



# Planta de producción de Acrilonitrilo

Planta de producción de Acrilonitrilo

**Jordi Badia Closa**  
**Laia Bellver Sanchis**  
**Leonardo Esteban Carpio Bustamante**  
**Marc Frau Suau**

**Tutor: David Gabriel**



## Índice

8. Puesta en marcha .....	3
8.1. Introducción.....	3
8.2. Tareas previas a la puesta en marcha.....	3
8.3. Puesta en marcha de los servicios.....	5
8.4. Puesta en marcha de la planta.....	6
8.5. Puesta en marcha de la planta desde cero.....	6
8.6. Puesta en marcha de la planta después de una parada.....	10

## 8. Puesta en marcha

### 8.1. Introducción

En este apartado se comentaran de manera general los pasos a seguir para la puesta en marcha de la planta de producción de acrilonitrilo.

### 8.2. Tareas previas a la puesta en marcha

Seguidamente se presenta una lista de tareas a realizar antes de la puesta en marcha en planta.

#### -Mantenimiento

- Organizar el personal
- Materiales y equipos de reposición disponibles en el almacén.
- Herramientas especiales y procedimientos.
- Establecer los procedimientos de inspección de equipos.

#### -Inspecciones

- Interior de recipientes.
- Red de tuberías e instrumentación de acuerdo con los diagramas de ingeniería.
- Disponer de los equipos listos para ser operados.

#### -Test de presión, limpieza, secado y purga

- A tuberías y válvulas.
- Limpieza de tuberías y equipos.
- Soplador de las líneas de instrumentación.
- Test de continuidad con aire.
- Test de vacío.
- Comprobación de movimiento libre en tuberías y equipos.

#### -Equipamiento

- Motores eléctricos.
- Rotación.
- Test sin carga.
- Compresores centrífugos.

## 8. Puesta en marcha

- Comprobar instrumentación y controles.
- Operaciones preliminares de lubricación.
- Equipo de vacío.
- Test de funcionamiento.
- Bombas y calibrado.
- Secado

### **-Laboratorio de control de calidad**

- Equipado con el material necesario.
- Disponibilidad de personal.
- Turnos de muestreo organizados.

### **-Preparación de operación**

- Disponibilidad de herramientas y escaleras.
- Material de producto acabado disponible y preparado.

### **-Seguridad**

- Primeros auxilios y asistencia médica disponible.
- EPI's disponibles y conocidos.

### **-Protección contra el fuego.**

- Procedimiento de extinción de incendios disponible.
- Procedimiento de actuación frente a incendios, fugas o explosiones preparado.
- Disponibilidad de extintores y elementos contra incendios.

### 8.3. Puesta en marcha de los servicios

A continuación se propone el procedimiento para realizar la puesta en marcha de los servicios de la planta.

- Activación del sistema eléctrico de la planta. Desde el área 700 se proporciona toda la energía eléctrica de la planta, distribuida mediante estaciones transformadoras que transforman la tensión eléctrica proveniente de la central distribuidora de alta a baja tensión.
- Activación de los sistemas contra incendios y de agua. Es necesario comprobar que los hidratantes de la planta funcionan correctamente, teniendo en cuenta que las válvulas de control deberán ser operadas manualmente hasta tener disponible el sistema de aire de la planta.
- Llenado del sistema de agua de refrigeración. Será necesario el llenado del tanque de agua disponible para llevar a cabo la puesta en marcha.
- Activación del agua de chiller. En el área de servicios hay chillers que funcionan con agua glicolada (etilenglicol al 40%) y ésta deberá ser proporcionada al principio.
- Activación del grupo de frío. En el área de servicios hay grupos de frío que funcionan con agua glicolada (etilenglicol al 60%) y ésta deberá ser proporcionada al principio.
- Activación del aire de instrumentación. Todas las válvulas de control de la planta son válvulas neumáticas, por lo que funcionan con aire comprimido. En el área 700 se dispone de un compresor para impulsar el aire a presión.
- Activación de los sistemas de vapor y retorno del condensado. En cuanto a las calderas de vapor es necesario comprobar que estas disponen del agua suficiente para comenzar a operar y que los instrumentos correspondientes estén activados para garantizar un buen funcionamiento.

#### **8.4. Puesta en marcha de la planta**

Hay dos tipos de puesta en marcha, la puesta en marcha desde cero de la planta y la puesta en marcha después de una parada, y a continuación se explicarán los dos procedimientos.

