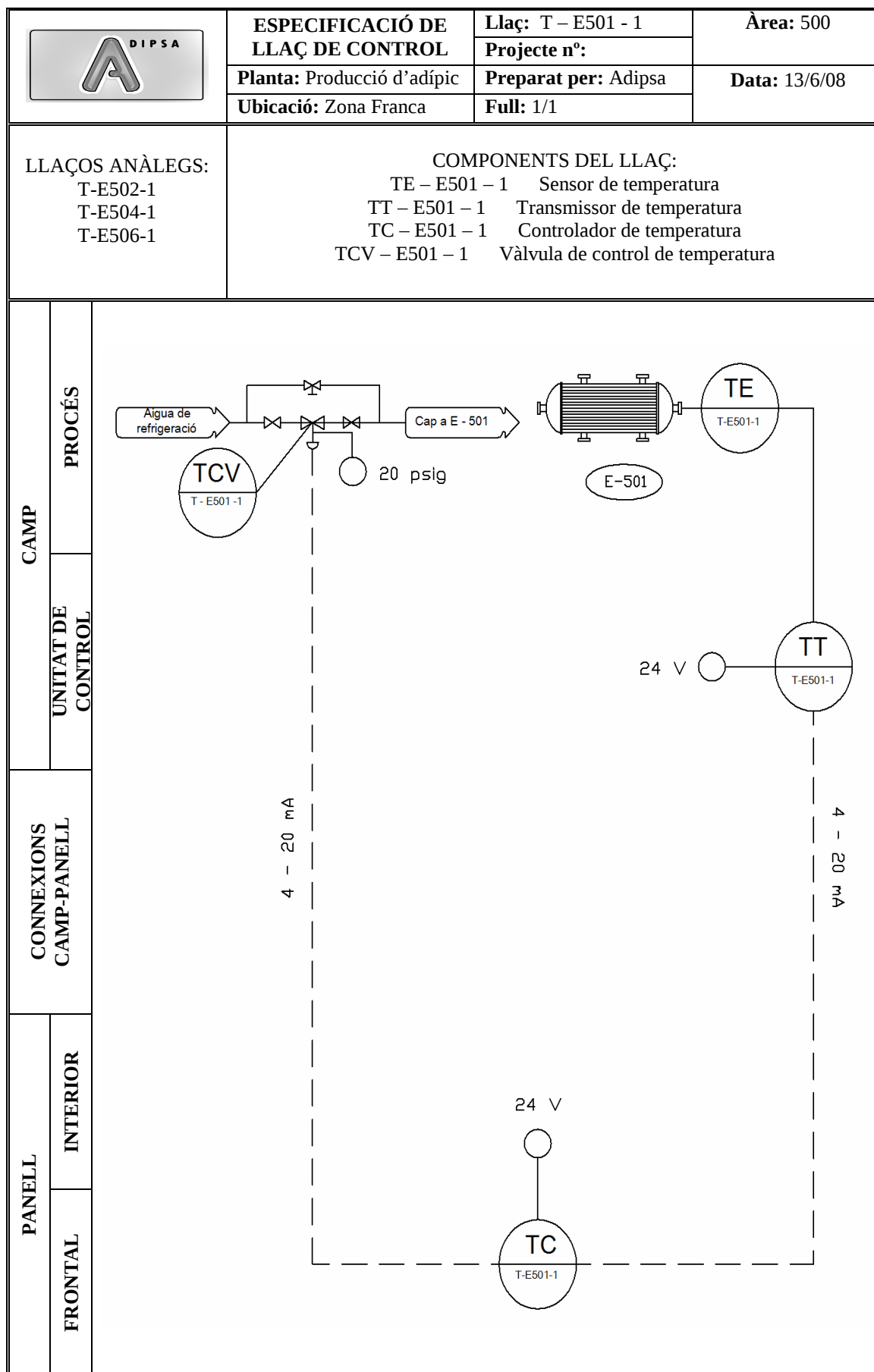
El condensador permet condensar els gasos de sortida dels cristal·litzadors per poder ser tractats posteriorment com a aigües residuals, així doncs, i per assegurar un condensat total, s'ha instal·lat un sistema de control de temperatura. Aquest mesura la temperatura del condensador (variable manipulada) i segons aquesta, varia el cabal d'aigua de refrigeració (variable manipulada).

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – E501 – 1
- Variable controlada : Temperatura dins del condensador
- Variable manipulada: Cabal d'aigua de refrigeració
- Mètode de control: Feedback

1 Llacos anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>
E-502	T – E502 –1
E-504	T – E504 –1
E-506	T – E506 –1



Llaços Àrea 600

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
E-601	Temperatura sortida adípic	Cabal nitrogen	Feedback	T - E601 - 1
E-601	Temperatura entrada nitrogen	-	Monitorització	T-E601-2
E-601	Temperatura sortida nitrogen	-	Monitorització	T-E601-3
SE-601	Humitat sortida adípic	Cabal nitrogen	Feedback	A - SE601 - 1
E-602	Temperatura sortida nitrogen	Cabal vapor	Feedback	T - E602 - 1

Llaç A – SE601 – 1 : Control d'humitat a SE – 601**Objectiu:**

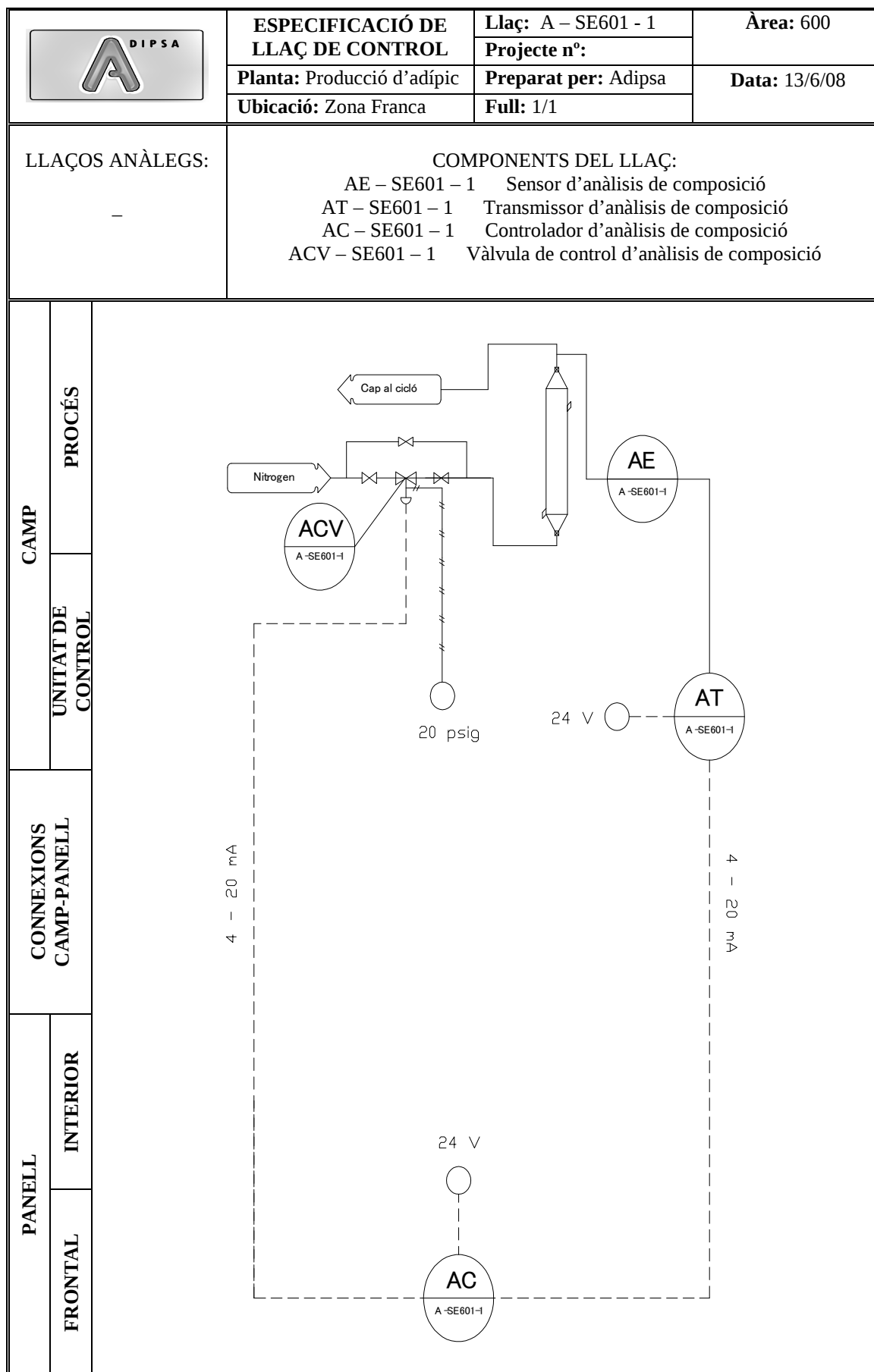
La humitat de l'àcid adípic sòlid a la sortida de l'assecador és una de les variables que certifiquen la qualitat del producte final, per aquesta raó és important el seu control. Un valor d'humitat elevat provocaria que el producte fos una massa pastosa no adequada per a la seva venda.

La mesura de la humitat de l'àcid adípic de sortida es fa de forma indirecta , ja que la manera més fiable per controlar aquesta variable és la mesura de la humitat del gas nitrogen que s'utilitza per assecat el sòlid a la seva sortida de l'equip.

Coneixent el grau de saturació del nitrogen sortint es pot establir una relació amb la humitat dels cristalls d'adípic, i així, si el grau de saturació és massa elevat, el sistema incrementarà el cabal de nitrogen per assegurar un assecament òptim dels cristalls.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: A – SE601 – 1
- Variable controlada : Humitat a la sortida del nitrogen.
- Variable manipulada: Cabal de nitrogen a l'entrada de l'assecador.
- Set-Point: 98 % saturat
- Mètode de control: Feedback



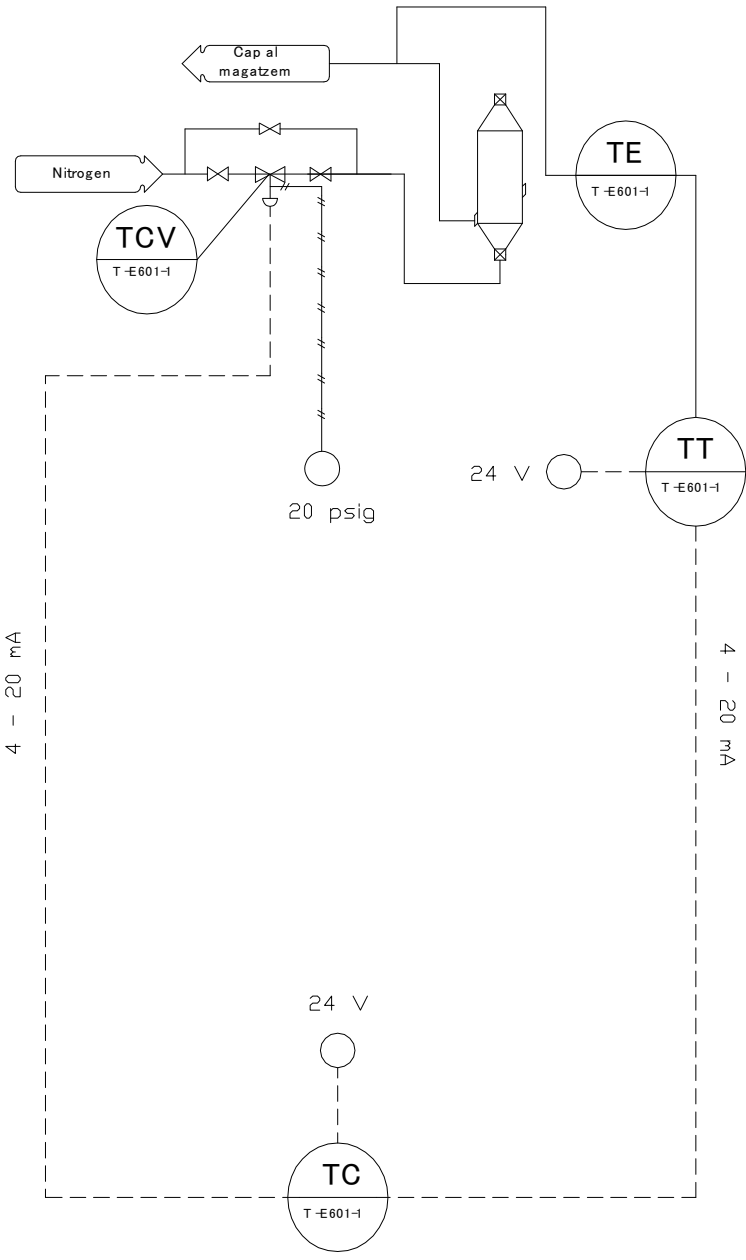
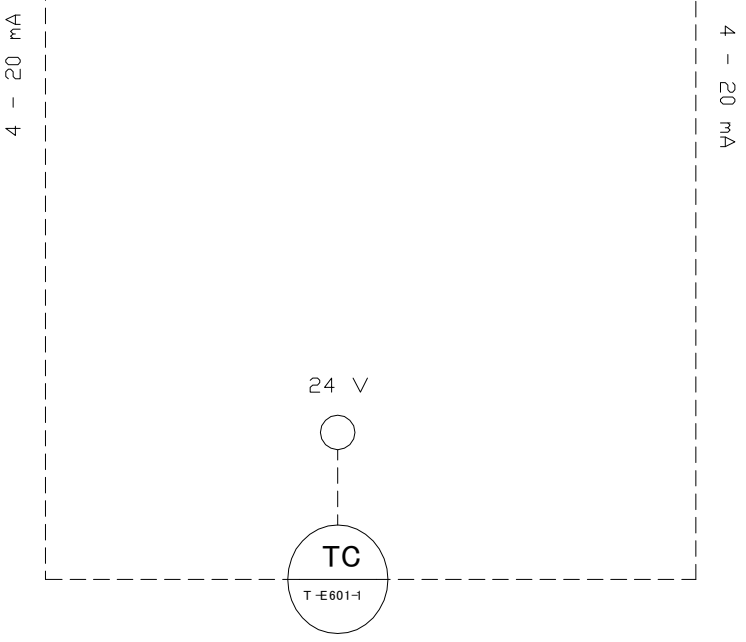
Llaç T – E601 – 1 : Control de temperatura a E – 601**Objectiu:**

El llaç de control del refredador E-601 té com a objectiu aconseguir que l'àcid adípic sòlid a la sortida d'aquest es trobi a 20°C. Aquesta temperatura és l'adequada per a l'emmagatzematge del producte, operació que s'efectua a continuació.

El mètode de regulació en aquest equip és similar a l'assecador, s'actua sobre el cabal de nitrogen gas utilitzat per refredar.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – E601 – 1
- Variable controlada : Temperatura a la sortida de l'Àcid Adípic
- Variable manipulada: Cabal de nitrogen a l'entrada del refredador.
- Set-Point: 20°C
- Mètode de control: Feedback

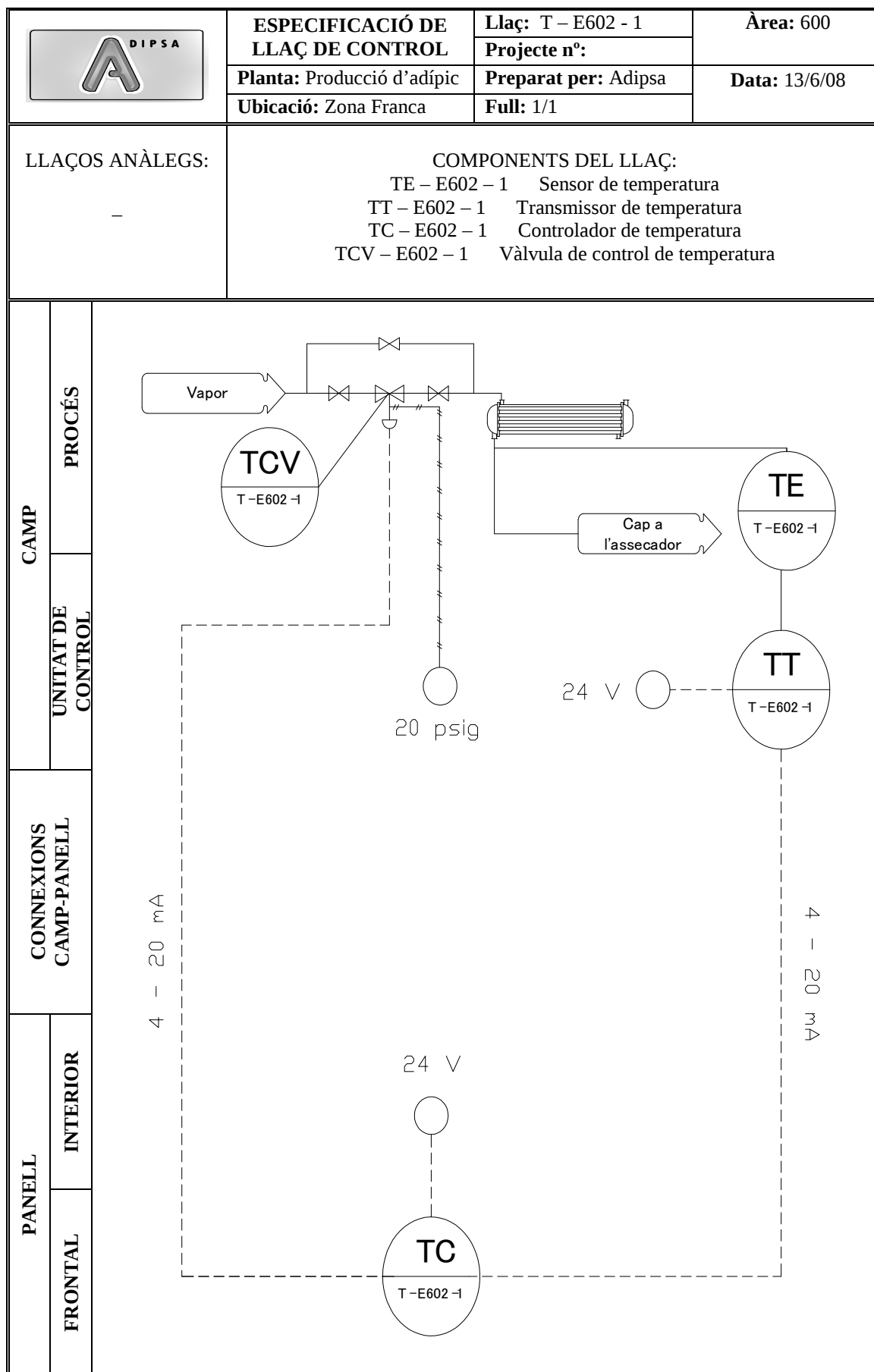
		ESPECIFICACIÓ DE LLAÇ DE CONTROL		Llaç: T – E601 - 1	Àrea: 600	
				Projecte nº:		
		Planta: Producció d’adípic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
		Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
LLAÇOS ANÀLEGS: —		COMPONENTS DEL LLAÇ: TE – E601 – 1 Sensor de temperatura TT – E601 – 1 Transmissor de temperatura TC – E601 – 1 Controlador de temperatura TCV – E601 – 1 Vàlvula de control de temperatura				
CAMP UNITAT DE CONTROL PROCÉS						
PANEL FRONTAL INTERIOR						

