



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



Departament d'Enginyeria Química



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química

Disseny d' una estació de càrrega i descàrrega mitjançant multiacopladors rotatius

Grau en Enginyeria Química

Curs: 2016/17

Codi identificador: TFGEQ_1731_rmadorel

Autor: Roger Madorell Taulats

Tutor: Josep Enric Mañé Loran

Índex

| | |
|--|----|
| 1. introducció | 7 |
| 1.1. Resum | 7 |
| 1.2. Agraïments..... | 8 |
| 2. Etapa preliminar..... | 9 |
| 2.1. Descripció del projecte | 9 |
| 2.2. Abast del projecte | 9 |
| 2.3. Antecedents històrics | 10 |
| 2.4. Alternatives..... | 10 |
| 2.5. Planificació del projecte | 11 |
| 3. bases per al desenvolupament del projecte | 12 |
| 3.1. Bases de disseny | 12 |
| 3.1.1. Capacitat i flexibilitat operativa..... | 12 |
| 3.1.2. Productes emmagatzemats..... | 12 |
| 3.1.3. Característiques dels productes emmagatzemats..... | 15 |
| 3.1.4. Especificacions dels productes emmagatzemats | 15 |
| 3.1.5. Condicions d'emmagatzematge..... | 15 |
| 3.1.6. Normativa de disseny | 16 |
| 3.2. Dades bàsiques per al desenvolupament de l'enginyeria | 16 |
| 3.2.1. Energia..... | 16 |
| 3.2.2. Preus de les energies | 17 |
| 4. desenvolupament de l'enginyeria bàsica | 18 |
| 4.1. Elaboració de diagrames de procés..... | 18 |
| 4.1.1. Diagrama de blocs | 18 |
| 4.1.2. Diagrames de procés..... | 18 |
| 4.1.3. Diagrames de control i instrumentació | 18 |
| 4.1.4. Layout..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Disseny bàsic | 28 |
| 4.2.1. Dimensionament de canonades..... | 28 |
| 4.2.2. Control | 36 |
| 4.2.3. Disseny d'equips..... | 38 |
| 5. Descripció funcional de la instal·lació..... | 42 |
| 5.1. Cubetes..... | 42 |
| 5.2. Fossar de bombes..... | 42 |
| 5.3. Braç de càrrega | 42 |
| 5.4. Bàscules | 42 |
| 5.5. Envasadores | 43 |
| 5.6. Oficines..... | 43 |
| 5.7. Caldera..... | 43 |
| 5.8. Magatzem de productes finals | 43 |
| 5.9. Àrees de la instal·lació..... | 43 |
| 6. Multiacoplador rotatiu | 45 |
| 6.1. Principi de funcionament..... | 45 |
| 6.2. Control del sistema | 46 |
| 7. sistemes de seguretat..... | 47 |
| 7.1. Protecció contra incendis | 47 |
| 7.2. Equips d'extinció | 47 |
| 7.2.1. Detecció d'incendis..... | 47 |
| 7.2.2. Polsadors d'alarma..... | 47 |
| 7.2.3. Alarma d'incendis..... | 48 |
| 7.2.4. Xarxa d'aigua..... | 48 |
| 7.2.5. Hidrants..... | 48 |
| 7.2.6. Carros extintors i extintors..... | 48 |
| 7.3. HAZOP | 48 |

| | |
|--|----|
| 7.3.1. Definició dels nusos..... | 49 |
| 7.3.2. Aplicació de les paraules guia | 49 |
| 8. gestió mediambiental | 50 |
| 8.1. Tractament d'aigües..... | 50 |
| 8.1.1. Aigües residuals: xarxa de drenatge | 50 |
| 8.1.2. EDAR: estació depuradora d'aigües residuals | 50 |
| 8.1.3. Etapes de depuració de la EDAR..... | 51 |
| 8.1.4. Gestió de residus sòlids | 52 |
| 8.1.5. Emissions de gasos a l'atmosfera | 52 |
| 9. manual d'operació | 53 |
| 9.1. Posada en marxa | 53 |
| 9.1.1. Comprovació de la instal·lació | 53 |
| 9.1.2. Test hidrostàtic..... | 53 |
| 9.1.3. Test de pressió en canonades | 54 |
| 9.2. Càrrega i descàrrega de cisternes..... | 54 |
| 9.2.1. Inici de la càrrega de cisternes | 54 |
| 9.2.2. Finalització de la càrrega de cisternes | 55 |
| 9.2.3. Inici de la descàrrega de cisternes | 55 |
| 9.2.4. Finalització de la descàrrega de cisternes | 56 |
| 9.3. Envasat de productes finals | 56 |
| 9.4. Parades de planta | 57 |
| 9.4.1. Neteja de canonades | 57 |
| 9.4.2. Neteja de bombes..... | 57 |
| 9.4.3. Neteja de vàlvules..... | 57 |
| 9.4.4. Neteja de tancs | 58 |
| 9.5. Pla d'emergència | 58 |
| 9.5.1. Vessament d'oli en la cubeta | 58 |

| | |
|---|----|
| 9.5.2. Incendi | 58 |
| 10. Cost de la instal·lació..... | 59 |
| 10.1. Costos materials | 59 |
| 10.2. Cost total de la implantació | 60 |
| 11. conclusions del projecte..... | 61 |
| 12. bibliografia..... | 62 |
| 12.1. Llibres | 62 |
| 12.2. Codis i normatives | 62 |
| 12.3. Pàgines web | 62 |
| 12.4. Altres..... | 62 |
| A.1. DISSENY DELS TANCS D'EMMAGATZEMATGE..... | 64 |
| A.1.1. Paràmetres de disseny | 64 |
| A.1.2. Tancs estàndards | 64 |
| A.1.3. Juntes del tanc | 65 |
| A.1.4. Bigues de vent..... | 66 |
| A.1.5. Boca d'home i boques de tanc | 66 |
| A.2. DISSENY DEL SERPENTÍ DEL TANC..... | 67 |
| A.2.1. Paràmetres de disseny | 67 |
| A.2.2. Passos de disseny | 68 |
| A.2.3. Taula de resultats | 70 |
| Taula A.5. Resultats del serpentí. | 70 |
| Longitud..... | 70 |
| 95.81 m | 70 |
| Distància entre voltes..... | 70 |
| 0.317 m | 70 |
| Distància tub-paret..... | 70 |
| 0.305 m | 70 |

| | |
|--|----|
| Diàmetre exterior del tub | 70 |
| 0.0889 m | 70 |
| Diàmetre de l'espiral..... | 70 |
| 3.048 m | 70 |
| A.3. CÀLCUL DE BOMBES..... | 71 |
| A.3.1. Paràmetres de disseny | 71 |
| A.3.2. Procediment de càlcul..... | 71 |
| A.4. CÀLCUL DE LES DIMENSIONS DE LA CUBETA..... | 76 |
| A.4.1. Càlcul del volum mínim de la cubeta | 76 |
| A.4.2. Resultats obtinguts..... | 77 |
| A.5. MULTIACOPLADOR ROTATIU | 78 |
| Figura A.3. Multiacoplador rotatiu | 78 |
| A.6. TAULES DE HAZOP | 79 |
| A.7. EDAR..... | 83 |
| A.8. FULLS D'ESPECIFICACIÓ..... | 84 |

1. INTRODUCCIÓ

Actualment la indústria està adaptant cada més el sistema JAT (*Just In Time*), això implica que les empreses hagin de gestionar d'una manera eficient la distribució de productes finals i la recepció de matèries primeres, és a dir, establir noves polítiques d'aprovisionament. La indústria química no s'exempta d'aquesta situació i això provoca que es requereixin instal·lacions que facilitin aquestes tasques.

El multiacoplador rotatiu és un aparell emprat per facilitar aquestes operacions, sobretot les de càrrega i descàrrega, tot i que pot tenir altres aplicacions. El projecte que es presenta a continuació consisteix en l'aplicació d'un multiacoplador rotatiu a una planta d'olis lubricants, concretament a la zona de productes finals.

Taula 1.1. Característiques del projecte.

| | |
|---------------------------|--|
| Títol del projecte | Disseny d'una estació de càrrega i descàrrega mitjançant multiacopladors rotatius. |
| Identificador | TFGEQ_1731_rmadorel |
| Data i lloc | 5 de juny de 2017, Tarragona |
| Localització | Tarragona, Espanya |

1.1. Resum

L'empresa TEDSA (Terminals d'Emmagatzematge i Distribució S.A.) s'ha encarregat de dur a terme la realització d'aquest projecte, des del disseny del multiacoplador rotatiu fins als tancs d'emmagatzematge, passant per els sistemes de canonades i el disseny del sistema de càrrega i descàrrega. La finalitat d'aquest projecte és demostrar que el multiacoplador rotatiu pot substituir sistemes actuals, té un cost de fabricació inferior a aparells que podrien realitzar la mateixa funció i que pot facilitar les operacions de càrrega i descàrrega i distribució de productes.

Per tal de poder demostrar totes aquestes avantatges, s'ha dissenyat un sistema de 16 tancs connectats a 4 multiacopladors, que unifica les línies dels diferents tancs i envia el producte a cisternes i tres línies d'envasat.

1.2. Agraïments

És imprescindible agrair a la meua família el suport rebut durant la realització d'aquest treball, i especialment al meu avi per tota l'ajuda que m'ha proporcionat.

També cal destacar el paper que ha tingut el tutor del projecte, el Sr. Josep Enric Mañé, que gràcies als seus coneixements de logística, emmagatzematge i distribució que m'ha transmès, els resultat del treball ha estat satisfactori.

Agrair també la tasca que han tingut els professors responsables de l'assignatura de Treball de Fi de Grau, Jordi Gavaldà i Daniel Montané, per l'organització que ha permès el correcte desenvolupament del projecte.

I finalment, tenir en compte l'ajuda que han proporcionat la resta de professors de la Universitat Rovira i Virgili a l'hora de resoldre dubtes en qüestions concretes.

2. ETAPA PRELIMINAR

Abans de començar el projecte en detall, cal realitzar un estudi preliminar per veure quina és la millor manera d'enfocar-lo per aconseguir assolir l'objectiu del treball.

2.1. Descripció del projecte

El projecte consisteix en el disseny d'un sistema de càrrega i descàrrega mitjançant multiacopladors rotatius. Els productes a emmagatzemar i distribuir són 16 olis lubricants diferents, productes de la mateixa família però diferents segons les seves especificacions. Aquests olis estaran emmagatzemats en 16 tancs i cada tanc estarà connectat al multiacoplador rotatiu. Aquest multiacoplador derivarà en un punt de càrrega i descàrrega de cisternes.

L'aplicació del multiacoplador rotatiu ofereix les següents avantatges:

- Permet buidar o omplir el tanc desitjat des d'un sol punt de càrrega o descàrrega.
- Assegura la connexió estanca i sota de pressió d'un conjunt de canonades.
- Al ser pigable, permet pigatge tot el sistema de canonades de la instal·lació, assegurant així la neteja del sistema i evitar contaminacions. El pigatge no elimina el 100% del producte a la canonada, però el que queda a les parets no afecta a l'especificació del producte.
- Pigatge amb nitrogen (gas inert) per evitar la presència d'oxigen de l'aire que pot provocar reaccions d'oxidació en els olis.

En aquest cas, el sistema està dissenyat perquè pugui funcionar de manera in/out, és a dir, que pugui rebre producte, emmagatzemar-lo i enviar-lo a procés, o bé emmagatzemar i distribuir el producte final que ve de procés.

2.2. Abast del projecte

El projecte està destinat a plasmar el disseny d'un sistema que permeti la distribució interna de productes, reduint el nombre de canonades i facilitant la logística interna. La realització del

projecte es centrarà en el disseny de tots els equips del sistema i les operacions que s'hi duguin a terme.

Cal tenir en compte els productes que s'emmagatzemaran, és a dir, les característiques de cada producte i la quantitat.

Com que es tracta d'un sistema de moviment de producte, no de transformació, no s'han realitzat simulacions de cap procés ni operativa.

El càlcul del consum energètic i d'utilitats s'ha basat en el consum dels equips elèctrics, el sistema de pigatge i el calorifugat dels tancs que en requereixin.

L'abast del projecte es resumeix de la següent manera:

- Disseny del multiacoplador rotatiu i el sistema de canonades.
- Disseny dels tancs d'emmagatzematge.
- Descripció de les operacions i logística.

2.3. Antecedents històrics

El sistema que es dissenya en aquest projecte, és un sistema actualment molt desconegut, ja que no hi ha cap empresa que fabriqui el multiacoplador rotatiu en aquests moments, per tant, no hi ha referències ni altres plantes o sistemes que incorporin aquest dispositiu amb el que es pugui comparar.

Estaríem parlant doncs d'un sistema innovador que pot atraure l'interès de moltes empreses, fet que permetria el muntatge i venda de multiacopladors en un futur.

2.4. Alternatives

Actualment només existeix un altre sistema que permeti realitzar les mateixes operacions que el multiacoplador rotatiu. Aquest sistema és el manifold de l'empresa alemanya IST Molchtechnik. El manifold, a nivell general, ofereix més possibilitats que el multiacoplador sobretot en sistemes de blending, però té un preu molt elevat degut a la seva complexitat i no

és pigable. Per tant, per al sistema que s'estudia en aquest projecte, seria millor el multiacoplador rotatiu.

2.5. Planificació del projecte

Com que el projecte el realitza una sola persona, la planificació serveix per distribuir les tanques en el temps i tenir-les ben definides, no per organitzar-se com si fos un treball en equip.

A continuació es mostren les tasques que es realitzaran i els seus respectius terminis:

Taula 2.1. Tasques

| Tasca | Data d'inici | Duració (dies) | Data final |
|----------------------------|--------------|----------------|------------|
| Descripció del projecte | 28/02/2017 | 4 | 03/03/2017 |
| Etapla preliminar | 03/03/2017 | 14 | 17/03/2017 |
| Especificacions productes | 18/03/2017 | 4 | 21/03/2017 |
| Capacitat operativa | 22/03/2017 | 3 | 24/03/2017 |
| Factor de servei | 25/03/2017 | 4 | 28/03/2017 |
| Normatives | 28/03/2017 | 3 | 30/03/2017 |
| Utilities | 31/03/2017 | 3 | 02/04/2017 |
| Ubicació | 03/04/2017 | 3 | 05/04/2017 |
| Diagrama de blocs | 05/04/2017 | 2 | 06/04/2017 |
| PFD | 06/04/2017 | 4 | 09/04/2017 |
| P&ID | 10/04/2017 | 4 | 13/04/2017 |
| Layout | 13/04/2017 | 2 | 14/04/2017 |
| Zones | 14/04/2017 | 2 | 18/04/2017 |
| Disseny i llistat d'equips | 21/04/2017 | 10 | 30/04/2017 |
| Descripció funcional | 01/05/2017 | 2 | 02/05/2017 |
| Seguretat | 03/05/2017 | 17 | 21/05/2017 |
| Emissions i residus | 22/05/2017 | 3 | 24/05/2017 |
| Plans de manteniment | 24/05/2017 | 3 | 26/05/2017 |
| Manuais d'operació | 26/05/2017 | 3 | 28/05/2017 |
| Avaluació econòmica | 29/05/2017 | 4 | 01/06/2017 |

3. BASES PER AL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

Per tal d'establir una base sobre la qual realitzar el projecte, cal definir què es tractarà i en quins temes es centrarà exactament.

3.1. Bases de disseny

Al tractar-se d'un instal·lació en una planta d'olis lubricants, en la qual es produeixen 16 productes diferents, les restriccions són molt clares: els productes han d'estar sempre dins d'especificació, i el sistema ha d'assegurar la màxima flexibilitat per permetre distribuir el producte tal i com vol el client.

3.1.1. Capacitat i flexibilitat operativa

La zona d'emmagatzematge té una capacitat de 967 m³. Pel que fa la distribució de productes, es disposen 4 línies de producte final, que deriven en un punt de càrrega de cisternes, una envasadora d'envasos d'entre 1 i 5 litres, una envasadora de bidons d'entre 10 i 25 litres i una envasadora de contenidors d'entre 200 i 1000 litres. La flexibilitat operativa d'aquest sistema permet retornar un producte del tanc al mesclador en cas que estigui fora d'especificació. En funció de l'envàs que es vulgui utilitzar, el producte que queda en la canonada pot afectar a l'especificació del següent producte que es vulgui envasar, per això cal implantar un control de qualitat a les línies d'envasat, sobretot per als primers envasos.

3.1.2. Productes emmagatzemats

La zona d'emmagatzematge de productes finals conté diversos tipus d'olis, un de diferent per a cada tanc. Cada oli està destinat a una funció en concret i s'agrupen per famílies, dins de cada família hi ha diversos olis, els quals es classifiquen per viscositat.

En la primera taula es mostren els olis destinats a la indústria i en la segona els lubricants d'automoció.

Taula 3.1. Olis dedicats a la indústria.

| Producte | Família | Viscositat ISO (cSt a 40°C) | Funció |
|-------------------------------|--|--------------------------------|--|
| Ultrasynt Atox 32-680 | Olis multifuncionals | 32-680 | Olis sintètics per lubricació de llarga duració i alt rendiment en coixinets hidràulics, bombes, cadenes, engranatges i compressors. |
| Standard Varen EP 100-1000 | Engranatges | 100-1000 | Lubricació d'engranatges industrials en càrter. |
| Ultragear EP 150-1000 | Engranatges sintètics | 150-1000 | Olis sintètics amb base polialfaolefina per engranatges operant en condicions severes de càrrega. |
| Ultrachain HT 220-320 | Cadenes | 220-320 | Lubricants sintètics per cadenes operant a temperatures de fins a 250°C. |
| Standard CP 46- 150 | Compressors i bombes | 46-150 | Olis minerals per compressors d'aire amb additius específics . |
| Oli tèrmic 3 | Fluids de transferència de calor | 22 | Fluid tèrmic sintètic per a circuits tancats. Temperatura d'utilització de -20 a 315°C. |
| Ferrocut 10 | Olis de tall purs | 17 | Mecanitzat bàsic de tot tipus de metalls. |
| Ultracutting Light | Olis de tall especials | 1.6 | Oli de molt baixa viscositat especial per a electroerosió. |

Taula 3.2. Lubricants d'automoció.

| Producte | Família | Viscositat SAE | Funció |
|-------------------------|----------------------|----------------|---|
| Global Synt 10W40 5M | Vehicles lleugers | 10W40 | Oli sintètic per tot tipus de motors gasolina i dièsel de vehicles lleugers Lubricant 100% sintètic d'alt. |
| GXS 5W30 C-3 | Vehicles lleugers | 5W30 | rendiment per a tot tipus de motors gasolina i dièsel de vehicles lleugers. Lubricant 100% sintètic d'alt |
| GXS 0W30 | Vehicles lleugers | 0W30 | prestacions per a motors gasolina i dièsel de vehicles lleugers, facilita l'arrencada en fred. Lubricant de llarga duració per |
| GS 3 15W40 | Vehicles pesats | 15W40 | motors dièsel de tot tipus de vehicles pesats. |
| Gear Synt 70W90 | Transmissions | 70W90 | Tecnologia avançada en lubricació per a caixes de canvi, ponts i desenvolupat. |
| Global UTTO | Caixa de canvis | 20W40 | Fluid per a transmissions, convertidors de parell, caixes de canvi etc. |
| HLP 32-46-68 | Hidràulics | 32-68 cSt | Olis hidràulics amb bases minerals parafíniques refinades per a circuits de transmissió de potència. |
| Agrolube Stou 15W40 | Agricolutra | 15W40 | Lubricant multifuncional per a motors dièsel i gasolina de maquinaria agrícola. |

3.1.3. Característiques dels productes emmagatzemats

Els productes emmagatzemats són olis lubricants de diverses especificacions i matèria primera per tal de poder-los elaborar. Tant la matèria primera com els olis lubricants són inflamables, per tant cal aplicar la normativa ITC-MIE APQ 1: Emmagatzematge de líquids inflamables i combustibles.

