





## **8. Posada en marxa i parada de la planta**

**TAGO CHEMICALS S.A.**  
**Engineering Solutions**

*“Cuando quieras hacer algo, hazlo. No aguardes hasta que las circunstancias te parezcan favorables.”*



## 8. Posada en marxa i parada de la planta

### 8- POSADA EN MARXA I PARADA DE LA PLANTA

|            |                                                                       |           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>8.1</b> | <b>INTRODUCCIÓ .....</b>                                              | <b>2</b>  |
| <b>8.2</b> | <b>COMPROVACIONS I VERIFICACIONS GENERALS .....</b>                   | <b>3</b>  |
| 8.2.1      | SERVEIS .....                                                         | 3         |
| 8.2.2      | PROCÉS .....                                                          | 3         |
| 8.2.3      | SEGURETAT .....                                                       | 4         |
| <b>8.3</b> | <b>POSADA EN MARXA INICIAL DE LA PLANTA .....</b>                     | <b>5</b>  |
| 8.3.1      | POSADA EN MARXA DELS SERVEIS .....                                    | 5         |
| 8.3.1.1    | Propilè .....                                                         | 5         |
| 8.3.1.2    | Aigua de refrigeració .....                                           | 5         |
| 8.3.1.3    | Vapor d'aigua .....                                                   | 5         |
| 8.3.1.4    | Aire comprimit .....                                                  | 6         |
| 8.3.1.5    | Nitrogen.....                                                         | 6         |
| 8.3.2      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE TANCS(100).....                          | 6         |
| 8.3.3      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE PRODUCCIÓ DE FREONS 11 I 13 (200).....   | 7         |
| 8.3.4      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE PURIFICACIÓ DE FREONS 11 I 12 (300)..... | 7         |
| 8.3.5      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE FORMACIÓ DE FREON-13(400).....           | 8         |
| 8.3.6      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE PURIFICACIÓ DEL FREON-13(500) .....      | 9         |
| 8.3.7      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA D'ACONDICIONAMENT DE PRODUCTES(600).....    | 9         |
| 8.3.8      | POSADA EN MARXA DE L'ÀREA D'EMAGATZEMATGE DE PRODUCTES (700) .....    | 10        |
| <b>8.4</b> | <b>PARADA DE LA PLANTA .....</b>                                      | <b>11</b> |

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

#### 8.1 INTRODUCCIÓ

L'objectiu de la posada en marxa és arribar a l'estat estacionari treballant en continu en tot el procés. Durant l'arrencada, tot el control, obertura de vàlvules i de més es fa de forma manual, i un cop s'arriba a l'estat estacionari, és a dir, quan ja no varien amb el temps les diferents variables del procés en cada punt (T,P, composicions, etc.), es passa a treballar en control automàtic, activant els llaços de control.

Caldrà realitzar l'operació de posada en marxa o arrencada del procés quan s'inicia el procés per primera vegada o després de les parades de planta, tant les parades programades per manteniment com les parades imprevistes.

Durant la posada en marxa hi haurà personal qualificat que s'encarregarà de la supervisió de que tot es faci correctament i que no hi hagi cap part del procés malament, així com un equip de manteniment per si es produïssin contratemps en temes de serveis, electricitat, mecànica dels equips, etc. A més, es posarà especial èmfasi en el control de la seguretat de la planta, a fi d'evitar futurs imprevistos.

Els operaris de cada part de planta hauran d'haver après tot el que han de realitzar llegint manuals d'instrucció -veure la seguretat que hi ha a cada secció-, aprendre a utilitzar els EPI en cas d'emergència, saber el que ocorre en aquella part del procés, els riscos associats a les substàncies que es troben en la secció, etc.

Abans de realitzar l'arrencada de la planta, però, s'han de fer una sèrie de comprovacions i veure que tot està en ordre per evitar contratemps i/o accidents.

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

#### 8.2 COMPROVACIONS I VERIFICACIONS GENERALS

S'han de complir certs punts abans de la posada en marxa de la planta. Aquestes comprovacions es realitzaran de manera sistemàtica i rigorosa. Per tal de que es revisin tots els elements de manera correcte s'utilitzen "checklist".

