

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETILBENCENO

GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA



Irene Benítez  
María Lozano

Antonio Funes  
Arnau Maestre  
Judith Royo

Eduardo Larrousse  
Joel Méndez

Curso 2022/2023  
Tutor: Josep A. Torá

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETILBENCENO

CAPÍTULOS VIII Y IX: PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN EN PLANTA



Irene Benítez  
María Lozano

Antonio Funes  
Arnau Mestre  
Judith Royo

Eduardo Larrousse  
Joel Méndez

Curso 2022/2023  
Tutor: Josep A. Torá

# ÍNDICE

8. Puesta en marcha .....	5
8.1. Introducción .....	5
8.2. Acciones previas .....	5
8.2.1. Documentación de los equipos.....	5
8.2.2. Tareas previas .....	6
8.2.3. Equipos, accesorios e instrumentación .....	7
8.2.3.1. Prueba hidráulica i de presión .....	7
8.2.3.2. Puesta a punto de bombas y compresores .....	8
8.2.4. Seguridad .....	8
8.3. Puesta en marcha .....	8
8.3.1. Área 700 y 800 .....	8
8.3.2. Área 900 y 1000 .....	9
8.3.3. Área 600 y 1400 .....	9
8.3.4. Área 400, 500 .....	9
8.3.5. Área 100 y 300 .....	10
8.3.6. Área 200-1, 200-2 y 200-3.....	10
8.3.6.1. Puesta en marcha de los tanques pulmón T-201-1, T-201-2, T-202-2 y T-203-2 .....	10
8.3.6.2. Puesta en marcha reactores R-201-1, R-202-1, R-203-1 y R- 201-3.....	11
8.3.6.3. Puesta en marcha de los intercambiadores de calor E-201-1, E-202-1, E-203-1 E-204-1, E-205-1, E-206-1, E-201-2 y E-201-3 ...	11
8.3.6.4. Puesta en marcha de las columnas CD-201-2, CD-202-2 y CD-203-2.....	12
9. Operación de la planta .....	12
9.1. Introducción .....	12
9.2. Turnos y horarios .....	12
9.3. Operación por área .....	14
9.3.1. Área 100 .....	14
9.3.2. Área 200-1 .....	15
9.3.3. Área 200-2.....	16
9.3.4. Área 200-3.....	16
9.3.5. Área 300 .....	17
9.3.6. Área 400 .....	18
9.3.7. Área 500 .....	19
9.3.8. Área 600 .....	19
9.3.9. Área 700 .....	20
9.3.10. Área 800 .....	20

9.3.11. Área 900 .....	20
9.3.12. Área 1000 .....	20
9.3.13. Área 1200 .....	21
10. Bibliografía .....	22

## 8. Puesta en marcha

### 8.1. Introducción

La puesta en marcha es el proceso en el cual se planifican todos los procesos de encendido y regulación de los equipos para el correcto funcionamiento de los equipos y sistemas de una planta de producción, en este caso, una planta de producción de Etilbenceno. Otro de los objetivos de la puesta en marcha es verificar que todas las fases de diseño y montaje se hayan realizado de forma exitosa y sin ningún percance que pueda afectar al buen funcionamiento de las instalaciones.

La dificultad de realizar una puesta en marcha radica en la complejidad y el tipo de funcionamiento de la planta, en este caso, la planta, al trabajar en continuo y tener muchas zonas que dependen en gran medida de unas de otras, puede hacer mucho más complejo el poner a punto la planta para realizar la puesta en marcha.

Además, una puesta en marcha no es solo la activación de una planta por primera vez o después de cada parada para el mantenimiento, sino también en situaciones de emergencia. A continuación, se explicarán las acciones a realizar en cada situación en los siguientes apartados.

### 8.2. Acciones previas

En el siguiente apartado se desarrollarán las acciones que se han de hacer antes de la puesta en marcha, de tal forma que asegure que el proceso se realice con total normalidad.

#### 8.2.1. Documentación de los equipos

Para comenzar se han de tener los documentos de los equipos que se van a usar en la planta. Dichos documentos son imprescindibles para asegurar y garantizar que los equipos instalados cumplen con todas las normativas de seguridad vigentes a fecha de este año.

Para poder garantizar que nuestra instalación es totalmente segura, se puede usar un protocolo que nos garantice que la instalación es segura, mediante la guía básica de IQ, OQ, PQ en industrias reguladas por la FDA [1]. En donde los protocolos IQ, OQ, PQ son métodos para demostrar que el equipo que se utiliza o instala ofrecerá un alto grado de garantía de calidad, de modo que los procesos de producción fabriquen de manera consistente productos que cumplan con los requisitos de calidad.