Aquest productes pertanyen a la classe D, ja que el seu punt d'inflamació és superior als 100°C, tal com indica l'article 4 de la normativa esmentada. Per tant, les instal·lacions i equips es dissenyaran per a productes de la classe D.

3.1.4. Especificacions dels productes emmagatzemats

Tant els productes finals com la matèria primera han de complir amb les especificacions requerides per als clients. Per tal d'assegurar que un producte es troba dins especificació, s'estableix un control de qualitat a cada tanc i a les línies d'envasat.

Com que després dels multiacopladors, els productes comparteixen línia i bomba, es fa una purga amb nitrogen cada vegada que ha de passar un producte diferent. Tot i purgar, queden restes del producte anterior a la canonada, i es considera que el producte es troba fora d'especificació si hi ha un 0.3% en volum d'impureses. Per a les cisternes no hi hauria problema, ja que la quantitat de líquid que pot quedar a la canonada, no superarà mai el 0.3%, ja que una cisterna són 25000 litres. Però per a les línies d'envasat, caldrà realitzar uns anàlisis de qualitat per als primers envasos. Si es troben fora d'especificació, es vendran com a subproducte o bé es retornaran a la unitat de refinat. El més recomanable és omplir un IBC per al primer producte que surt de la canonada, analitzar-lo i treure'n les respectives conclusions.

3.1.5. Condicions d'emmagatzematge

A la taula següent es mostren les condicions d'emmagatzematge dels olis lubricants:

Taula 3.3. Condicions d'emmagatzematge

| | |
|--------------|---|
| Pressió | Atmosfèrica |
| Temperatura | Ambient 60°C per a altes viscositats |
| Inertització | No requerida |
| Venteig | Obert (arrossegament de flama) |

Com que els producte són molt similars, els tancs estan dissenyat del mateix material, i el més adient per a aquest cas és acer inoxidable: ASTM-AISI 304-L.

3.1.6. Normativa de disseny

Tot i que la ubicació de la planta d'olis no és rellevant, ja que podria estar en qualsevol lloc, les normatives que s'apliquen per a aquest exemple són les espanyoles i europees. A continuació es mostren les normatives i codis aplicats en el disseny:

Taula 3.4. Normatives i codis de disseny

| Àmbit | Normativa o codi |
|-----------------------|------------------|
| Disseny de tancs | API-650 |
| Sistemes de canonades | DIN |
| Vàlvules | ISO |
| Seguretat | UNE |
| Diagrames i plànols | ISO |

3.2. Dades bàsiques per al desenvolupament de l'enginyeria

3.2.1. Energia

Al tractar-se d'una instal·lació d'emmagatzematge i distribució, en el qual no es produeixen operacions de canvi de temperatura, el consum d'energia es centrarà sobretot en les bombes i motors.

3.2.1.1. Electricitat

El consum d'electricitat es concentra en les bombes, els motors dels multiacopladors i les màquines d'envasar. La xarxa a la qual està connectada la instal·lació és trifàsica, amb una tensió de 380 V i una freqüència de 50 Hz.

3.2.1.2. Aigües

El consum d'aigua a la instal·lació es divideix en dos grups:

- Aigua de sanejament: utilitzada en els serveis i per neteja.
- Sistema antiincendis: aigua consumida en cas d'incendi.

3.2.1.3. Instrumentació

La instrumentació funciona mitjançant actuadors elèctrics, alimentats amb xarxa o grup electrogen.

3.2.2. Preus de les energies

El preu a l'estat espanyol de les energies i *utilities* esmentades es mostren a la taula següent:

Taula 3.5. Preus de les energies i *utilites*.

| Servei | Preu |
|--------------|------------------------|
| Electricitat | 0.08 €/kW-h |
| Aigua | 0.56 €/m ³ |
| Aire | 0.02 €/nm ³ |

4. DESENVOLUPAMENT DE L'ENGINYERIA BÀSICA

4.1. Elaboració de diagrames de procés

Tots els diagrames de procés, és a dir, els diagrames de blocs, PFDs i P&IDs s'han elaborat seguint la normativa ISO 10628. Els diagrames que s'han elaborat són els següents:

4.1.1. Diagrama de blocs

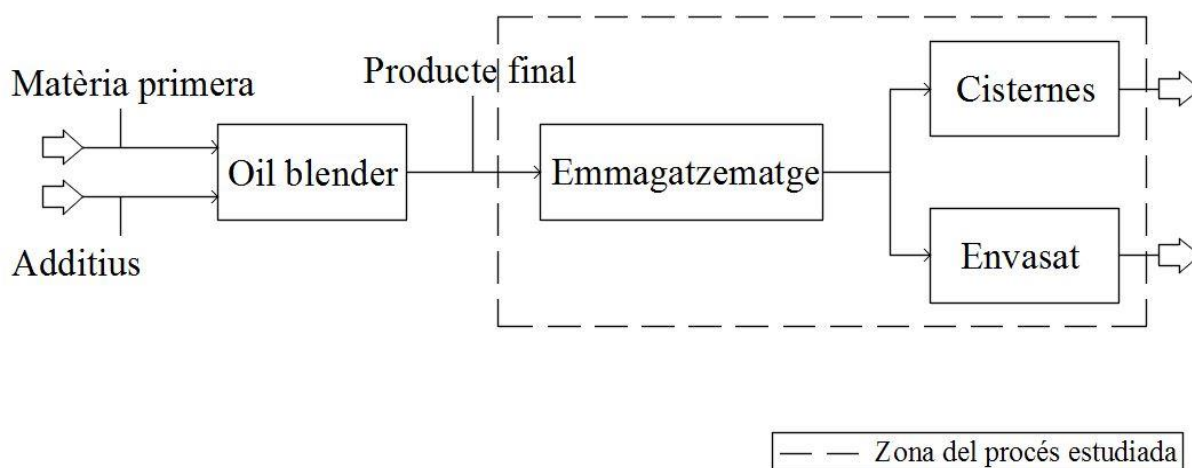


Figura 4.1. Diagrama de blocs del procés.

Com es pot observar, el diagrama de blocs fa referència al procés de tota una planta d'olis lubricants, però la zona que s'estudia en aquest treball és la posterior al producte final, és a dir, l'emmagatzematge i la distribució, ja sigui en cisternes o envasos de diferents volums.

4.1.2. Diagrames de procés

S'han elaborat un diagrama de procés per mostrar l'estructura i distribució de canonades del sistema.

4.1.3. Diagrames de control i instrumentació

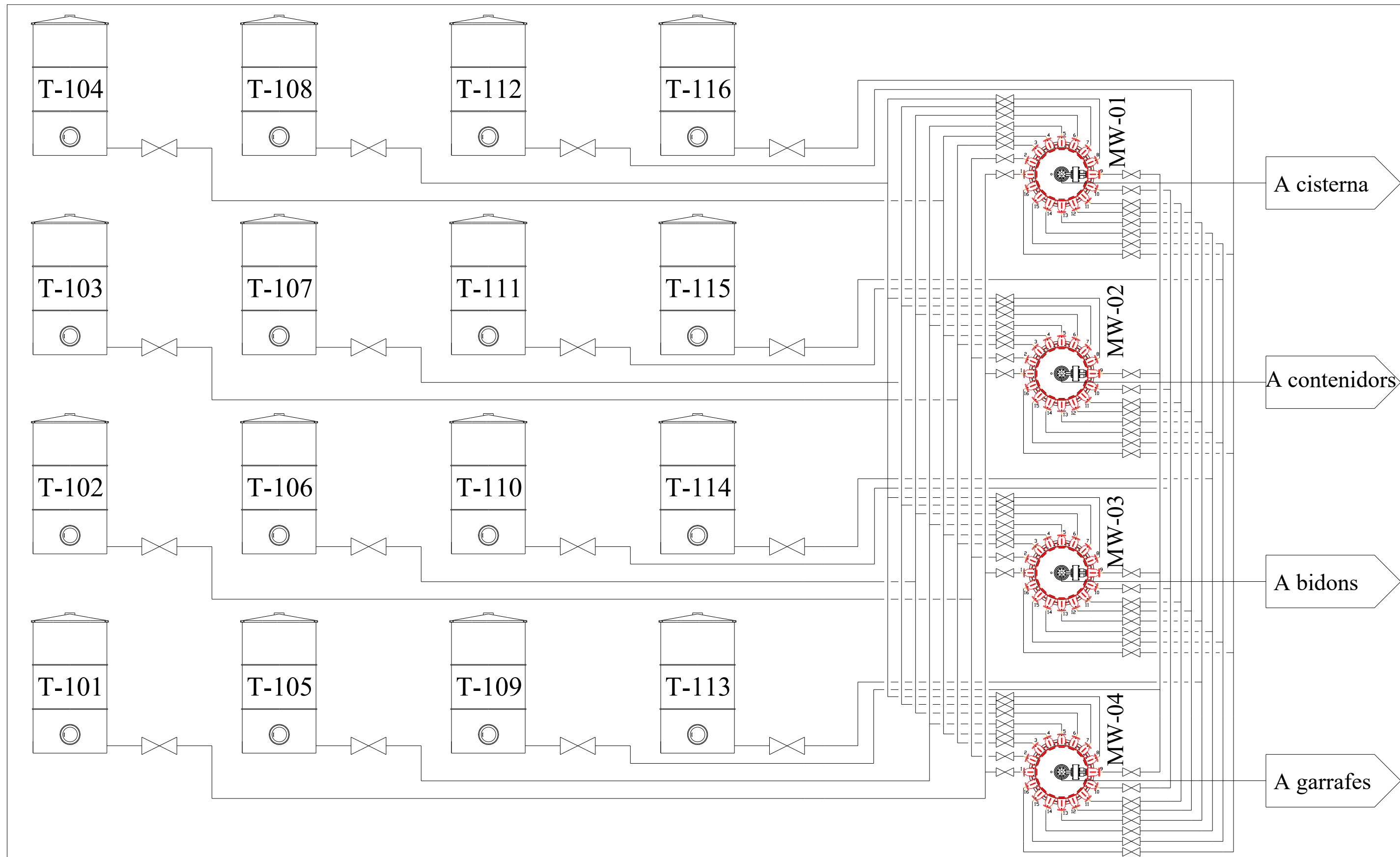
Tot i ser un procés en el qual només es transporta producte, cal definir un sistema de control per a les operacions d'ompliment i buidatge dels tancs i per l'envasat. S'han elaborat cinc

diagrames, dos per al control dels tancs, un per a l'envasat, un per a les cisternes i un per al sistema de calefacció.

4.1.4. Layout

S'han elaborat dos layouts, un per mostrar la distribució general de la planta i un altre per mostrar la distribució dels hidrants i la calefacció a les cubetes.

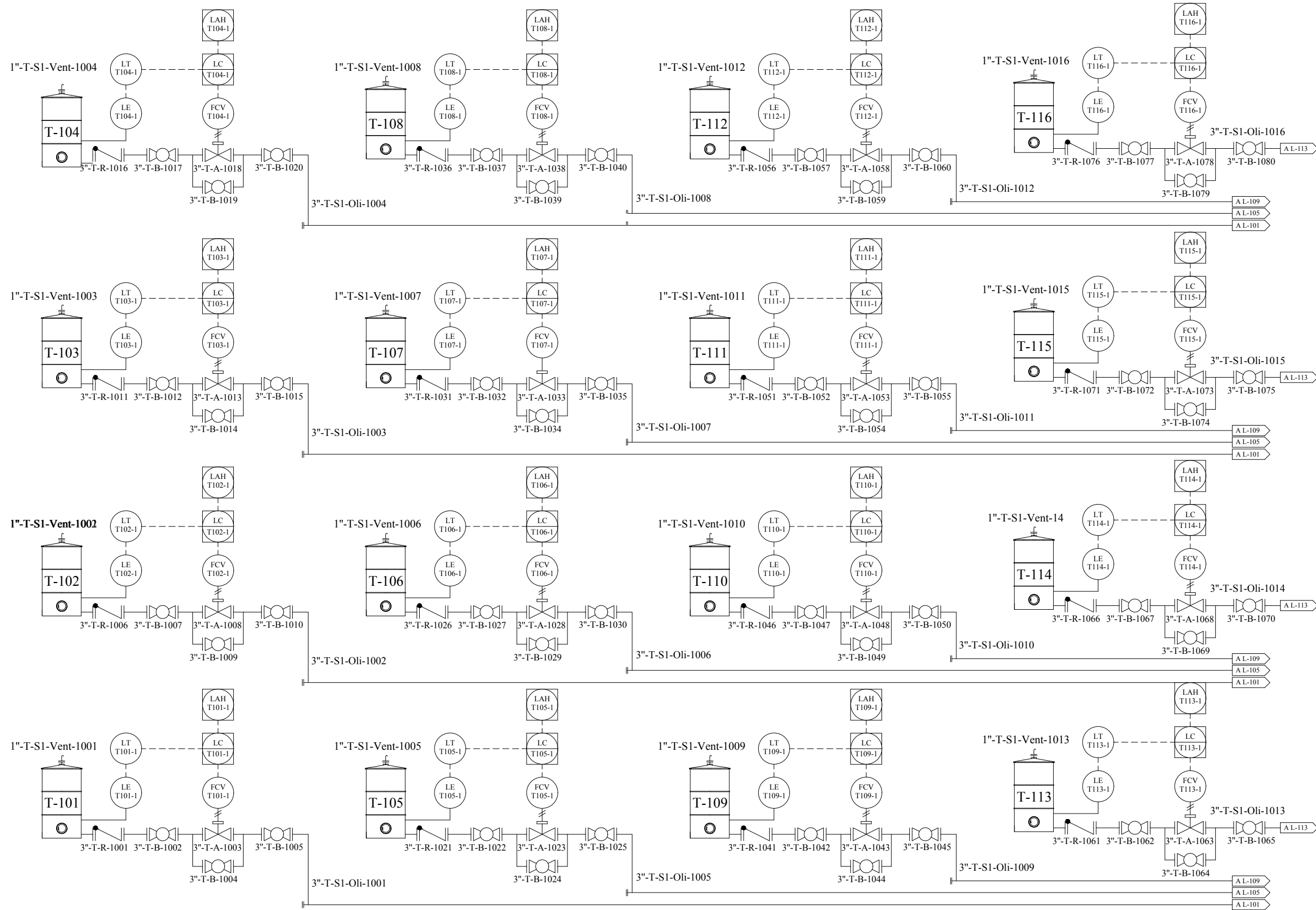
Tots els plànols es mostren a continuació:



| | Data | Nom | Escala: |
|-----------|------|----------------|---------|
| Dibuixat | | Roger Madorell | |
| Comprovat | | Roger Madorell | |
| Normes | | Roger Madorell | |

Plànol: PFD: Tancs a multiacopladors
 Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell



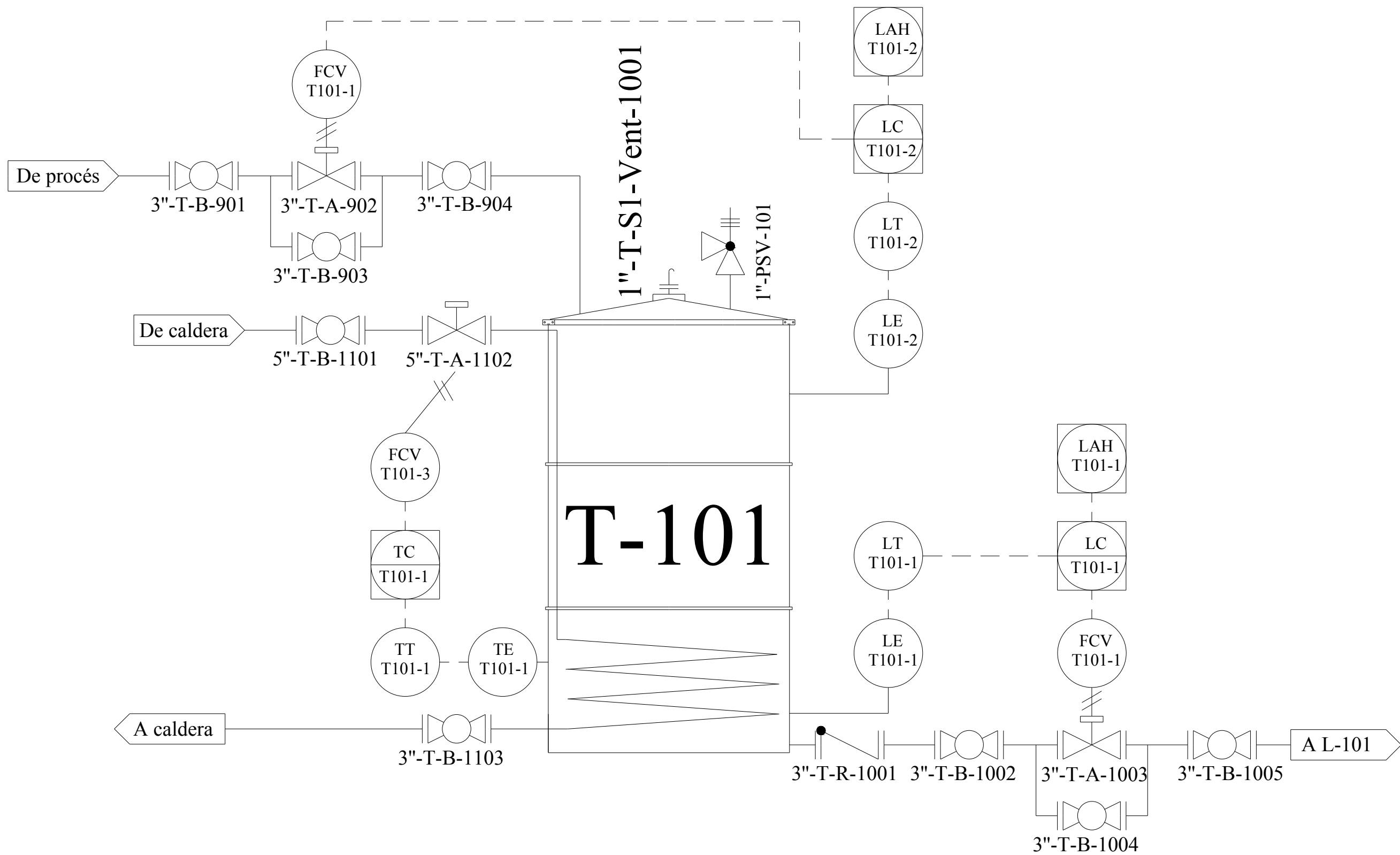


| | Nom |
|-----------|----------------|
| Dissenyat | Roger Madorell |
| Comprovat | Roger Madorell |
| Normes | Roger Madorell |