Amb la "checklist" es comprova que tot està en ordre i si fa falta s'actua per canviar o reparar algun equip que ho requereixi.

##### 8.2.1 SERVEIS

Llista de tasques a comprovar referent als serveis:

- Els serveis arriben a la planta de manera correcta.
- Els serveis (electricitat, gas natural, aigua de torre, etc.) estan correctament connectats als equips.
- No s'aprecien fuites o pèrdues.
- La quantitat de serveis és l'establerta amb els proveïdors.

##### 8.2.2 PROCÉS

Llistat d'accions que hauran de ser revisades referents als equips:

- Comprovació dels materials i calibratges.
- Comprovar els diagrames d'enginyeria i construcció.
- Eines i peces de recanvi per als equips de la planta.
- Comprovació de la prova hidràulica amb aigua amb pigment per localitzar fuites.
- Equips nets i lliures d'humitat.
- Encebat de bombes.
- Comprovació de vàlvules.
- Comprovació d'instrumentació.
- Inertització de tancs, canonades i equips per evitar la humidificació del fluid.
- Lubricació dels equips mecànics.
- Expansió de les canonades que ho requereixin.

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

#### 8.2.3 SEGURETAT

Llista de comprovacions i consideracions relacionades amb la part de seguretat:

- Comprovar la instal·lació i funcionament de dutxes d'emergència i renta ulls.
- Comprovació dels extintors, correcta ubicació i senyalització i revisions realitzades.
- Comprovar alarmes i sensors de màxima i mínima.
- Correcte nivell de la bassa d'incendis i funcionament de les bombes.
- Comprovar que als sistemes connectats a la línia contra incendis el hi arriba aigua i estan ben senyalitzats.
- Inventari de la disponibilitat i estat dels EPI.
- Revisió de farmacioles i unitats de primers auxilis. Comprovar que es disposin de tots els elements necessaris en cas d'incendi.
- Comprovar el taratge de les vàlvules de seguretat i discs de ruptura.
- Comprovar la senyalització de les sortides d'emergència i el seu accés.
- Dur a terme proves de pressió als equips que treballin a pressió.
- Assegurar-se que les alarmes d'emergència i la il·luminació d'emergència funcionen correctament.
- Comprovar la correcta ubicació dels plans d'emergència disponibles en els sectors.
- Comprovar els manuals d'operació dels equips i zones.

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

#### 8.3 POSADA EN MARXA INICIAL DE LA PLANTA

Un cop realitzades totes les comprovacions i el correcte compliment dels punts exposats en la “checklist” es procedeix a l’arrencada de la planta. Aquesta tindrà lloc per zones, mitjançant procediments individuals i específics de cadascuna d’aquestes, els quals es descriuen a continuació.

##### 8.3.1 POSADA EN MARXA DELS SERVEIS

###### 8.3.1.1 Propilè

El propilè, igual que l’aigua de refrigeració, és el primer servei que cal posar en funcionament per tal d’evitar punts calents a la zona de producció, especialment en els equips dissenyats per temperatures moderades i/o altes.

El primer pas és omplir el circuit i el tanc d’expansió de propilè. Seguidament s’engeguen les bombes que impulsaran el propilè a l’equip de fred per assolir la temperatura d’operació. Finalment, un cop s’arriba a la temperatura desitjada, es fa circular el fluid pels diferents equips que ho requereixen, tals com els tancs d’emmagatzematge de freon-13 i els condensadors.

###### 8.3.1.2 Aigua de refrigeració

Al igual que el propilè, l’aigua de refrigeració és un dels primers corrents que cal iniciar en la posada en marxa. En primer lloc, igual que amb l’equip de fred, s’ha d’omplir el tanc pulmó i portar l’aigua a la torre. Aquest dipòsit s’omple amb aigua descalcificada provinent del descalcificador. Es fa un circuit tancat fins que el sistema arriba a l’estat estacionari amb les condicions que es requereixen a la planta. Un cop assolides aquestes condicions, es condueix l’aigua fins a aquells equips que ho requereixen.