Llaç T – E602 – 1 : Control de temperatura a E – 602**Objectiu:**

La finalitat del bescanviador de calor tubular E-602 és escalfar un corrent de nitrogen. A partir del generador de nitrogen obtenim un corrent d'aquest gas a 20 °C, per a un assecat adequat de l'àcid adípic sòlid en l'assecador caldrà introduir-lo a 100 °C. Per aquesta raó, és necessari l'ús d'un control a la sortida del gas el qual ens verifiqui que es troba a la temperatura adequada i així garantir unes bones condicions per l'assecat posterior.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – E602 – 1
- Variable controlada : Temperatura a la sortida del nitrogen.
- Variable manipulada: Cabal de vapor servei a l'entrada del bescanviador.
- Set-Point: 100 °C
- Mètode de control: Feedback



Llaços Àrea 700

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
ST-701	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-ST701-1
ST-702	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-ST702-1
ST-703	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-ST703-1
ST-704	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-ST704-1
ST-705	Nivell	Cabal d'entrada	ON-OFF	L-ST705-1

Llaç L – ST701/ST705 : Control de nivell a ST – 701**Objectiu:**

El nivell de les sitges d'emmagatzematge d'àcid adípic es vol mantenir dintre dels rangs de nivell màxim i mínim pel bon funcionament del sistema, per tant, es posarà un sistema de control que mantingui el nivell entre aquests límits. Per fer-ho, s'utilitza un enclavament que tancarà la vàlvula d'entrada quan aquest nivell sobrepassi el nivell màxim, i deixarà omplir-lo quan el nivell estigui per sobre del nivell mínim. Aquest sistema també serà el que comuniqui a la sala de control quines sitges estan plenes i quines no per tal d'evitar problemes a l'hora de carregar el producte provinent de l'àrea d'acabat i quina sitja està preparada per descàrrega als camions.

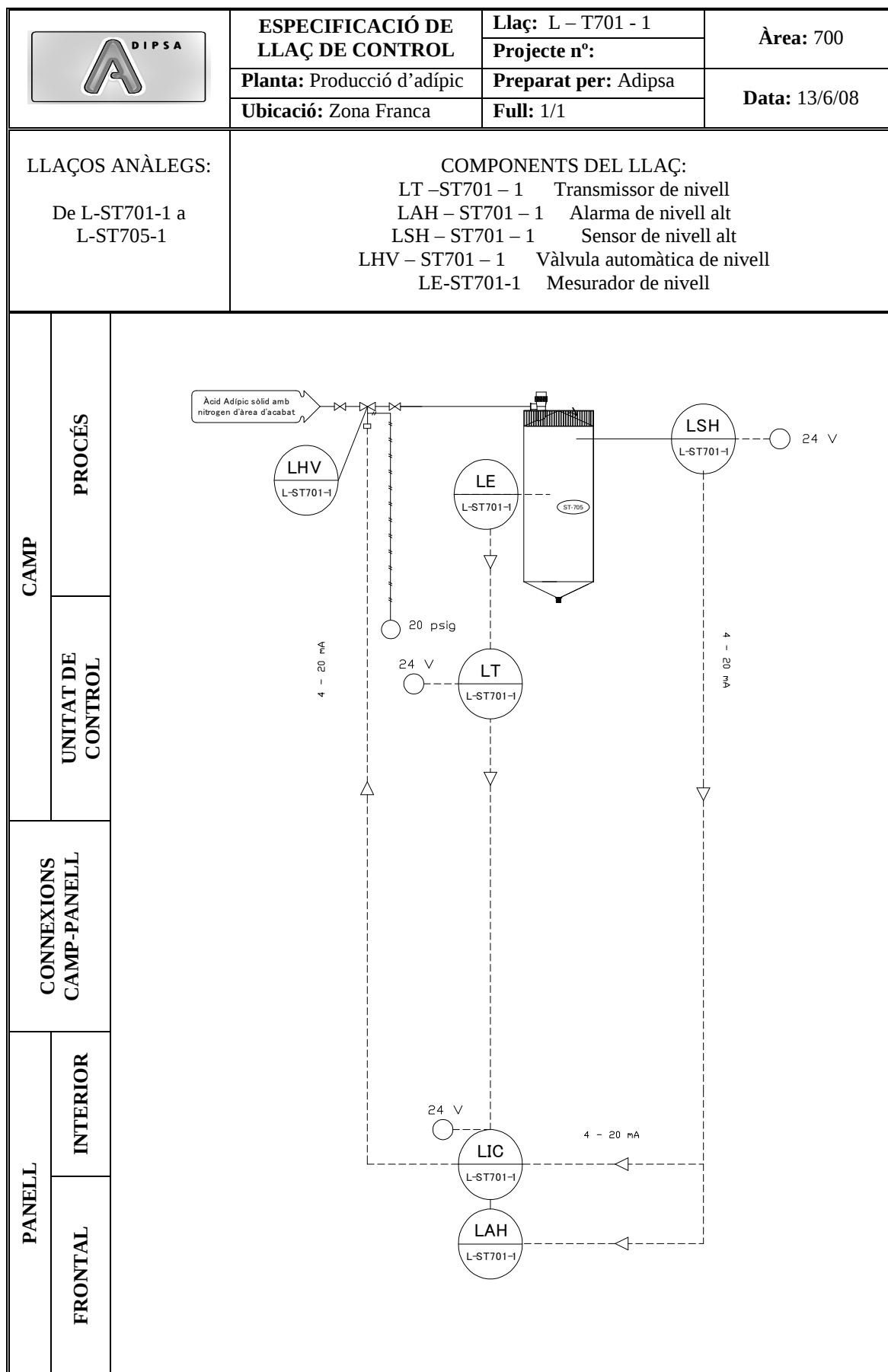
Degut a tot això, s'han posat diversos instruments de control per tal de controlar el nivell de totes les sitges. En aquest llaç, que serà del tipus enclavament ja que només tancarà o obrirà del tot depenen de les necessitats i no regularà el cabal de sòlid en cap moment.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: ST-701 / ST-705
- Variable controlada : Nivell de sòlid a la sitja.
- Variable manipulada: Cabal d'entrada a la sitja
- Set-Point: Entre màxims i mínims de la sitja
- Mètode de control: ON-OFF

Llaços anàlegs:

<u>Equip</u>	<u>Llaç</u>	<u>Set point</u>
ST701 / ST705	L-ST701-1 / L-ST705-1	Entre nivell màxim i mínim



Llaços Àrea 800

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
LG - 801	Temperatura	-	monitorització	T-LG801-1
LG - 801	Temperatura	-	monitorització	T-LG801 - 3
LG - 801	Temperatura	Cabal de refrigerant	feedback	T - LG801 - 2
LG - 801	Pressió	Cabal de sortida de gasos	feedback	P - LG801 - 1
LG - 801	Nivell	Cabal líquid de sortida	feedback	L - LG801 - 1
R-801	Temperatura	Entrada de gasos al reactor	On - Off	T - R801 -1
R-801	Nivell	Cabal d' aigua refrigeració	feedback	L - R801 -1
R-801	Temperatura	-	monitorització	T - R801 -2

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
R-801	Concentració de gasos nitrosos	-	monitorització	T - R801 -1
E-801	Temperatura	Cabal de vapor	feedback	T-E801-1

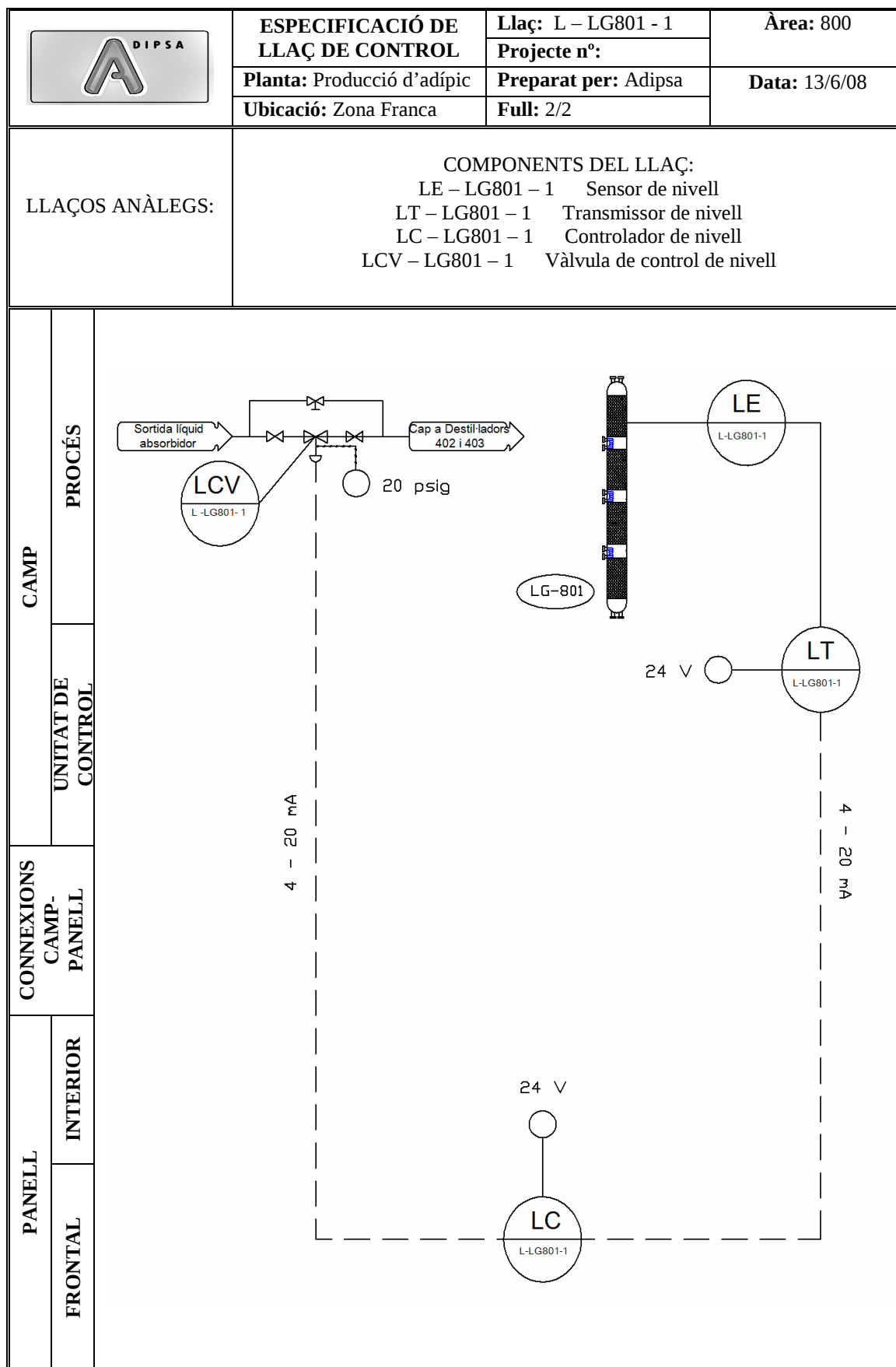
Llaç L – LG801 – 1 : Control de nivell a LG – 801**Objectiu:**

El nivell de líquid de l'absorbidor s'ha de mantenir constant ja que s'ha d'evitar que per la sortida de gasos hi surti líquid. Si es donés el cas, els aparells posteriors podrien espatllar-se al estar dissenyats exclusivament per al pas de fluids gasosos.

Així doncs, el nivell de líquid del absorbidor (variable controlada) es controlarà variant el cabal de líquid de sortida del mateix (variable manipulada). Serà un control de tipus feedback.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – LG801 – 1
- Variable controlada : Nivell de líquid al absorbidor
- Variable manipulada: Cabal de líquid de sortida de l'absorbidor.
- Mètode de control: Feedback



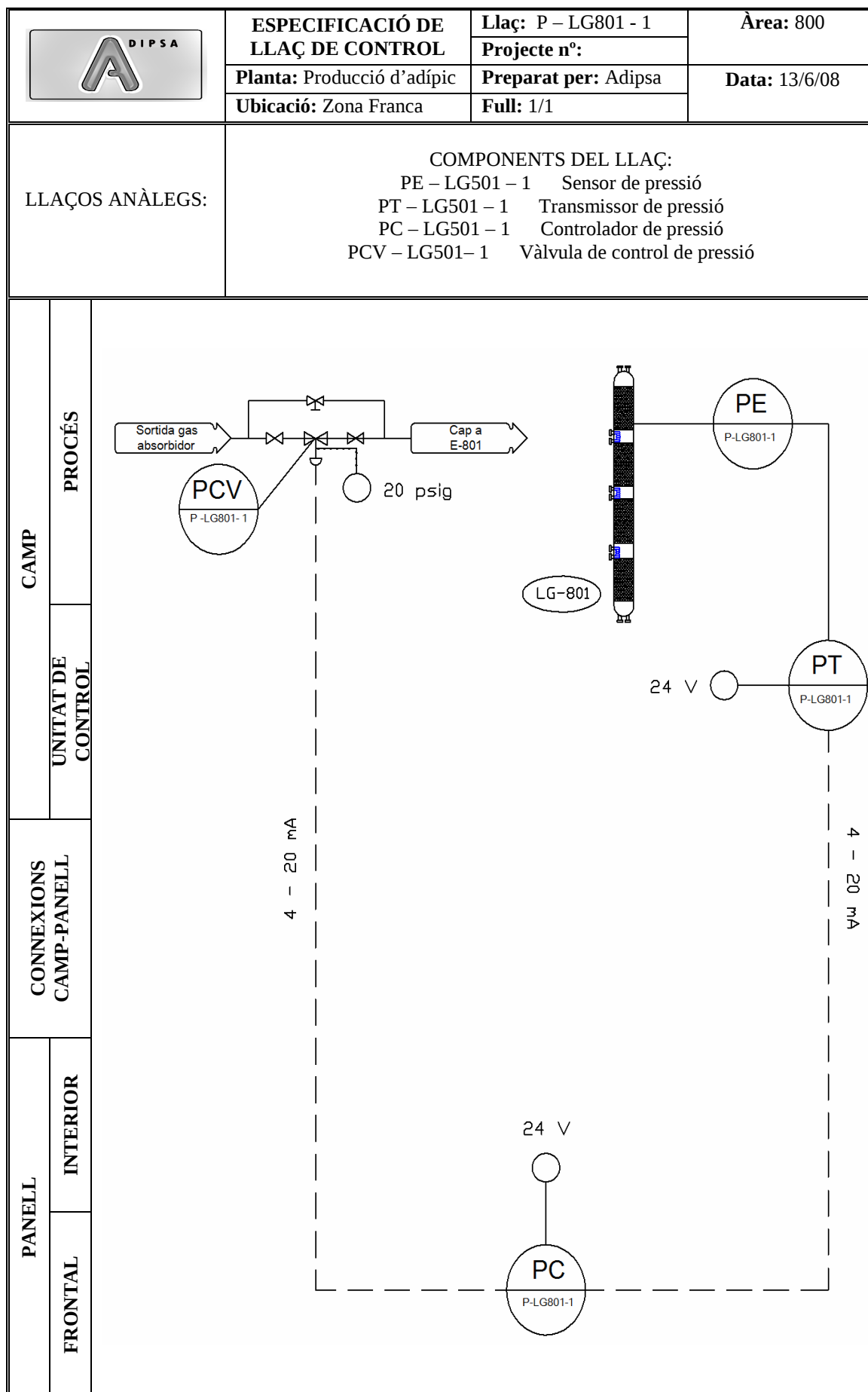
Llaç P – LG801 – 1 : Control de pressió a LG – 801**Objectiu:**

L'absorbidor treballa a una pressió de 8 bars, fet que fa indispensable el control de la pressió, ja que és l'equip que treballa a una pressió més elevada, i per tant, el que comporta un risc d'explosió més gran.