Escala:

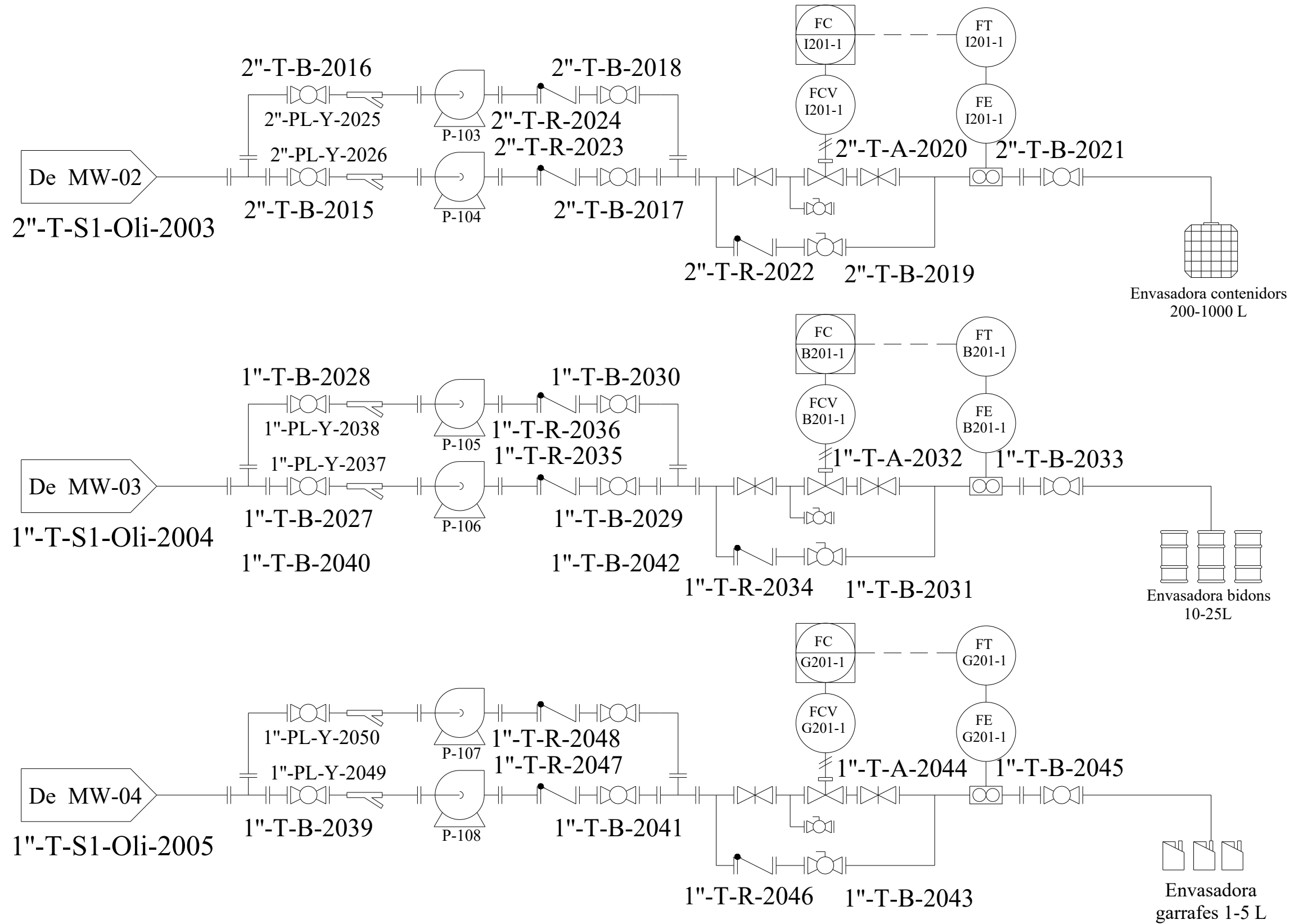
Plànol:
**P&ID 001: Tancs
a multiacopladors**
Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell



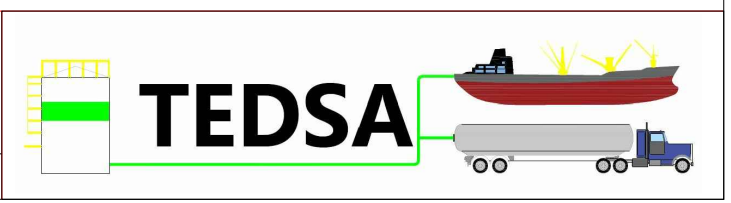


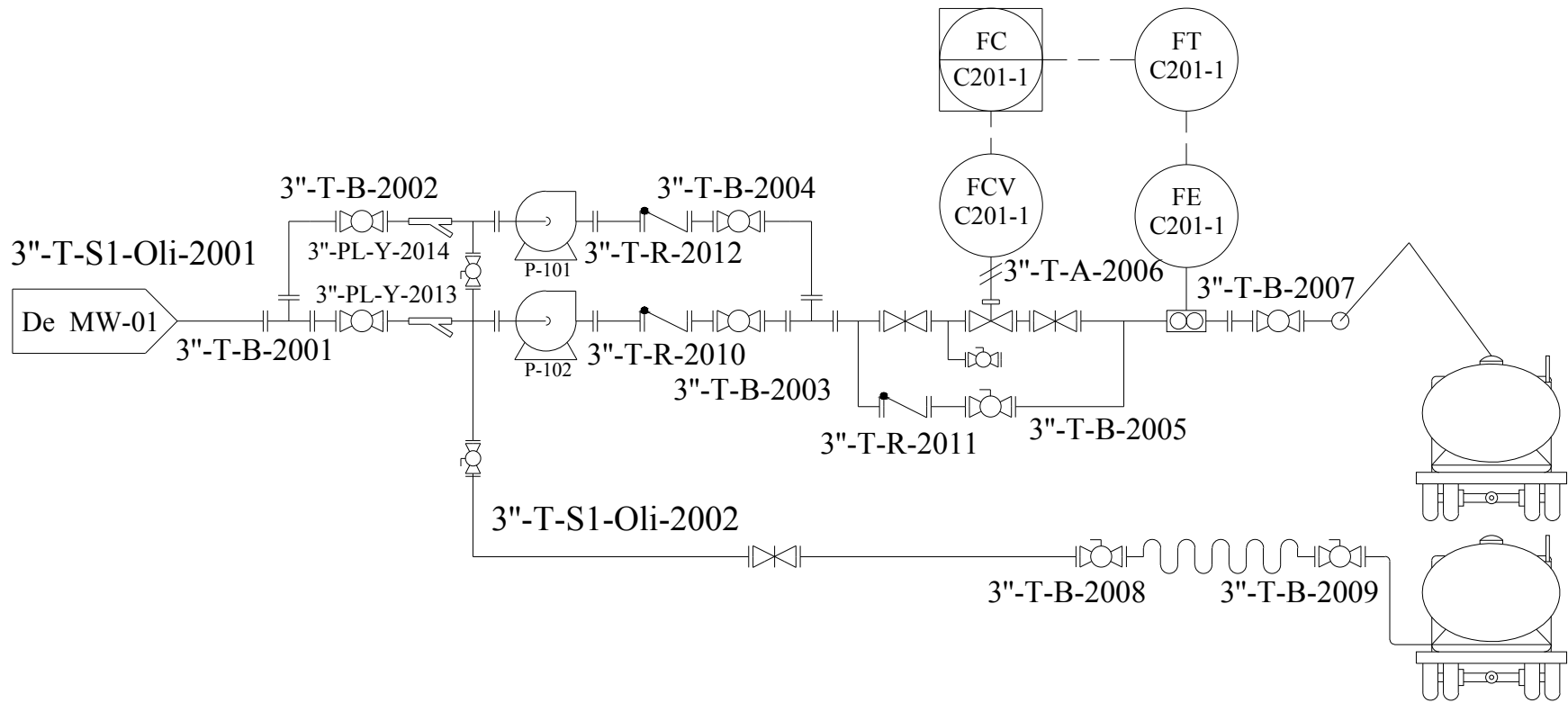
| | Data | Nom | Escala: | Plànol: P&ID 002: Control de nivell i temperatura |
|-----------|------|----------------|---------|---|
| Dibuixat | | Roger Madorell | | |
| Comprovat | | Roger Madorell | | |
| Normes | | Roger Madorell | | Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell |





| | Data | Nom | Escala: | Plànol: |
|-----------|------|----------------|---------|--------------------------------|
| Dibuixat | | Roger Madorell | | P&ID 003: |
| Comprovat | | Roger Madorell | | Envasat |
| Normes | | Roger Madorell | | Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell |





| | Data | Nom |
|-----------|------|----------------|
| Dibuixat | | Roger Madorell |
| Comprovat | | Roger Madorell |
| Normes | | Roger Madorell |

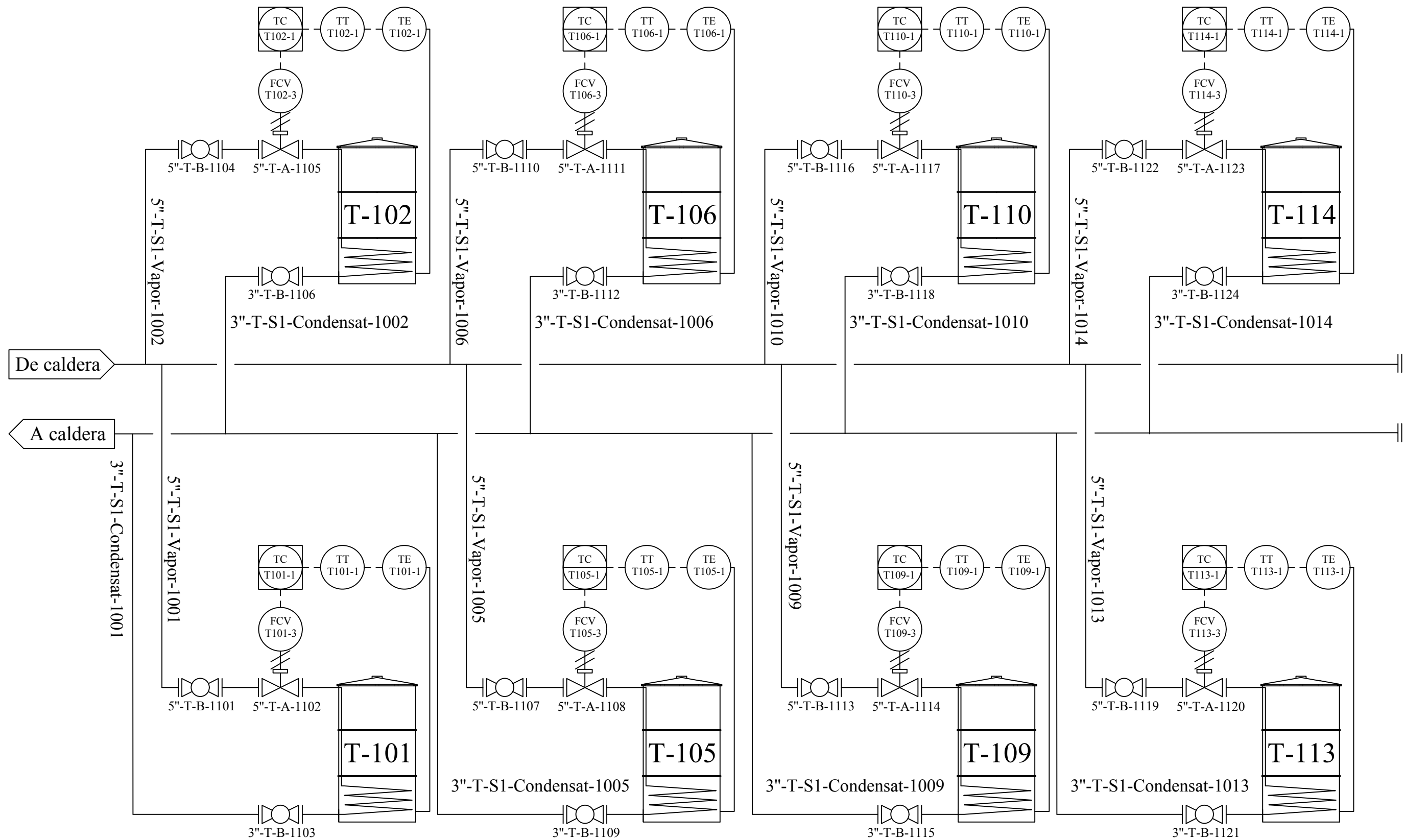
Escala:

Plànol:

P&ID 004: C/D
Cisternes

Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell

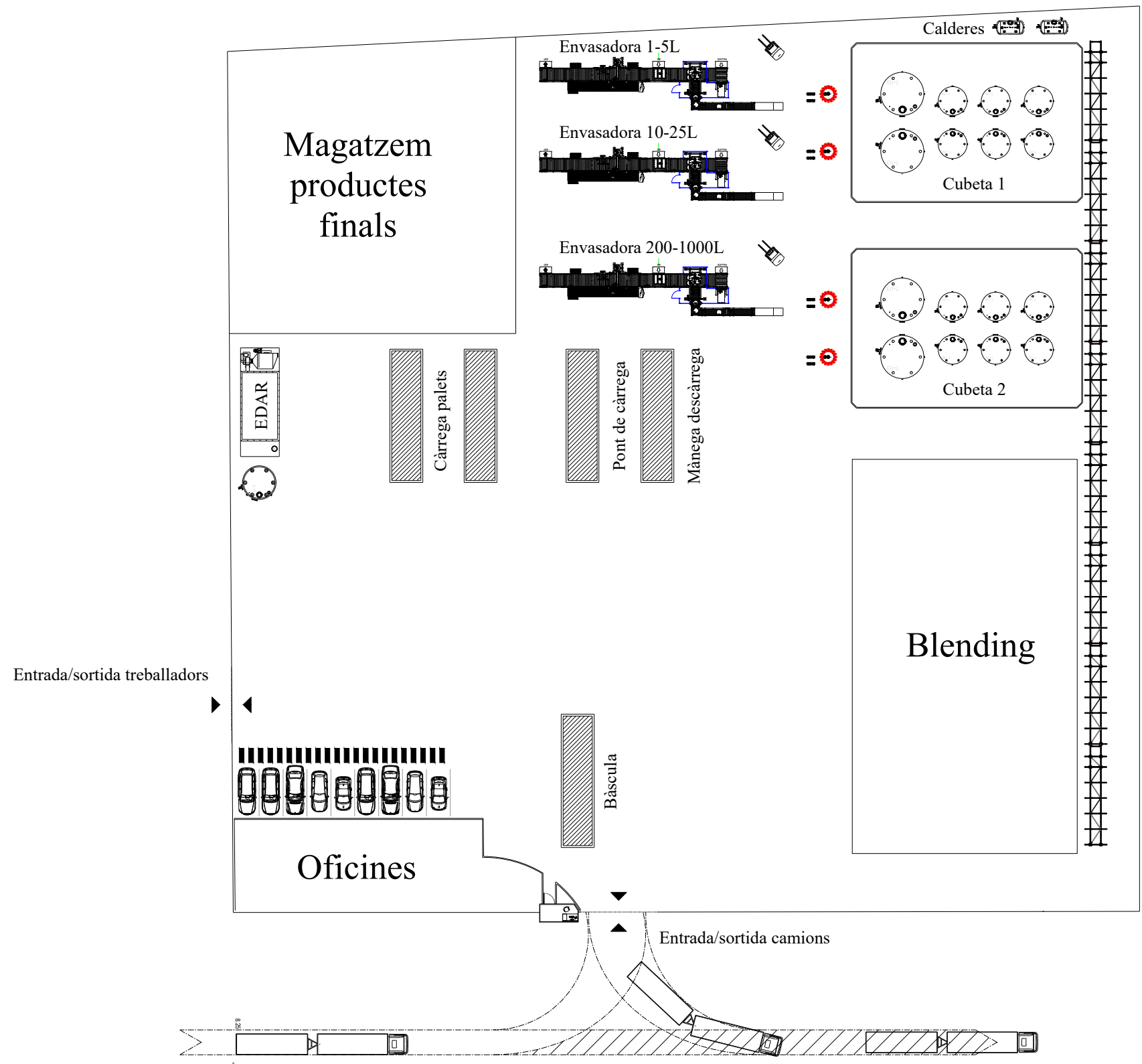




| | Data | Nom | Escala: |
|-----------|------|----------------|---------|
| Dibuixat | | Roger Madorell | |
| Comprovat | | Roger Madorell | |
| Normes | | Roger Madorell | |

Plànol: **P&ID 005:**
Calefacció
 Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell

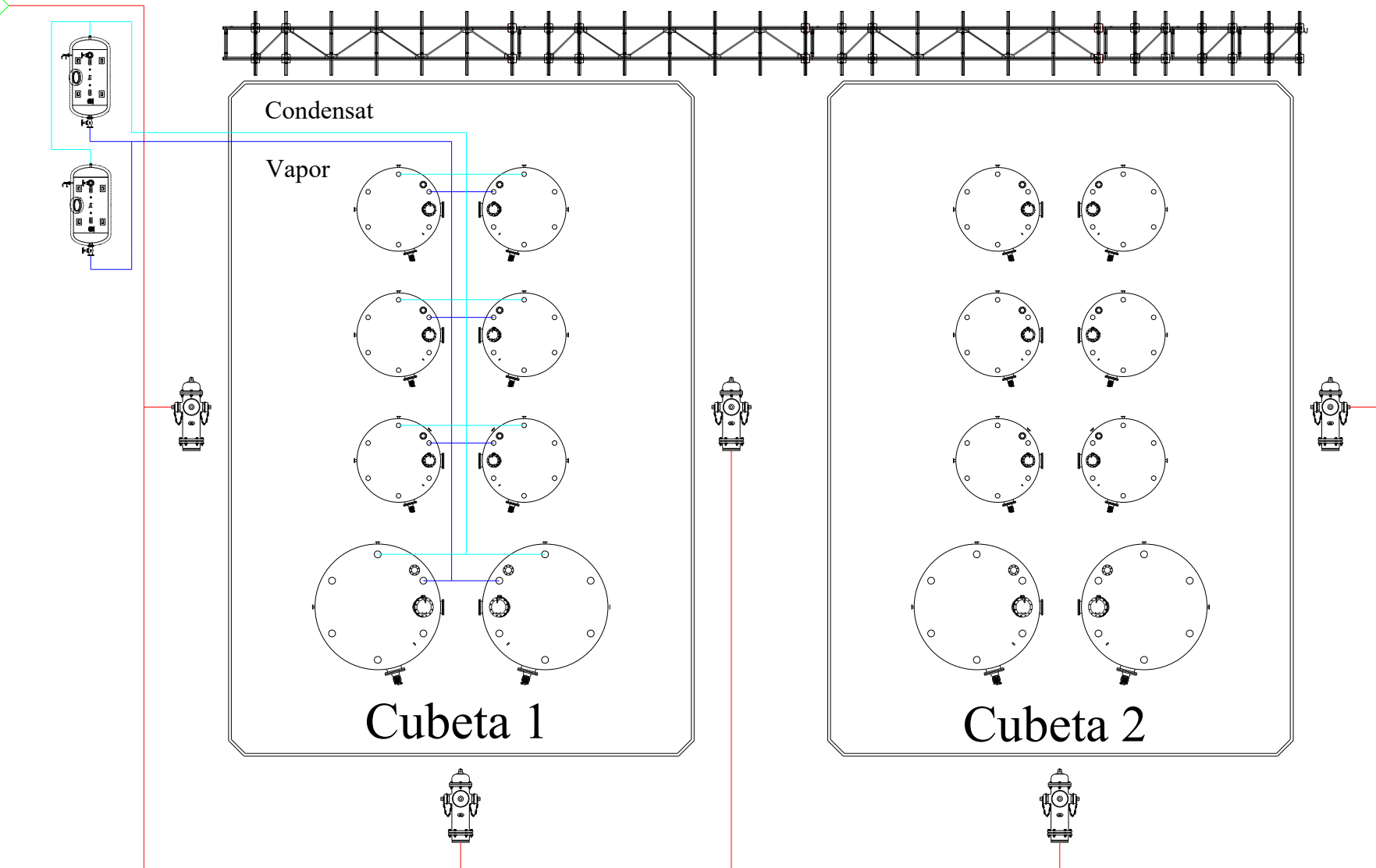




| | Data | Nom | Escala: | Plànol: |
|-----------|------|----------------|---------|--------------------------------|
| Dibuixat | | Roger Madorell | | Layout |
| Comprovat | | Roger Madorell | | |
| Normes | | Roger Madorell | | Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell |



Xarxa aigües municipals



| | Data | Nom | Escala: | Plànol: |
|-----------|------|----------------|---------|--------------------------------------|
| Dibuixat | | Roger Madorell | | Layout calefacció i xarxa d'hidrants |
| Comprovat | | Roger Madorell | | |
| Normes | | Roger Madorell | | Projecte: TFGEQ_1731_rmadorell |



4.2. Disseny bàsic

El disseny bàsic es centra en el dimensionament de canonades i tancs, la cubeta, el control de procés i el disseny del multiacoplador rotatiu.

4.2.1. Dimensionament de canonades

Per tal d'assolir un bon disseny de canonades i els seus respectiu elements, s'ha seguit la normativa ASA S.40 per a les canonades de procés, i la normativa DIN-2440 per a les canonades dels sistemes de seguretat i de servei.

L'elecció del diàmetre de les canonades ve donat per les següents equacions:

$$A(m^2) = \frac{Q(m^3/s)}{v(m/s)} \quad (4.1)$$

$$A(m^2) = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (4.2)$$

Sabent el cabal i la velocitat es determina l'àrea i posteriorment s'aïlla el diàmetre de l'equació 4.2. Sabent el diàmetre calculat, s'escull la primera canonada que té un diàmetre interior superior al calculat.

S'estableix una velocitat de 3 m/s, ja que es tracta d'un producte molt viscos. El cabal per omplir cisternes serà de 50 m³/h, per l'envasat de contenidors serà 25 m³/h i per a les altres envasadores 10 m³/h. Com que el cabal màxim que passarà serà de 50 m³/h, les canonades que van dels tancs als multiacopladors seran de 4". Per l'envasadora de contenidors seran de 2", i per les envasadores de garrafes i bidons seran de 1".

4.2.1.1. Accessoris

Les canonades poden disposar dels següents elements:

- Colzes de 90.
- Unions en T de 45 i 90°.
- Brides i brides cegues.

-
- Reduccions.
 - Ràcords.
 - Mànegues.
 - Juntes.

4.2.1.2. Llistat de canonades

A la taula següent es mostra el llistat de totes les canonades amb els seus respectius detalls:

Taula 4.1. Llistat de canonades de l'àrea 100.

| DN | SCHE | Extrems línia | | | Condicions d'operació | | | | Especificacions | Observacions |
|----|------|---------------|-------|---------|------------------------------|--------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|
| | | De | A | Plànol | Cabal (m ³ /h) | T (°C) | Pressió (bar) | Densitat (kg/m ³) | | |
| 3 | 40 | T-101 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-102 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-103 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-104 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-105 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-106 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-107 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-108 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-109 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-110 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-111 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-112 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-113 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-114 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-115 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-116 | MW-01 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |

Taula 4.1. Llistat de canonades de l'àrea 100 (continuació).

| DN | SCHE | Extrems línia | | | Condicions d'operació | | | | Especificacions | Observacions |
|----|------|---------------|-------|---------|------------------------------|--------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|
| | | De | A | Plànol | Cabal (m ³ /h) | T (°C) | Pressió (bar) | Densitat (kg/m ³) | | |
| 3 | 40 | T-101 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-102 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-103 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-104 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-105 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-106 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-107 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-108 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-109 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-110 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-111 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-112 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-113 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-114 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-115 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-116 | MW-02 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |

Taula 4.1. Llistat de canonades de l'àrea 100 (continuació).

| DN | SCHE | Extrems línia | | | Condicions d'operació | | | | Especificacions | Observacions |
|----|------|---------------|-------|---------|------------------------------|--------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|
| | | De | A | Plànol | Cabal (m ³ /h) | T (°C) | Pressió (bar) | Densitat (kg/m ³) | | |
| 3 | 40 | T-101 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-102 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-103 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-104 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-105 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-106 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-107 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-108 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-109 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-110 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-111 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-112 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-113 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-114 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-115 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | T-116 | MW-03 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |

Taula 4.1. Llistat de canonades de l'àrea 100 (continuació).

| DN | SCHE | Extrems línia | | | Condicions d'operació | | | Especificacions | Observacions |
|----|------|---------------|-------|---------|------------------------------|--------|------------------|-----------------|-------------------|
| | | De | A | Plànol | Cabal (m ³ /h) | T (°C) | Pressió (bar) | | |
| 3 | 40 | T-101 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-102 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-103 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-104 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-105 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-106 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-107 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-108 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-109 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-110 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-111 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-112 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-113 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-114 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-115 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |
| 3 | 40 | T-116 | MW-04 | P&ID001 | 50 | 20 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L |

Taula 4.1. Llistat de canonades de l'àrea 100 (continuació).

| DN | SCHE | Extrems línia | | | Condicions d'operació | | | | Especificacions | Observacions |
|----|------|---------------|---------|----------|-----------------------|--------|------------------|----------------------------------|-----------------|------------------|
| | | De | A | Plànol | Cabal (t/h) | T (°C) | Pressió (bar) | Densitat (kg/m ³) | | |
| 5 | 80 | Caldera | T-101 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-102 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-103 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-104 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-105 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-106 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-107 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | Caldera | T-108 | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Entrada vapor |
| 5 | 80 | T-101 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-102 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-103 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-104 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-105 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-106 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-107 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |
| 5 | 80 | T-108 | Caldera | P&ID 004 | 1.12 | 150 | 4.76 | 880 | ASTM-A53-B | Retorn condensat |

Taula 4.2. Llistat de canonades de l'àrea 200.

| DN | SCHE | Extrems línia | | Plànol | Condicions d'operació | | | Especificacions | Observacions | |
|----|------|---------------|-------------|---------|-----------------------|--------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|
| | | De | A | | Cabal (t/h) | T (°C) | Pressió (bar) | | | Densitat (kg/m ³) |
| 3 | 40 | MW-01 | Cisterna | P&ID002 | 50 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 3 | 40 | MW-01 | Cisterna | P&ID002 | 50 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | By-pass |
| 2 | 40 | MW-02 | Contenidors | P&ID003 | 25 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 2 | 40 | MW-02 | Contenidors | P&ID003 | 25 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | By-pass |
| 1 | 40 | MW-03 | Bidons | P&ID003 | 10 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 1 | 40 | MW-03 | Bidons | P&ID003 | 10 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | By-pass |
| 1 | 40 | MW-04 | Garrafes | P&ID003 | 10 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | |
| 1 | 40 | MW-04 | Garrafes | P&ID003 | 10 | 20-60 | 2 | 880 | ASTM-A312-TP-316L | By-pass |

4.2.2. Control

S'ha implantat una estratègia de control que permet controlar les operacions de càrrega de cisternes i envasat. Tots els tancs funcionen de la mateixa manera, és a dir que les estratègies de control són iguals en tots els tancs.

L'estratègia de control es basa en el nivell del tanc, que mitjançant les sondes de nivell es pot calcular el volum trafegat d'un tanc.

4.2.2.1. Control de pressió en els tancs

Tots els tancs operen a pressió atmosfèrica i disposen de dues vàlvules d'alleujament per tal d'evitar-ne la sobrepressió.

4.2.2.2. Control de nivell en els tancs

El control de nivell del tanc es realitza per mitjà de transmissors de cabal per radar, que detecten l'alçada de líquid i permeten calcular el volum de producte que hi ha en el tanc. Els *set points* de nivell del controlador són:

- PL: *pump level*, nivell de maniobra de la bomba. Marca el límit inferior per sota del qual la bomba, si el cabal és molt baix, podria cavitatar.
- LL: *low level*, indica el límit inferior per sota del qual es recomana emprar la canonada de menor diàmetre per afegir producte al tanc.
- HL: *high level*, 95% del tanc ple.
- HHL: *high-high level*, 97% del tanc ple, nivell a partir del qual no es pot omplir més el tanc per motius de seguretat.

4.2.2.3. Control de temperatura en els tancs

Els tancs que disposen de calorifugat disposen d'un sistema de control de temperatura, que actua sobre la vàlvula d'entrada de vapor en el serpentí en funció de la temperatura del fons del

tancs. S'ha de vigilar que la temperatura no superi els 70°C, ja que els olis minerals poden presentar símptomes de carbonització quan s'escalfen a molta temperatura.

4.2.2.4. Control de pressió en les línies principals

Les línies principals disposen de vàlvules de seguretat que s'accionen quan la pressió és superior a 9 bars per evitar una sobrepressió excessiva.

4.2.2.5. Control de cabal

Cada bomba disposa d'un llaç de control que evita la cavitació de la bomba en cas que hi hagi falta de líquid. Els transmissors de cabal comproven que hi hagi cabal en la línia, si passen 30 segons sense detectar cabal, la bomba s'atura.

4.2.2.6. Control de càrrega a les cisternes

Durant les operacions de càrrega de cisternes, el llaç de control s'encarrega de controlar el volum de producte carregat mitjançant els mesuradors de nivell del tanc. Aquest valor es compara amb el que marca el cabalímetre de la canonada connectada al braç de càrrega. Una vegada finalitzada l'operació de càrrega, es tanca la vàlvula de la canonada i s'atura la bomba.

4.2.2.7. Control de l'envasat

El control en les operacions d'envasat funciona de manera semblant a la càrrega de cisternes, però al tractar-se d'envasos, el volum dependrà de la comanda que hagi efectuat el client. Les pròpies envasadores disposen d'un sistema de dosificació, els quals una vegada envasat el volum desitjat, envia una senyal al controlador de cabal, de la mateixa manera que en la càrrega de cisternes.

4.2.2.8. Control en les bombes del sistema antiincendis

Per motius obvis de seguretat, sempre hi ha d'haver pressió en les línies d'aigua. Aquesta pressió s'ha de mantenir constant a 9 bars. En cas d'una disminució de la pressió fins a 7 bars degut a fuites o petits incendis, s'acciona la bomba del sistema. Si es produeixen incendis de major magnitud, en els quals la pressió baixa fins als 6 bars, s'acciona una de les dues bombes secundàries, i si baixa per sota de 5 bars, s'acciona la segona bomba secundària.

4.2.2.9. Llistat d'elements de control

A les taules següents es mostren tots els elements de control de la instal·lació que duen a terme les accions descrites anteriorment:

4.2.3. Disseny d'equips

Els equips que s'han dissenyat són els 16 tancs d'emmagatzematge i la seva respectiva cubeta, les bombes de les línies de procés, antiincendis i serveis i el multiacoplador rotatiu.

4.2.3.1. Disseny de tancs

La zona d'emmagatzematge d'olis lubricants disposa de 16 tancs d'acer inoxidable que es classifiquen en funció del volum i n'hi ha de 3 tipus diferents. A la taula següent es mostren les característiques dels 16 tancs:

Taula 4.2. Característiques dels tancs d'emmagatzematge.

| Tanc | Volum útil (m ³) | Volum real (m ³) | Diàmetre (m) | Alçada (m) |
|------|------------------------------|------------------------------|--------------|------------|
| T-01 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-02 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-03 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-04 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-05 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-06 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-07 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-08 | 37.6 | 38.8 | 3 | 5.4 |
| T-09 | 49.9 | 51.5 | 3 | 7.2 |
| T-10 | 49.9 | 51.5 | 3 | 7.2 |
| T-11 | 49.9 | 51.5 | 3 | 7.2 |
| T-12 | 49.9 | 51.5 | 3 | 7.2 |
| T-13 | 113.1 | 116.6 | 4.51 | 7.2 |
| T-14 | 113.1 | 116.6 | 4.51 | 7.2 |
| T-15 | 113.1 | 116.6 | 4.51 | 7.2 |
| T-16 | 113.1 | 116.6 | 4.51 | 7.2 |

La diferència entre el volum útil i el volum real, és el factor de seguretat, que en aquest cas és d'un 3%.

Els tancs s'han dissenyat seguint la normativa API-650. Aquest codi és emprat per al disseny de tancs atmosfèrics que no superin una pressió de disseny de 2.5 barg i 90°C de temperatura. Com que els tancs d'emmagatzematge d'oli lubricant operen a pressió atmosfèrica i temperatura ambient, es pot aplicar. Els tancs disposen de serpentins per tal de mantenir els olis a la temperatura desitjada. Al tractar-se de tancs de poc volum, s'ha aplicat l'annex A del codi API-650, el qual proporciona unes dimensions estàndards que faciliten el disseny dels tancs. A l'annex A.1. es mostra el procediment que s'ha seguit per a dissenyar els tancs i les seves perforacions.

4.2.3.1.1. Característiques dels tancs de 30m³

Tancs amb 3 anells de 1800mm d'amplada. Les plaques emprades per al cilindre del tanc s'utilitzen també per la base del tanc. El sostre és del tipus cònic auto-suportat, d'una sola placa soldada amb una inclinació de 10°.

4.2.3.1.2. Característiques dels tancs de 50m³

Tancs amb 3 anells de 1800mm d'amplada. Les plaques emprades per al cilindre del tanc s'utilitzen també per la base del tanc. El sostre és del tipus cònic auto-suportat, d'una sola placa soldada amb una inclinació de 10°.

4.2.3.1.3. Característiques dels tancs de 100m³

Tancs amb 4 anells de 1800mm d'amplada. Les plaques emprades per al cilindre del tanc s'utilitzen també per la base del tanc. El sostre és del tipus cònic auto-suportat, d'una sola placa soldada amb una inclinació de 10°.

4.2.3.1.4. Perforacions en els tancs

- Entrada de producte (3'')
- Sortida de producte (3'')
- Boca d'home lateral (24'')
- Venteig (3/4'')
- Transmissor de temperatura (2'')
- Mesurador de nivell (2'')
- Entrada d'escuma (3'')

4.2.3.1.5. Venteig dels tancs

El venteig dels tancs es calcula segons la taula 1-1 de la normativa MIE-APQ1, on el cabal d'aire de venteig depèn de la superfície mullada del tanc. Aplicant la normativa s'obté que el venteig dels tancs ha de ser d'una polzada de diàmetre.

4.2.3.2. Disseny de la cubeta

A cada cubeta hi haurà 8 tancs distribuïts en dues files de 4. Dels 8 tancs, 2 tenen una capacitat de 110.8 m³, 2 de 48.3 m³ i 4 de 36.8 m³. La cubeta tindrà una capacitat total de 467.2 m³, amb una llargada de 36.6 m, una amplada de 25.5 m i una alçada de 0.5 m. Aquestes dimensions s'han calculat tenint en compte el volum mínim que ha de tenir, per augmentar la seguretat i preveure possibles accidents. Els càlculs per dimensionar la cubeta es troben a l'annex A.4. A la figura següent es mostra la distribució dels tancs dins la cubeta amb les distàncies corresponents:

4.2.3.3. Disseny del sistema de calefacció

Dels 16 tancs, 8 contenen productes d'alta viscositat a temperatura ambient i no es poden bombejar a cisternes o envasat. Per tal de solucionar aquest problema, els 8 tancs que contenen aquests productes disposen de calorifugat. Aquest sistema de calefacció es basa en un serpentí situat al fons del tanc, per on hi circula vapor saturat a 150°C, que escalfa el producte del tanc fins a 60°C, temperatura a la qual és possible bombejar.

El calorifugat s'ha calculat per al cas en què s'hagi d'escalfar més producte, és a dir, quan s'ha d'omplir una cisterna de 25 metres cúbics. Com que l'arribada de les cisternes està prevista hores abans de la càrrega, el sistema s'ha dissenyat per a començar a escalfar el producte una hora abans, de manera que quan arribi la cisterna el producte estarà a la temperatura de bombeig i es podrà efectuar la càrrega.