###### 8.3.1.3 Vapor d’aigua

El vapor d’aigua és un dels serveis més importants en el procés ja que és el fluid calefactor que s’utilitza en la majoria dels bescanviadors de calor.



### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

El primer pas per posar en marxa aquest servei és omplir tres quartes parts del volum de la caldera amb aigua descalcificada. A continuació s'encén la caldera injectant aire comprimit i combustible a la cambra de combustió per tal d'escalfar l'aigua. Un cop l'aigua s'evapora es porta a les condicions d'operació requerides. Un cop assolides aquestes condicions, s'obren les vàlvules de serveis per tal que circuli el vapor.

#### 8.3.1.4 Aire comprimit

Engegar els compressors per a que s'assoleixin les condicions de pressió necessàries. Cal augmentar la potència per tal d'assegurar el funcionament de les vàlvules, doncs durant l'arrencada es poden produir requeriments més elevats per simultaneïtats anormals.

#### 8.3.1.5 Nitrogen

El nitrogen ha d'estar líquid per emmagatzemar, per tant és un tanc criogènic líquid. El requeriment de nitrogen s'utilitza per a eliminar la humitat i per a pressuritzar els tancs que ho requereixen.

#### 8.3.2 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE TANCS(100)

Un cop s'han realitzat les comprovacions dels tancs i s'ha assegurat la correcta eliminació de la humitat, es procedeix a omplir els tancs de matèries primeres. S'ha decidit que com a mínim la meitat dels tancs de cada compost estigui plena al màxim a l'hora d'iniciar l'arrencada de la planta.

Per estar a condicions de treball òptimes, cal comprovar les pressions i temperatures que hi ha en els tancs i assegurar que són estables a l'hora d'iniciar la posta en marxa. Un cop les condicions són òptimes s'accionen les vàlvules i bombes per conduir els fluids a la àrea 200 per a l'inici del tractament que els portarà a condicions per entrar al reactor.

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

#### 8.3.3 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE PRODUCCIÓ DE FREONS 11 I 13 (200)

Aquesta àrea és la més crítica, ja que els productes es formen a alta temperatura, per tant cal vigilar amb els punts de control. A part, cal prestar especial atenció a les recirculacions energètiques que es fan i a la possible formació de punts calents en el reactor R-201.

Primerament s'obren les vàlvules de procés que venen de l'àrea 100 per tal de circular els fluids als bescanviadors de l'àrea 200, a fi d'evaporar-los per entrar al reactor en fase gas i que es dugui a terme la reacció.

Inicialment s'engegarà el corrent de  $\text{CCl}_4$ , escalfant-lo i portant-lo a la temperatura de reacció. Es deixarà circular fins la primera columna de la zona 300, on es treballarà a reflux total de manera que únicament es recirculi el tetraclorur. Al establir-se un pseudo estat estacionari, es comença a fer circular el HF, el qual s'escalfarà amb el corrent de procés assolint mica en mica la temperatura de reacció. El cabal de HF s'obre gradualment per tal d'assegurar que reaccioni completament, així com per mantenir un augment gradual i controlat sobre la temperatura.

#### 8.3.4 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE PURIFICACIÓ DE FREONS 11 I 12 (300)

Les columnes de purificació DC-301 i DC-302 són els equips principals de la zona 300. Aquests equips tenen una posta en marxa similar, ja que s'hauran d'operar a reflux total tant en caps com a destil·lat fins que s'obtingui la separació òptima en estat estacionari.

La columna DC-301 s'obre a l'hora que el reactor R-201, ja que la sortida d'aquest últim és l'entrada a la columna, que treballarà a reflux total. Únicament es deixaran sortir les cues, per tal de circular-les a l'inici del procés, ja que tant sols sortirà per cues el  $\text{CCl}_4$ . Un cop el HF arribi al seu cabal normal d'operació i s'assoleixin les condicions de separació òptimes, s'obre la sortida del condensador per deixar circular el fluid de procés cap a la columna DC-302.