S'ha pensat en un sistema de control que mesuri la pressió dins de l'absorbidor (variable controlada) i actui sobre la sortida de gasos de l'absorbidor (variable manipulada). Aquest control serà de tipus feedback.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: P – LG801 – 1
- Variable controlada : Pressió a l'absorbidor
- Variable manipulada: Cabal de sortida de gas del absorbidor
- Set-Point: 8 bars
- Mètode de control: Feedback



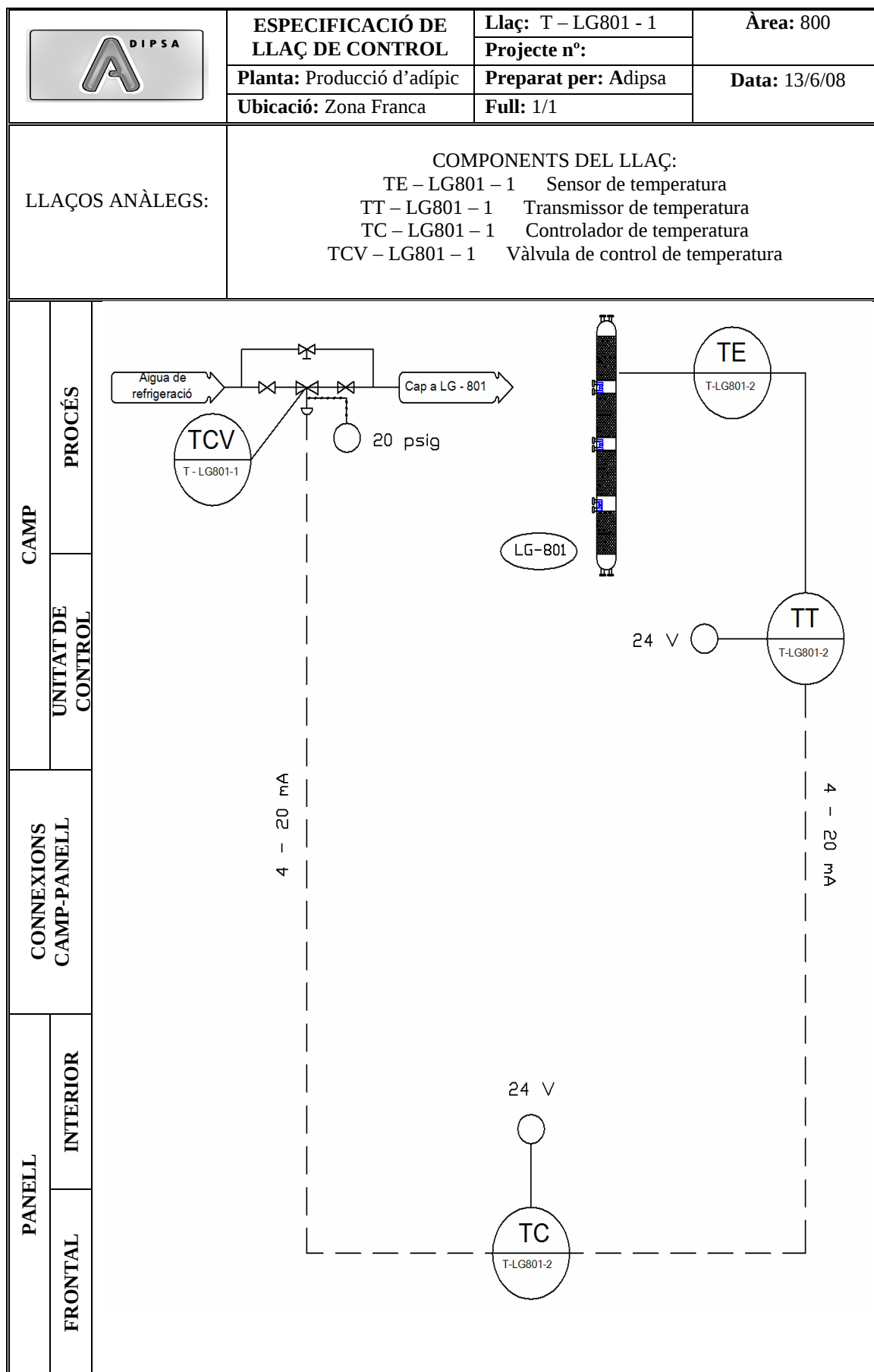
Llaç T – LG801 – 1 : Control de temperatura a LG – 801**Objectiu:**

La temperatura de l'absorbidor és important, ja que si és molt elevada, el àcid nítric es pot evaporar i sortir per la sortida de gasos, fet que no es vol que passi. D'altra banda, si la temperatura és molt baixa, la solubilitat dels gasos en el líquid augmenta i es fa més difícil la seva separació del líquid.

El sistema de control consistirà en mesurar la temperatura a l'absorbidor (variable controlada) i en funció d'aquesta, es canviarà el cabal d'aigua de refrigeració del serpentí que hi passa per dins (variable manipulada). És un sistema de control feedback.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – LG801 – 1
- Variable controlada : Temperatura al absorbidor
- Variable manipulada: Cabal de líquid de refrigeració del serpentí intern del absorbidor.
- Set-Point: 70°C
- Mètode de control: Feedback



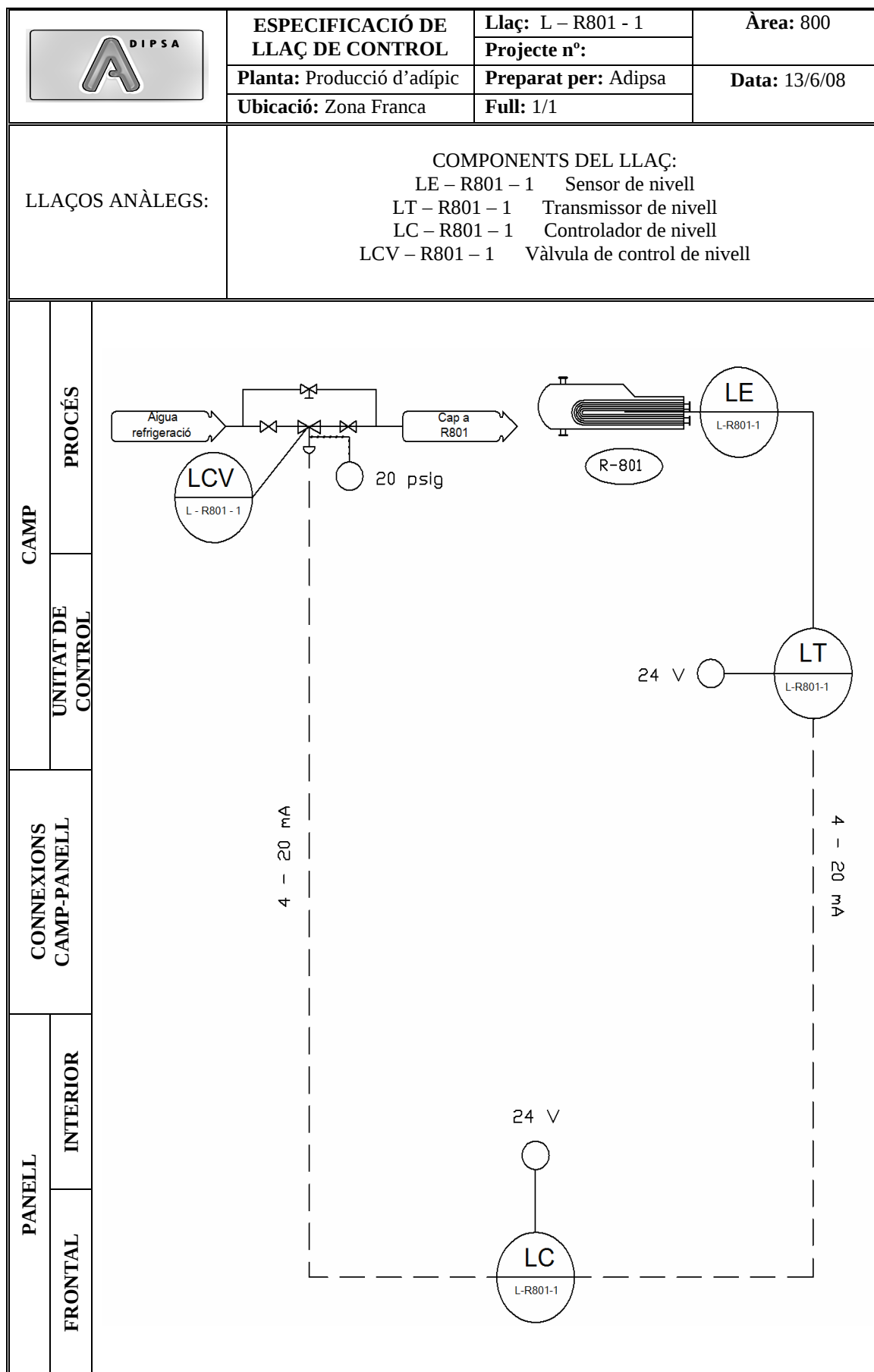
Llaç L – R801 – 1 : Control de nivell a R – 801**Objectiu:**

El nivell de líquid al reactor d' N_2O influeix directament en la producció de vapor i en el rendiment del aparell. Així doncs, si hi ha molt líquid, no s'estarà generant el vapor pensat per les condicions de disseny i la calor no s'eliminarà tal i com s'ha calculat.

Per tal d'evitar aquests problemes, s'ha instal·lat un sistema de control feedback, el qual mesura el nivell de líquid al reactor (variable controlada) i segons aquesta, varia el cabal d'entrada d'aigua de refrigeració (variable manipulada).

Caracterització del Llaç:

- Ítem: L – R801 – 1
- Variable controlada : Nivell de líquid al reactor d' N_2O
- Variable manipulada: Cabal de líquid d'aigua de refrigeració
- Mètode de control: Feedback

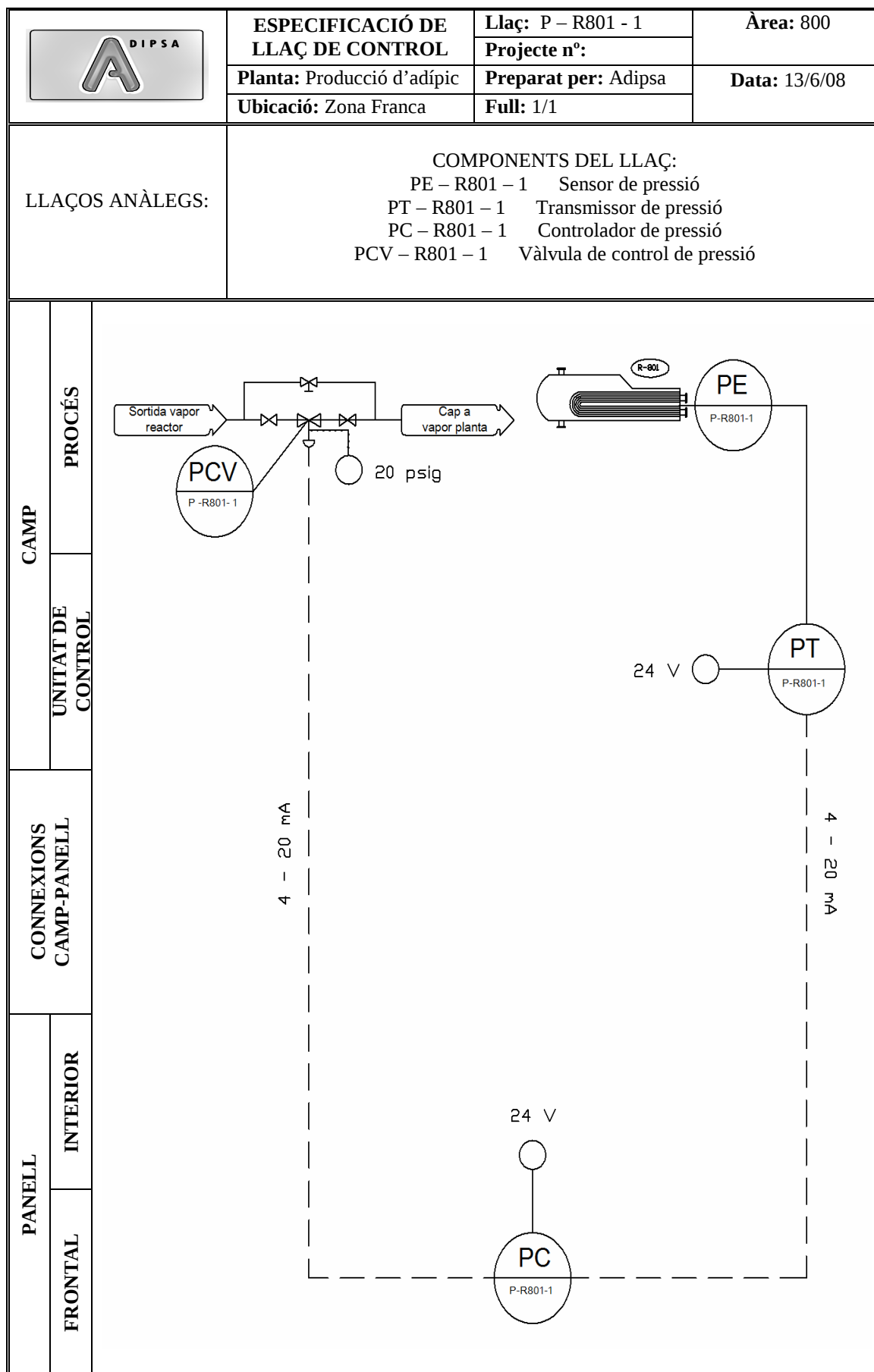


Llaç P – R801 – 1 : Control de pressió a R – 801**Objectiu:**

Per tal d'evitar una possible sobrepressió, s'ha instal·lat un control de nivell al reactor tèrmic. Aquest, té un sensor on es forma el vapor (variable controlada), el qual envia una senyal a una vàlvula que regula el cabal de gas de sortida (variable manipulada).

Caracterització del Llaç:

- Ítem: P – R801 – 1
- Variable controlada : Pressió al reactor d' N_2O
- Variable manipulada: Cabal de vapor de sortida
- Mètode de control: Feedback



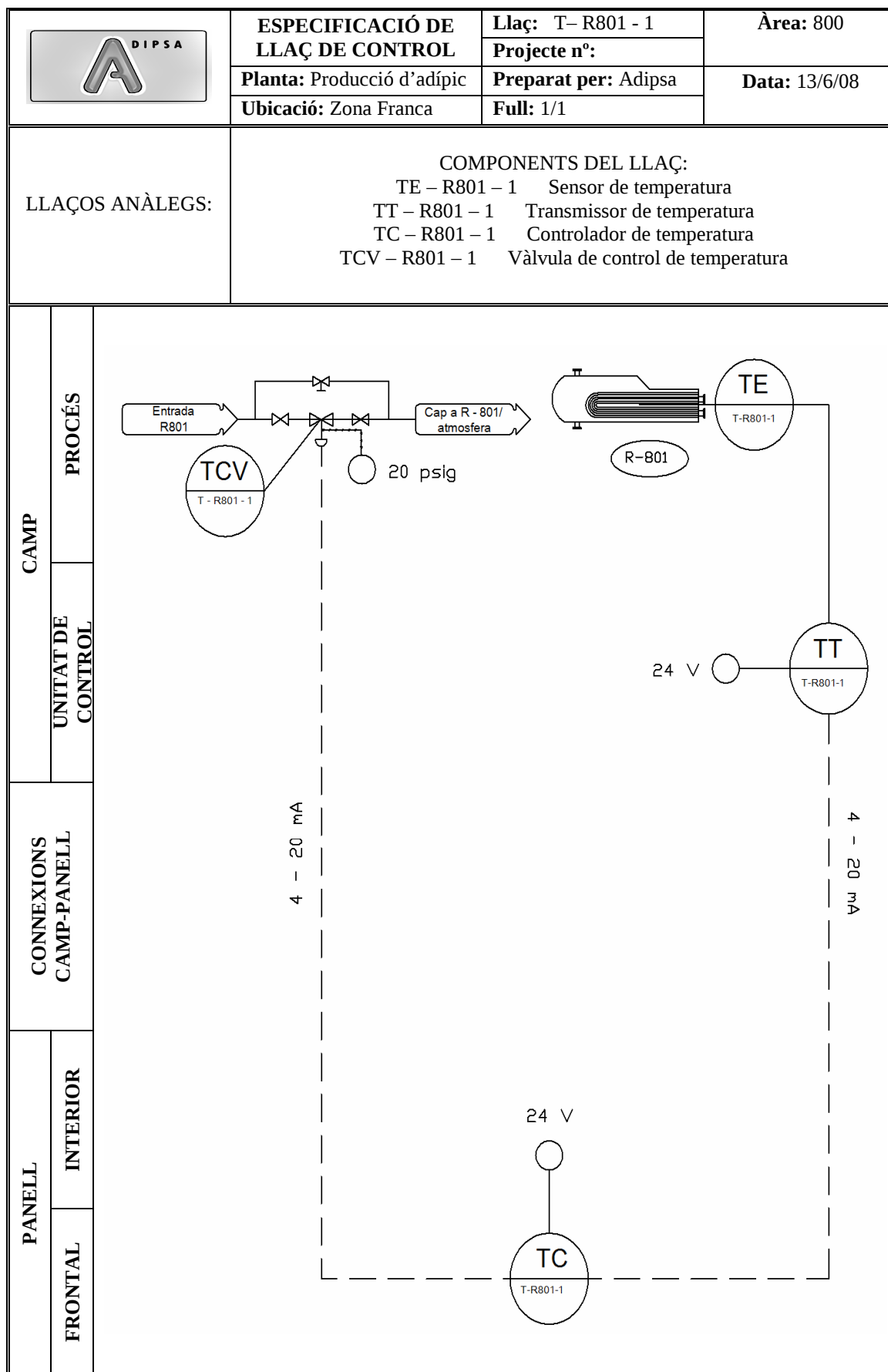
Llaç T – R801 – 1 : Control de temperatura a R – 801**Objectiu:**

En el reactor R – 801, hi té lloc la reacció de descomposició del N_2O , la qual és molt exotèrmica. El problema és que si es superen els $1000^{\circ}C$, es poden formar òxids nitrosos no desitjats, de manera que la planta augmentaria les seves emissions contaminants, a més a més del risc que comporta tenir un equip a tan alta temperatura.