5. DESCRIPCIÓ FUNCIONAL DE LA INSTAL·LACIÓ

La instal·lació té una superfície de 7600m² en la que s'hi produeix, emmagatzema i distribueix oli lubricant de diferents especificacions. A continuació es descriuen les zones principals de la planta.

5.1. Cubetes

Dues cubetes de 8 tancs cadascuna, amb 4 tancs de 38.2m³, 2 de 50.9m³ i 2 de 114.5m³. A cada tanc s'hi emmagatzema un producte diferent.

5.2. Fossar de bombes

Recinte situat 0.8 metres per sota del paviment per tal d'assegurar una pendent positiva entre els tancs i les bombes. En el mateix fossar es situaran els multiacopladors rotatius, de manera que la canonada de sortida de multiacoplador s'acopli directament a la bomba. Hi haurà un total de 4 bombes, 3 de les quals es destinen a les 3 envasadores i una a la càrrega de cisternes.

5.3. Braç de càrrega

Per realitzar la càrrega de producte a cisternes s'utilitza un braç d'acer inoxidable, situat de manera que els camions hi puguin arribar realitzant les mínimes maniobres possibles.

5.4. Bàscules

Hi haurà dues bàscules: una situada al costat de les oficines on es realitza la primera pesada, i una altra sota el mateix braç de càrrega per controlar la quantitat de producte carregat.

5.5. Envasadores

Per tal d'adaptar-se als requisits dels clients, es disposen 3 envasadores que permeten envasar l'oli de maneres diferents:

- Envasadora de garrafes d'entre 1 i 5 litres.
- Envasadora de bidons d'entre 10 i 25 litres.
- Envasadora de contenidors d'entre 100 i 1000 litres.

5.6. Oficines

Es diposa d'un edifici d'oficines on s'hi realitzen tots els controls de les accions realitzades a la planta. A l'entrada també s'hi situa una caseta per al personal que controla l'accés dels camions.

5.7. Caldera

Per tal de subministrar el vapor necessari per als serpentins dels 8 tancs que contenen oli de més alta viscositat, s'ha instal·lat una caldera capaç de produir entre 3 i 9 tones/hora de vapor.

5.8. Magatzem de productes finals

Els olis envasats en garrafes, bidons o contenidors es traslladen a un magatzem i quan arriba el camió, es carreguen amb un toro.

5.9. Àrees de la instal·lació

La instal·lació s'ha dividit en 3 àrees diferenciades:

Taula 5.1. Àrees de la instal·lació.

| Àrea | Descripció |
|-------|--|
| A-100 | Tancs |
| A-200 | Rac, bombes, multiacopladors i envasat |

6. MULTIACOPLADOR ROTATIU

El multiacoplador rotatiu és un sistema d'acoblament automàtic entre les canonades destinat a assegurar la connexió estanca sota pressió d'un conjunt de canonades. El sistema està dissenyat de manera que sigui impossible:

- Permetre el pas de fluid en cas que la connexió no sigui correcta.
- L'obertura de les dues clapetes si el conjunt del circuit no està perfectament tancat.

6.1. Principi de funcionament

L'operativitat del sistema es basa en un eix vertical muntat sobre coixinets, que al seu torn, estan sotmesos a un moviment de rotació del connector lineal automàtic, que s'acciona pneumàticament. Un grup d'adaptadors, amb una obertura auto-segellada, es disposen de manera radial.

Cada adaptador té una identificació codificada. Sobre el camí del producte a través les diferents boques de connexions estàtiques, l'autòmat que actua sobre el sistema identifica la boca seleccionada en funció de la senyal que li arriba. Un motor elèctric comanda el moviment del connector rotatiu al connector estàtic predifinit. Una vegada el posicionament és correcte, es dona l'ordre de connexió, que es desenvolupa en dues etapes:

1. El desplaçament de l'acoplador rotatiu per connectar-se a l'adaptador, de tal manera que l'estanqueïtat de la connexió és segura.
2. L'obertura de les dues vàlvules que permeten el pas de producte (el sistema no permet l'obertura de les clapetes si la connexió no és correcta).

El sistema disposa d'un col·lector central destinat a retenir i recuperar el producte en cas de fuites eventuais. Es munta un tub vertical a la part inferior del sistema per, en cas de fuga, poder treure el producte. El tub està bridat de manera que es pot connectar una canonada flexible.

Les canonades per on circula el producte, es disposen en posició axial al voltant del col·lector: tots estan situats a la mateixa distància de l'eix central.

El sistema comprèn un braç rotatiu amb una vàlvula acoblable per l'acció d'un cilindre pneumàtic, que permet un desplaçament del broquet i l'aproximació a la canonada desitjada. Aquest cilindre disposa de dos sensors inductius que indiquen la posició d'acoblament o desacoblament de la vàlvula. Un motor elèctric comanda el moviment al punt de fixació predefinit.

El moviment de rotació del braç per connectar-se a la canonada desitjada es realitza automàticament per l'acció d'un moto-reductor muntat sobre l'eix de pivotant del braç.

6.2. Control del sistema

Cada canonada té una vàlvula automàtica accionada per el PLC i sensors per controlar la posició de la clapeta. El sistema integra un mecanisme de tancament mecànic a l'acoplador rotatiu per tancar la línia quan el sistema es desconnecta.

El multiacoplador utilitza un sistema binari per detectar la posició de la canonada a la qual connectar-se, mentre el moviment de rotació s'ha produït. A través d'una sèrie de cinc detectors situats sobre un braç que gira al mateix temps que la commutació del centre de la vàlvula i passa sobre la boca de les connexions estàtiques, s'aconsegueix obtenir una lectura binària. Sobre el camí a través les diferents boques, aquesta lectura és analitzada per el PLC i, en funció dels senyals que rebí, obté les informacions per saber quan ha arribat a la boca seleccionada.

A l'annex A.5 es troba el plànol amb les dimensions del multiacoplador de 3 polzades.

7. SISTEMES DE SEGURETAT

Per tal d'assegurar el bon funcionament de la instal·lació i evitar possibles accidents, s'han implantat diversos sistemes i mesures de seguretat.

7.1. Protecció contra incendis

Com s'ha indicat anteriorment, els productes emmagatzemats pertanyen a la classe D, ja que tenen una temperatura d'inflamació superior a 100°C, aproximadament 150°C. Com que la temperatura màxima a la que es treballa són 60°C, la protecció contra incendis consistirà en una xarxa d'hidrants establerts al voltant de les cubetes.

7.2. Equips d'extinció

Tot i que el risc d'incendi és molt baix, cal disposar d'elements de detecció i avís per complir amb les normatives de seguretat.

7.2.1. Detecció d'incendis

Instal·lació de detectors d'incendi a diferents punts de la planta, d'acord amb la norma UNE-23.007.

7.2.2. Polsadors d'alarma

Instal·lació de polsadors d'alarma per tota la planta, amb una distància màxima entre ells de 25 metres.

7.2.3. Alarma d'incendis

En cas de detecció d'incendi, un emissor d'alarma de 60 dB alertarà a la planta i als seus voltants.

7.2.4. Xarxa d'aigua

L'aigua que alimenta al sistema contra incendis prové de la xarxa d'aigües municipals.

7.2.5. Hidrants

Es disposa una xarxa d'hydrants distribuïts en els punts que permetin una ràpida connexió a aquests en cas d'incendi. La distància màxima entre hydrants serà de 50 metres.

7.2.6. Carros extintors i extintors

Els carros extintors i extintors han de complir amb la normativa d'aparells a pressió. Es situen a prop de les sortides d'evacuació, fixats en suports a la paret. La part superior de l'extintor ha d'estar situada com a molt a 1.70 metres d'alçada.

7.3. HAZOP

El HAZOP (Hazard and Operability Analysis) és una tècnica d'identificació de riscos basada en l'estudi dels sistemes d'una instal·lació per tal d'avaluar-ne el risc potencial de l'operació o funcionament incorrecte dels components individuals dels equips, i els conseqüents efectes sobre el conjunt de la instal·lació. L'estudi HAZOP segueix el següent procediment:

1. Selecció d'un equip o nus.
2. Definir les funcions desitjades o condicions de treball adequades de l'equip o conjunt de canonades i aparell de control que hi estan associats.

3. Seleccionar una línia de conducció.
4. Definir la funció desitjada de la conducció.
5. Emprar la primera paraula guia.
6. Formular-ne les possibles desviacions, determinar-ne les causes, avaluar-ne les conseqüències i la perillositat i proposar mesures correctores.
7. Repetir el pas anterior analitzant totes les desviacions per a la paraula guia i canviar de paraula guia.

7.3.1. Definició dels nusos

Els nusos en els quals s'ha realitzat l'estudi HAZOP han estat els següents:

1. Tanc d'emmagatzematge.
2. Operacions d'envasat.

7.3.2. Aplicació de les paraules guia

Taula 7.1. Guia de desviacions del HAZOP

| Paraula guia | No | Menys | Més |
|----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| Paràmetre de procés | | | |
| Cabal | No cabal | Menys cabal | Més cabal |
| Pressió | Obert a l'atmosfera | Baixa pressió | Alta pressió |
| Temperatura | Congelació | Menys temperatura | Més temperatura |
| Nivell | Buit | Nivell baix | Nivell alt |

A l'annex A.6. es troben les taules de Hazop.

8. GESTIÓ MEDIAMBIENTAL

8.1. Tractament d'aigües

El tractament d'aigües de la instal·lació s'ha de gestionar de manera que no ocasionin problemes per als treballadors i el medi ambient.

8.1.1. Aigües residuals: xarxa de drenatge

La xarxa de drenatge s'encarrega de recollir les aigües residuals, ja siguin pluvials o d'una altra font exterior.

Abans d'abocar aquestes aigües a la xarxa general, cal tractar-les perquè compleixin amb els paràmetres establerts segons la normativa espanyola. Es diferencia entre aigües que tenen perill d'estar contaminades i les aigües netes. El primer grup es tracta amb major atenció i s'analitza la demanda química d'oxigen (DQO), que estableix uns valors inferiors a 700 ppm. Si les aigües analitzades estan per sobre d'aquest valor, s'envien a la EDAR.

8.1.2. EDAR: estació depuradora d'aigües residuals

Quan les aigües residuals excedeixen els 700 ppm establerts per al DQO, contenen sòlids en suspensió o la formació de males olors per efecte de l'esgotament d'oxigen, requereixen un tractament intensiu, és per aquest motiu que cal instal·lar una EDAR a la planta.

L'EDAR s'ha instal·lat a la zona sud, al costat de la cubeta. Hi arriben 3 canonades, una provinent de la cubeta, una provinent de la zona d'envasat i una altra de la xarxa de drenatge. A cada canonada s'hi realitza l'anàlisi DQO, i en funció dels valors obtinguts, s'envien a la xarxa d'aigües municipals o es depuren les aigües a la EDAR per, posteriorment, abocar-les al mar. En el cas que una cisterna bolqués o es produís un vessament de grans dimensions a la càrrega de cisternes, com que la contaminació seria molt elevada, s'ha habilitat una mànega per a recollir el producte i mitjançant una bomba s'envia a la EDAR.

A l'annex A.7. es mostra el diagrama de procés de la EDAR.

8.1.3. Etapes de depuració de la EDAR

1. Primera etapa:

En primer lloc es realitza una decantació per separar les impureses de l'oli contingut en el corrent d'aigua. En el mateix decantador s'hi injecta aire per la part inferior per facilitar la separació entre l'aigua i l'oli. Una vegada separats, l'oli s'envia a una planta de reaprofitament d'olis i l'aigua s'envia a un dipòsit, instal·lat al costat de la EDAR.

2. Segona etapa:

L'aigua emmagatzemada al dipòsit s'envia a un reactor batch on realitza la floculació. Aquest tractament es basa en els fenòmens de transport dins el líquid per tal que les partícules facin contacte. En el procés s'hi afegeix el floculant adequat per formar ponts químics entre les partícules, de manera que es forma una malla de coàguls. Al final del procés es formen una sèrie de partícules coagulades suficientment grans i pesades per a ser sedimentades.

A continuació les dues fases obtingudes es bombegen a un filtre mecànic, on es separen els coàguls i el corrent d'aigua, que s'envia a un altre batch.

3. Tercera etapa:

El corrent d'aigua entra al batch amb filtre de sorra, on s'hi separen les partícules sòlides de 20 micres de diàmetre que queden en suspensió en l'aigua. D'aquesta manera s'evita que la sorra o altres partícules sòlides taponin la canonada.

4. Quarta etapa:

Una vegada separades les partícules en suspensió, l'aigua passa al batch de llit filtrant per carboni actiu, que reté els contaminants. L'aigua sortint del batch s'analitza i es comprova que la DQO estigui per sota de 700 ppm. Si no és així, l'aigua es recircula al batch adequat. Si la DQO està per sota de 700 ppm, es pot abocar al mar.

8.1.4. Gestió de residus sòlids

Tot i que la instal·lació no tracta productes sòlids, està obligada a tractar-ne els pocs que té.

Els possibles residus sòlids són:

- Fangs procedents de la EDAR.
- Material de laboratori.
- Residus de material d'oficina.
- Residus orgànics.

Aquests residus es recullen a l'interior de la planta, cadascun al lloc on pertoca i són recollits per una empresa externa.

8.1.5. Emissions de gasos a l'atmosfera

La planta no genera emissions perilloses per a l'atmosfera ja que els productes que tracta són bàsicament olis.

9. MANUAL D'OPERACIÓ

Per tal que la instal·lació operi amb la màxima funcionalitat, s'ha elaborat un manual d'operació que descriu pas a pas com realitzar de manera efectiva les accions que es puguin dur a terme.

9.1. Posada en marxa

Aquesta operació es realitza per comprovar que tots els equips es troben en perfecte estat abans de començar a operar la instal·lació. Per determinar l'estat dels equips, es realitzen una sèrie de proves:

9.1.1. Comprovació de la instal·lació

En primer lloc es comprova que tots els equips i sistemes d'instrumentació es troben situats i instal·lats correctament. Això s'efectuarà amb l'ajuda dels diagrames P&ID i el PLC. Els factors que cal comprovar són:

1. Verificar la disposició completa de tots els equips i la instrumentació en els respectiu diagrames P&ID.
2. Comprovar que el nivell de lubricació i engreixat és l'adequat en tots els equips.
3. Verificar que no hi ha vàlvules obstruïdes per evitar deformacions en tancs i canonades.
4. Comprovar que els automatismes de les vàlvules funcionen correctament.
- 5.

9.1.2. Test hidrostàtic

Aquest test s'efectuarà en tots els tancs de la instal·lació i consisteix en:

1. Omplir els tancs al 50% de la seva capacitat per comprovar-ne l'assentament. Es deixa omplert durant 24 hores i es prenen dades sobre l'assentament.
2. A continuació s'ompliran fins al 75% de la seva capacitat. Es deixa omplert durant 24 hores i es tornen a prendre dades.
3. Finalment s'omplirà fins al 100% de la seva capacitat. Es deixarà 24, 48 o 72 hores fins que l'assentament sigui definitiu i el tanc quedi totalment fixat.

Les operacions es realitzaran amb aigua, que alhora servirà per comprovar que no hi hagi fuites ni altres anomalies als tancs, i que per tant, estan preparats per a ser omplerts amb oli.

9.1.3. Test de pressió en canonades

Es realitzarà en totes les canonades de la instal·lació i consisteix en fer circular aigua a una pressió de 7.5 bars, una pressió bastant superior a la de treball, per tant, es pot assegurar que a la pressió de treball els productes circularan correctament.

Una vegada finalitzat el test, l'aigua s'evacua a la EDAR i es purga la línia mitjançant nitrogen.

9.2. Càrrega i descàrrega de cisternes

Una vegada el camió arriba a la planta, cal que presenti les dades que li permetin l'accés. Si tot és correcte, es procedeix a la pesada de la cisterna en la bàscula situada a l'entrada.

Posteriorment, ja es pot dirigir a la zona del pont de càrrega i mànega per efectuar la operació de càrrega o descàrrega.

9.2.1. Inici de la càrrega de cisternes

1. La cisterna estacionarà a la zona de càrrega, amb la tractora de cara a la sortida.
2. Seguidament es comprovarà que el motor del camió està parat i frenat.
3. Es connecta la posada a terra i s'obre la tapa superior.
4. El braç de càrrega es col·loca en posició.

5. Es selecciona el producte que s'ha de carregar.
6. El multiacoplador s'acopla a la canonada del tanc corresponent.
7. S'obren les vàlvules B-2001, B-2003, A-2006, B-2007 i les vàlvules que corresponguin a la línia del tanc del qual es vol realitzar la càrrega.
8. Es marca la quantitat que s'ha de carregar al màssic i es posa en marxa la bomba P-102.
9. Quan el controlador de nivell del tanc indiqui que s'ha buidat la mateixa quantitat del tanc que ha passat per al màssic, la vàlvula automàtica A-2006 tancarà.

9.2.2. Finalització de la càrrega de cisternes

1. Es desconnecta la posada a terra.
2. El braç torna a la posició inicial.
3. Es tanquen les vàlvules B-2001, B-2003, A-2006, B-2007 i les vàlvules que corresponguin a la línia del tanc del qual s'ha realitzat la càrrega.
4. Es purga la línia amb nitrogen.
5. Es tramitarà la documentació que confirmi la càrrega de producte.

9.2.3. Inici de la descàrrega de cisternes

Aquesta operació és poc habitual, però pot donar-se el cas en que el client retorni la cisterna, ja sigui perquè el producte està fora d'especificació o bé per altres problemes. En cas que això passi, s'actuarà de la següent manera:

1. La cisterna estacionarà a la zona de descàrrega, amb la tractora de cara a la sortida.
2. Seguidament es comprovarà que el motor del camió està parat i frenat.
3. Es connecta la posada a terra.
4. Es pren una mostra del producte i s'analitza per comprovar quin és el problema.
5. Es connectarà la cisterna a la línia d'aspiració de la bomba P-102 mitjançant una mànega.
6. S'obriran les vàlvules B-2008, B-2004, B-2000 i les de la línia del tanc on es vulgui retornar el producte.

7. Es connecta el multiacoplador al tanc on es vulgui retornar el producte.
8. S'acciona la bomba P-101 i es fa el buit a la mànega.
9. S'obre lentament la vàlvula B-2009.