A la columna DC-302 s'engegarà la caldera en el moment que el líquid que baixa per la torre arribi al nivell de mínima, evitant així danyar l'equip. El condensador amb propilè haurà estat engegat al inici de tot del procés, per el que el condensador treballarà des de el primer moment. Aquesta torre treballa a unes condicions de sobrepressió, 10 atm. Per arribar a aquestes condicions cal entrar el

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

fluid de procés a la pressió d'operació, mentre la columna opera a reflux total. Així doncs, s'omple la columna i es va pressuritzant i un cop s'arriba a la pressió de consigna, la columna començarà a operar amb normalitat, moment en que s'obren les vàlvules de sortida del condensador i reboiler. D'aquesta manera els caps passaran a la zona de purificació del freon-13 i l'absorció del àcid clorhídric. D'altra banda les cues seguiran el procés fins a l'equip S-301 (prèvia evaporació mitjançant vapor).

L'absorbidor d'àcid clorhídric estarà en funcionament, de manera que en el moment en el que s'iniciï la circulació del fluid que surt del condensador l'aigua descalcificada ja estarà circulant per dins del equip. La temperatura d'entrada a aquest equips és un punt crític, ja que el bescanviador que escalfa el fluid usant el corrent de sortida del segon reactor no es troba encara operatiu. Per tant en la posta en marxa el bescanviador E-306 és l'únic que escalfarà el fluid, motiu pel qual es requerirà un major cabal de vapor. La sortida d'àcid es portarà a l'àrea 500, ja que s'usa com a fluid calefactor, mentre que el freon-13 es portarà a l'àrea de purificació, 600.

El Scruber per eliminar el HF que no reaccioni operarà amb normalitat des de l'inici, ja que el nitrogen que s'usa per eliminar el HF es circula des de l'inici de la posada en marxa, ja que es troba a l'àrea de serveis. La sortida del Scrubber es portarà a l'àrea 400.

#### 8.3.5 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE FORMACIO DE FREON-13(400)

L'àrea 400 és l'àrea on es troba l'altre reactor, el qual és el segon punt més crític de la planta, ja que el reactor treballa en condicions isotermes i per tant cal un control acurat la temperatura.

Inicialment, la sortida del Scrubber S-301 es porta a un bescanviador que utilitza vapor per tal de portar el fluid a la temperatura d'operació.

El reactor haurà estat refrigerat des de l'inici del procés, ja que l'aigua que circula per la camisa està activa des de la posta en marxa del serveis. Per aquest motiu, inicialment es tindrà una conversió més baixa de la desitjada, fet que fa que s'hauran de recircular els components. Per realitzar un aprofitament de les línies de procés i no complicar altres canonades, el que es fa és seguir endavant de manera que el bescanviador de l'àrea 300 per escalfar l'àcid clorhídric comença a operar, reduint així el consum de vapor. A més a més, s'inicia la posta en marxa de

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

l'àrea 500, ja que s'aprofita la recirculació de la columna DC-502, les sortides de cues de la qual es porten al bescanviador E-401.

#### 8.3.6 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA DE PURIFICACIÓ DEL FREON-13(500)

L'àrea de purificació del freó consta de dues columnes, igual que l'àrea 300, les quals operen a pressió atmosfèrica i a sobrepressió, 10 atm.

Aquest àrea es posarà en marxa a l'hora que l'àrea 400, ja que el fluid es deixarà circulant per la columna a reflux total de manera que la recirculació es portarà fins la segona columna per augmentar la conversió del reactor R-401. La columna es posarà a règim igual que s'ha fet amb les columnes DC-301 i DC-302. S'inicia a reflux total fins que s'estabilitzen les temperatures de reboiler i condensador. Un cop estabilitzades aquestes temperatures es porten a la següent columna.

La columna DC-502 s'omple fins a arribar a la pressió d'operació abans de començar a reflux total. Un cop s'arriba a l'estabilització de les pressions i temperatures es deixa treballar a règim i es tanca la sortida del condensador per tal de recircular tot el cabal a l'àrea 400. D'aquesta manera es millora la conversió del reactor i no es perden reactius, ja que disminueix el cabal de procés que es considera contaminat perquè no s'han assolit les temperatures i conversions d'operació correctes.