Per tal de controlar aquesta temperatura, s'ha instal·lat un sensor que mesura la temperatura del refrigerant i que únicament serà una senyal, i un sensor de temperatura màxima dels gasos tractats (variable controlada), el qual té una alarma incorporada. A més a més està connectat a un controlador que obre una vàlvula que deixa anar una part d'aquests gasos a l'atmosfera (variable manipulada). Tot i que no és bo que aquests gasos vagin a parar directament a l'aire, es considera una mesura necessària en cas d'emergència.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: T – R801 – 1
- Variable controlada : Temperatura al reactor 801
- Variable manipulada: Cabal de gasos a l'entrada
- Set-Point: $1000^{\circ}C$
- Mètode de control: Feedback



Llaços Àrea 1000

Equip	Variable controlada	Variable manipulada	Tipus de Llaç	Nº de Llaç
CBI-1001	Concentració sortida columna	Cabal d'entrada mescla	ON-OFF	A-CBI1001 - 1
CBI-1002	Concentració sortida columna	Cabal d'entrada mescla	ON-OFF	A-CBI1002 - 1
CBI-1003	Concentració sortida columna	Cabal d'entrada mescla	ON-OFF	A-CBI1003 - 1
CBI-1004	Concentració sortida columna	Cabal d'entrada mescla	ON-OFF	A-CBI1004 - 1
CBI-1005	Concentració sortida columna	Cabal d'entrada mescla	ON-OFF	A-CBI1005 - 1
CBI-1006	Concentració sortida columna	Cabal d'entrada mescla	ON-OFF	A-CBI1006 - 1
M-1001	Nivell	Cabal de sortida	Feedback	L-M1001-1

Llaç A – CBI 1001– 1 : Control de composició del corrent de sortida de les columnes de bescanvi iònic

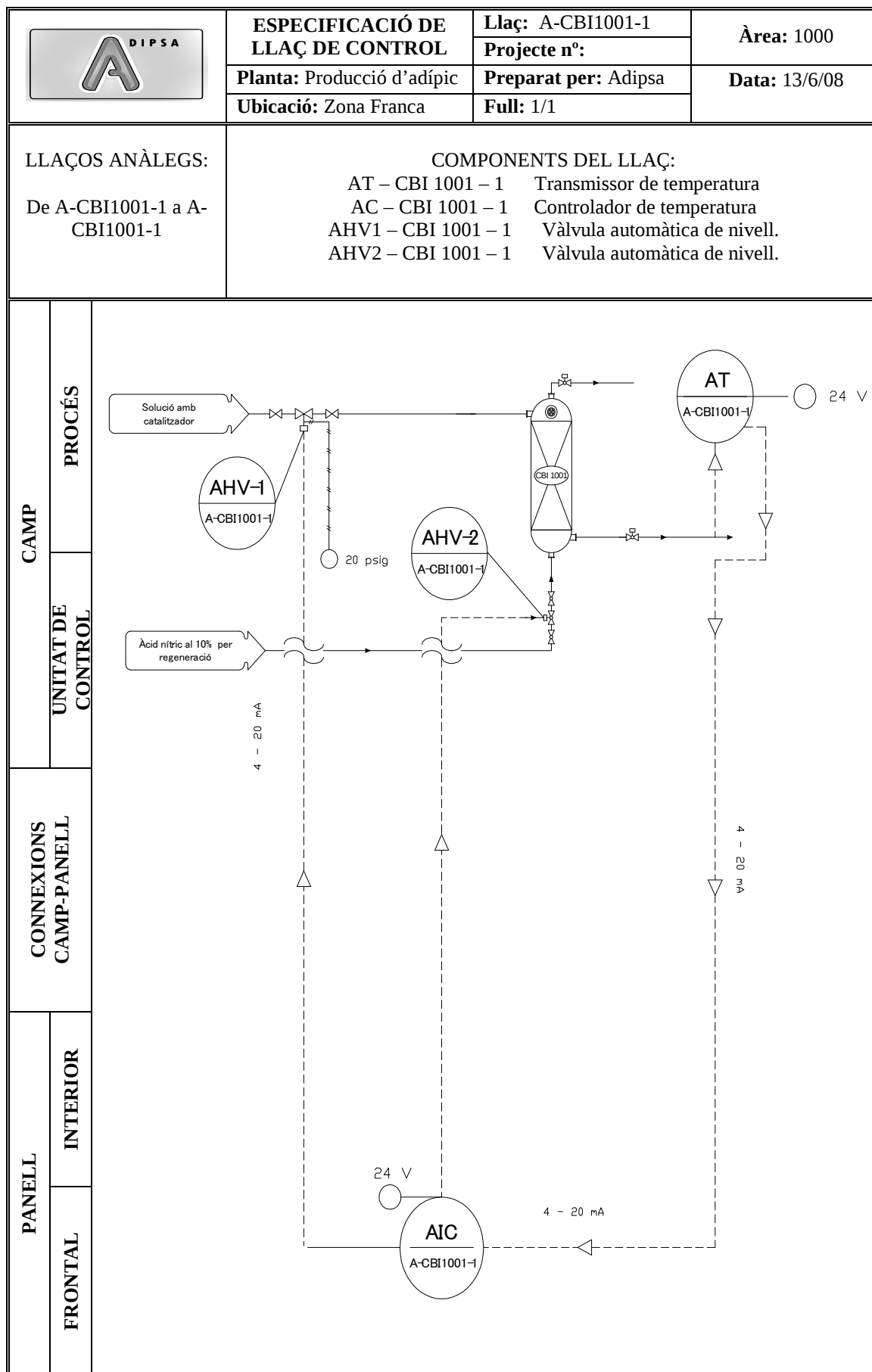
Objectiu:

La composició de sortida de les columnes de bescanvi és el factor a controlar en aquesta operació. Aquesta composició anirà variant al llarg del temps ja que la columna s'anirà saturant fins a la composició de ruptura. Quan s'arribi a aquesta composició, el sistema tancarà la vàlvula d'entrada de la columna, i obrirà el cabal de regenerant perquè la reïna es pugui recuperar i tornar-se a fer servir.

Conseqüentment, es fa necessari un sistema de control de composició per no perdre molta quantitat de catalitzador i que aquest fet afectés a altres àrees de la planta. Aquest sistema mesurarà una variable, la composició de sortida de cada columna amb el transmissor de concentració (AT-CBI1001-1), i tindrà dues variables manipulades; el cabal d'entrada a la columna, modificat per la vàlvula AHV-1, i el cabal de solució d'àcid nítric de regeneració, variat per AHV-2. Quan una d'aquestes vàlvules estigui oberta, l'altra estarà tancada i quan s'hagi d'obrir el corrent de regenerant amb la vàlvula AHV-2, s'esperarà un cert temps perquè no hi coincideixin els dos corrents; el de la mescla a tractar i el de regeneració.

Caracterització del Llaç:

- Ítem: A-CBI1001-1
- Variable controlada : Composició de la sortida de la columna
- Variable manipulada: Cabal d'entrada a la columna
- Mètode de control: Enclavament



3.5 INSTRUMENTACIÓ: ELEMENTS PRIMARIS

En aquest apartat es farà una recopil·lació de la instrumentació necessària tant en els principals llaços de control desenvolupats com en la monitorització de les principals variables de procés.

La instrumentació necessària es pot dividir en tres grans blocs:

- Elements primaris: Essencialment són elements de mesura, com sensors i mesuradors.
- Elements final de control: Essencialment vàlvules de control, de regulació i del tipus tot res.
- Targetes d'adquisició de dades (TAD)

3.5.1 Descripció dels elements primaris

Els elements primaris són generalment sensors i mesuradors, tenint incorporades també les funcions pròpies d'un transmissor.

L'objectiu que tenen aquest mesuradors és la d'obtenir els valors de les condicions en que està el procés i fer aquesta informació disponible al sistema de control, als operadors del procés o a qualsevol entitat que ho necessiti saber.

Aquest mesuraments es poden dividir en dos grans blocs:

- Mesures continues: Un exemple d'aquest tipus de mesures seria un mesurador de nivell que indiqués el nivell de líquid en un tanc.
- Mesures discontinues: Són mesuradors que impliquen una decisió si/no. Un exemple seria un commutador de nivell (level switch), que col·locat a una determinada alçada en un tanc indiqués la presència o absència de líquid en el punt on està instal·lat.

Els components típics d'un mesurador de nivell continu són els següents:

- Sensor: Aquest component produeix una senyal que està relacionada d'una forma coneguda amb la variable de procés d'interès. Aquesta senyal serà pràcticament sempre de naturalesa electrònica, en contraposició amb l'habitual fa 40 anys, quan s'utilitzaven senyals neumàtics. La senyal elèctrica pot ser analògica o digital
- Transmissor: La sortida del instrument de mesura a de ser un senyal que pugui ser transmès a una certa distància. Aquesta senyal tindrà un rang que anirà dels 4 als 20 mA.

Per escollir amb el més alt grau d'encert possible el tipus de sensor i transmissors adequat s'han seguit els següents criteris:

- Precisió
- Cost
- Idoneïtat en les condicions de treball
- Fiabilitat

S'ha intentant utilitzar el mateix tipus de sensor en el major nombre de cassos possibles, amb la finalitat de reduir el nombre de reposicions a emmagatzemar i a facilitar el nivell de complexitat en l'operació de la planta. Això, però, no ha estat sempre possible, degut a la multitud de situacions diferents on un anàlisi concret ha estat requerit.

1. Sensors de temperatura

Els sensors de temperatura més àmpliament utilitzats a la indústria són les termoresistències i els termoparells. Els primers, les termoresistències, es basen en les característiques inherents d'alguns materials, que varien la resistència que ofereixen al pas de la electricitat quan pateixen un canvi de temperatura. Aquests aparells ofereixen una precisió uns 10 cops superior a la dels termoparells, si bé el seu rang de temperatura de treball no és tan ampli. Com que la practica totalitat de la planta dissenyada treballa a

una temperatura no molt alta, inferior a 100°C, el tipus d'aparell escollit són les termoresistències, concretament les 100 V Pt, que tenen un rang de temperatures de treball que va dels -200 als 850°C.

El model comercial que s'ha escollit és el ABB TSP331, que mostra garanties de funcionar correctament en les condicions en que es vol utilitzar.

Degut a l'alta corrosió del medi en que treballaran aquest sensors en la majoria de situacions, s'ha decidit protegir els sensors amb una baina metàl·lica, concretament d'AISI 316, que allargarà notablement la vida útil de el instrument, però que, com a contrapartida, provocarà un augment del temps de resposta.

En tota la planta només hi ha un punt en que aquest sensor de temperatura no és vàlid, que és en l'àrea 400, on es mesura la temperatura dels gasos sortint del reactor tèrmic de descomposició de N₂O, amb temperatures properes als 1000°C. En aquest cas serà necessari utilitzar un termoparell, concretament del tipus N, que té un rang de treball que va dels 0 als 1300°C.

2. Sensors de nivell

En la planta dissenyada s'utilitzen sensors de nivell en moltes ocasions, tant dels que donen mesurament continu com els que donen mesuraments discrets, del tipus Level Switch.

El mesurador continu s'ha triat del tipus de pressió diferencial, degut a que són fiables i simples, que fa molt temps que s'utilitzen i que per tant el seu funcionament és ben conegut en el si de la indústria, que no està afectat per les condicions interiors del tanc i que pot ser utilitzat en tanc que hi hagi agitació.

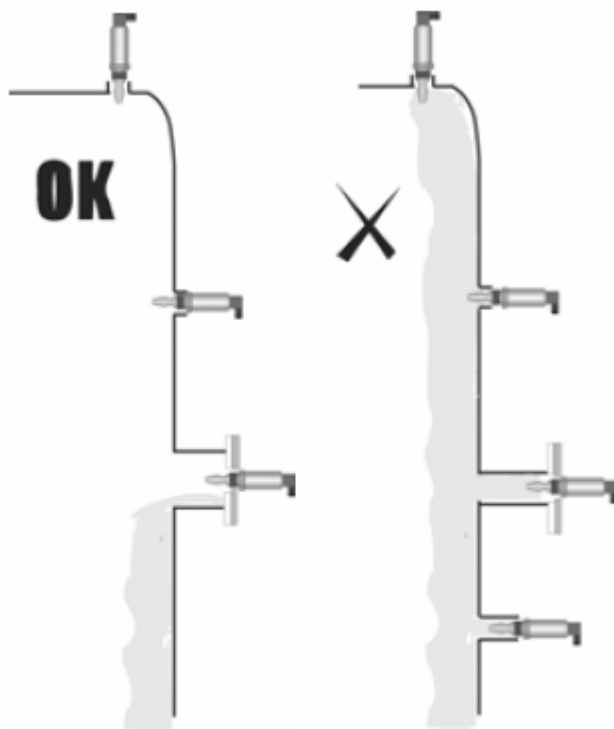
El model comercial escollit és el de la companyia Emerson sèrie Rosemount DP 3051S_L Classic.

Aquest tipus, però, no serà aplicable quan es vulgui mesurar el nivell de sòlid en sitges. En aquest casos el tipus de sensor escollit serà el Rosemount 5600 S Radar level, que es basa en la utilització d'un radar per el nivell del tanc o sitja. Aquest tipus de sensors son

notablement més cars, i per aquest motiu només són utilitzats quan la mesura amb sensors basats en la pressió diferencial no és possible.

Els mesuradors de nivell amb senyal discreta adquirits seran del tipus vibratori, enlloc dels del tipus de contacte elèctric, per evitar la presència d'espurnes en presència de productes altament inflamables que el sistema conté, com és el ciclohexanol. El model comercial escollit és el de la companyia Emerson sèrie Rosemount 2110 Compact Level Switch.

Aquest sensors Level Switch es col·locaran en els tancs de tal manera que no estiguin situats en el camí dels corrents d'entrada del tanc, com es pot veure il·lustrat en la següent figura:



3. Sensors de pressió

El sensor de pressió escollit és el Rosemount 3051S_T Gage and Absolute pressure transmitter, les característiques del qual permeten mesurar pressions entre els 20,7 mbar

i el 689 bars, cobrint sobradament tots els mesuraments de pressió que s'han de realitzar en el procés.

4. Mesuradors de cabal

El mesurador de cabal escollit és el Rosemount 3051SFA ProBAR, que aconseguirà mesurar el cabal volumètric que està passant en una canonada de forma efectiva, sense excessives pèrdues de càrrega permanents i amb un cost moderat. Aquest aparell podrà ser instal·lat en casi totes les canonades que requereixin d'un mesurador de cabal, ja que pot ser instal·lat en un rang de diàmetres de canonades molt ampli, dels 50 a 1800 mm.

El mètode d'anàlisi es basarà en la integració d'un transmissor de pressió i d'un sensor en forma de T que serà insertat dins la canonada, del tipus tub de pitot, i que mesurarà la pèrdua de càrrega que patirà el fluid que hi circula, i a partir d'aquesta dada es determinarà el cabal volumètric circulant.

Per aquelles canonades que necessiten un mesurador de cabal però que tenen un diàmetre inferior a les 2'', el cabal també es mesurarà mitjançant l'anàlisi de la pèrdua de pressió del fluid quan passa per un obstacle, però en aquest cas serà un orifici.

El mesurador anterior no seria, però, l'adequat quan el fluid del qual es vol conèixer el cabal sigui un gas. En aquests casos, el sensor utilitzat serà un cabalímetre màssic, concretament el Rosemount 3095MFA Mass ProBar.

5. Mesuradors de composició

A la planta es requereixen analitzadors de composició en alguns llaços de control i de monitorització. A continuació es descriuen els diferents tipus de sensor requerits.

Es requereixen mesuradors d'humitat, especialment per comprovar l'eficàcia de l'assecador dels cristalls d'àcid adípic.

Hi ha diversos mecanismes per mesurar el valor de la humitat, però l'escollit per la planta dissenyada és el que es basa en l'anàlisi de la temperatura de rosada del gas. Es requerirà una superfície inerta, la temperatura de la qual pugui ser ajustada i mesurada, i una mostra del gas el qual es vol fer l'anàlisi, que serà nitrogen amb un contingut d'aigua. El moment en el qual el condensat aparegui serà detectat òpticament. Amb aquesta mesura serà possible determinar el grau de saturació del gas respecte l'aigua. Aquesta mesura serà utilitzada en l'assegador dels cristalls d'àcid adípic de manera indirecta, ja que si per exemple es detectés que el nitrogen utilitzat estigués massa a prop de la saturació, s'hauria d'augmentar el cabal d'aquest, garantint així un superior assecament.

L'analitzador utilitzat serà el Process Moisture Analyzer de Michell Instruments.

Es requereixen també mesuradors de la composició química en la part de la plata on es recupera el catalitzador. La intenció serà conèixer quan el corrent tractat en les reïnes de bescanvi iònic excedeix una concentració de vanadi o coure superior a un determinat límit, coneixent així quan s'ha arriat al break point, moment en que serà necessari regenerar la reïna. Com que els compostos a mesurar tenen la característica d'absorbir ones de llum dintre del rang visible, s'ha decidit que l'aparell de mesura serà un colorímetre, del tipus de tub fotònic.

També serà necessari mesurar la concentració de gasos nitrosos en la sortida de la planta, per assegurar que estan per sota d'una determinada concentració i que per tant que es compleix la normativa ambiental. Per fer l'anàlisi d'aquests composts s'utilitzarà el sensor de cromatografia de gasos, amb detectors per conductivitat tèrmica.

S'utilitzarà l'analitzador ABB EL3020

Per últim, també serà necessari conèixer la composició del producte per caps de les columnes de destil·lació, format per aigua i traces d'àcid nítric, a fi de poder modificar el reflux de la columna per obtenir la puresa de destil·lat desitjada. El mètode d'anàlisi que s'utilitzarà serà la refractometria.

