

CAPÍTULO 8:

PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE VINILO



ÍNDICE

8.1 INTRODUCCIÓN	2
8.2 ACCIONES PREVIAS	2
8.2.1 ORGANIZACIÓN Y CHEQUEOS.....	2
8.2.2 INSPECCIONES, TESTS Y MANTENIMIENTO	3
8.3 SERVICIOS EN PLANTA	4
8.3.1 CALDERA DE VAPOR	4
8.3.2 NITRÓGENO	5
8.3.3 TORRE DE REFRIGERACIÓN	5
8.3.4 CHILLER	5
8.3.5 ESTACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	6
8.3.6 AGUA CONTRA INCENDIOS	6
8.3.7 OTROS SERVICIOS	6
8.4 PUESTA EN MARCHA DESDE CERO	6
8.4.1 A100 - ÁREA DE REACCIÓN	7
8.4.2 A200 - ÁREA DE SEPARACIÓN	9
8.4.2.1 PUESTA EN MARCHA DE LA COLUMNA CD-201	9
8.4.2.2 PUESTA EN MARCHA DE LA COLUMNA CD-202	11
8.4.2.3 PUESTA EN MARCHA DEL RESTO DE EQUIPOS DEL ÁREA 200.	12
8.4.3 A300 – LÍNEA DE GASES	13
8.4.4 A400 – ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS.....	15
8.4.4.1 CARGA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO	15
8.4.4.1 DESCARGA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO	16
8.5 PUESTA EN MARCHA DESPUÉS DE AVERÍAS O EMERGENCIAS	17
8.6 PARADA DE LA PLANTA	18
8.6.1 EXTRACCIÓN DEL CATALIZADOR DE LOS REACTORES MULTITUBULARES.	18
8.6.2 RESTO DE PROCEDIMIENTOS DURANTE LA PARADA DE LA PLANTA.....	18

8.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se indica el protocolo que se tiene que realizar cuando se produce el periodo de transición entre el parado de la planta y la operación de ésta en continuo. Este periodo de transición es la puesta en marcha.

El protocolo de la puesta en marcha debe realizarse en el caso de que se haya producido un paro de la producción a causa del mantenimiento, una emergencia o por que sea la primera vez que se hace.

La puesta en marcha se divide en acciones previas, servicios en planta y puesta en marcha del proceso.

8.2 ACCIONES PREVIAS

Antes de poner en marcha cualquier equipo de la planta, se debe inspeccionar y chequear que todos los instrumentos y equipos funcionen adecuadamente. Las acciones previas se separan en los siguientes procedimientos:

8.2.1 ORGANIZACIÓN Y CHEQUEOS

Debe establecerse el sistema de roles, responsabilidades y organización del personal de la planta. Para ello, primeramente, se generan 3 turnos de trabajo para controlar que la producción no se ature durante toda la jornada.

Sumando la anterior, estas son las acciones más importantes por realizar en relación con la organización:

- 1- Organizar el personal y establecer los turnos de trabajo.
- 2- Comprobar la disponibilidad de los proveedores:
 - a. De materias primas (reactivos) y catalizadores.
 - b. De servicios y otras sustancias (de agua glicolada a nitrógeno).
 - c. De recambios de componentes y equipos.

- 3- Asegurar que se dispone de todos los pedidos realizados. A parte, se debe chequear que éstos tengan las cualificaciones de seguridad pertinentes (ATEX, por ejemplo).

(Todas estas comprobaciones deben estar puntualizadas en el protocolo de la empresa. En el caso de que no lo estuvieran o fueran obsoletos, se tendrían que actualizar.)