#### 8.3.7 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA D'ACONDICIONAMENT DE PRODUCTES(600)

L'àrea 600 és l'àrea en que els productes finals assoleixen les condicions d'emmagatzematge. Així doncs, en aquesta únicament s'hi troben compressors, bombes i bescanviadors.

Els bescanviador per baixar la temperatura treballen amb aigua de torre pel que fa al HCl i amb propilè pel freon-13. Tal com s'ha esmentat, aquests equips ja es trobaran operatius, ja que la posada en marxa dels serveis de fred és el primer pas que s'ha realitzat.

El bescanviador de freon-13 vindrà precedit d'un compressor.

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

#### **8.3.8 POSADA EN MARXA DE L'ÀREA D'EMAGATZEMATGE DE PRODUCTES (700)**

Aquesta àrea està destinada a l'emmagatzematge i a la càrrega dels productes de la planta. En aquesta àrea s'hi troben les bombes que impulsaran els fluids als seus respectius tancs (T-701/T-704 pel Freon-13 i T-705/T-709 per l'àcid clorhídric) així com les bombes de descàrrega per portar els fluids als camions.

### 8. Posada en marxa i parada de la planta

---

#### 8.4 PARADA DE LA PLANTA

Es realitzaran dues parades a la planta de 32 i 33 dies cada una, als mesos de Març i Setembre<sup>1</sup>, respectivament. Cada vegada que es pari la planta es duran a terme les tasques de neteja, manteniment i revisió d'equips i accessoris, així com les ampliacions de la planta que s'hagin proposat i les modificacions del procés o instruments.

La parada de la planta s'haurà d'iniciar de la mateixa manera que la posta en marxa, des de l'àrea 100. Per tant s'haurà de fer una planificació acurada pel buidatge dels tancs, de manera que el subministrador de matèries primes no aportï nova matèria abans de la parada.

Un cop no quedin matèries primes als tancs, s'aniran tancant les bombes i vàlvules d'alimentació, de manera seqüencial, i en el mateix ordre que en la posta en marxa. Caldrà per tant un control manual de la instal·lació, així com vigilar la concentració de sortida de la purificació de freon-13, doncs podria ser que ja no es produís en les condicions òptimes de puresa per a la seva comercialització.

La recirculació dels equips al tanc M-201 i la recirculació que condueix a l'entrada del reactor R-401 hauran de desviar-se de manera que s'emmagatzemaran i serviran com a fluids per a la posta en marxa posterior. D'aquesta manera es pot recircular el CCl<sub>4</sub> a un tanc i disminuir el requeriment d'aquest reactiu per a la posada en marxa. Per altra banda el fluid recirculat per al reactor R-401 servirà per disminuir el temps que trigarà el reactor en operar en estat estacionari. Un cop s'hagi realitzat la posta en marxa es podran netejar aquests tancs.

Un cop s'ha parat la planta, però, per les canonades de procés encara hi circula freon-13. Així doncs, s'hauran d'anar prenent mostres per comprovar-ne la puresa, ja que es vol recuperar el màxim de producte del procés. Un cop les condicions canviïn, el fluid de procés es portarà a un tanc pulmó auxiliar que serà tractat com a residu.

Per finalitzar el procés de parada caldrà buidar canonades. Per fer-ho s'utilitza aigua descalcificada a pressió per arrossegar els fluids que quedin estancats a la canonada. D'aquesta manera es netejaran els equips, per al seu posterior assecat amb aire i N<sub>2</sub> per eliminar la humitat.

---

<sup>1</sup> Es decideix parar la planta durant aquests dos mesos de tal forma que la producció durant els mesos de major calor i, en conseqüència, de major consum de refrigerant sigui total. Així doncs, durant l'època d'estiu, coincidint amb les temperatures més elevades, la planta es trobarà totalment operativa, fet que permetrà abastir als clients amb Refrigerant-13 durant l'època de major demanda d'aquest producte.