S'utilitzarà el refractòmetre digital UR20 de Maselli Measurements.

3.5.2 Llistat d'elements primaris

A continuació es presenten els llistats d'elements primaris de control, distribuïts per àrees.

Instruments Àrea 100

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T-101	L -T101 – 1	LE-T101-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-101	L -T101 – 1	LT-T101-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-101	L -T101 – 1	LSH-T101-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-101	L -T101 – 1	LAH-T101-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-102	L-T102-1	LE-T102-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-102	L-T102-1	LT-T102-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-102	L-T102-1	LSH-T102-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-102	L-T102-1	LAH-T102-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-103	L -T103 –1	LE-T103-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-103	L -T103 –1	LT-T103-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-103	L -T103 –1	LSH-T103-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-103	L -T103 –1	LAH-T103-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-104	L -T104 –1	LE-T104-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T-104	L -T104 –1	LT-T104-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-104	L -T104 –1	LSH-T104-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-104	L -T104 –1	LAH-T104-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-105	L-T105-1	LE-T105-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-105	L-T105-1	LT-T105-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-105	L-T105-1	LSH-T105-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-105	L-T105-1	LAH-T105-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-106	L -T106 – 1	LE-T106-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-106	L -T106 – 1	LT-T106-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-106	L -T106 – 1	LSH-T106-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-106	L -T106 – 1	LAH-T106-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-107	L -T107 – 1	LE-T107-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-107	L -T107 – 1	LT-T107-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-104	L -T104 –1	LT-T104-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T-107	L -T107 – 1	LSH-T107-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-107	L -T107 – 1	LAH-T107-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-108	L-T108-1	LE-T108-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-108	L-T108-1	LT-T108-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-108	L-T108-1	LSH-T108-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-108	L-T108-1	LAH-T108-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-109	L-T109 – 1	LE-T109-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-109	L-T109 – 1	LT-T109-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-109	L-T109 – 1	LSH-T109-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-109	L-T109 – 1	LAH-T10-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-110	L-T110 – 1	LE-T110-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-110	L-T110 – 1	LT-T110-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-110	L-T110 – 1	LSH-T110-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-110	L-T110 – 1	LAH-T110-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T-111	L-T111- 1	LE-T111-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-111	L-T111- 1	LT-T111-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-111	L-T111- 1	LSH-T111-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-111	L-T111- 1	LAH-T111-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-112	L-T112- 1	LE-T112-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-112	L-T112- 1	LT-T112-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-112	L-T112- 1	LSH-T112-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-112	L-T112- 1	LAH-T112-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-113	L-T113-1	LT-T113-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-113	pH-T113-2	pHT-T113-2	Sensor , transmissor de pH	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 200

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T-201	L -T201 - 1	LE-T201-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-201	L -T201 - 1	LT-T201-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-201	L -T201 - 1	LSH-T201-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-201	L -T201 - 1	LAH-T201-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-202	L-T202-1	LE-T202-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-202	L-T202-1	LT-T202-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-202	L-T202-1	LSH-T202-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-202	L-T202-1	LAH-T202-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-203	L -T203 -1	LE-T103-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-203	L -T203 -1	LT-T103-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-203	L -T203 -1	LSH-T103-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-203	L -T203 -1	LAH-T103-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-204	L -T204 -1	LE-T104-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T-204	L -T204 -1	LT-T104-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-204	L -T204 -1	LSH-T104-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-204	L -T204 -1	LAH-T104-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-205	L-T205-1	LE-T105-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-205	L-T205-1	LT-T105-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-205	L-T205-1	LSH-T105-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-205	L-T205-1	LAH-T105-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-206	L -T206 - 1	LE-T106-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
T-206	L -T206 - 1	LT-T106-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-206	L -T206 - 1	LSH-T106-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-206	L -T206 - 1	LAH-T106-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 300

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
T - 301	L - T301 - 1	LT - T301 - 1	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T - 301	L - T301 - 1	LAH - T301 - 1	Alarma de nivell baix	Camp	Elèctrica
T - 301	L - T301 - 1	LAL - T301 - 1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
M-301	F - M301 - 1	FT - M301 - 1	Sensor i transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
M-301	L - M301 - 2	LT-M301 - 2	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
R - 301	F - R301 - 1	FT-R301 - 1	Sensor, Transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
R - 301	F - R301 - 2	FT-R301 - 2	Sensor, Transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
R - 301	F- R301 - 3	TT-R301 - 3	Sensor, Transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
R - 301	T - R301 - 4	TT-R301 - 4	Sensor i Transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
R - 301	T - R301 - 5	TSH - R301 - 5	Sensor de Temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 301	T - R301 - 5	THA - R301 - 5	Alarma de Temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 301	L - R301 - 6	LT - R301 - 6	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
R - 302	F - R302 - 1	FT-R302- 1	Sensor i Transmissor de cabal	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
R - 302	F - R302 - 2	FT-R302 - 2	Sensor i Transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
R - 302	F - R302 - 3	TT-R302 - 3	Sensor i Transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
R - 302	F - R302 - 4	TT-R302 - 4	Sensor i transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
R - 302	F - R302 - 5	TSH - R3012 - 5	Sensor de Temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 302	T - R302 - 5	THA - R302 - 5	Alarma de Temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 302	L - R302 - 6	LT - R302 - 6	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
R - 303	L - R303 - 1	LT - R303 - 1	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
R - 303	T - R303 - 2	TSH - R303 - 2	Sensor de Temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 303	T - R303 - 2	THA - R303 - 2	Alarma de Temperatura alta	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 400

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
C - 401	L - C - 401 - 1	LT - C - 401 - 1	Sensor, transmissor de cabal	Camp	Elèctrica
C - 401	T- C - 401 - 1	TT - C - 401 - 1	Sensor de temperatura	Camp	Elèctrica
C-402	P-C402-1	PT-C402-1	Transmissor de pressió	Camp	Elèctrica
C-402	P -C402-1	PAL -C402-1	Alarma de pressió baixa	Camp	Elèctrica
C-402	T-C402-2/12	TT-C402-2/12	Sensor de temperatura	Camp	Elèctrica
C-402	L - C402 - 15	LT - C402 - 15	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-401	L-T401-1	LSH-T401-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-402	L-T402-1	LSH-T402-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
E-401	A - E401 - 1	AT - E401 - 1	Transmissor d'anàlisi de composició	Camp	Elèctrica
E-402	T - E402 - 1	TT - E402 - 1	Sensor i Transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
E-403	A - E403 - 1	AT - E403 - 1	Transmissor d'anàlisi de composició	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
E-404	T - E404 - 1	TT - E404 - 1	Sensor i Transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
C-403	P-C403-1	PT-C403-1	Transmissor de pressió	Camp	Elèctrica
C-403	P -C403-1	PAL -C403-1	Alarma de pressió baixa	Camp	Elèctrica
C-403	T-C403-2/12	TT-C403-2/12	Sensor de temperatura	Camp	Elèctrica
C-403	L - C403 - 15	LT - C403 - 15	Sensor i Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
T-403	L-T403-1	LSH-T403-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
T-404	L-T404-1	LSH-T404-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 500

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
CR - 501a	T - CR501 a- 1	TT - CR501a - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501a	P - CR501a - 1	PT - CR501a - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 501a	L - CR501 a- 1	LT - CR501a - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 501a	T - CR501 a- 2	TT - CR501a - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501b	T - CR501 b- 1	TT - CR501b - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501b	P - CR501 b- 1	PT - CR501b - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 501b	L - CR501 b- 1	LT - CR501b - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 501b	T - CR501 b- 2	TT - CR501b - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501c	T - CR501 c- 1	TT - CR501c - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501c	P- CR501 c- 1	PT - CR501c - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 501c	L - CR501c - 1	LT - CR501c - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 501c	T - CR501 c- 2	TT - CR501c - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501d	T - CR501 d- 1	TT - CR501d - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
CR - 501d	L - CR501 d- 1	LT - CR501d - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 501d	T - CR501 d- 2	TT - CR501d - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501e	T - CR501 e- 1	TT - CR501e - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 501e	P - CR501 e- 1	PT - CR501e - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 501e	L - CR501 e- 1	LT - CR501e - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 501e	T - CR501 e- 2	TT - CR501 - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 502	T - CR502 - 1	TT - CR502 - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 502	P - CR502- 1	PT - CR502 - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 502	L - CR502- 1	LT - CR502 - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 502	T - CR502 - 2	TT - CR502 - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 503a	T - CR503a- 1	TT - CR503a - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 503a	P - CR503a - 1	PT - CR503a - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 503a	L - CR503a - 1	LT - CR503a - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 503a	T - CR503a- 2	TT - CR503a - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
CR - 503b	T - CR503b - 1	TT - CR503b - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
CR - 503b	P - CR503b - 1	PT - CR503b - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
CR - 503b	L - CR503b - 1	LT - CR503b - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
CR - 503b	T - CR503b - 2	TT - CR503b - 2	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
T - 502	T - T -502 - 1	TT - T502- 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
T - 502	P - T502 - 1	PT - T502 - 1	Sensor i transmissor de Pressió	Camp	Elèctrica
T - 502	L - T502- 1	LT - T502 - 1	Sensor i transmissor de Nivell	Camp	Elèctrica
E - 501	T - E501 - 1	TT - E501 - 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
E - 504	T - E504- 1	TT - E504- 1	Sensor, transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
T - 501a	L - T501a- 1	LSH - T501a - 1	Sensor de nivell màxim	Camp	Elèctrica
T - 501b	L - T501b- 1	LSH - T501b - 1	Sensor de nivell màxim	Camp	Elèctrica
T - 503a	L - T503a- 1	LSH - T503a - 1	Sensor de nivell màxim	Camp	Elèctrica
T - 503b	L - T503b- 1	LSH - T501b - 1	Sensor de nivell màxim	Camp	Elèctrica
E - 503	T - E503- 1	TT - E503- 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
E - 505	T - E505- 1	TT - E505- 1	Sensor i transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
E - 506	T - E506- 1	TT - E506- 1	Sensor, transmissor de Temperatura	Camp	Elèctrica
T - 505a	L - T505a- 1	LSH - T505a - 1	Sensor de nivell màxim	Camp	Elèctrica
T - 505b	L - T505b- 1	LSH - T505b - 1	Sensor de nivell màxim	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 600

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
E-601	T - E601 - 1	TT-E601-1	Sensor i Transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
E-601	T-E601-2	TT-E601-2	Sensor de temperatura	Camp	Elèctrica
E-601	T-E601-3	TT-E601-3	Sensor de temperatura	Camp	Elèctrica
SE-601	A - SE601 - 1	AT-SE601-1	Transmissor d'anàlisi de composició	Camp	Elèctrica
E-602	T - E602 - 1	TT-E602-1	Sensor de temperatura	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 700

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
ST-701	L-ST701-1	LE-ST701-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
ST-701	L-ST701-1	LT-ST701-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
ST-701	L-ST701-1	LSH-ST701-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-701	L-ST701-1	LAH-ST701-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-702	L-ST702-1	LE-ST702-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
ST-702	L-ST702-1	LT-ST702-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
ST-702	L-ST702-1	LSH-ST702-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-702	L-ST702-1	LAH-ST702-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-703	L-ST703-1	LE-ST703-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
ST-703	L-ST703-1	LT-ST703-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
ST-703	L-ST703-1	LSH-ST703-1	Sensor de nivell alt	Camp	Eléctrica
ST-703	L-ST703-1	LAH-ST703-1	Alarma de nivell alt	Camp	Eléctrica
ST-704	L-ST704-1	LE-ST704-1	Mesurador de nivell	Camp	Eléctrica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
ST-704	L-ST704-1	LT-ST704-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
ST-704	L-ST704-1	LSH-ST704-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-704	L-ST704-1	LAH-ST704-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-705	L-ST705-1	LE-ST705-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica
ST-705	L-ST705-1	LT-ST705-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
ST-705	L-ST705-1	LSH-ST705-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-705	L-ST705-1	LAH-ST705-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-704	L-ST704-1	LT-ST704-1	Sensor, Transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
ST-704	L-ST704-1	LSH-ST704-1	Sensor de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-704	L-ST704-1	LAH-ST704-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica
ST-705	L-ST705-1	LE-ST705-1	Mesurador de nivell	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 800

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
LG - 801	T-LG-801-1	TT - LG801 - 1	Sensor i transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
LG - 801	T-LG-801 - 3	TT - LG801 - 3	Sensor i transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
LG - 801	T-LG801 -2	TT-LG801-2	Sensor i transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
LG - 801	P-LG801 -1	PT - LG801-1	Sensor i transmissor de pressió	Camp	Elèctrica
LG - 801	L - LG801 - 1	LT - LG801-1	Sensor i transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
R - 801	T - R801 - 1	TSH – R801 - 1	Sensor de temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 801	T - R801 - 1	THA – R801 - 1	Alarma de temperatura alta	Camp	Elèctrica
R - 801	L - R801 - 1	LT – R801 - 1	Sensor i transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
R - 801	T - R801 - 2	TT – R801 - 2	Sensor i transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica
R - 801	A - R801 - 1	AT - R801 - 1	Sensor de concentració de gasos nitrosos	Camp	Elèctrica
E-801	T-E801-1	TT-E801-1	Sensor i transmissor de temperatura	Camp	Elèctrica

Instruments Àrea 1000

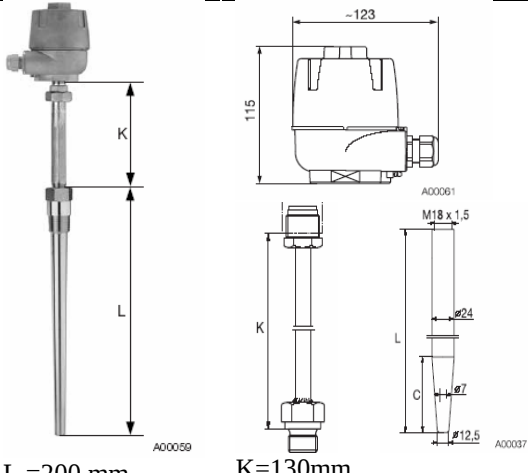
Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Situació	Actuació
CBI-1001	A-CBI1001 - 1	AT-CBI1001-1	Sensor, transmissor de concentració	Camp	Elèctrica
CBI-1002	A-CBI1002 - 1	AT-CBI1002-1	Sensor, transmissor de concentració	Camp	Elèctrica
CBI-1003	A-CBI1003 - 1	AT-CBI1003-1	Sensor, transmissor de concentració	Camp	Elèctrica
CBI-1004	A-CBI1004 - 1	AT-CBI1004-1	Sensor, transmissor de concentració	Camp	Elèctrica
CBI-1005	A-CBI1005 - 1	AT-CBI1005-1	Sensor, transmissor de concentració	Camp	Elèctrica
CBI-1006	A-CBI1006 - 1	AT-CBI1006-1	Sensor, transmissor de concentració	Camp	Elèctrica
M-1001	L-M1001-1	LT-M1001-1	Sensor, transmissor de nivell	Camp	Elèctrica
M-1001	L-M1001-1	LLA-M1001-1	Alarma de nivell baix	Camp	Elèctrica
M-1001	L-M1001-1	LHA-M1001-1	Alarma de nivell alt	Camp	Elèctrica

3.5.3 Fitxes d'especificació d'elements primaris

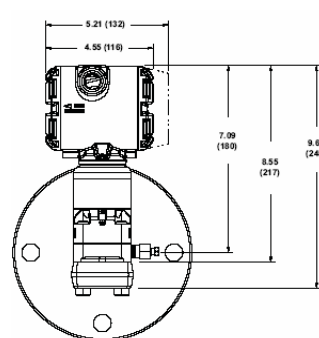
A continuació es presenten les fitxes d'especificació dels sensors i transmissors. S'ha realitzat un full d'especificació com a referència per cada un dels tipus de sensors més rellevants que hi ha a la planta.