8.2.2 INSPECCIONES, TESTS Y MANTENIMIENTO

Cuando se dispone de todos los equipos necesarios para poder proseguir con la puesta en marcha del proceso, antes se tiene que asegurar que todos actúan correctamente. Esta es la lista de todos los componentes que se tienen que inspeccionar:

- ✓ Tuberías
- ✓ Válvulas
- ✓ Equipos
- ✓ Aislantes
- ✓ Cableado
- ✓ Instrumentación
- ✓ Instalación eléctrica
- ✓ Estructuras
- ✓ Medidas antiincendios
- ✓ Señalización

En relación con los test previos, se deben realizar para comprobar que los distintos sistemas, funcionen adecuadamente. Los sistemas que se deben testear son los siguientes:

- ✓ Test de estanqueidad e hidráulico.
- ✓ Test del sistema eléctrico
- ✓ Test de la instrumentación y el control. En estos testes, también se comprueba que la calibración de los sensores sea la correcta. Si no es el caso, durante el mantenimiento se debe realizar.
- ✓ Test de las tuberías.

- ✓ Test neumático: Se lleva a cabo para asegurar que los equipos trabajen a la presión que se ha determinado. Se realiza con aire comprimido.
- ✓ Test hidráulico: Se introduce agua limpia a los equipos para comprobar la estanqueidad de éstos. El test también comprueba su diseño mecánico.

En relación con el mantenimiento previo de los equipos, se lleva a cabo, principalmente, la calibración de la instrumentación. La calibración de la instrumentación de control la realizan las empresas proveedoras. Para el mantenimiento del resto de equipos, el equipo de mantenimiento de la planta estará al cargo de efectuarlo.

8.3 SERVICIOS EN PLANTA

Después de realizar todos los testes, inspecciones y chequeos previos, se prosigue con la puesta en marcha de, primeramente, los servicios de la planta. Cabe recordar que los servicios utilizados en la planta son el agua de refrigeración, el nitrógeno, el aire comprimido, el agua glicolada, la electricidad y el vapor de agua.

Para que estos servicios funcionen, se utilizan los siguientes equipos, que se van a tener que activar:

8.3.1 CALDERA DE VAPOR

La caldera de vapor se pone en marcha después de haber conectado ésta a la red de gas natural. Después, se puede iniciar el proceso mediante el llenado de la caldera con agua descalcificada.

El agua descalcificada se obtiene de otro equipo, que es el descalcificador de agua. Hay 4 equipos con esta función en la planta (AD601-604) y evitan cualquier avería que pudiera surgir en la caldera durante su funcionamiento a causa del mal estado del agua evaporada.

Cuando se han llenado los tanques con agua descalcificada, entonces se calientan a la temperatura y presión deseada. Se vigila el posible generado de elevadas emisiones de monóxido de carbono a causa de que pudiera ocurrir una mala combustión.

8.3.2 NITRÓGENO

Se dispone de nitrógeno para inertizar los equipos y éste se almacena en unos tanques criogénicos especializados. También se utiliza el nitrógeno para poder contrarrestar una variación de presión elevada (cuando se vacíe o llene un equipo).

Su puesta en marcha solo se basa en que la empresa proveedora del tanque se encargue de llenarlo. Esta empresa también se encargará del mantenimiento del tanque.

Cuando la puesta en marcha se haya realizado, se realiza un blanketing de todas las tuberías del proceso con nitrógeno para evitar la presencia de aire en la instalación.

8.3.3 TORRE DE REFRIGERACIÓN

La torre de refrigeración permite disminuir la temperatura del agua de servicio mediante el contacto con el aire. Para ponerla en marcha, se calienta agua a 40°C y, después de revisar que todas las sondas estén bien calibradas, se fija un set point de 25°C para el corriente de salida.

La puesta en marcha concluye en el punto cuando se obtiene esta temperatura de salida determinada. En ese justo momento, se fijan los caudales de aire que han sido necesarios para tal objetivo. A partir de entonces, el control automático ya puede hacer operar la torre.

En adición, el agua utilizada en el arranque es agua descalcificada y se toman valores periódicos del pH, conductividad y turbidez.

8.3.4 CHILLER

El chiller se utiliza para poder enfriar agua a bajas temperaturas (inferiores a la torre de refrigeración). Su puesta en marcha, al igual que los tanques de nitrógeno, es llevada a cabo por la empresa proveedora del aparato. El encendido cuenta, principalmente, con el llenado de los depósitos de agua glicolada y de los refrigerantes del circuito de compresión del chiller.

En este caso, cualquier mantenimiento periódico que se le haga también será realizado por los proveedores u otra empresa externa especializada.