9.2.4. Finalització de la descàrrega de cisternes

1. Es comprova que el tanc s'ha omplert i que no hi ha pressió a la línia.
2. Es tanca la vàlvula B-2009.
3. Es para la bomba P-101.
10. Es tanquen les vàlvules B-2008, B-2004, B-2000 i les de la línia del tanc on s'ha retornat el producte.
11. Es desconnecta la mànega.
12. Es tramita la documentació que acredita la descàrrega de la cisterna.

9.3. Invasat de productes finals

Aquestes operacions es realitzen de la mateixa manera per a les tres envasadores. A continuació es descriu el procediment per a l'envasadora de garrafes:

1. Es comprova que l'envasadora disposa dels envasos corresponents i de palets per al posterior emmagatzematge.
2. El multiacoplador s'acopla a la canonada del tanc corresponent.
3. S'obren les vàlvules B-2039, B-2041, A-2044, B-2045 i les vàlvules que corresponguin a la línia del tanc del qual es vol realitzar l'envasat.
4. Es marca la quantitat total de producte a envasar al màssic i s'acciona la bomba P-108.
5. Una vegada envasades, les garrafes s'agrupen en caixes que es col·loquen sobre palets.
6. Un carretó elevador recull els palets al final de la línia i els transporta al magatzem de productes finals.

9.4. Parades de planta

Al no tractar-se d'una instal·lació que treballi de manera continua, no caldria programar una parada anual, però com que en aquest cas estaria situada en una planta d'olis lubricants, s'aprofitaria la parada de la unitat de procés per a realitzar el manteniment i neteja d'equips. Es comprovaran les bombes i vàlvules, les canonades i els tancs. En cas de detectar anomalies en algun dels equips, es procedirà a la reparació immediata. A continuació es descriuen els procediments de neteja.

9.4.1. Neteja de canonades

Per a la majora de canonades hi circula oli lubricant de diverses especificacions, però pot ser que una línia es contami ni a causa d'algun agent extern. És per això que cal realitzar una neteja anual, seguint el següent procediment:

1. Assegurar que les canonades estan buides.
2. Connectar una mànega de nitrogen.
3. Fer circular el nitrogen a través de les canonades fins als tancs d'emmagatzematge.

9.4.2. Neteja de bombes

Una vegada desmuntades, es comprovaran els rodaments. En cas que estiguin avariats, es repararan o es substituiran per un altre de les mateixes característiques. També es netejaran els filtres i es canviarà l'oli lubricant o el greix segons convingui. Es netejarà el filtre del motor i es verificaran els seus rodaments. Una vegada comprovat i netejat, es tornaran a muntar i a acoblar a la línia corresponent.

9.4.3. Neteja de vàlvules

Les vàlvules també es desmuntaran i es comprovarà el seu estat. Es revisarà que no hi hagi cap fuga, s'engreixaran i es realitzaran les proves de pressió i hidrostàtiques. Pel que fa a les

vàlvules automàtiques, es comprovaran els mecanismes i automatismes i s'assegurarà que la seva estanqueïtat sigui la desitjada.

9.4.4. Neteja de tancs

Es realitzarà entre dos operaris. Un es situarà a l'interior del tanc a netejar, mentre l'altre es situarà a l'exterior per prestar-li ajuda en tot moment. Per accedir a l'interior del tanc cal que l'operari disposi d'un permís d'espais confinats i assegurar-se que el tanc està des-gasificat, airejat, i conté un 21% d'oxigen. Una vegada netejat el tanc, s'aprofitarà per a comprovar l'estat del serpentí (dels tancs que en tinguin).

9.5. Pla d'emergència

Tenint en compte els possibles accidents que puguin ocórrer, s'haurà de seguir el pla d'emergència segons convingui.

9.5.1. Vessament d'oli en la cubeta

Pot donar-se el cas en que un tanc es sobre-ompli i el producte vessi. Tenint en compte que l'oli és un producte molt viscos, els operaris no entraran a la cubeta per mirar de solucionar el problema. El vessament es solucionarà mitjançant les bombes auto-aspirants de la cubeta, que enviaran el producte a cisternes i s'analitzarà. Si el producte està contaminat, s'enviarà a la planta de refinament, i, si es troba dins d'especificació es vendrà.

9.5.2. Incendi

Tot i que la temperatura d'inflamació de l'oli és molt elevada, és difícil que es produeixi un incendi a causa d'això, però sí que es podria produir per altres factors. En cas d'incendi, es pararan totes les operacions per dedicar tots els esforços a l'extinció de l'incendi mitjançant els hidrants i extintors distribuïts a tota la planta.

10. COST DE LA INSTAL·LACIÓ

En aquest apartat s'estudia el cost de la instal·lació, no de tota la planta, per tant, no es pot determinar-ne la viabilitat, ja que això correspondria a l'empresa responsable de la planta.

10.1. Costos materials

Els costos materials corresponen a tots els elements que s'instal·len sobre el terreny de la planta:

Taula 10.1. Costos dels tancs.

| Tanc | Quantitat | Preu unitari (€) | Preu (€) |
|--------------|------------------|-------------------------|-----------------|
| T-101/T-108 | 8 | 88399 | 707190 |
| T-109/T-112 | 4 | 97535 | 390142 |
| T-113/T-116 | 4 | 129828 | 519593 |
| Total | | | 1616924 |

Taula 10.2. Costos de les canonades.

| Canonada | Quantitat | Longitud | €/m | Preu (€) |
|-----------------|------------------|-----------------|------------|-----------------|
| 4'' | 16 | 50 | 56.98 | 54131 |
| 4'' | 3 | 20 | 56.98 | 3419 |
| 2'' | 2 | 20 | 27.88 | 1115 |
| 1'' | 4 | 20 | 14.68 | 1174 |
| Vapor (5'') | 8 | 100 | 93.24 | 74592 |
| Total | | | | 134431 |

Taula 10.3. Costos de les bombes.

| Bomba | Cabal (m³/h) | Quantitat | Preu unitari (€) | Preu (€) |
|--------------|--------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|
| Cisternes | 50 | 2 | 4023 | 7193 |
| Contenidors | 25 | 2 | 3000 | 5364 |
| Envasadores | 10 | 4 | 2200 | 7867 |
| Total | | | | 20424 |

Taula 10.4. Costos instal·lacions generals

| Instal·lació | Preu (€) |
|---------------------|-----------------|
| Obra civil | 875000 |
| Caldera | 132400 |
| SCI | 30000 |
| EDAR | 300000 |
| Braç de càrrega | 36000 |
| Envasadores | 450000 |
| Bàscules | 84000 |
| Grup electrogen | 32500 |
| Total | 1064900 |

10.2. Cost total de la implantació

Una vegada realitzada l'estimació de tots els costos anteriors, es realitza la suma per a obtenir el cost total de la instal·lació, en la qual no s'ha tingut en compte els següents factors, ja que depenen de l'empresa responsable de la planta:

- Sou dels treballadors.
- Consum energètic.
- Manteniment de la planta.

El cost total obtingut és:

$$Cost = \sum \text{costos individuals} = 2836679€ \quad (10.1)$$

La implantació del sistema de càrrega i descàrrega mitjançant multiacopladors rotatius tindrà un cost de 2.8 milions d'euros.

11. CONCLUSIONS DEL PROJECTE

Una vegada finalitzada la realització del projecte, s'han pogut extreure les següents conclusions tècniques.

- Aquest projecte es podria dur a terme si una empresa de les mateixes característiques, és a dir, productes semblants de diferents especificacions, hi estigués interessada, ja que és un sistema innovador que aporta solucions de flexibilitat i logística.
- El multiacoplador rotatiu és un dispositiu que es pot adaptar a les necessitats del client i pot tenir diferents aplicacions, no només càrrega i descàrrega.
- El sistema que s'ha dissenyat assegura en tot moment que el producte final està dins d'especificació mitjançant una bona neteja de canonades i els controls de qualitat en les línies d'envasat.
- El fet de disposar de 4 mètodes diferents d'envasar i transportar el producte final permet a l'empresa distribuïdora complir amb els requisits de cada client.
- La instal·lació de serpentins en els tancs que contenen olis d'alta viscositat permet que aquests es puguin bombejar una vegada escalfats a 60°C, ja que haurà disminuït la seva viscositat.

A nivell personal realitzar aquest projecte m'ha servit per a profunditzar en un aspecte molt important en l'àmbit de l'enginyeria química, com és l'emmagatzematge i la distribució de productes.

12. BIBLIOGRAFIA

12.1. Llibres

1. Robert L. Mott, 2006. *Mecánica de fluidos*, Pearson Educación.
2. William D. Baasel, 1977. *Preliminary Chemical Engineering Plant Design*, Elsevier.
3. Donald Q. Kern, 2006. *Procesos de transferencia de calor*. Ed. Continental.

12.2. Codis i normatives

1. ISO 10628-2001: *Flow diagrams for process plants*.
2. API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage.
3. ITC-MIE-APQ1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
4. Normativa DIN per a canonades i accessoris.

12.3. Pàgines web

1. www.spxflow.com/en/johnson-pump/
2. www.insht.es
3. www.metalsdepot.com
4. www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html
5. www.globalracingoil.com
6. www.cogelsa.com

12.4. Altres

1. Informació proporcionada pel tutor del projecte Josep Enric Mañé.
2. Moodle de l'assignatura Treball de Fi de Grau.

ANNEXES

A.1. DISSENY DELS TANCS D'EMMAGATZEMATGE

Els tancs d'emmagatzematge d'oli s'han dissenyat mitjançant l'annex A de la normativa API-650, la qual proporciona les dimensions de tancs estàndards de poc volum i a pressió atmosfèrica, fet que pot estalviar molts càlculs a l'hora de seleccionar els tancs. Aquest annex es pot aplicar si es compleixen les següents condicions:

1. La temperatura de disseny ha de ser superior a -30°C .
2. Els materials del tanc corresponen als de la secció 4 de la normativa.

A.1.1. Paràmetres de disseny

A continuació s'expliquen les condicions o paràmetres de disseny que s'han tingut en compte per aquests tancs:

- La tensió màxima abans d'aplicar el factor d'eficiència de soldadura ha de ser 145 MPa.
- Les forces i tensions han de ser computades assumint que el tanc és ple d'aigua o del producte en cas que aquest sigui més pesat que l'aigua.
- La tensió de cada anell ha de ser computada 300 mil·límetres per sobre el centre de la línia horitzontal de l'anell en qüestió. Una vegada calculades les tensions, el diàmetre del tanc serà el diàmetre de l'anell inferior.
- El factor d'eficiència de soldadura serà 0.85 amb el punt de radiografia requerit. En cas d'acord entre client i fabricant, es pot ometre el punt de radiografia i prendre 0.70 com a factor d'eficiència.

A.1.2. Tancs estàndards

A continuació es mostra la taula que permet saber les dimensions del tanc en funció de volum requerit:

Taula A.1. Dimensions i volum (m³) de tancs amb anells de 1800 mm.

| D (m) | m ³ /m | Alçada del tanc (m) / Nombre d'anells | | | | | | | | |
|-------|-------------------|---------------------------------------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | 3.6/2 | 5.4/3 | 7.2/4 | 9/5 | 10.8/6 | 12.6/7 | 14.4/8 | 16.2/9 | 18/10 |
| 3 | 7.07 | 25 | 38 | 51 | 64 | 76 | - | - | - | - |
| 4.5 | 15.9 | 57 | 86 | 115 | 143 | 172 | - | - | - | - |
| 6 | 28.3 | 102 | 153 | 204 | 254 | 305 | 356 | 407 | - | - |
| 7.5 | 44.2 | 159 | 239 | 318 | 398 | 477 | 557 | 636 | 716 | 795 |
| 9 | 63.6 | 229 | 344 | 458 | 573 | 687 | 802 | 916 | 1031 | 1145 |

Les capacitats nominals dels tancs es calculen amb la següent formula:

$$C = 0.785 \cdot D^2 \cdot H \quad (\text{A.1})$$

El gruix de les plaques també ve determinat per la taula següent:

Taula A.2. Gruix dels anells de 1800 mm.

| D (m) | Alçada del tanc (m) / Nombre d'anells | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 1.8/1 | 3.6/2 | 5.4/3 | 7.2/4 | 9/5 | 10.8/6 | 12.6/7 | 14.4/8 | 16.2/9 | 18/10 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - | - | - |
| 4.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - | - | - |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - |
| 7.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.3 |
| 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.7 | 6.3 |

A.1.3. Juntes del tanc

Les juntes verticals i horitzontals de l'anell, les juntes de fons, les juntes anell-fons i les juntes del sostre, han d'estar conformes a l'apartat 5.1.5 de la normativa.

Els requeriments de l'apartat 5.7.3 per l'espai entre soldadures no s'apliquen, excepte si es requereix que l'espai de soldadura al voltant d'una connexió sigui de com a mínim 2 ½ polzades.

A.1.4. Bigues de vent

Al tractar-se de tancs de petites dimensions, no es requereix la instal·lació de bigues de vent.

A.1.5. Boca d'home i boques de tanc

Excepte per a altres dissenys i formes permeses per l'apartat 5.7.1.2, les boques d'home s'ajusten a l'apartat 5.7.5.

Les boques d'entrada i sortida de producte soldades al tanc han de complir amb l'apartat 5.7.6.

A.2. DISSENY DEL SERPENTÍ DEL TANC

Per al disseny del serpentí en forma espiral situat al fons dels tancs que ho requereixen s'han seguit els passos descrits a continuació.

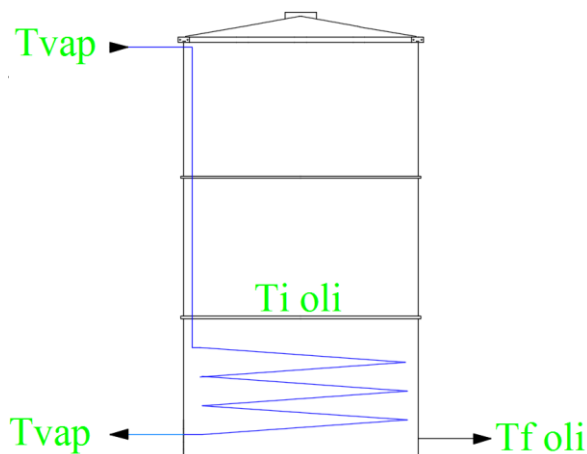


Figura A.1. Esquema del sistema de calefacció del tanc

A.2.1. Paràmetres de disseny

Taula A.3. Paràmetres de disseny del serpentí

| Paràmetre | Valor | Unitats |
|-------------------------------|---------|---------------------|
| Volum a escalfar | 30 | m ³ |
| Temps | 1 | Hores |
| Temperatura inicial oli | 15 | °C |
| Temperatura final oli | 60 | °C |
| Temperatura vapor | 150 | °C |
| Diàmetre tanc | 3-4.5 | m |
| Alçada | 5.4-7.2 | m |
| Densitat oli | 880 | kg/m ³ |
| Cp oli | 2000 | J/kg·K |
| U | 227 | W/m ² ·K |
| Entalpia vapor h _v | 2114.3 | kJ/kg·K |

A.2.2. Passos de disseny

A continuació es mostra el procediment de càlcul d'un serpentí en forma espiral situat al fons d'un tanc de 4.5 metres de diàmetre:

1. Càlcul de la diferència de temperatures logarítmiques:

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_{vap} - T_{oli}) - (T_{vap} - T_{f_{oli}})}{2.3 \cdot \log\left(\frac{T_{vap} - T_{oli}}{T_{vap} - T_{f_{oli}}}\right)} = \frac{(150 - 15) - (150 - 60)}{2.3 \cdot \log\left(\frac{150 - 15}{150 - 60}\right)} = 110.98 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A.2.1})$$

2. Quantitat de líquid a escalfar:

$$M_{liq} = \frac{V}{Temp_s} \cdot \frac{\rho}{3600s} = \frac{30 \text{ m}^3}{1h} \cdot \frac{880 \text{ kg/m}^3}{3600s} = 7.33 \text{ kg/s} \quad (\text{A.2.2})$$

3. Calor a intercanviar:

$$Q = M_{liq} \cdot C_{p_{oli}} \cdot \Delta T = 7.33 \cdot 2000 \cdot (60 - 15) = 660000 \text{ W} \quad (\text{A.2.3})$$

4. Àrea d'intercanvi:

$$A_c = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{lm}} = \frac{660000}{227 \cdot 110.98} = 26.2 \text{ m}^2 \quad (\text{A.2.4})$$

5. Càlcul diàmetre nominal:

$$NPS = \frac{D_{tanc} \cdot 39.37}{30} = \frac{4.5 \cdot 39.37}{30} = 5.9 \text{ in} \quad (\text{A.2.5})$$

El valor obtingut s'arrodoneix al valor inferior, no al superior.

Taula A.4. Propietats del serpentí.

| | |
|-----|-----------------------|
| NPS | 5 in |
| di | 3.5 in |
| Di | 0.292 ft |
| S | 0.916 ft ² |

6. Diàmetre del serpentí:

$$D_c = NPS \cdot C \cdot 2 = 5 \cdot 12 \cdot 2 = 120 \text{ in} \quad (\text{A.2.6})$$

On C és l'espai entre voltes del serpentí.