En la puesta en marcha desde cero será necesario realizar todas las tareas nombradas anteriormente que sean necesarias para adquirir la producción requerida, siendo necesario también el llenado de los reactores con el catalizador necesario y el quench y el absorbador con el correspondiente relleno. Una vez llevado a cabo se ponen en marcha los equipos de impulsión a medida que se van llenando los equipos y las tuberías, se pone en marcha la bomba de vacío de la columna de destilación TD-403 y se regulan algunos parámetros de operación de algunos equipos para que el proceso llegue al estado estacionario.

En cuanto a la puesta en marcha después de una parada, ésta se lleva a cabo en un tiempo menor que la puesta en marcha desde cero, ya que los equipos y tuberías ya están llenos del fluido de proceso. Esta puesta en marcha se aplicará después de una parada forzada por un problema técnico, por ejemplo.

#### **8.5. Puesta en marcha de la planta desde cero**

Para la puesta en marcha desde cero es importante tener en cuenta que todas las válvulas automáticas de la planta deben estar cerradas y que es necesario llenar las bombas de fluido incompresible, ya que si hay aire o gas su funcionamiento no será el adecuado debido a la cavitación.

En primer lugar se activan los servicios de la manera explicada anteriormente, prestando especial atención al correcto funcionamiento del aire comprimido ya que es clave en el funcionamiento de las válvulas de control, y se comprueba que el agua de red funcione correctamente y que la piscina contra incendios se encuentre llena de agua.

##### **A-100. Almacenamiento de materias primas.**

En primer lugar es necesario cargar los tanques de materias primas para tener disponibilidad, teniendo en cuenta que estos deberán estar presurizados previamente con nitrógeno en el caso del propileno y el amoníaco (T-101/125). En este aspecto se conectarán las bombas que transportan las materias primas desde el camión a los tanques y mediante el control instalado se irán llenando de uno en uno de manera secuencial.

No es necesario esperar a tener todos los tanques llenos para empezar el proceso, ya que las materias primas irán al reactor desde solo un tanque a la vez. Una vez se tenga materias primas suficientes se abrirán las válvulas de descarga de los tanques para que circulen hacia el reactor.

**A-200. Tratamiento del aire.**

Una vez se abran las válvulas de descarga de los tanques de almacenamiento el blower y el compresor se pondrán en marcha permitiendo circular el aire hacia el reactor para que llegue a la vez las materias primas.

**A-300. Reacción.**

El primer paso a realizar en el área de reacción es llenar los reactores con el catalizador, pudiéndose hacer mientras se cargan los tanques de almacenamiento de las materias primas.

Una vez lleguen las materias primas al reactor empezará la reacción y rápidamente llegará a la temperatura de reacción debido al elevado carácter exotérmico de ésta, por lo que el sistema de intercambio de calor debe estar preparado para entonces.

Es importante asegurarse también que las válvulas que se encuentran a la salida de los gases del reactor se encuentran abiertas, porque de lo contrario podría haber una sobrepresión, con lo que se activaría el disco de ruptura, pero que supondría una parada inmediata del proceso.

Por último, sería recomendable asegurarse que el intercambiador encargado de realizar el pre-calentamiento de las materias primas (E-301/302) funciona correctamente, ya que si los reactivos no llegan al reactor a la temperatura deseada la reacción podría no producirse de la forma diseñada, cambiando la composición de los gases de salida y afectando todo el proceso de purificación.

**A-400. Purificación.**

En el área 400 es necesario asegurarse de los siguientes aspectos:

-Comprobar que las válvulas de descarga de los tanques pulmón estén cerradas en caso de no ser automáticas.

-Llenar los tanques pulmón, correspondientes a los intercambiadores de calor, de agua. Será importante verificar y asegurar el funcionamiento de todos los intercambiadores, condensadores y reboilers.

-Comprobar que el relleno del scrubber y de los quench se encuentra correctamente colocado y listo para funcionar.

-Poner las columnas de destilación a reflujo total para que puedan llegar al estado estacionario.