8.3.5 ESTACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido es necesario para activar todas las válvulas automáticas de control. Por lo tanto, se realizan pruebas previas en el compresor para asegurar que el funcionamiento de la estación sea el correcto.

8.3.6 AGUA CONTRA INCENDIOS

Antes de poner en marcha cualquier equipo de la línea principal, es necesario, por medidas de seguridad, que la red de agua contra incendios esté en marcha. Por lo tanto, se llenan las balsas de agua y se activan los sistemas automáticos de agua contra incendios en los interiores de la planta.

8.3.7 OTROS SERVICIOS

Para finalizar este apartado, también se debe poner en marcha el transformador eléctrico y asegurarse de que todas las áreas tienen el abastecimiento de electricidad necesario.

El servicio de gas natural debe ponerse en marcha muy al inicio (antes de activar el protocolo de encendido de la caldera, por ejemplo). Solo es necesario abrir la llave de paso de la línea.

8.4 PUESTA EN MARCHA DESDE CERO

La puesta en marcha se realizará de distintas formas en función de los equipos que se encuentren en cada área. A continuación, se muestra el orden que se ha llevado a cabo para la puesta en marcha de la planta:

Como no hay almacenamiento de reactivos en la planta, la primera área a ejecutar su puesta en marcha es el área de reacción.

8.4.1 A100 - ÁREA DE REACCIÓN

Como en esta área se realiza una reacción altamente exotérmica y se manipulan compuestos altamente inflamables, cancerígenos y corrosivos, su puesta en marcha se debe dar de forma gradual, para evitar que se produzcan reacciones *run away*.


Se han tenido en consideración estos hechos remarcables en la puesta en marcha del A100 (y también en otras):

- Debido a la peligrosidad de los compuestos, se ha tenido especial cuidado con el manejo de la temperatura del fluido en los equipos, por ejemplo, activando siempre la refrigeración antes que la válvula de entrada a los intercambiadores y reactores.
- Se ha tenido en consideración, tanto en el área 100 como las otras, el cuidado de los compresores, debido a que no se pueden activar sin un fluido gas que fluya. Por lo tanto, Se han activado en el momento en el que se ha asegurado al 100%, mediante las lecturas de los sensores, que circulaba gas a través de ellas.
- La recirculación se mantiene cerrada debido a que no se ha puesto aún en marcha el área 300.

Los objetivos, el estado final a alcanzar y los requisitos iniciales en la activación del área 100 son los siguientes:

- **OBJETIVO:** Hacer que el área de reacción formada principalmente por 3 reactores multitubulares pueda operar.
- **ESTADO FINAL:** Reactor en funcionamiento a la temperatura y presión de diseño. Condiciones del corriente de salida óptimas.
- **REQUISITOS:** Todas las válvulas cerradas y reactores inertizados con nitrógeno.

A continuación, se muestra la puesta en marcha que se realiza en el área de reacción:

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	ÁREA 100
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO POR REALIZAR			REALIZADO
Tarea 0	Inertización de los 3 reactores realizada correctamente			X
Tarea 1	Introducir el catalizador de cloruro de mercurio por los tubos de los reactores.			
Tarea 2	Proceder al llenado del mezclador (M-101). Mantener cerrada aún la conexión del mezclador con la recirculación proveniente del área 300 (que está vacía)			
Tarea 3	Revisar fugas y en las conexiones del mezclador.			
Tarea 4	Activar la válvula para el paso del corriente de salida del mezclador a los compresores de ΔP baja N-101A (mantener cerrada la del compresor N-101B).			
Tarea 5	Encender el compresor N-101A (no puede estar activado sin un gas que fluya).			
Tarea 6	Abrir la válvula de entrada del servicio de refrigeración del intercambiador. Dejar que coja temperatura.			
Tarea 7	Abrir la válvula de entrada al intercambiador de calor E-101.			
Tarea 8	Iniciar el servicio de refrigeración en la carcasa de los reactores multitubulares. Dejar que coja temperatura y se llene.			
Tarea 9	Abrir la válvula de paso a los 3 reactores.			
Tarea 10	Abrir la válvula de entrada al reactor R-101, R-102 Y R-103.			
Tarea 11	Activar el sistema de control de temperatura y presión de los reactores.			
Tarea 12	Abrir la válvula de salida de los reactores. Proporcionar una abertura menor al inicio (en comparación con la abertura en estado estacionario) porque aún no se produce la recirculación del proceso.			
Tarea 13	Abrir la válvula de entrada a la refrigeración del intercambiador E-102			
Tarea 14	Abrir la válvula de entrada al intercambiador E-102.			
Tarea 15	Abrir la válvula de entrada al compresor de ΔP alta K-101A. Mantener cerrada la válvula de entrada al compresor de repuesto K-101B.			
Tarea 16	Encender el compresor K-101A (cuando se confirme que circula un gas).			
Tarea 17	Abrir la válvula de entrada a la refrigeración del intercambiador E-102			
Tarea 18	Abrir la válvula de entrada al intercambiador E-102.			
Tarea 19	* (Después de poner en marcha el Área 200 y 300): Abrir al 100% la regulación de salida de los reactores de salida, para poder alcanzar el estado estacionario.			