7. Longitud de tub requerida:

$$L_t = \frac{A_c \cdot 10.76}{S} = \frac{26.2 \cdot 10.76}{0.916} = 307.84 \text{ ft} \quad (\text{A.2.7})$$

8. Comprovació:

$$\frac{D_c}{2} > 10 \cdot d_i \rightarrow \frac{120}{2} = 60 \text{ in} > 10 \cdot 3.5 = 35 \text{ in} \quad (\text{A.2.8})$$

9. Pitch:

$$P_{\max} = 5 \cdot NPS = 5 \cdot 5 = 25 \text{ in} \quad (\text{A.2.9})$$

$$P_{\min} = 2 \cdot NPS = 2 \cdot 5 = 10 \text{ in} \quad (\text{A.2.10})$$

El pitch recomanat és 2.5 vegades el diàmetre de la canonada:

$$P = 2.5 \cdot 5 = 12.5 \text{ in} \quad (\text{A.2.11})$$

10. Nombre de voltes del serpentí:

$$N = \frac{L_t}{\sqrt{(\pi \cdot 0.083 \cdot D_c)^2 + (P \cdot 0.083)^2}} = \frac{307.84}{\sqrt{(\pi \cdot 0.083 \cdot 120)^2 + (12.5 \cdot 0.083)^2}} \approx 10 \quad (\text{A.2.12})$$

11. Re-calcular L:

$$L = N \cdot \sqrt{(\pi \cdot 0.083 \cdot D_c)^2 + (P \cdot 0.083)^2} = 10 \cdot \sqrt{(\pi \cdot 0.083 \cdot 120)^2 + (12.5 \cdot 0.083)^2} = 314.33 \text{ ft} \quad (\text{A.2.13})$$

12. Cabal de vapor:

$$w_{vap} = \frac{Q}{1000 \cdot h_{vap}} = \frac{660000}{1000 \cdot 2114.3} = 0.312 \frac{kg}{s} = 2477 \text{ lb/h} \quad (\text{A.2.14})$$

13. Nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{6.31 \cdot w_{vap}}{0.015 \cdot d_i} = \frac{6.31 \cdot 2477}{0.015 \cdot 3.5} = 297772 \quad (\text{A.2.15})$$

14. Velocitat de vapor:

$$v = \frac{0.00085 \cdot w_{vap} \cdot 6.7}{d_i^2} = \frac{0.00085 \cdot 2477 \cdot 6.7}{3.5^2} \cdot \frac{3600s}{1h} = 4146 \text{ ft/h} \quad (\text{A.2.16})$$

15. Caiguda de pressió:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot 0.021 \cdot L \cdot v^2}{3 \cdot 417000000 \cdot D_i} = \frac{2 \cdot 0.021 \cdot 4146^2}{3 \cdot 417000000 \cdot 0.292} = 0.622 \text{ psi} \quad (\text{A.2.17})$$

A.2.3. Taula de resultats

Taula A.5. Resultats del serpentí.

| | |
|---------------------------|----------|
| Longitud | 95.81 m |
| Distància entre voltes | 0.317 m |
| Distància tub-paret | 0.305 m |
| Diàmetre exterior del tub | 0.0889 m |
| Diàmetre de l'espiral | 3.048 m |

A.3. CÀLCUL DE BOMBES

A continuació es mostren els càlculs que s'han realitzat per tal d'escollir les bombes de procés. El procediment de càlcul fa referència a la bomba de càrrega de cisternes, però el procediment per calcular les bombes de les envasadores es realitza de la mateixa manera, només canvia el diàmetre de la canonada i el cabal.

A.3.1. Paràmetres de disseny

A la taula següent es mostren els paràmetres de disseny emprats:

Taula A.6. Paràmetres de disseny de les bombes

| Paràmetre | Valor |
|-------------------------|-----------------------|
| Densitat de l'oli | 880 kg/m ³ |
| Viscositat cinemàtica | 20 cSt |
| Velocitat a l'aspiració | 1.7 m/s |
| Velocitat a la impulsió | 1.7 m/s |
| Longitud aspiració | 50 m |
| Longitud impulsió | 20 m |
| Canonada aspiració | Schedule 40 4'' |
| Canonada impulsió | Schedule 40 4'' |
| Cabal | 50 m ³ /h |

A.3.2. Procediment de càlcul

A continuació s'explica pas a pas el procediment de càlcul.

1. Càlcul del nombre de Reynolds:

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

$$Re = \frac{1.7 \cdot 0.1023}{2.27 \cdot 10^{-5}} = 7652 \quad (\text{A.3.2})$$

2. Càlcul del factor de fricció mitjançant de Swane&Jane:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(d_{int}/\epsilon)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]} \quad (\text{A.3.3})$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(0.1023/4.6 \cdot 10^{-3})} + \frac{5.74}{7652^{0.9}} \right) \right]} = 0.034 \quad (\text{A.3.4})$$

3. Càlcul de les pèrdues a l'interior de la canonada:

$$h_f = \frac{l}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (\text{A.3.5})$$

$$h_f = \frac{50+20}{0.1023} \cdot \frac{1.7^2}{2 \cdot 9.81} = 3.43 \text{ m} \quad (\text{A.3.6})$$

4. Càlcul de les pèrdues menors:

Les pèrdues menors es calculen amb els elements que es troba el fluid al llarg del seu recorregut. Del tanc a la cisterna trobem els següents elements:

Taula A.7. Elements de la canonada.

| Element | Quantitat | Le/D |
|-----------------------|-----------|------|
| Sortida de tanc | 1 | 0.5 |
| Colzes estàndards 90° | 5 | 20 |
| Vàlvules de retenció | 3 | 100 |
| Vàlvules de comporta | 2 | 8 |

Sabent la longitud equivalent, podem calcular les pèrdues menors amb la següent formula:

$$h_L = f \cdot \frac{L_e}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot (\sum n \cdot \frac{L_e}{D}) \quad (\text{A.3.7})$$

Aplicant la formula obtenim unes pèrdues menors de 2.09 metres.

5. Pèrdues totals:

$$h = h_f + h_{menors} = 3.43 + 2.09 = 3.43 + 2.09 = 5.25 \text{ m} \quad (\text{A.3.8})$$

6. Pressió dels tancs:

La pressió d'emmagatzematge als tancs és atmosfèrica. Aquesta pressió es converteix a metres mitjançant la següent expressió:

$$h_{sp} = \frac{P_{abs}}{\gamma} = \frac{101325}{880 \cdot 9.81} = 11.74 \text{ m} \quad (\text{A.3.9})$$

7. Alçada de líquid al tanc:

L'alçada de líquid al tanc és un factor important a tenir en compte a l'hora de calcular la potència de la bomba, ja que si el tanc està ple, la potència requerida serà menor que si el tanc està buit. Per això s'ha realitzat el càlcul amb un alçada de líquid de 0.2 metres.

8. Càlcul de NPSH:

EL NPSH o alçada neta d'aspiració, es la diferència de pressió en un punt concret i la pressió de vapor del líquid. Es calcula de la següent manera:

$$NPSH = h_{sp} + h_s - h_f - h_{pv} \quad (\text{A.3.10})$$

On h_{sp} és la pressió al tanc, h_s l'alçada de líquid en el tanc, h_f són les pèrdues totals i h_{pv} la pressió de vapor del líquid. Tenint en compte que l'oli comença a produir vapor a partir dels 160°C, el valor de la pressió de vapor no s'ha tingut en compte. Per tant:

$$NPSH = 11.74 + 0.2 - 5.25 = 6.41 \text{ m} \quad (\text{A.3.11})$$

Aquest valor correspon al mínim requerit, la instal·lació ha de disposar d'un NPSH superior en cas que es requereixi més potència de bombeig o hi hagi altres imprevistos.

És per això que es calcula el valor de NPSH disponible:

$$NPSH_d = 1.1 \cdot NPSH = 1.1 \cdot 6.41 = 7.05 \text{ m} \quad (\text{A.3.12})$$

9. Selecció de la bomba:

Per tal de seleccionar el tipus de bomba correcte, s'han consultat diversos fabricants.

Tractant-se d'olis lubricants, el tipus de bombà més adequats són els següents:

Taula A.8. Tipus de bomba segons la seva aplicació

| Aplicació | Tipus |
|------------------------------|--------------------------|
| Càrrega/Descàrrega cisternes | Centrifuga auto-aspirant |
| Envasat | Pistó de vaivé rotatiu |

10. Potència de la bomba:

La potència de la bomba és el treball que realitza la bomba per unitat de temps i es calcula de la manera següent:

$$P = \frac{Q \cdot NPSH}{36 \cdot \varepsilon} \quad (\text{A.3.13})$$

On ε és l'eficiència global de la bomba, que s'obté:

$$\varepsilon = \varepsilon_{bomba} \cdot \varepsilon_{motor} = 0.6 \cdot 0.85 = 0.51 \quad (\text{A.3.14})$$

Per tant, la potència de la bomba serà:

$$P = \frac{50 \cdot 7.05}{36 \cdot 0.51} = 19.2 \text{ kW} \quad (\text{A.3.15})$$

Per últim es calcula la potència del motor, que s'obté de dividir la potència de la bomba entre l'eficiència global:

$$P_{motor} = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{19.2}{0.51} = 37.7 \text{ kW} \quad (\text{A.3.16})$$

11. Selecció de la bomba:

La bomba escollida per a les cisternes, és una centrífuga auto-aspirant model CombiChem, del fabricant Johnson Pump. Mitjançant la gràfica següent podem escollir el model de bomba adequat:

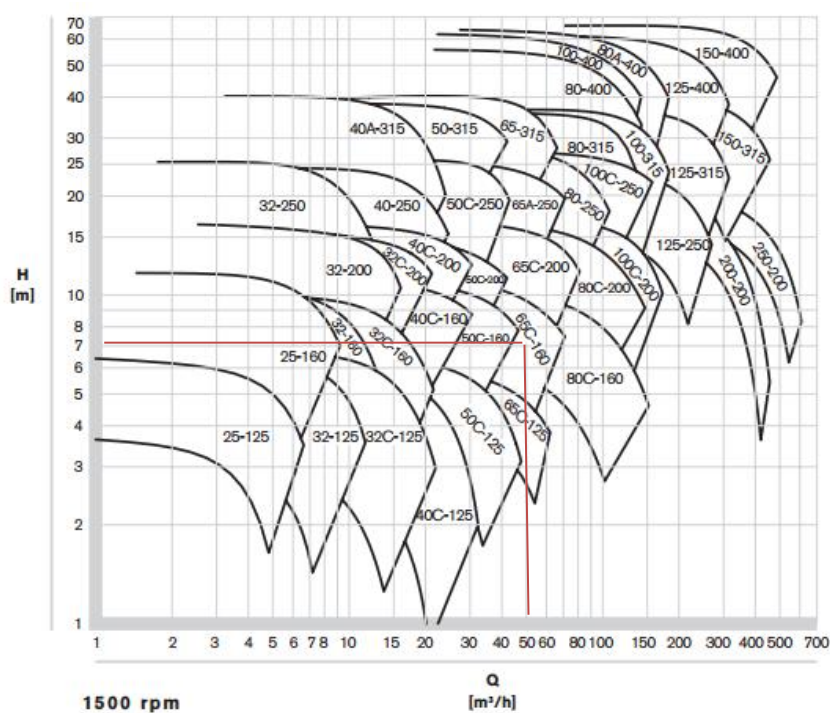


Figura A.2. Diagrama de treball de la bomba.

La bomba treballa a 1500 rpm, ja que és més adequat quan l'alçada de treball de la bomba no és molt elevada. Coneixent el cabal i l'alçada, s'ha escollit el model 65C-160.

A.4. CÀLCUL DE LES DIMENSIONS DE LA CUBETA

Per tal de dimensionar correctament la cubeta es tindran en compte les distàncies mínimes entre equips, establertes per la norma MIE-APQ-001/007 i prenent com a distància entre els tancs i el mur de la cubeta 3 metres.

A.4.1. Càlcul del volum mínim de la cubeta

L'alçada màxima de la cubeta serà de 3 metres. El volum de la cubeta serà:

$$V_t = 1.15 \cdot V_l + V_{a(h)} + V_{b(h)} + \dots \quad (\text{A.4.1})$$

Prenent com a V_l el volum total del tanc més gran. El volum dels altres tancs correspon al volum de líquid a l'alçada del mur de la cubeta. El factor 1.15 és un factor de seguretat que consisteix en:

- Un 10% per preveure l'increment de volum de volum en cas d'inundació amb aigua-espuma, en cas de vessament o accident que contribuïrien a incrementar la gravetat de l'accident.
- Un 5% que prové de l'elevació dels tancs respecte a la cota 0 de la cubeta, per permetre el manteniment de la vena líquida al fossar de bombes, i amb la finalitat de comptar el volum equivalent de les canonades i vàlvules que es troben a l'interior de la cubeta.

Per al volum total del tanc més gran, es pren com a valor el volum total del tanc, no el de treball, per tenir en compte el sobre-ompliment.

A la figura següent es mostra l'esquema de la cubeta:

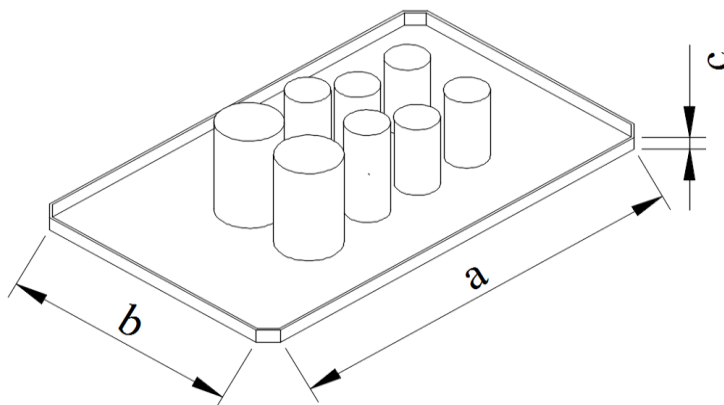


Figura A.2. Esquema de la cubeta.

La superfície mínima:

$$S_c = a \cdot b \quad (\text{A.4.2})$$

Si $S_c \cdot c$ és inferior al volum de la cubeta calculat, es modifiquen els valors de a, b o c segons convingui.

A.4.2. Resultats obtinguts

Seguint el procediment descrit en l'apartat anterior, s'han obtingut els següents resultats:

Taula A.9. Resultats del càlcul de la cubeta.

| Paràmetre | Valor |
|------------------------|-------|
| Vt (m ³) | 160.8 |
| a (m) | 36.6 |
| b (m) | 25.5 |
| c (m) | 0.5 |
| Sc·c (m ³) | 467.2 |

Podem observar que una alçada del mur de 0.5 metres és suficient per a contenir el volum dels tancs en cas de vessament, respectant les distàncies entre tancs i entre tancs i mur.

A.5. MULTIACOPLADOR ROTATIU

A continuació es mostra el plànol amb l'esquema i les dimensions del multiacoplador rotatiu:

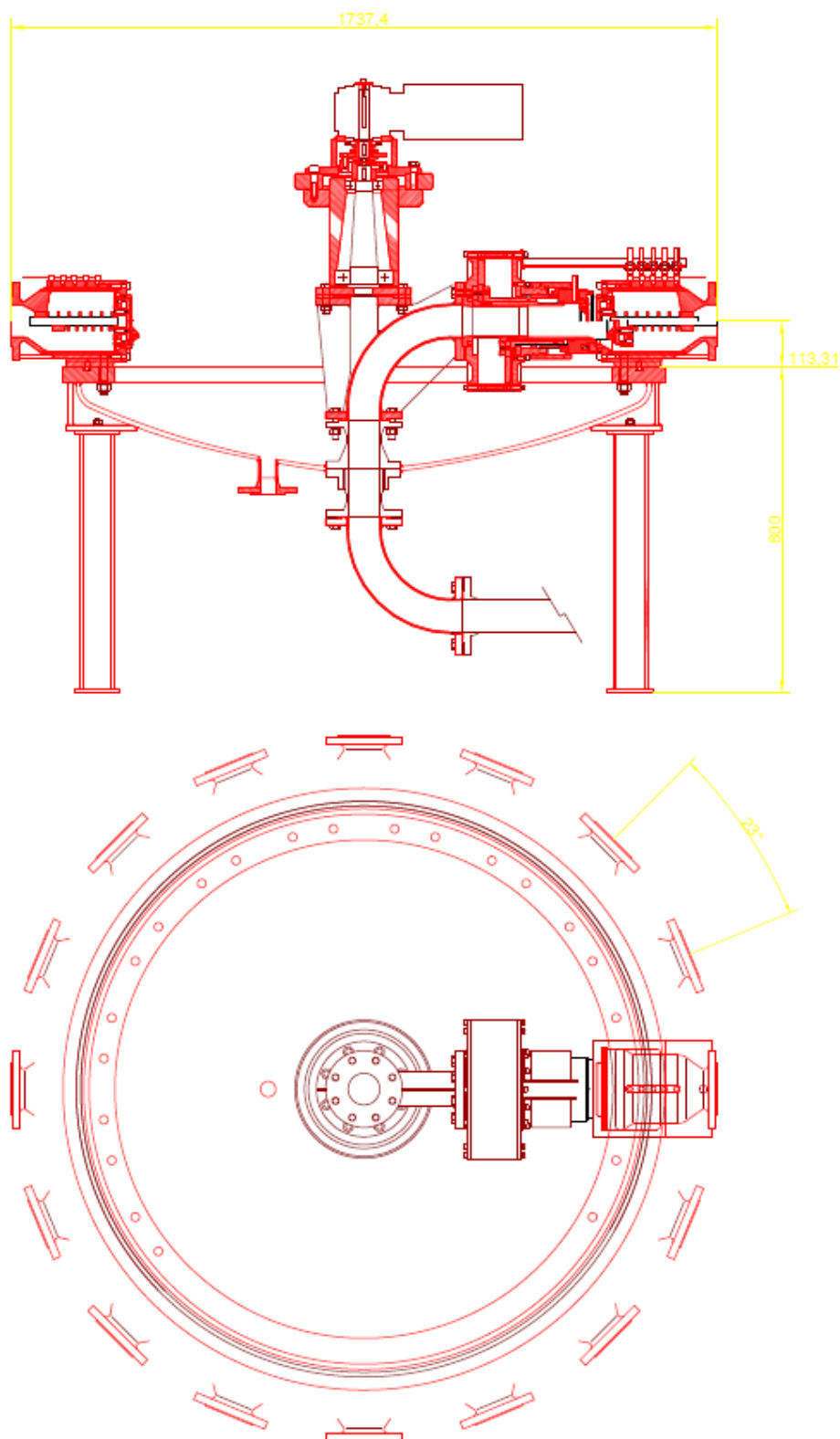


Figura A.3. Multiacoplador rotatiu

A.6. TAULES DE HAZOP

Taula A.10. Hazop.

| Nus | Paraula Guia | Desviació | Possibles causes | Conseqüències | Resposta del sistema | Accions a emprendre |
|-----|--------------|--|---|--|---|--|
| 1 | No | Venteig | Vàlvula de venteig obturada. | Augment o disminució de la pressió. | S'encén l'indicador de pressió. S'obre la vàlvula de seguretat. | Aturar operacions relacionades amb el tanc. |
| | | Cabal | Fallada en la vàlvula de la sortida del tanc. | No es poden realitzar operacions d'envasat. | S'encén l'indicador de pressió en la línia. | Obrir la vàlvula manual de sortida del tanc. |
| | | | Fallada en l'acoplament del multiacoplador. Fallada en la bomba. | No es poden realitzar operacions d'envasat. No es poden realitzar operacions d'envasat. | El sistema no permet obrir la vàlvula de sortida del tanc. S'encén l'indicador de pressió en la línia. | Revisar sistema d'acoplament. Operar amb la bomba secundària. |
| Més | Nivell | Fallada del sistema de control de nivell. Excés de cabal en la línia d'entrada de producte. | El líquid pot arribar a la vàlvula de venteig i produir un vessament. | S'encén l'indicador de nivell alt. | Tancar vàlvules d'entrada i obrir les de sortida. | |

Taula A.10. Hazop (continuació).