Una vez se obtiene la salida del reactor, ésta entra en los quench, donde se produce una neutralización del amoníaco residual en forma de sulfato de amonio, obteniendo un

## 8. Puesta en marcha

corriente que va hacia un cristalizador y un corriente gaseoso, que será el que contenga el producto, que va hacia un separador de fases. Es muy importante asegurarse que el flujo de ácido sulfúrico este circulando, ya que de lo contrario no se lograría la neutralización del amoníaco, que abandonaría el quench por la parte superior y acabaría siendo llevado a la incineradora térmica del área 500, que no está diseñada para tratar este compuesto.

El corriente gaseoso obtenido en el separador, con nuestro producto, irá hacia un scrubber para eliminar buena parte de las impurezas, tratadas en una incineradora térmica. Como en el caso del quench, aquí también es muy importante asegurarse que el corriente de agua que circula en contracorriente a los gases en la columna esté circulando, para garantizar que no se escaparan por la corriente gaseosa productos no deseados.

El corriente líquido obtenido en el scrubber, mezclado con el corriente líquido proveniente del separador, será impulsado mediante una bomba hacia la primera torre de destilación, donde se separará buena parte del acetonitrilo. En esta columna, como en las otras dos que forman parte del proceso, es muy importante asegurarse de que el condensador y el reboiler funcionen correctamente y que las corrientes de agua y vapor de servicio estén circulando.

El corriente líquido de acetonitrilo y acrilonitrilo obtenido por el residuo de la columna se tratará para poder recircular una parte del agua que contiene en otras operaciones del proceso mientras que la parte que no se pueda aprovechar será tratada como efluente líquido.

El corriente obtenido por la zona de rectificación en la primera columna de destilación pasará a una segunda columna de destilación en la que se separara el ácido cianhídrico del resto, pudiéndolo vender como subproducto. El corriente líquido obtenido pasará por un decantador para separarlo de buena parte del agua contenida para pasar finalmente por la tercera columna de destilación, en la que se obtendrá el acrilonitrilo de alta pureza y una corriente líquida para tratar.

### **A-500. Medio ambiente.**

En el área de medio ambiente se dispone de una incineradora térmica para tratar el corriente gaseoso obtenido del scrubber y pasar todos los componentes orgánicos a dióxido de carbono. Para conseguirlo es necesario introducir el oxígeno requerido calculado, por lo que bastará con asegurar que este corriente esté disponible cuando se empiece a producir el corriente gaseoso en el scrubber.

**A-600/700. Servicios y turbinas.**

Inicialmente el intercambiador de calor E-413 funciona con vapor de servicio generado por la caldera de vapor, ya que todavía no se dispone del vapor generado por el E-414.

Una vez comenzado el proceso el intercambiador E-414 generará el vapor de servicio y el vapor que sale del reactor irá hacia la sala de turbinas para generar energía eléctrica.

De la misma forma, en el área 300 y 400 hay varios intercambiadores en los cuales la corriente de entrada de servicio proviene de la salida de otro intercambiador. Es por eso que será importante asegurarse que los tanques pulmón previos a cada intercambiador estén llenos en la puesta en marcha.

Para la puesta en marcha de la turbina se llevarán a cabo un control de velocidad y un control de potencia para garantizar un buen funcionamiento.

**A-900. Producto acabado.**

Igual que en el área 100, los tanques de producto acabado se irán llenando secuencialmente a medida que llegue el acrilonitrilo y el ácido cianhídrico.

### **8.6. Puesta en marcha de la planta después de una parada**

En caso de parada será necesario abrir las válvulas automáticas necesarias y poner en marcha las bombas de impulsión, pero no será necesario esperar a que se llenen los tanques ya que probablemente estos se encuentren ya parcialmente llenos.

Cuando las bombas de impulsión de materias primas al reactor se pongan en marcha será necesario poner en marcha también el compresor y el blower para disponer del aire en la entrada del reactor, así como del agua de refrigeración y del vapor de servicio y el intercambio de calor del reactor.

En cuanto a las columnas de destilación deberán volverse a poner a reflujo total, para que puedan llegar al estado estacionario, pudiendo después permitir el paso a la siguiente columna.

El corriente de aire que va a la incineradora térmica deberá circular de nuevo.

La turbina debe ser puesta en marcha ligeramente antes de poner en marcha el reactor, mientras que los servicios se pondrán en marcha cuando se pongan en marcha los equipos del área 100.

En cuanto al área 900 no será necesario llevar a cabo ninguna acción ya que lo único necesario es que las bombas de impulsión y el control de nivel instalado funcionen correctamente.