8.4.2 A200 - ÁREA DE SEPARACIÓN

En el área 200 se encuentra un condensador, un reboiler y un tanque de reflujo para cada una de las dos columnas de destilación que se encuentran. Después de estas dos, la mezcla de gases de salida vuelve a pasar por un compresor y un intercambiador para el posterior envío a la zona 300. De esta área se extraen los dos corrientes de salida con los productos para su posterior venta.

Se ha tenido en cuenta estos hechos para la puesta en marcha del área 200:

- Como se trata de poner en marcha dos columnas de destilación con condensador parcial, para alcanzar el estado estacionario, antes de que salga ningún destilado ni residuo, se debe realizar un fenómeno de reflujo total.

El reflujo total con una columna con condensador total se realiza con las válvulas de salida cerradas (todo el destilado líquido vuelve a la columna). En el momento en el que se llega a las composiciones deseadas, se puede proseguir a un reflujo parcial.

En este caso, el condensador es parcial, por lo que el destilado es bifásico. Por lo tanto, el reflujo total va a tener que ser con un caudal de refrigerante más elevado, que sea capaz de condensar todo el vapor previo al tanque de reflujo.

- Como la última etapa de equilibrio de las columnas son los condensadores parciales, el tanque de reflujo actúa como un separador de fases.

Como la puesta en marcha para cada una de las dos columnas de destilación es muy compleja, se ha dividido este capítulo en la puesta en marcha de la columna CD-201 y la CD-202.


8.4.2.1 PUESTA EN MARCHA DE LA COLUMNA CD-201

Los objetivos, el estado final a alcanzar y los requisitos iniciales a la puesta en marcha son los siguientes:

- **OBJETIVO:** Poner en marcha el funcionamiento de la columna de destilación CD-201 para que se pueda obtener el subproducto de 1,2-dicloroetano por colas, a la pureza mínima para su posterior venta.

- **ESTADO FINAL:** Funcionamiento de la columna de destilación a la temperatura objetivo a la cabeza y colas. Trabajo a la relación de reflujo estipulada.
- **REQUISITOS:** Condensadores y tanques pulmón inertizados. Válvulas de salida cerradas. Condensadores y reboilers con los fluidos de servicio operativos.

A continuación, se muestra el orden de la puesta en marcha de la columna CD-201:

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	COLUMNA CD-201
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO A REALIZAR			REALIZADO
Tarea 0	A - Inertización de la columna CD-201 y el tanque de reflujo (B-201) realizada correctamente. B - Válvulas cerradas. C - Fluido de servicio del condensador (E-201) y el reboiler (E-202) operativo, con un caudal mayor al inicio para poder tener el condensador total durante el proceso de reflujo total.			X
Tarea 1	Activación del control de caudal de la columna de destilación.			
Tarea 2	Abrir la válvula de paso de entrada a la columna de destilación.			
Tarea 3	Activación del control de nivel, temperatura y presión de la columna (todos a un setpoint menor al de diseño).			
Tarea 4	Comprobar que el reflujo total se produzca adecuadamente (no hay fugas ni en la salida del líquido en los reboilers y no se encuentra vapor en el tanque de reflujo).			
Tarea 5	Cuando el control de nivel llegue al setpoint, cerrar la válvula de entrada a la columna para que se realice el reflujo total en discontinuo.			
Tarea 6	Cuando la temperatura en el destilado y reboiler lleguen al setpoint (estado estacionario): A - Encender el control automático de control de nivel. B - Abrir la válvula de control de salida del residuo del reboiler y de vapor del tanque de reflujo. C – Reducir el caudal de refrigerante en el condensador para volver a trabajar con un condensador parcial.			
Tarea 7	Volver a cambiar el setpoint del control de nivel, caudal y temperatura al de diseño.			