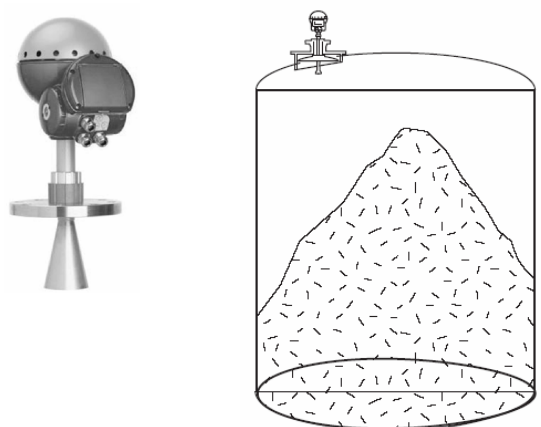
Els fulls d'especificació mostrats són els següents

1. Sensor de temperatura
2. Sensor de nivell continu (líquids)
3. Sensor de nivell continu (sòlids)
4. Sensor de nivell tot / res (level switch)
5. Sensor de pressió
6. Sensor de cabal
7. Analitzador gasos nitrosos
8. Refractòmetre digital
9. Mesurador d'humitat

	Sensor de Temperatura	Ítem n°: TIT – T – R301 – 4		Àrea: 300
		Projecte n°: 1		
	Planta: Producció d'adípica	Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ				
Llaç de Control:	T -- R301 – 4			
Denominació:	Sensor de temperatura del reactor R – 301			
Senyal enviada a:	TIC – T – R301 – 4			
CONDICIONS DE SERVEI				
Fluid: Mescla: HNO ₃ , H ₂ O, Ciclohexanol, Adípica...		Estat: Líquid		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim
Pressió:	Bar		1	
Temperatura:	°C	90	78	30
Densitat:	kg / m³		1150	
DADES D'OPERACIÓ				
Element de mesura	Termòmetre de resistència			
Alimentació:	24 V			
Senyal de sortida:	4 – 20 mA (analògica)			
Variable mesurada:	Temperatura	Temps de resposta 90%	18 s	
Sensibilitat:	0,3 °C	Indicador en camp:	Sí	
Span:	- 50 a 400°C	Calibrat:	Sí	
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
Element sensor:	Pt –100	Baina:	SS 316 - L	
Connexió a procés:	Rosca	Tipus i norma:	43772-2	
Temperatura màx.:	600 °C	Pressió màxima:	700 bar	
Dimensions:	Diàmetre = 14 mm Llargada= 445mm	Pes:	2 kg	
DADES D'INSTAL·LACIÓ		IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	- 40		
	Màxima:	85		
Suport	No			
Filtre reductor	No			
Distància al controlador:	15 m màxim			
Posició:	Horitzontal: X			
	Vertical:			
MODEL				
Subministrador:	ABB			
Model	TSP331			
				

	Sensor de Nivell continu		Ítem nº: TIT – L – R301 – 6		Àrea: 300
			Projecte nº: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1			
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		L -- R301 – 6			
Denominació:		Mesurador de nivell del reactor R – 301			
Senyal enviada a:		LIC – L – R301 – 6			
CONDICIONS DE SERVEI					
Fluid: Mescla: HNO ₃ , H ₂ O, Ciclohexanol, Adípic...			Estat: Líquid		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		1		
Temperatura:	°C	90	78	30	
Densitat:	kg / m ³		1150		
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura		Termòmetre de resistència			
Alimentació:		24 V			
Senyal de sortida:		4 – 20 mA (analògica)			
Variable mesurada:	Pressió	Temps de resposta 90%		255 ms	
Sensibilitat:	-	Indicador en camp:		Sí	
Span:	0 – 138 bar	Calibrat:		Sí	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:	Membrana resistiva	Material en contacte amb procés:		Neobee M-20®	
Connexió a procés:	Rosca	Material juntes:		SS 316 - L	
Límits de temperatura.:	-15 a 205 °C	Límits de pressió:		0,03 a 51,7 bar	
Dimensions:	Veure esquema (mm entre ())	Pes:		12,3 kg	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	- 40°C			
	Màxima:	85°C			
Suport	No				
Filtre reductor	No				
Distància al controlador:	-				
Posició:	Horitzontal:				
	Vertical: X				
MODEL					
Subministrador	Emerson – Rosemount				
Model	DP 3051S_L Classic.				

	Sensor de Nivell continu de sòlids		Ítem nº: LT-ST701-1		Àrea: 700
			Projecte nº: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		L – ST701 – 1			
Denominació:		Mesurador de nivell de la sitja			
Senyal enviada a:		-			
CONDICIONS DE SERVEI					
Sòlid: Àcid adípic			Forma: Cristalls		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	Bar		1		
Temperatura:	°C		20		
Densitat:	kg / m³				
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura		Detecció de la freqüència de l'eco de senyals de Radar emeses			
Alimentació:		24 V			
Senyal de sortida:		4 – 20 mA (analògica)			
Variable mesurada:		Nivell	Temps de resposta 90%		
Precisió:		± 5 mm	Indicador en camp:		No
Span:		0.5 a 30 m	Calibrat:		No
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:		10 GHz FMCW Radar	Material en contacte amb procés:		No contacte
Connexió a procés:		Rosca	Protecció:		Cobertura de PTFE
Límits de pressió:		0 a 55bar	Material Antena:		SS 16L
Dimensions (mm):		200x200x490	Pes:		-
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	- 15°C			
	Màxima:	130°C			
Suport	Sí				
Filtre reductor	No				
Distància al controlador:	-				
Posició:	Horitzontal:				
	Vertical: X				
MODEL					
Subministrador :	Emerson – Rosemount				
Model	5600 S Radar Level				

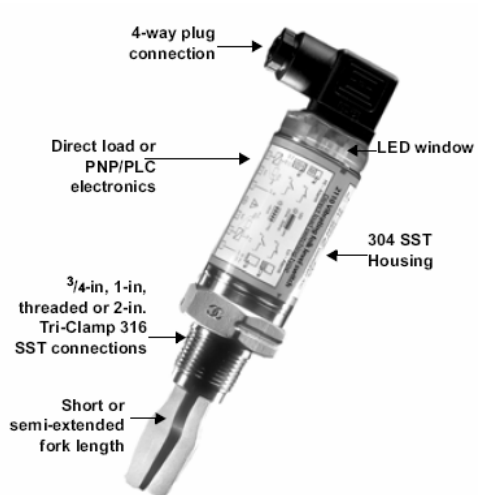
	Level Switch		Ítem n°: LSH-T201-1		Àrea: 200
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		

IDENTIFICACIÓ				
Llaç de Control:	L-T201-1			
Denominació:	Mesurador de nivell puntual del Tanc T – 201			
Senyal enviada a:				

CONDICIONS DE SERVEI				
Fluid: Ciclohexanol		Estat: Líquid		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim
Pressió:	bar		1	
Temperatura:	°C		25	30
Densitat:	kg / m ³		962	

DADES D'OPERACIÓ			
Mètode de mesura	Termòmetre de resistència		
Alimentació:	24 V		
Senyal de sortida:	4 – 20 mA (digital)		
Variable mesurada:	Freqüència de vibració	Temps de resposta 90%	-
Sensibilitat:	-	Indicador en camp:	Sí
Span:	-	Calibrat:	No

DADES DE CONSTRUCCIÓ			
Element sensor:	Forquilla vibratòria	Material en contacte amb procés:	SS 316 - L
Connexió a procés:	Rosca	Freqüència forquilla:	1300 Hz
Límits de temperatura.:	150° C	Límits de pressió:	80 bar
Dimensions:	Diàmetre: 25,4 mm Llargada: 200 mm	Pes:	1,5 kg

DADES D'INSTAL·LACIÓ		
Temperatura ambient (°C)	Mínima: - 40°C	
	Màxima: 150°C	
Suport	No	
Filtre reductor	No	
Distància al controlador:	-	
Posició:	Horitzontal:	
	Vertical: X	
MODEL		
Subministrador:	Emerson – Rosemount	
Model	2110 Compact Level Switch.	

	Sensor de pressió		Ítem n°: PT – C402 – 1		Àrea: 400
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		P – C402 – 1			
Denominació:		Mesurador de pressió a la columna de destil·lació			
Senyal enviada a:		PIC – C402 – 1			
CONDICIONS DE SERVEI					
Fluid: Mescla: HNO ₃ , H ₂ O, Ciclohexanol, Adípic...			Estat: Gas		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	Bar		0,3		
Temperatura:	°C		75		
Densitat:	Kg / m³		-		
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura		Termòmetre de resistència			
Alimentació:		24 V			
Senyal de sortida:		4 – 20 mA (analògica)			
Variable mesurada:	Pressió	Temps de resposta 90%		255 ms	
Sensibilitat:	-	Indicador en camp:		Sí	
Span:	20,7 mbar – 689 bar	Calibrat:		Sí	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:	Membrana resistiva	Material en contacte amb procés:		Inert	
Connexió a procés:	Rosca	Material juntes:		SS 316 - L	
Límits de temperatura.:	-15 a 205 °C	Límits de pressió:		0,03 a 51,7 bar	
Dimensions:	107x 230 x159 mm	Pes:		12,3 kg	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	- 40°C			
	Màxima:	85°C			
Suport	No				
Filtre reductor	No				
Distància al controlador:	-				
Posició:	Horitzontal:				
	Vertical: X				
MODEL					
Subministrador:	Emerson – Rosemount				
Model	DP 3051S_T Classic.				
					

	Mesurador de Cabal		Ítem n°: FT – R301 – 2		Àrea: 300
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		F -- R301 – 2			
Denominació:		Mesurador de cabal de NML al reactor R – 301			
Senyal enviada a:		FIC – F – R301 – 2			
CONDICIONS DE SERVEI					
Fluid: Mescla: HNO ₃ , H ₂ O, Ciclohexanol, Adípic...			Estat: Líquid		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		1		
Temperatura:	°C	50	40	30	
Densitat:	kg / m³		1200		
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura		Termòmetre de resistència			
Alimentació:		24 V			
Senyal de sortida:		4 – 20 mA (analògica)			
Variable mesurada:	Pressió	Temps de resposta 90%		255 ms	
Precisió:	± 0,8% del cabal volumètric	Indicador en camp:		Sí	
Span:	0,03 a 168 bar	Calibrat:		Sí	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:	Tub de Pitot	Material en contacte amb procés:		Stainless Steel 316 - L	
Connexió a procés:	Rosca	Material juntes:		SS 316 - L	
Límits de temperatura.:	260 °C	Límits de pressió:		700 bar	
Dimensions:	Llargada sensor = 4'' Diàmetre sensor = ¾''	Pes:		-	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	- 40°C			
	Màxima:	85°C			
Suport	No				
Filtre reductor	No				
Distància al controlador:	-				
Posició:	Horitzontal: X				
	Vertical:				
MODEL					
Subministrador :	Emerson – Rosemount				
Model	DP 3051SFA ProBAR.				



	Analitzador		Ítem nº: AT – R801 – 1		Àrea: 800
	composició gasos		Projecte nº: 1		
	Planta: Producció d'adípica		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		A – R801 – 1			
Denominació:		Mesurador de la concentració de gasos de sortida de planta			
Senyal enviada a:		-			
CONDICIONS DE SERVEI					
Fluid: OG: N ₂ , O ₂ , NO, N ₂ O, NO ₂ , CO ₂ .			Estat: Gas		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		1		
Temperatura:	°C		30		
Densitat:	kg / m³		1,2		
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura	Fotometria infraroja				
Alimentació:	24 V				
Senyal de sortida:	4 – 20 mA (analògica)				
Variable mesurada:	Concentració (ppm)	Temps de resposta 90%		< 2 s	
Compostos mesurats:	NO, NO ₂ , CO ₂ , N ₂ O	Indicador en camp:		No	
Concentració mínima detectable (ppm):	NO: 0 – 150, N ₂ O: 0 – 100, CO ₂ : 0 – 100.	Calibrat:		Automàtic	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:	Fotòmetre infraroig Uras26	Material en contacte amb procés:		Stainless Steel 316 - L	
Connexió a procés:	Presa de mostra	Material juntes:		SS 316 - L	
Límits de temperatura.:	-	Límits de pressió:		-	
Dimensions:	-	Pes:		-	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	- 40°C			
	Màxima:	85°C			
Suport	No				
Filtre reductor	No				
Distància al controlador:	-				
MODEL					
Subministrador:	ABB				
Model:	Easyline continuos gas analyzer EL 3020				
					

	Refractòmetre digital		Ítem n°: AT –E401 – 1		Àrea: 400
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1			
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		A-E401 – 1			
Denominació:		Mesurador de la puresa de l'aigua del producte de caps de columna			
Senyal enviada a:		AC – E401 – 1			
CONDICIONS DE SERVEI					
Sòlid: Àcid adípic			Forma: Cristalls		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		0.3		
Temperatura:	°C		75		
Densitat:	kg / m³		-		
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura	Refractometria				
Alimentació:	24 V				
Senyal de sortida:	4 – 20 mA (analògica)				
Variable mesurada:	Concentració	Temps de resposta 90%			
Precisió:	± 0.05° Brix	Indicador en camp:		Sí	
Span:	0 a 95° Brix	Calibrat:		No	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:	Sensor òptic CCD d'alta resolució	Material de la coberta		Alumini i acer inoxidable	
Connexió a procés:	Tri-Clamp sobre canonada	Material en contacte amb Procés:		Prisme de Zafir	
Límits de temperatura.:	-20 a 120°C	Límits de pressió:		-1 a 8 bar	
Dimensions (in):	8.4x6.5x28	Pes:		3.3 kg	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Suport	Sí				
Posició:	Horitzontal:				
	Vertical: X				
MODEL					
Subministrador :	Maselli Measurements				
Model	Refractòmetre digital UR-20				
					

	Analitzador d'humitat		Ítem n°: AT –SE601 –1		Àrea: 600
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		A-SE601 – 1			
Denominació:		Mesurador de l'humitat del nitrogen de sortida			
Senyal enviada a:		AC – SE601 – 1			
CONDICIONS DE SERVEI					
Sòlid: Àcid adípic			Forma: Cristalls		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		1		
Temperatura:	°C		-		
Densitat:	kg / m³		-		
DADES D'OPERACIÓ					
Mètode de mesura		Mesura del punt de rosada mitjançant sensor ceràmic			
Alimentació:		24 V			
Senyal de sortida:		4 – 20 mA (analògica)			
Variable mesurada:	Humitat	Temps de resposta 90%			
Precisió:	± 1°C	Indicador en camp:		Sí	
Límits detecció:	ppm _v	Calibrat:		No	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Element sensor:	Easidew two wire transmitter	Material de la coberta		-	
Connexió a procés:	On - line	Material en contacte amb Procés:		Sensor ceràmic	
Límits de temperatura.:	-	Límits de pressió:		30 bar	
Dimensions (mm):		Pes:			
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Suport	-				
Posició:	Horitzontal:				
	Vertical: X				
MODEL					
Subministrador:	Michell Instruments				
Model	Promet I.S. – Process Moisture analyser				

3.6 INSTRUMENTACIÓ: ELEMENTS FINALS DE CONTROL

Es coneixen com a elements finals de control aquells instruments que, en rebre instruccions del controlador, actuen sobre les variables manipulades, intentant mantenir així la variable controlada en els valors del set-point, fent front a possibles pertorbacions que pugui tenir el sistema:

Les vàlvules són els elements finals de control més utilitzats, i en la planta dissenyada se'n poden trobar els següents tipus:

- Vàlvules de regulació:

Són aquelles que actuen variant el cabal d'un corrent, mitjançant augmentar o disminuir la pèrdua de càrrega que haurà de fer front el fluid al passar per la vàlvula.

Les vàlvules de regulació utilitzades en aquest projecte han estat de globus.

- Vàlvules tot/res:

Són aquelles vàlvules que només tenen dos estats, oberta completament, on intenten causar el mínim de pèrdua de càrrega al fluid que les travessa, i tancada completament, on impedeixen el pas de qualsevol fluid.

Les vàlvules tot/res utilitzades en aquest projecte han estat de bola i papallona. Concretament les de bola han estat utilitzades quan el diàmetre de la canonada no excedia unes determinades dimensions, concretament 3'' de diàmetre nominal, ja que per mesures superiors el tamany de la vàlvula de bola necessària ja era incòmodament gran. En aquests casos, per diàmetres superiors a 3'', s'han utilitzat les vàlvules de papallona, que es caracteritzen per ocupar un tamany significativament menor que les de bola, i es redueixen així les despeses.

3.6.1 Llistat d'elements finals de control

A continuació es presenten els llistats dels elements finals de control presents a la taula, distribuïts segons l'àrea en que es trobin.

En els llistats s'inclou informació com quin tipus d'acció tenen, i quina posició adquireixen quan hi ha una fallada en subministrament d'aire d'instrumentació.

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 100

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
T-101	L -T101 - 1	LHV - T101 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-102	L-T102-1	LHV - T102 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-103	L -T103 -1	LHV - T103 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-104	L -T104 -1	LHV - T104 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-105	L-T105-1	LHV - T105 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-106	L -T106 - 1	LHV - T106 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-107	L -T107 - 1	LHV - T107 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-108	L-T108-1	LHV - T108 - 8	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-109	L-T109 - 1	LHV - T109 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-110	L-T110 - 1	LHV - T110 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-111	L-T111- 1	LHV - T111 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-112	L-T112- 1	LHV - T112 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-113	L-T113-1	LCV-T113-1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 200

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
T-201	L-T201-1	LHV - T201 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-202	L-T202- 1	LHV - T202 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-203	L-T203- 1	LHV - T203 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-204	L-T204- 1	LHV - T204 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-205	L-T205- 1	LHV - T205 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
T-206	L-T206- 1	LHV - T206 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 300

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
M - 301	F - M301 - 1	FCV - M301 - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
M - 301	L - M301 - 2	LCV - M301 - 2	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
R - 301	F - R301 - 1	FCV - R301 - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
R - 301	F - R301 - 2	FCV - R301 - 2	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
R - 301	F - R301 - 3	FCV - R301 - 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
R - 301	T - R301 - 4	TCV - R301 - 4	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
R - 301	T - R301 - 5	THV - R301 - 5	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica
R - 301	L - R301 - 6	LCV - R301 - 6	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
R - 302	F - R302 - 1	FCV - R302 - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
R - 302	F - R302 - 2	FCV - R302 - 2	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
R - 302	F - R302 - 3	FCV - R302 - 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
R - 302	T - R302 - 4	TCV - R302 - 4	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
R - 302	T - R302 - 5	THV - R302 - 5	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica
R - 302	L - R3012 - 6	LCV - R302 - 6	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
R - 303	L - R303 - 1	LCV - R303 - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 400

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
C - 401	L - C401 - 1	LCV - C401 - 1	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
C-402	L - C402 - 13	LCV - C402 - 13	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
E-401	A - E401 - 1	ACV - E401 - 1	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
E-402	T - E402 - 1	TCV - E402 - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
E-403	A - E403 - 1	ACV - E403 - 1	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
E-404	T - E404 - 1	TCV - E404 - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
C-402	P - C402 - 1	PCV - C402 - 1	Vàlvula de regulació	No	Obre	Camp	Neumàtica
C-402	L - C402 - 13	LCV - C402 - 13	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
C-403	P - C403 - 1	PCV - C403 - 1	Vàlvula de regulació	No	Obre	Camp	Neumàtica
C-403	L - C403 - 13	LCV - C403 - 13	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 500