| Nus | Paraula Guia | Desviació | Possibles causes | Conseqüències | Resposta del sistema | Accions a emprendre |
|-----|--------------|-------------|--|--|---|--|
| 1 | Menys | Nivell | Fallada del sistema de control de nivell. Mal funcionament de les vàlvules de sortida. | Més sortida de producte del previst. Possibilitat de provocar el buit en el tanc. | S'encén l'alarma de nivell baix. | Revisió periòdica dels instruments de control. |
| | Més | Temperatura | Excés de vapor en el sistema de calefacció del tanc. Fallada del sistema de control de temperatura. | Disminució de la viscositat del producte, pot provocar problemes en la bomba. Augment de pressió. | La vàlvula de seguretat obrirà. | Tancar manualment la línia de vapor. |
| 2 | Més | Cabal | La bomba escollida no és l'adequada per a aquesta funció. | Augment del risc d'explosió o incendi a causa de l'electricitat estàtica. | Posada en marxa del sistema de presa de terra. | Canviar la bomba. |
| | | | Fallada en els mesuradors de cabal. | Cabal inadequat per a la dimensió de la canonada. | Regular el cabal amb el control de nivell del tanc. | Revisió periòdica dels elements de control de cabal. |

Taula A.6.1. Hazop (continuació).

| Nus | Paraula Guia | Desviació | Possibles causes | Conseqüències | Resposta del sistema | Accions a emprendre |
|-----|--------------|-----------|---|--|---|---|
| 2 | Menys | Cabal | Vàlvula del conducte d'aspiració tancada. | No arriba cabal a la bomba, possibilitat de cavitació. | L'indicador de pressió de la canonada no indica pressió a la línia. | Apagar la bomba per evitar la cavitació. |
| | | | Obstrucció de la canonada. | Disminució del cabal a la canonada. | El controlador de cabal obre la vàlvula automàtica. | En cas de fallada de la vàlvula automàtica, obrir el by-pass. |
| | | | Fuita en la canonada | Vessament | El controlador de cabal obre la vàlvula automàtica per augmentar el cabal requerit. | Tancar vàlvules de sortida del tanc. |
| | | | Mal funcionament de la bomba. | El cabal no arriba al cabal desitjat. | El controlador de cabal obre la vàlvula automàtica per obtenir el cabal desitjat. | Aturar la bomba i realitzar l'operació amb la bomba de recanvi. |

Taula A.6.1. Hazop (continuació).

| Nus | Paraula Guia | Desviació | Possibles causes | Conseqüències | Resposta del sistema | Accions a emprendre |
|-----|--------------|-----------|--|---|--|---|
| 2 | No | Cabal | Tanc buit La bomba no funciona. | No hi ha cabal a la línia d'aspiració, possibilitat d'espalllar la bomba. La bomba no aspira. No hi ha cabal a la línia d'aspiració. | El controlador de cabal demana un augment de cabal. | Parar la bomba. Accionar la bomba de recanvi. |
| | Més | Pressió | Augment de la velocitat del fluid a l'interior de la canonada. | Augment del risc d'explosió o incendi a causa de l'electricitat estàtica. | El controlador de cabal disminueix la pressió de la bomba. | |

A.7. EDAR

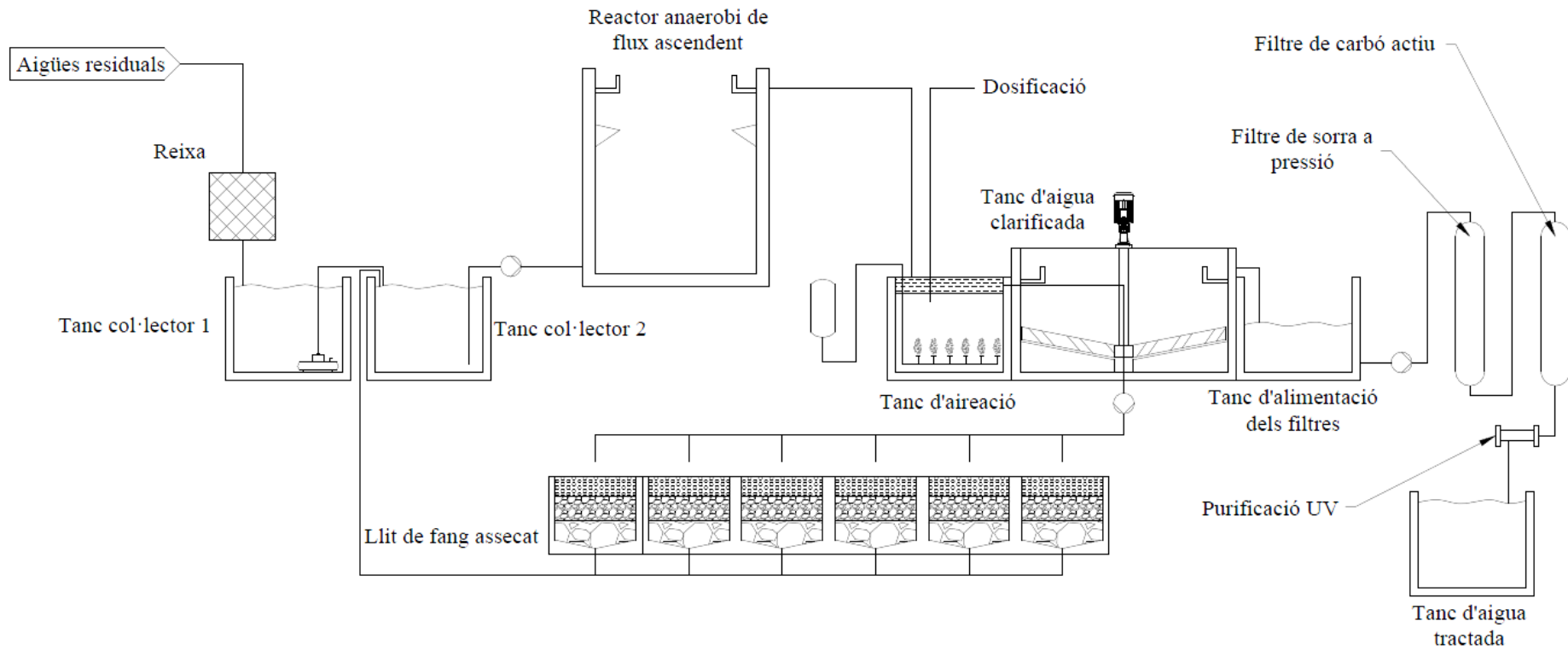
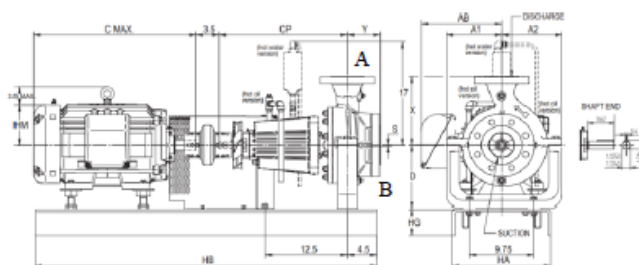
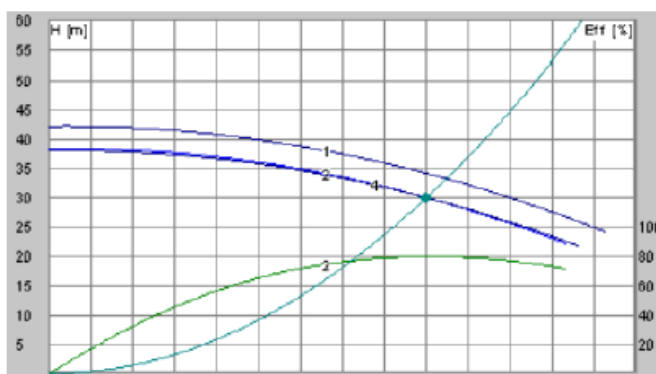


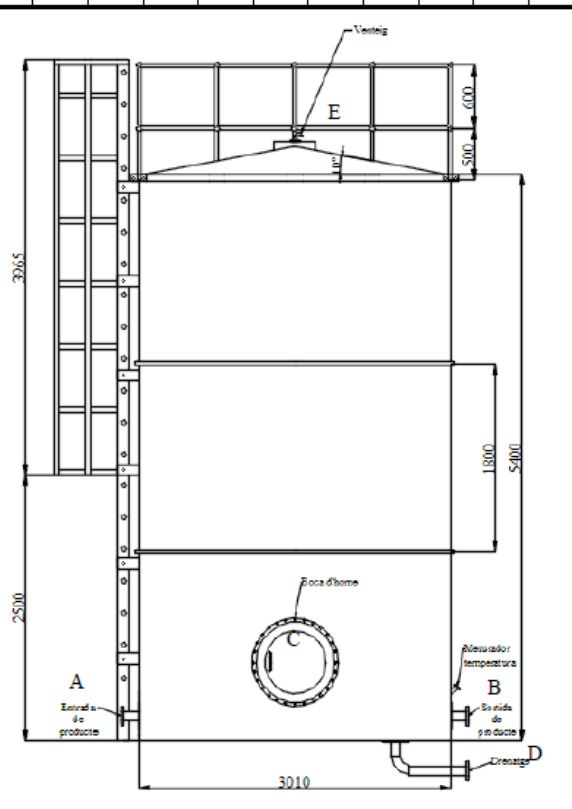
Figura A.4. Diagrama de procés de la EDAR.

P-103/P-104

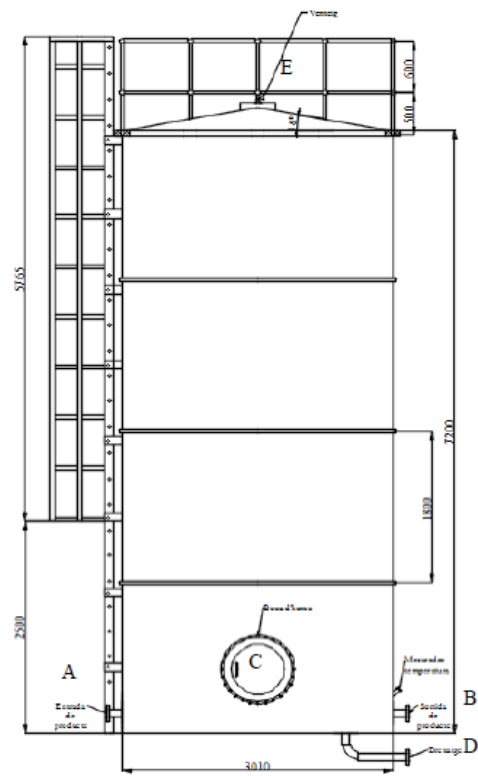
| | | | | | |
|----|----------------------------------|-------------------------|-------------------|--------|--------|
| 1 | Nº de bombes | RUN: | 1 | SPARE: | 1 |
| 2 | Servei: | | | | |
| 3 | Envasat de contenidors 200-1000L | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | Fluid bombejat | Oli lubricant | | | |
| 6 | Temperatura | 20-60 | °C | | |
| 7 | Densitat | 880 | kg/m ³ | | |
| 8 | Viscositat | 20-50 | cSt | | |
| 9 | Pressió de vapor | 0 | bar | | |
| 10 | Capacitat nominal | 25 | m ³ /h | | |
| 11 | Capacitat màxima | 800 | m ³ /h | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | ASPIRACIÓ | | | | |
| 14 | Pressió d'aspiració | 1 | bar | | |
| 15 | NPSH | 5,5 | m | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | IMPULSIÓ | | | | |
| 18 | Alçada de líquid | 5,5 | m | | |
| 19 | Pressió de descàrrega | 2 | bar | | |
| 20 | Pressió diferencial | 1 | m | | |
| 22 | REQUERIMENTS DE LA BOMBA | | | | |
| 23 | Tipus de bomba | Centrifuga autoaspirant | | | |
| 24 | Eficiència | 51 | % | | |
| 25 | Freqüència | 1500 | rpm | | |
| 26 | Potència | 15,1 | kW | | |
| 27 | | | | | |
| 28 | | | | | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 31 | | | | | |
| 32 | MATERIALS DE LA BOMBA | | | | |
| 33 | CASE | Cast iron | | | |
| 34 | IMPELLER | Cast iron | | | |
| 35 | SHAFT | Stainless steel | | | |
| 36 | SHAFT SLEEVE | Stainless steel | | | |
| 37 | | | | | |
| 38 | | | | | |
| 39 | | | | | |
| 40 | Boques | Marca | Nº | Dia. | Rating |
| 41 | Aspiració | A | | 4" | |
| 42 | Impulsió | B | | 2" | |
| 43 | Fabricant: | Johnson Pump | | | |
| 44 | Model: | 50C-125 | | | |
| 45 | | | | | |
| 46 | REV. | DATA | PREP. | APR. | |
| 47 | | | | | |




| | | | | | |
|--|------------------------|------------------------------|------------|----------------------|----|
| GENERAL | Codi: | T-101 a T-108 | | | |
| | Servei: | Emmagatzematge oli lubricant | | | |
| | Tipus de sostre: | Con fixe | | | |
| | Capacitat: | 36,9 m ³ | | | |
| OPERACIÓ | Pressió d'operació | 1 | | bar | |
| | Temperatura d'operació | 20 | | °C | |
| | Densitat del líquid | 880 | | kg/° | |
| | Cabal màxim entrada | - | | m ³ /h | |
| | Cabal màxim sortida | 50 | | m ³ /h | |
| DADES DE DISSENY | Pressió de disseny | 2 | | kg/cm ² g | |
| | Temperatura de disseny | 60 | | °C | |
| | Corrosió permesa | 1 | | mm | |
| | Nombre d'anells | 3 | | Nº | |
| | Eficiència soldadura | 85 | | % | |
| | Venteig: | X | Si | No | |
| | Aïllament: | | Si | X | No |
| | Calorífugat | X | Si | X | No |
| | Paintura: | | Si | X | No |
| | Pes buit: | 1824 | | | kg |
| Pes ple de producte: | 34262 | | | kg | |
| Pes ple d'aigua: | 38685 | | | kg | |
| MATERIALS | Anell perimetral | | Grux (mm) | Material | |
| | Nombre | | | Inoxidable | |
| | 3 | | 5 | Inoxidable | |
| | 2 | | 5 | Inoxidable | |
| | 1 | | 5 | Inoxidable | |
| Sostre | | 10 | Inoxidable | | |
| Fons | | 5 | Inoxidable | | |
| BOQUES | Servei: | Marca | No. | Dia. | |
| | Entrada de producte | A | | 4" | |
| | Sortida de producte | B | | 4" | |
| | Boca d'home | C | | 600 mm | |
| | Drenatge | D | | 3" | |
| Venteig | E | | 1" | | |
| NOTES: Dels 8 tancs de 30 metres cúbics, 4 són calorífugats. | | | | | |
| REV. | | DATA | | PREP. | |



| | | | | |
|--|------------------------|------------------------------|-----------|----------------------|
| GENERAL | Codi: | T-109 a T-112 | | |
| | Servei: | Emmagatzematge oli lubricant | | |
| | Tipus de sostre: | Con fixe | | |
| OPERACIÓ | Capacitat: | 48,9 m ³ | | |
| | Pressió d'operació | 1 | | bar |
| | Temperatura d'operació | 20 | | °C |
| | Densitat del líquid | 880 | | kg/m ³ |
| | Cabal màxim entrada | - | | m ³ /h |
| | Cabal màxim sortida | 50 | | m ³ /h |
| DADES DE DISSENY | Pressió de disseny | 2 | | kg/cm ² g |
| | Temperatura de disseny | 60 | | °C |
| | Corrosió permesa | 1 | | mm |
| | Nombre d'anells | 4 | | Nº |
| | Eficiència soldadura | 85 | | % |
| | Venteig: | X | Si | No |
| | Aïllament: | | X | No |
| | Calorifugat: | X | Si | No |
| | Pintura: | | X | No |
| | Pes buit: | 2157 | | kg |
| | Pes ple de producte: | 45231 | | kg |
| | Pes ple d'aigua: | 51104 | | kg |
| MATERIALS | | | Grux (mm) | Material |
| | Anell perimetral | | | |
| | Nombre | | | |
| | 4 | | 5 | |
| | 3 | | 5 | |
| | 2 | | 5 | |
| 1 | | 5 | | |
| Sostre | | | | |
| Fons | | | | |
| BOQUES | Servei: | Marca | No. | Dia. |
| | Entrada de producte | A | | 4" |
| | Sortida de producte | B | | 4" |
| | Boca d'home | C | | 600 mm |
| | Drenatge | D | | 3" |
| | Venteig | E | | 1" |
| NOTES: Dels 4 tancs de 50 metres cúbics, 2 són calorifugats. | | | | |
| REV. | | DATA | | PREP. |



| | | | | |
|--|------------------------|------------------------------|----------------------|----------|
| GENERAL | Codi: | T-112 a T-116 | | |
| | Servei: | Emmagatzematge oli lubricant | | |
| | Tipus de sostre: | Con fixe | | |
| | Capacitat: | 111 m ³ | | |
| OPERACIÓ | Pressió d'operació | 1 | bar | |
| | Temperatura d'operació | 20 | °C | |
| | Densitat del líquid | 880 | kg/m ³ | |
| | Cabal màxim entrada | - | m ³ /h | |
| | Cabal màxim sortida | 50 | m ³ /h | |
| DADES DE DISSENY | Pressió de disseny | 2 | kg/cm ² g | |
| | Temperatura de disseny | 60 | °C | |
| | Corrosió permesa | 1 | mm | |
| | Nombre d'anells | 4 | Nº | |
| | Eficiència soldadura | 85 | % | |
| | Venteig: | X | Si | No |
| | Aïllament: | | Si | No |
| | Calorífugat: | X | Si | No |
| | Pintura: | | Si | No |
| | Pes buit: | 3853 | kg | |
| | Pes ple de producte: | 101317 | kg | |
| Pes ple d'aigua: | 114607 | kg | | |
| MATERIALS | | | Grux (mm) | Material |
| | Anell perimetral | | | |
| | Nombre | | | |
| | 4 | | 5 | |
| | 3 | | 5 | |
| | 2 | | 5 | |
| 1 | | 5 | | |
| Sostre | | | | |
| Fons | | | | |
| BOQUES | Servei: | Marca | No. | Dia. |
| | Entrada de producte | A | | 4" |
| | Sortida de producte | B | | 4" |
| | Boca d'home | C | | 600 mm |
| | Drenatge | D | | 3" |
| | Venteig | E | | 1" |
| NOTES: Dels 4 tancs de 100 metres cúbics, 2 són calorífugats. | | | | |
|  | | | | |
| REV. | | DATA | PREP. | |