8.4.2.2 PUESTA EN MARCHA DE LA COLUMNA CD-202

Los objetivos, el estado final a alcanzar y los requisitos iniciales a la puesta en marcha son los siguientes:

- **OBJETIVO:** Poner en marcha el funcionamiento de la columna de destilación CD-202 para que se pueda obtener el producto principal (cloruro de vinilo) por colas, a la pureza mínima para su posterior venta.
- **ESTADO FINAL:** Funcionamiento de la columna de destilación a la temperatura objetivo a la cabeza y colas. Trabajo a la relación de reflujo estipulada.
- **REQUISITOS:** Condensadores y tanques pulmón inertizados. Válvulas de salida cerradas. Condensadores y reboilers con los fluidos de servicio operativos.

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	COLUMNA CD-202
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO A REALIZAR			REALIZADO
Tarea 0	A - Inertización de las columna y tanque de reflujo (B-202) realizada correctamente. B - Válvulas cerradas. C - Fluido de servicio del condensador (E-203) y el reboiler (E-204) operativo, con un caudal mayor al inicio para poder tener el condensador total durante el proceso de reflujo total.			X
Tarea 1	Activación del control de caudal de la columna de destilación.			
Tarea 2	Abrir la válvula de paso de entrada a la columna de destilación.			
Tarea 3	Activación del control de nivel, temperatura y presión de la columna (todos a un setpoint menor al de diseño).			
Tarea 4	Comprobar que el reflujo total se produzca adecuadamente (no hay fugas ni en la salida del líquido en los reboilers y no se encuentra vapor en el tanque de reflujo).			
Tarea 5	Cuando el control de nivel llegue al setpoint, cerrar la válvula de entrada a la columna para que se realice el reflujo total en discontinuo.			
Tarea 6	Cuando la temperatura en el destilado y reboiler lleguen al setpoint (estado estacionario): A - Encender el control automático de control de nivel.			


	B - Abrir la válvula de control de salida del residuo del reboiler y de vapor del tanque de reflujo. C – Reducir el caudal de refrigerante en el condensador para volver a trabajar con un condensador parcial.	
Tarea 7	Volver a cambiar el setpoint del control de nivel, caudal y temperatura al de diseño.	

8.4.2.3 PUESTA EN MARCHA DEL RESTO DE EQUIPOS DEL ÁREA 200.

Como se ha comentado al principio del apartado 8.4.2. en el área 200 también se dispone de un compresor y un intercambiador por donde pasa el gas que sale por la cabeza de la segunda columna de destilación. A este gas se le debe aumentar la presión para poder adecuarlo al tratamiento que se le realiza en el área 300.

Los objetivos, el estado final a alcanzar y los requisitos iniciales a la puesta en marcha del resto del área 200 son los siguientes:

- **OBJETIVO:** Poder separar el acetileno y el cloruro de vinilo del resto de la mezcla gas en la columna flash del área 300 (éstos se recircularán al inicio del área 100).
- **ESTADO FINAL:** Gas proveniente de la segunda columna de destilación (CD-202) a las correctas propiedades de diseño antes de entrar al área 300.
- **REQUISITOS:** Válvulas cerradas. Fluido de servicio del intercambiador de calor E-205 en operación.