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
CR - 501a	T - CR501a - 1	TCV - CR501a - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
CR - 501a	P - CR501 a- 2	PCV - CR501 a- 2	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
CR - 501a	L - CR501a - 3	LCV - CR501 a- 3	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
CR - 501b	T - CR501 b- 1	TCV - CR501 b- 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
CR - 501b	P - CR501b - 2	PCV - CR501 b- 2	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 501b	L - CR501 b- 3	LCV - CR501b - 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 501c	T - CR501 c- 1	TCV - CR501 c- 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
CR - 501c	P - CR501 c- 2	PCV - CR501 c- 2	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
CR - 501c	L - CR501c - 3	LCV - CR501 c- 3	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
CR - 501d	T - CR501 d- 1	TCV - CR501 d- 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
CR - 501d	P - CR501d - 2	PCV - CR501 d- 2	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 501d	L - CR501 d- 3	LCV - CR501 d- 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
CR - 501e	P - CR501 e- 2	PCV - CR501 e- 2	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 501e	L - CR501e - 3	LCV - CR501 e- 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 502	T - CR502- 1	TCV - CR502- 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 502	L - CR502- 3	LCV - CR502- 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 503a	T - CR503a - 1	TCV - CR503a- 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
CR - 503a	P - CR503a - 2	PCV - CR503a - 2	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 503a	L - CR503a - 3	LCV - CR503a- 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 503b	T - CR503b - 1	TCV - CR503b - 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica
CR - 503b	P - CR503b - 2	PCV - CR503b - 2	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
CR - 503b	L - CR503b - 3	LCV - CR503b - 3	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
T - 502	L - T502 - 1	LCV - T502- 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
E - 501	T- E501 - 1	TCV - E501 - 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
E - 504	T- E504 - 1	TCV - E504- 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
E - 503	T- E503 - 1	TCV - E503- 1	Vàlvula de regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
E - 505	T- E505 - 1	TCV - E505- 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
E - 506	T- E506 - 1	TCV - E506- 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 600

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
E - 601	T - E601 - 1	TCV-E601-1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
SE - 601	A - SE601 - 1	ACV-SE601-1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
E - 602	T - E602 - 1	TCV-E602-1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 700

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
ST-701	L-ST701-1	LHV - ST701 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica
ST-702	L-ST702-1	LHV - ST702 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica
ST-703	L-ST703-1	LHV - ST703 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica
ST-704	L-ST704-1	LHV - ST704 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica
ST-705	L-ST705-1	LHV - ST705 - 1	Vàlvula tot / res	Sí (T)	Obert	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 800

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
LG - 801	T - LG801 - 1	TCV - LG801 - 2	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
LG - 801	P - LG801 - 1	PCV - LG801 - 1	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
LG - 801	L - LG801 - 1	LCV - LG801 - 1	Vàlvula de regulació	No	Oberta	Camp	Neumàtica
R - 801	T - R801 - 1	TZV - R801 - 1	Vàlvula de tres vies	No	Obert a atmosfera	Camp	Neumàtica
R - 801	L - R801 - 1	LCV - R801 - 1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica
E-801	T-E801-1	TCV-E801-1	Vàlvula de regulació	No	Obert	Camp	Neumàtica

Llistat Elements Finals de Control de l' Àrea 1000

Equip	Nº de Llaç	Ítem	Descripció	Final de carrera	Posició en fallo d'aire	Situació	Actuació
CBI-1001	A-CBI1001 - 1	AHV1-CBI1001-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Obert	Camp	Neumàtica
CBI-1001	A-CBI1001 - 1	AHV2-CBI1001-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
CBI-1002	A-CBI1002 - 1	AHV1-CBI1002-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Obert	Camp	Neumàtica
CBI-1002	A-CBI1002 - 1	AHV2-CBI1002-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
CBI-1003	A-CBI1003 - 1	AHV1-CBI1003-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Obert	Camp	Neumàtica
CBI-1003	A-CBI1003 - 1	AHV2-CBI1003-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
CBI-1004	A-CBI1004 - 1	AHV1-CBI1004-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Obert	Camp	Neumàtica
CBI-1004	A-CBI1004 - 1	AHV2-CBI1004-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
CBI-1005	A-CBI1005 - 1	AHV1-CBI1005-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Obert	Camp	Neumàtica
CBI-1005	A-CBI1005 - 1	AHV2-CBI1005-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
CBI-1006	A-CBI1006 - 1	AHV1-CBI1006-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Obert	Camp	Neumàtica
CBI-1006	A-CBI1006 - 1	AHV2-CBI1006-1	Vàlvula tot / res	Sí (O/T)	Tancat	Camp	Neumàtica
M-1001	L-M1001-1	LCV-M1001-1	Regulació	No	Tancat	Camp	Neumàtica

3.6.3 Dimensionament de vàlvules de control

Quan es busca adquirir una vàlvula de control, l'objectiu principal que es té és que aquesta actuï de forma eficaç i estable. Això implica que:

- La vàlvula ha de tenir estabilitat al llarg de tot el recorregut
- S'ha d'evitar actuar prop dels extrems de la vàlvula
- La vàlvula ha de tenir el recorregut suficient que li permeti fer front a les possibles pertorbacions que es puguin produir.

Per caracteritzar eficaçment una vàlvula de control, i tenir així la informació suficient per adquirir-ne una que compleixi els requeriments de la planta, cal saber fonamentalment el valor de dos coeficients, que són el K_{vs} i C_{vs} , i que tenen un significat paral·lel, amb la diferència que la primera té com a base unitats internacionals i la segona unitats angleses.

Definicions:

K_{vs} : És el valor que té K_v per una obertura teòrica del 100%

K_v : El cabal d'aigua en m^3/h que flueixen a través d'una vàlvula, independentment de l'obertura d'aquesta, entre una temperatura compresa entre 5 i 30 °C, amb una pèrdua de pressió d'un bar.

C_v : El cabal d'aigua en gal/min que flueix a través d'una vàlvula totalment oberta amb una pèrdua d'1 psi.

Els paràmetres K_{vs} i C_v estan relacionats per la següent equació:

$$K_{vs} = 0,86 \cdot C_v$$

Equacions per el càlcul de K_{vs} :

▪ **K_{vs} per líquids**

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\frac{1000 \cdot \Delta P_v}{\rho}}}$$

On:

Q = Cabal volumètric de líquid (m^3 / h)

ρ = Densitat (kg/m^3)

ΔP_v = Pèrdua de càrrega a través de la vàlvula

Un cop es té el valor de K_v , ja es pot triar el valor de K_{vs} de la vàlvula, que dependrà de l'obertura de la vàlvula en el cabal nominal:

$$K_v = K_{vs} \cdot f(X)$$

On: X = Obertura de la vàlvula, 0 tancada completament i 1 oberta completament.

La relació que tindran aquests tres valors dependrà de la característica inherent de la vàlvula de control utilitzada. A la indústria, s'utilitzen majorment vàlvules lineals i isopercentuals, que tenen la següent relació:

Vàlvules lineals: $K_v = K_{vs} \cdot f(X) = K_{vs} \cdot X$

Vàlvules Isopercentuals: $K_v = K_{vs} \cdot f(X) = K_{vs} \cdot R^{X-1}$, on R és un paràmetre propi de la vàlvula, i que sol oscil·lar entre uns valors de 40 i 50.

▪ **K_{vs} per gasos**

$$K_v = \frac{W}{14,2 \cdot m \cdot \sqrt{\rho_1 \cdot P_1}}$$

On:

W = Cabal màssic de gas (kg/h)

ρ_1 = Densitat abans de la vàlvula (kg/m^3)

P_1 = Pressió d'entrada a la vàlvula (bar)

m = factor en funció de P_2 / P_1 .

La pèrdua de càrrega ΔP_v a través de la vàlvula és el paràmetre clau a l'hora de fer un disseny satisfactori d'una vàlvula de control, ja que és en la variació d'aquesta pèrdua de càrrega on la vàlvula actuarà per regular el cabal que la travessarà.

Per triar aquest valor amb el màxim de garanties possibles, en aquest projecte s'han dimensionat les vàlvules de control juntament amb les bombes, a fi de que la seva acció estigui coordinada i que per tant cada vàlvula de control s'adapti el millor possible a les característiques del fluid que li arriba. S'ha aplicat el criteri que les pèrdues de càrrega que pateixi el fluid a la vàlvula en el seu cabal nominal representin aproximadament el 33% del total de pèrdues del sistema. Aquest criteri és un dels més seguits a la indústria.

Degut a un problema de manca de temps, les vàlvules de control dimensionades són només les de l'àrea 300, l'àrea de reacció, ja que és on s'ha considerat que són més representatives i de major importància. Per dimensionar les vàlvules de control de les altres àrees s'hauria seguit un procediment paral·lel.

Amb la informació obtinguda mitjançant aquest dimensionament, s'ha pogut escollir les característiques de les vàlvules de control comercials que s'adaptarien millor a cada situació.

Les vàlvules de control escollides pertanyen a la sèrie 240 de Samson, i s'ha fet servir les fitxes d'especificació d'aquestes per conèixer quins diferents Kvs estaven disponibles per cada diàmetre nominal de vàlvula, escollint-ne en cada cas un que estigués per sobre del Kvs requerit calculat. Aquest diàmetre nominal, per garantir la qualitat de l'operació, no podia ser ni superior ni inferior a la meitat del diàmetre de la canonada on es troba la vàlvula.

A continuació es presenten les taules on es recullen els resultats del dimensionament de vàlvules de control de l'àrea 300.

Dimensionament de vàlvules de control A - 300

Ítem	DN Canonada (")	Estat	ρ (kg / m ³)	Q (m ³ /h)	ΔP_{cv} (bar)	Kvs calculat (m ³ /h)	Caract. inherent	Ober tura	Kvs vàlvula (m ³ /h)	DN CV
LCV - M301 - 1	2	L	1140	13,625	0,9166	23,53	Lineal	0,65	25	1 1/2
FCV - M301 - 2	6	L	1200	63,33	0,1306	239,98	Lineal	0,8	260	6
FCV - R301 - 1	1	L	962	3,12	1,01	5,11	Lineal	0,6	6,3	1/2
FCV - R301 - 2	4	L	1200	38,33	0,685	72,9	Lineal	0,7	80	3
FCV - R301 - 3	8	L	1150	154,38	0,259	455,6	Lineal	0,7	630	8
TCV - R301 - 4	10	L	1000	290,011	0,3489	581,37	Lineal	0,85	630	8
LCV - R301 - 6	4	L	1150	41,69	0,338	96,71	Lineal	0,8	100	4
FCV - R302 - 1	1	L	962	3,12	1,01	5,11	Lineal	0,6	6,3	1/2

Ítem	DN Canonada (")	Estat	ρ (kg / m ³)	Q (m ³ /h)	ΔP_{cv} (bar)	Kvs calculat (m ³ /h)	Característic a inherent	Ober tura	Kvs vàlvula (m ³ /h)	DN CV
FCV - R302 - 2	4	L	1200	38,33	0,343	90,22	Lineal	0,8	100	4
FCV - R302 - 3	8	L	1150	154,38	0,259	455,6	Lineal	0,7	630	8
TCV - R302 - 4	10	L	1000	290,011	0,3489	581,37	Lineal	0,85	630	8
LCV - R302 - 6	4	L	1150	41,69	0,338	96,71	Lineal	0,8	100	4
LCV - R303 - 1	6	L	1150	81,9	0,272	242,4	Lineal	0,7	260	6

3.6.3 Fitxes d'elements final de control

A continuació es presenten les fitxes d'especificació dels elements finals de control. S'ha realitzat un full d'especificació com a referència per cada un dels tipus d'elements finals rellevants que hi ha a la planta.

Els fulls d'especificació mostrats són els següents

1. Vàlvula de regulació
2. Vàlvula tot / res

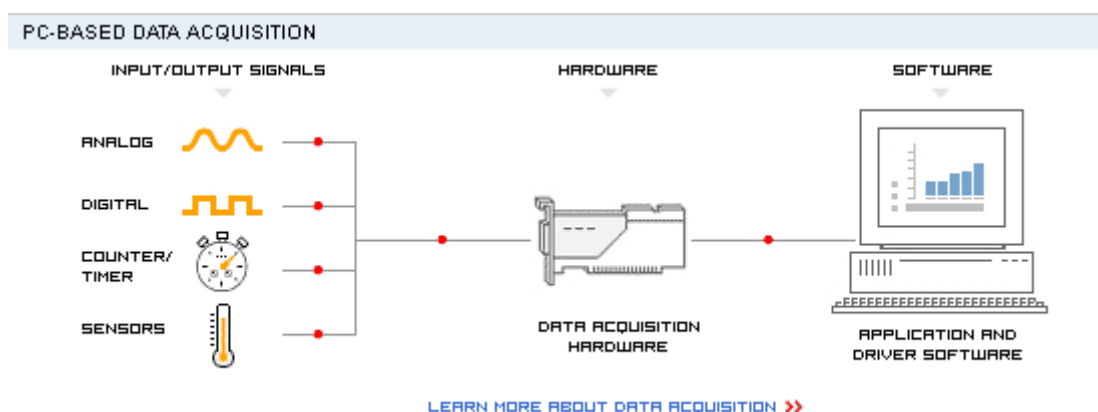
	Vàlvula tot / res		Ítem n°: THV – T – R301 – 5		Àrea: 300
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1		
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		T -- R301 – 5			
Denominació:		Vàlvula automàtica tot -res			
Senyal rebuda de:		TIC – T – R301 – 5			
CONDICIONS DE SERVEI					
Fluid: Mescla: HNO ₃ , H ₂ O, Ciclohexanol, Adípic...			Estat: Líquid		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		1		
Temperatura:	°C	35	25	15	
Densitat:	kg / m³		962		
Cabal màssic:	Kg / h		3000		
Kvs calculat:	-	Obertura a cabal nominal:		-	
Kvs vàlvula:	-	ΔP a cabal nominal (N/m²):		-	
CARACTERÍSTIQUES DE LA VÀLVULA					
Característica inherent:	Tot / Res		Alimentació:		
Actuador:	neumàtic		Posició en fallada de senyal:	Tancada	
Final de carrera:	Sí		Augment senyal d'entrada:	-	
Transductor:	Sí		Opció manual:	Sí	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Diàmetre nominal:	1''		Pressió nominal:	PN 40	
Forma cos:	Seient		Material del cos:	SS 316	
Àrea de l'actuador:	80 cm ²		Material del obturador:	SS 316	
Tipus actuador:	Simple efecte		Carrera:	8 mm	
Temperatures treball:	- 10 a 220 °C		Grau hermètic:	VI	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	-10°C			
	Màxima:	90°C			
DN conducció (in)	1''				
Actuador respecte la vàlvula:	Vertical				
MODEL					
Subministrador :	Samson				
Model	240 3351				

	Vàlvula de regulació		Ítem n°: LCV – L – R301 – 6		Àrea: 300
			Projecte n°: 1		
	Planta: Producció		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08
Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1			
IDENTIFICACIÓ					
Llaç de Control:		L -- R301 – 6			
Denominació:		Vàlvula de control de nivell del reactor R – 301			
Senyal rebuda de:		LIC – L – R301 – 6			
CONDICIONS DE SERVEI					
Fluid: Mescla: HNO ₃ , H ₂ O, Ciclohexanol, Adípic...			Estat: Líquid		
	Unitats	Màxim	Normal	Mínim	
Pressió:	bar		1		
Temperatura:	°C	90	78	30	
Densitat:	kg / m ³		1150		
Cabal màssic:	Kg / h		95875		
Kvs calculat:	96,7	Obertura a cabal nominal:		0,8	
Kvs vàlvula:	100	ΔP a cabal nominal (N/m ²):		33826	
CARACTERÍSTIQUES DE LA VÀLVULA					
Característica inherent:	Lineal	Alimentació:			
Actuador:	neumàtic	Posició en fallada de senyal:		Tancada	
Final de carrera:	no	Augment senyal d'entrada:		Tanca	
Transductor:	Sí	Opció manual:		no	
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
Diàmetre nominal:	4''	Pressió nominal:		PN 40	
Tipus de vàlvula:	Globus	Material del cos:		SS 316	
Àrea de l'actuador:	700 cm ²	Material del obturador:		SS 316	
Tipus actuador:	Simple efecte	Material del seient:		SS 316	
Temperatures treball:	- 10 a 220 °C	Grau hermètic:		VI	
DADES D'INSTAL·LACIÓ			IMATGE		
Temperatura ambient (°C)	Mínima:	-15°C			
	Màxima:	60°C			
DN conducció (in)	4''				
Actuador respecte la vàlvula:	Vertical				
MODEL					
Subministrador:	Samson				
Model	240 3241				

3.7 SISTEMES D'ADQUISICIÓ DE DADES

Els ordenadors de control operen solament amb senyals digitals. Com que en els diferents elements que configuren el sistema de control dissenyat hi han tant elements que funcionen amb senyals analògiques com analògiques, és indispensable la presència d'uns convertidors de senyals analògiques a digitals (A/D), i l'inrevés, de digitals a analògiques (D/A).

Aquest procediment es dura a terme mitjançant targetes d'adquisició de dades, i a la figura següent es pot veure un esquema del seu funcionament.



Aquestes targetes d'adquisició de dades seran distribuïdes per àrees, i com que els diferents models comercials poden tractar un nombre limitat de senyals, és necessari fer un recompte de les senyals presents a cada zona per poder seleccionar el model més adequat per cada una d'aquestes àrees.

Les senyals que es processaran seran de tipus estàndard, les analògiques en un de 4 a 20 mA i les digitals en un rang de 0 a 5 V.

3.7.1 Recompte de dades

S'han pres en consideració les senyals que emetran els següents equips i instruments:

- Vàlvules: Dependrà si són de regulació o tot/res. Les vàlvules de regulació tindran una sortida analògica, mentre que les vàlvules tot/res tindran una sortida digital. Les vàlvules també poden representar entrades digitals al sistema, si porten incorporat un element anomenat fi de carrera, que estaran col·locats al

final del recorregut de la vàlvula i que permetran conèixer si la vàlvula està totalment oberta o no, i si la vàlvula està completament tancada o no.