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	ÁREA 200
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO POR REALIZAR			REALIZADO
Tarea 0.1	Columna de destilación CD-201 puesta en marcha.			X
Tarea 0.2	Columna de destilación CD-202 puesta en marcha.			X
Tarea 1	Abrir la válvula de entrada al compresor de ΔP alta (K-201-A). Mantener la válvula del compresor de repuesto K'-201-B cerrada.			
Tarea 2	Activar el compresor K-201-A si hay gas en el interior.			
Tarea 3	Abrir la válvula de entrada a la refrigeración del intercambiador E-102			
Tarea 4	Abrir la válvula de entrada al intercambiador E-102.			

8.4.3 A300 – LÍNEA DE GASES

En esta área se produce la separación de los componentes de la mezcla de los gases provenientes del área de separación. Se separa el cloruro de hidrógeno del acetileno en una columna de absorción para así facilitar su tratamiento y posterior emisión en el área de tratamiento de residuos. Sin embargo, antes se intenta separar y recircular la mayor cantidad de reactivos y productos del proceso en una columna flash (acetileno y cloruro de vinilo principalmente).

En esta área se debe haber comprobado anteriormente que todos los equipos funcionan correctamente y pueden trabajar a las presiones, temperaturas y nivel de diseño de manera estable.

Los objetivos, el estado final a alcanzar y los requisitos iniciales a la puesta en marcha del área 300 son los siguientes:


- **OBJETIVO:** Que la mezcla gaseosa de salida de la columna de absorción tenga la cantidad de acetileno razonable para que se pueda eliminar correctamente en el RTO.

Obtener no más de la concentración de ácido clorhídrico de diseño en el líquido de salida de la columna de absorción.

Poder recircular el caudal de acetileno y cloruro de vinilo a las condiciones de diseño.

- **ESTADO FINAL:** Recirculación en funcionamiento y emisiones procedentes de la columna de absorción en dirección al área de tratamiento. Proceso entero en operación.
- **REQUISITOS:** Columna flash y de absorción inertizados con nitrógeno. Válvulas cerradas y fluido de servicio de los intercambiadores en operación.

En la hoja del orden de tareas, éstas se dividen en 3 subgrupos (columna flash, columna de absorción y recirculación).

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	ÁREA 300
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO POR REALIZAR			REALIZADO
Tarea 0	Inertización de la columna de absorción y flash realizada.			X
COLUMNA FLASH F-301				
Tarea 1	Abrir la válvula de entrada a la columna			
Tarea 2	Activar el control de nivel de nivel y de presión de la columna flash con un setpoint menor al de diseño.			
Tarea 3	Esperar a que la presión y el nivel lleguen al set point estipulado.			
Tarea 4	Abrir las válvulas de salida del líquido y el vapor de la columna flash.			
COLUMNA DE ABSORCIÓN CA-301				
Tarea 5	Del gas que proviene de la columna flash, activar la válvula reductora de presión EX301.			
Tarea 6	Activar los sistemas de control de temperatura y presión de la columna de absorción.			
Tarea 7	Abrir la válvula de paso del agua presurizada de la columna de absorción.			
Tarea 8	Comprobar que el agua presurizada circula correctamente por la columna.			
Tarea 9	Abrir la válvula de entrada a la columna de absorción.			
Tarea 10	Ir tomando muestras de las concentraciones de salida de vapor y líquido. En el momento que se extraigan las correctas, se abren las dos válvulas de salida de gas y líquido.			
RECIRCULACIÓN				
Tarea 11	Del líquido que proviene de la columna flash, abrir la válvula de entrada al fluido de servicio del intercambiador E-301			
Tarea 12	Abrir la válvula de entrada al intercambiador E-301.			
Tarea 13	Activar la válvula reductora de presión EX301.			
Tarea 14	Abrir la conexión de entrada de la recirculación al mezclador del área 100 (M-101) y abrir al 100% la válvula de salida de los reactores.			
Tarea 15	Comprobar la acción del control de presión en el caso de que la introducción de la recirculación la aumente. Esperar a que se alcance el estado estacionario en el mezclador.			

8.4.4 A400 – ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

En el área 400 se almacenan los productos que se van a vender a posteriori. Estos productos son el 1,2-dicloroetano y el cloruro de vinilo. El segundo, se almacena en 2 tanques a presión y se guarda más de 16500 toneladas al año. El primero, sin embargo, solo es necesario 1 tanque para poder almacenarlo y además tiene un tiempo de residencia mayor.


Para la puesta en marcha de la zona de almacenamiento, como los camiones cisterna aún no llegan, se puede desactivar el control de nivel alto de los tanques. En el caso del tanque de cloruro de vinilo, éste dispone de un serpentín, por lo que una de las primeras tareas va a ser revisar que éste funcione correctamente.

Los objetivos, el estado final a alcanzar y los requisitos iniciales a la puesta en marcha del área 300 son los siguientes:

- **OBJETIVO:** Almacenar el cloruro de vinilo y el 1,2-dicloroetano por debajo de los máximos de temperatura y los mínimos de presión que piden los clientes. Almacenamiento seguro según la MIE APQ 1.
- **ESTADO FINAL:** Productos introducidos en el tanque al nivel, presión y temperatura de diseño.
- **REQUISITOS:** Tener todos los tanques inertizados con nitrógeno.

8.4.4.1 CARGA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO


Ahora se muestran las tareas realizadas para la puesta en marcha (carga) de los tanques de cloruro de vinilo y de 1,2-dicloroetano (separados en 2 subapartados debido a la mayor complejidad del almacenamiento del primero).

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	ÁREA 400 (CARGA)
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO POR REALIZAR			REALIZADO
Tarea 0	Inertización de todos los tanques de almacenamiento.			X
CARGA DE LOS TANQUES DE CLORURO DE VINILO (B-401 y B-402)				
Tarea 1	Asegurar que todas las válvulas de salida están cerradas.			
Tarea 2	Abrir la válvula de paso del líquido de servicio para la refrigeración del tanque B-401.			
Tarea 3	Activar el control de nivel del tanque B-401 con la respectiva alarma de nivel de punto alto.			
Tarea 4	Activar el control de presión para condensar el vapor que se haya formado en la inertización.			
Tarea 5	Activar el control de temperatura.			
Tarea 6	Abrir la válvula de paso del líquido al tanque B-401 (mantener cerrado el del tanque B-402).			
Tarea 7	Cuando se ha llegado al set point de nivel del tanque B-401, se cierra y se procede al mismo procedimiento para el tanque B-402 desde la Tarea 2.			
CARGA DEL TANQUE DE 1,2-DICLOROETANO (B-403)				
Tarea 5	Activar el control de nivel del tanque B-403 con la respectiva alarma de nivel de punto alto.			
Tarea 6	Activar el control de presión para condensar el vapor que se haya formado en la inertización.			
Tarea 7	Activar el control de temperatura.			
Tarea 8	Abrir la válvula de paso del líquido al tanque.			
Tarea 9	Cuando se ha llegado al nivel set point, cerrar la válvula de entrada del 1,2-dicloroetano.			

Este es el procedimiento al cargar los tanques durante la puesta en marcha. El otro caso es el de descarga de producto en el momento en el que aparecen los camiones cisterna, que es el mismo para los tres tanques.

8.4.4.1 DESCARGA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Al describir el procedimiento de descarga, ya concluye toda la descripción de los procedimientos de la puesta en marcha de cada área en el caso de producirse por primera vez.

		PUESTA EN MARCHA	HOJA 1 DE 1	FECHA: 17/05/2018
			LOCALIDAD: SABADELL	ÁREA 400 (DESCARGA)
Nº DE TAREA	PROCEDIMIENTO POR REALIZAR			REALIZADO
DESCARGA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO (B-401, B-402 y B-403)				
Tarea 1	Conectar la manga flexible de salida del tanque al camión cisterna.			
Tarea 2	Abrir la válvula manual de salida del tanque al camión cisterna.			
Tarea 3	Activar el control de nivel bajo del tanque que hará cerrar la válvula automática de salida cuando se llegue al punto bajo.			
Tarea 4	Activar la bomba N-401a en el caso de descargar 1,2-dicloroetano			
Tarea 5	Se deja cargar el camión cisterna.			
Tarea 6	Cuando se haya llenado, se cierra la válvula de acción manual y se desconecta la manga flexible del camión.			
Tarea 7	En el caso de que no se haya llenado, se puede conectar la manga (en el caso de que sea cloruro de vinilo) con la salida del otro tanque.			