- Sensors: Aquest dispositius representaran entrades al sistema. Depèn de la naturalesa del sensor, aquestes senyals seran digitals o analògiques.

- Aparells d'activació electrònica : Dintre aquest grup hi ha les bombes, els compressors, els agitadors, els separadors centrífugs, els bisos sense fi, etc. Aquest aparells requeriran una sortida analògica del sistema per activar-los o parar-los, i una entrada, també analògica, que informi del seu estat, si estan en funcionament o no.

A continuació es presenten el llistat de senyals per cada àrea de la planta:

Recompte de senyals Àrea 100

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
L - T101 - 1 a L - T112 - 1	LT-T101-1 a LT-T112-1	12			
	LAH-T101-1 a LAH-T112-1		12		
	LHV - T101 - 1 a LHV - T112 - 1		24		12
L - T113 - 1	LT - T113 - 1	1			
	LCV-T113-1			1	
pH-T113-2	pHT-T113-2	1			
	pHCV - T113 - 2			1	
Vàlvules automàtiques	En total 12				12
Bombes	En total 4		4		4
SUMA TOTAL		14	40	2	28

Recompte de senyals Àrea 200

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
L-T201-1 a L-T206-1	LT-T201-1 a LT-T206-1	6			
	LAH -T201-1 a LAH -T206-1		6		
	LHV - T201 - 1 a LHV - T206 - 1		12		6
Vàlvules automàtiques	En total 6				6
Bombes	P-201		1		1
SUMA TOTAL		6	19	0	13

Recompte de senyals Àrea 300

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
L - T301 - 1	LT - T301 - 1	1			
	LAH - T301 - 1		1		
	LAL - T301 - 1		1		
L - M301 - 1	LT - M301 - 1	1			
	LCV - M301 - 1			1	
F - M301 - 2	FT-M301 - 2	1			
	FCV - M301 - 2			1	
F - R301 - 1	FT-R301 - 1	1			
	FCV - R301 - 1			1	
F - R301 - 2	FT-R301 - 2	1			
	FCV - R301 - 2			1	
F - R301 - 3	FT-R301 - 3	1			
	FCV - R301 - 3			1	
T - R301 - 4	TT-R301 - 4	1			
	TCV - R301 - 4			1	
T - R301 - 5	THA - R301 - 5		1		
	THV - R301 - 5		1		1

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
L - R301 - 6	LT - R301 - 6	1			
	LCV - R301 - 6			1	
F - R302 - 1	FT-R302 - 1	1			
	FCV - R302 - 1			1	
F - R302 - 2	FT-R302 - 2	1			
	FCV - R302 - 2			1	
F - R302 - 3	FT-R302- 3	1			
	FCV - R302 - 3			1	
T - R302 - 4	TT-R302- 4	1			
	TCV - R302 - 4			1	
T - R302 - 5	THA - R302 - 5		1		
	THV - R302 - 5		1		1
L - R302 - 6	LT - R302 - 6	1			
	LCV - R302 - 6			1	
L - R303 - 1	LT - R303 - 1	1			
	LCV - R303 - 1			1	
T - R303 - 2	THA - R303 - 2		1		
	THV - R303 - 2		1		1
Vàlvules automàtiques	En total 28				28
Agitadors	En total 4		4		4
Bombes	P-301a/b a P-307a/b		14		14
SUMA TOTAL		14	26	13	49

Recompte de senyals Àrea 400

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
L - C401 - 1	LT - C - 401 - 1	1			
	LCV - C401 - 1			1	
T- C401 - 1	TT - C - 401 - 1	1			
P - C402 - 1	PT-C402-1	1			
	PAL -C402-1		1		
	PCV - C402 - 1			1	
T-C402-2/12	TT-C402-2/12	1			
L - C402 - 13	LT - C402 - 13	1			
	LCV - C402 - 13			1	
P - C403 - 1	PT-C403-1	1			
	PAL -C403-1		1		
	PCV - C403 - 1			1	
T-C403-2/12	TT-C403-2/12	1			
L - C403 - 13	LT - C403 - 13	1			
	LCV - C403 - 13			1	
A - E401 - 1	AT - E401 - 1	1			
	ACV - E401 - 1			1	
T - E402 - 1	TT - E402 - 1	1			
	TCV - E402 - 1			1	
A - E403 - 1	AT - E403 - 1	1			
	ACV - E403 - 1			1	
T - E404 - 1	TT - E404 - 1	1			
	TCV - E404 - 1			1	
L-T401-1 a L-T404-1	LSH-T401-1 a LSH-T404-1		4		
Vàlvules automàtiques	En total 38				38
Bombes	En total 6		6		6
Compressors	En total 1		1		1
SUMA TOTAL		12	13	9	45

Recompte de senyals Àrea 500

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
T - CR501a -1 a T - CR501e -1	TT - CR501a - 1 a TT - CR501e - 1	5			
	TCV - CR501a - 1 a TCV - CR501e - 1			5	
P - CR501a -1 a P - CR501e -1	PT - CR501a - 1 a PT - CR501e - 1	5			
	PCV - CR501a - 1 a PCV - CR501e - 1			5	
L - CR501a -1 a L - CR501e -1	LT - CR501a - 1 a LT-CR501e - 1	5			
	LCV - CR501a - 1 a LCV - CR501e - 1			5	
T - CR - 501 a- 2 a T - CR - 501e - 2	TT - CR501a - 2 a TT - CR501e - 2	5		5	
T - CR502 -1	TT - CR502 - 1	1			
	TCV - CR502- 1			1	
P - CR - 502- 1	PT - CR502 - 1	1			
L - CR502 -1	LT - CR502 - 1	1			
	LCV - CR502- 1			1	
T - CR - 502 - 2	TT - CR502 - 2	1			
T - CR503a -1 a T - CR503b -1	TT - CR503a - 1 i TT - CR503b - 1	2			
	TCV - CR503a- 1 i TCV - CR503b- 1			2	

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
P - CR503a -1 a P - CR503b -1	PT - CR503a - 1 i PT - CR503b - 1	2			
	PCV - CR503a - 2 i PCV - CR503b - 2			2	
L - CR503a -1 a L - CR503b -1	LT - CR503a - 1 i LT - CR503b - 1	2			
	LCV - CR503a- 3 i LCV - CR503b- 3			2	
T - CR503a- 2 a T - CR503b- 2	TT - CR503a - 2 i TT - CR503b - 2	2			
L - T501a- 1	LSH - T501a - 1		1		
L - T501b- 1	LSH - T501b - 1		1		
L - T503a- 1	LSH - T503a - 1		1		
L - T503b- 1	LSH - T503b - 1		1		
L - T505a- 1	LSH - T505a - 1		1		
L - T505b- 1	LSH - T505b - 1		1		
T - T - 502 - 1	TT - T502- 1	1			
P - T - 502 - 1	PT - T502 - 1	1			
L - T502 -1	LT - T502 - 1	1			
	LCV - T502- 1			1	
T - E501 -1	TT - E501 - 1	1			
	TCV - T501 - 1			1	
T - E504 -1	TT - E504- 1	1			
	TCV - E504- 1			1	
T - E503 -1	TT - E503- 1	1			
	TCV - E503- 1			1	
T - E505-1	TT - E505- 1	1			
	TCV - E505- 1			1	

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
T - E506-1	TT - E506- 1	1			
	TCV - E506- 1			1	
Vàlvules automàtiques	En total 116				116
Bombes	En total 12		12		12
Agitadors	En total 9		9		9
Centrífugues	En total 3		3		3
SUMA TOTAL		40	30	34	140

Recompte de senyals Àrea 600

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
T - E601 - 1	TT-E601-1	1			
	TCV-E601-1			1	
T-E601-2	TT-E601-2	1			
T-E601-3	TT-E601-3	1			
A - SE601 - 1	AT-SE601-1	1			
T - E602 - 1	TT-E602-1	1			
	TCV-E602-1			1	
Vàlvules automàtiques	En total 11				11
Bisos sense fi	BSF - 601		1		1
SUMA TOTAL		5	1	2	12

Recompte de senyals Àrea 700

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
L-ST701-1 a L-ST705-1	L-ST701-1 a L-ST705-1	5			
	LT-ST701-1 a LT-ST705-1		5		
	LSH-ST701-1 a LSH-ST705-1		5		
	LHV - ST701 - 1 a LHV - ST705 - 1		5		5
Bombes	En total 2		2		2
Vàlvules automàtiques	En total 5				5
SUMA TOTAL		5	17	0	12

Recompte de senyals Àrea 800

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
T-LG801-1	TT - LG801 - 1	1			
T-LG801 - 3	TT - LG801 -3	1			
TT-LG801-2	TT-LG801-2	1			
	TCV - LG801 - 2			1	
P - LG801 - 1	PT - LG801-1	1			
	PCV - LG801 - 1			1	
L - LG801 - 1	LT - LG801-1	1			
	LCV - R801 - 1			1	
T - R801 -1	LT - R801 - 1	1			
	TZV - R801 - 1			1	

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
T - R801 -2	TT – R801 - 2	1			
T-E801-1	TT-E801-1	1			
	TCV-E801-1			1	
Vàlvules automàtiques	En total 12				12
Bombes	En total 2		2		2
Compressors	En total 1		1		1
SUMA TOTAL		8	3	5	15

Recompte de senyals Àrea 1000

Nº de llaç	Ítem Element	EA	ED	SA	SD
A-CBI1001 - 1 a A-CBI1006 - 1	AT-CBI1001-1 a AT-CBI1006-1	6			
	AHV1-CBI1001-1 a AHV1-CBI1006-1		12		6
	AHV2-CBI1001-1 a AHV2-CBI1006-1		12		6
L-M1001-1	LT-M1001-1	1			
	LCV-M1001-1			1	
Vàlvules automàtiques	En total 17				17
Bombes	En total 3		3		3
Agitadors	1		1		1
SUMA TOTAL		7	28	1	33

Recompte global de senyals

Àrea	EA	ED	SA	SD
100	14	40	2	28
200	6	19	0	13
300	14	26	13	49
400	12	13	9	45
500	40	30	34	140
600	5	1	2	12
700	5	17	0	12
800	8	3	5	15
1000	7	28	1	33
TOTAL:	111	177	66	347

3.7.2 Targetes d'adquisició de dades comprades

A continuació és mostren les targetes d'adquisició de dades que s'utilitzaran a la planta. Totes pertanyen a la subministradora National Instruments, concretament a la sèrie PXI, ja que són les més adients per la seva utilització en instal·lacions industrials. El criteri seguit per escollir unes o altres targetes és la utilització del mínim nombre possible d'elles, i que el preu global fos el més baix possible. Els preus estan disponibles a la pàgina web del subministrador.

També es presenten les fitxes d'especificació de les diferents targetes seleccionades.

Recopil·lació de targetes d'adquisició de dades

Àrea	EA	ED	SA	SD	Targeta d'adquisició de dades	Nº	EA	SA	E/S D	Ítem
100	14	40	2	28	NI PXI-6281	1	16	2	24	TAD-101
					NI PXI-6528	1	0	0	48	TAD-102
200	6	19	0	13	NI PXI-6284	1	32	0	48	TAD - 201
300	14	26	13	49	NI PXI-4204	1	8	0	0	TAD -301
					NI PXI-6722	1	0	8	0	TAD -302
					NI PXI-7841R	1	8	8	96	TAD -303
400	12	13	9	45	NI PXI-6281	1	16	2	24	TAD - 401
					NI PXI-6722	1	0	8	0	TAD - 402
					NI PXIe 6537	1	0	0	32	TAD - 403
500	40	30	34	140	NI PXI-7841R	1	8	8	96	TAD - 501
					NI PXI-6254	1	32	4	48	TAD - 502
					NI PXI-6722	3	0	8	0	TAD - 503 a TAD - 505
600	5	1	2	12	NI PXI-6281	1	16	2	24	TAD - 601
700	5	17	0	12	NI PXI-6538	1	32	0	48	TAD - 701
800	8	3	5	15	NI PXI-7841R	1	8	8	96	TAD - 801
1000	7	28	1	33	NI PXI-7841R	1	8	8	96	TAD - 1001

	Targeta d'adquisició de dades		Ítem nº: TAD – 101		Àrea: 100	
			Projecte nº: 1			
	Planta: Producció d'adípic		Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08	
	Ubicació: Zona Franca		Full: 1/1			
CARACTERÍSTIQUES						
Entrades analògiques:		16		Sortides analògiques:		2
Entrades / sortides digitals:				24		
DADES TÈCNIQUES				IMATGE		
Màxima velocitat de sortida (MS/s)		2,8				
Resolució entrada analògica (Bits)		18				
Resolució sortida analògica (bits)		16				
Rangs de sortida analògica (V)		Programables per canal				
DIO (MHz)		8				
Bus		PXI				
MODEL						
Subministrador :		National Instruments Inc				
Model		PXI 6281				

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem nº: TAD – 102	Àrea: 100
	Planta: Producció d'adípíic	Projecte nº: 1	
	Ubicació: Zona Franca	Preparat per: Adipsa Full: 1/1	Data: 13/6/08
CARACTERÍSTIQUES			
Entrades analògiques:		0	Sortides analògiques: 0
Entrades / sortides digitals:		48	
DADES TÈCNIQUES		IMATGE	
Màxima velocitat de sortida (MS/s)	-		
Resolució entrada analògica (Bits)	-		
Corrent de sortida (mA)	150		
Rangs de sortida (V)	± 60 VDC		
DIO (MHz)	-		
Bus	PXI		
MODEL			
Subministrador:	National Instruments Inc		
Model	PXI 6528		

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem nº: TAD – 201	Àrea: 200
		Projecte nº: 1	
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	Data: 13/6/08
Ubicació: Zona	Full: 1/1		
CARACTERÍSTIQUES			
Entrades analògiques:	32	Sortides analògiques:	0
Entrades / sortides digitals:		48	
DADES TÈCNIQUES		IMATGE	
Màxima velocitat de sortida (MS/s)	2,8		
Resolució entrada analògica (Bits)	18		
Resolució sortida analògica (bits)	16		
Rangs de sortida analògica (V)	Programables per canal		
DIO (MHz)	32		
Bus	PXI		
MODEL			
Subministrador:	National Instruments Inc		
Model:	PXI 6284		

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem n°: TAD – 301	Àrea: 300
		Projecte n°: 1	
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	Data: 13/6/08
Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1		
CARACTERÍSTIQUES			
Entrades analògiques:	8	Sortides analògiques:	0
Entrades / sortides digitals:		0	
DADES TÈCNIQUES		IMATGE	
Màxima velocitat de sortida (MS/s)	0,2		
Resolució entrada analògica (Bits)	16		
Rangs d'entrada analògica (V)	± 0,5 a ± 100		
DIO (MHz)	32		
Bus	PXI		
MODEL			
Subministrador:	National Instruments Inc		
Model	PXI 4204		

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem nº: TAD – 302	Àrea: 300	
		Projecte nº: 1		
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	Data: 13/6/08	
	Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1		
CARACTERÍSTIQUES				
Entrades analògiques:		0	Sortides analògiques:	8
Entrades / sortides dígitals:			0	
DADES TÈCNIQUES			IMATGE	
Màxima velocitat de sortida (MS/s)		0,8		
Resolució entrada analògica (Bits)		-		
Resolució sortida analògica (bits)		13		
Rangs de sortida analògica (V)		± 10		
DIO (MHz)		-		
Bus		PXI		
MODEL				
Subministrador:		National Instruments Inc		
Model:		PXI 6722		
				

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem n°: TAD – 303		Àrea: 300	
		Projecte n°: 1			
	Planta: Producció d'adípíc	Preparat per: Adipsa		Data: 13/6/08	
	Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1			
CARACTERÍSTIQUES					
Entrades analògiques:		8	Sortides analògiques:		8
Entrades / sortides digitals:			96		
DADES TÈCNIQUES			IMATGE		
Màxima velocitat de sortida (MS/s)		0,2			
Resolució entrada analògica (Bits)		16			
Resolució sortida analògica (bits)		16			
Rangs de sortida analògica (V)		± 10			
DIO (MHz)		-			
Bus		PXI			
MODEL					
Subministrador:	National Instruments Inc				
Model:	PXI 7841R				

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem nº: TAD – 403	Àrea: 400
		Projecte nº: 1	
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	Data: 13/6/08
Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1		
CARACTERÍSTIQUES			
Entrades analògiques:	0	Sortides analògiques:	0
Entrades / sortides digitals:		32	
DADES TÈCNIQUES		IMATGE	
Màxima velocitat de sortida (MS/s)	0,2		
Resolució entrada analògica (Bits)	-		
Resolució sortida analògica (bits)	-		
Nivells de voltatge (V)	2,5, 3,3 i 5V		
DIO (MHz)	50		
Bus	PXIe		
MODEL			
Subministrador:	National Instruments Inc		
Model	PXIe 6537		

	Targeta d'adquisició de dades	Ítem nº: TAD – 502	Àrea: 500
		Projecte nº: 1	
	Planta: Producció d'adípic	Preparat per: Adipsa	Data: 13/6/08
Ubicació: Zona Franca	Full: 1/1		
CARACTERÍSTIQUES			
Entrades analògiques:	32	Sortides analògiques:	4
Entrades / sortides digitals:		48	
DADES TÈCNIQUES		IMATGE	
Màxima velocitat de sortida (MS/s)	1,25		
Resolució entrada analògica (Bits)	16		
Resolució sortida analògica (bits)	16		
Rangs de sortida analògica (V)	± 10, ± 5		
DIO (MHz)	32		
Bus	PXI		
MODEL			
Subministrador:	National Instruments Inc		
Model:	PXI 6254		