8.5 PUESTA EN MARCHA DESPUÉS DE AVERÍAS O EMERGENCIAS

En el caso de que sucediera un paro de la producción a causa de una emergencia o avería, la puesta en marcha posterior sería muy diferente a la realizada desde cero. Este sería el caso debido a que los equipos ya contendrían fluido y esto significaría, por ejemplo, evitar la ejecución de un reflujo total para poder establecer un estado estacionario en las columnas.

En general, si la avería o emergencia se pudiera arreglar rápidamente, la puesta en marcha sería más corta debido a los siguientes puntos:

- Los mezcladores y tanques pulmón ya estarían llenos.
- El control podría seguir siendo el mismo y no sufrir ninguna modificación.
- Solo se requeriría realizar pruebas hidráulicas a algunos equipos en específico (la mayoría no lo necesitarían porque ya estarían llenos).
- No sería necesaria una puesta en marcha en referencia a la electricidad porque el sistema eléctrico ya estaría instalado.

Sin embargo, en el caso de que la avería se produjese en un equipo donde no hay disponible un repuesto conectado en paralelo, o fuera inevitable un largo mantenimiento, se debería proseguir con la parada de la planta.

8.6 PARADA DE LA PLANTA

Como la producción es de 300 días al año, hay dos periodos programados en el que la producción está parada (después se le tiene que sumar los paros por emergencia). Estos periodos son realmente importantes porque es cuando se realizan todas las actividades de limpieza, mantenimiento e instalación de nuevos equipos.

En el caso de esta planta, hay un factor que dificulta la parada y es la extracción del catalizador de cloruro de mercurio impregnado en carbón activo de los reactores multitubulares de lecho fijo del área 100. Para ello, se realiza el siguiente procedimiento.

8.6.1 EXTRACCIÓN DEL CATALIZADOR DE LOS REACTORES MULTITUBULARES.

Como el catalizador tiene una vida útil máxima de 180 días, en las dos paradas programadas se deberá extraer y enviar el cloruro de mercurio a la empresa tratadora externa, que se encargará de realizar la reactivación de éste y quitar todo el rastro de reactivos que haya quedado. Si no es posible reactivarlo, se debe comprar otro lote.

Para extraer el catalizador de todos los tubos, se inyecta un corriente de nitrógeno gas a presión por la cabeza del reactor. Este corriente va a desplazar el sólido por debajo para que salga por la parte inferior. El mismo procedimiento es el utilizado para insertar el catalizador en los tubos de los reactores multitubulares..

8.6.2 RESTO DE PROCEDIMIENTOS DURANTE LA PARADA DE LA PLANTA

A parte de extraer el catalizador casi desactivado de los reactores multitubulares, se deben realizar los siguientes procedimientos (en orden):

- Cerrar todas las válvulas y compresores que suministran fluido a los equipos.

- Vaciar todos los equipos y tanques pulmón mediante bombas de vaciado.
- Realizar el apagado cuidadoso de los equipos de control. Por ejemplo, al ir vaciando los equipos, irán saltando las alarmas del control de nivel, caudal, presión o temperatura. Por lo tanto, se deberán ir apagando estos sistemas a medida que activen su señal de seguridad.
- Aturar todos los servicios en planta de manera regulada.
- Proceder a realizar un tratamiento químico de los equipos y tuberías del proceso para evitar la pérdida de calidad del material que los conforman.
- Comprobación de la estanqueidad de los equipos y sistemas.
- Inicio del procedimiento mantenimiento y limpieza de las áreas.

** (Para parar la producción de las columnas de destilación, se debe volver a realizar el proceso de reflujo total en el siguiente orden.)

- 1- Parar el corriente de entrada a la columna.
- 2- Empezar la operación en reflujo total (cerrar la válvula de salida de vapor del tanque de reflujo y la válvula de salida del líquido en el reboiler).
- 3- Cerrar la válvula de entrada del fluido de servicio en el condensador y el reboiler.