Estas siglas de los protocolos a seguir son los siguientes:

- La Cualificación de Instalación (IQ) verifica que un instrumento o unidad de equipo que se está calificando (así como sus subsistemas y cualquier sistema auxiliar) haya sido instalado y configurado de acuerdo con las especificaciones del fabricante o la lista de verificación de instalación.
- La Cualificación Operacional (OQ) implica identificar e inspeccionar las características del equipo que pueden afectar la calidad del producto final.
- La Cualificación de Rendimiento (PQ) es el paso final de la calificación del equipo. En esta fase, el equipo de cualificación y validación verifica y documenta que los requisitos del usuario se han verificado y cumplido.

#### 8.2.2. Tareas previas

Para realizar la puesta en marcha, tanto la primera vez como después de una parada, hay que completar una serie de tareas previas para conseguir un estado estacionario de manera óptima, efectiva, rápida y segura. Las consideraciones y tareas que se han de realizar antes de una puesta en marcha deben ser las siguientes:

### 1. Organización

- Organización del personal y de los turnos de los empleados.
- Comprobar que los documentos de los equipos, accesorios e instrumentos correspondan a los documentos proporcionados.
- Comprobación de los protocolos.
- Comprobación de las disponibilidades de los proveedores de los servicios y de las materias primas.
- Comprobación del stock de recambio en el almacén de la planta.

### 2. Inspección

- Equipos y tanques: Inspecciones visuales y comprobación de las etiquetas.
- Cañerías y accesorios: Inspecciones visuales y comprobación de las etiquetas.
- Instrumentalización y elementos de software: Comprobación de si la configuración para realizar las de la puesta en marcha es correcta.
- Cableado: Comprobación de las señales e inspección visual.
- Aislantes: Inspección visual.
- Estructura: Inspección visual.
- Sistema contra incendios: Inspección visual.
- Señalización y seguridad (EPT's, señales, etc.): Inspección visual.
- Comprobación de los estados generales de la planta.

## 2. Pruebas

- Pruebas de presión de equipos y cañerías.
- Pruebas de paso y continuidad.
- Prueba de estanquidad.
- Pruebas de motores eléctricos; pruebas de funcionamiento correcto.
- Pruebas de sistemas contra incendios: revisión de fugas, comprobación del funcionamiento de las estaciones de bombeo.
- Pruebas de funcionamiento de las válvulas neumáticas.

## 2. Mantenimiento

- Calibrado de los instrumentos
- Substitución de piezas, equipos, cañerías, accesorios y sistemas de control.
- Limpieza de equipos
- Disposición de las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento

### 8.2.3. Equipos, accesorios e instrumentación

En este apartado, se explicarán las diferentes pruebas que se realizarán en los equipos antes de comenzar la puesta en marcha.

#### 8.2.3.1. Prueba hidráulica i de presión

Para la planta EB Production, se ha realizado una serie de protocolos de prueba hidráulica i de presión de todos los equipos que hay en las instalaciones.

Una prueba hidráulica consiste en monitorear cuidadosamente la presión, además de hacer una inspección visual del sistema en busca de fugas, deformaciones u otros signos de fallos. Si el sistema logra mantener la presión sin fugas durante un tiempo determinado, se considera que ha pasado la prueba hidráulica y puede operar de manera segura dentro de los límites de diseño.

Esta prueba solo se realiza después de la construcción de la planta, antes de la puesta en marcha de la planta. Después de esta, no se realizarán más pruebas y se realizará una purga del agua y un posterior secado para eliminar la presencia de otro componente en la mezcla.

Por otro lado, la prueba de presión permite comprobar que el diseño de tanto los equipos como de las cañerías están correctas. La prueba consiste en introducir un gas a presión para comprobar que los equipos, cañerías y válvulas puedan soportar la presión máxima de operación.

### 8.2.3.2. Puesta a punto de bombas y compresores

En el caso de las bombas hay que seguir un procedimiento específico para evitar la presencia de aire en estas, ya que pueden entrar en contacto con los reactivos y evitar una atmósfera explosiva. Para poder hacer la puesta a punto, se ha de llenar completamente la bomba de líquido. Cuando la salida del líquido esté por debajo del nivel del líquido, se abre una compuerta de aspiración y se deja que el fluido siga su curso de forma natural hasta que la bomba se haya llenado por completo, en el caso que suceda a la inversa, se debe suministrar de manera externa el fluido por la cañería hasta la bomba.

Para el caso de los compresores, se ha de llenar la válvula de purga i el regulador de gas a la salida. Seguidamente, se ha de mantener el equipo en funcionamiento durante un minuto para extraer las impurezas que pueda tener el circuito, liberándolo por el sistema de purga. Finalmente se ha de realizar la conexión con la red de aire correspondiente.

### 8.2.4. Seguridad

Además de preparar los equipos para el correcto funcionamiento de la planta, también se ha de asegurar que los sistemas de seguridad, de tanto la planta como del personal, sean correctamente revisados y que funcionen correctamente, estos sistemas son:

- Revisión de los EPI's de uso y de reserva.
- Disposición de los permisos de trabajo.
- Certificados de los equipos.
- Material de enfermería necesario.
- Documentación de todos los trabajadores en regla.
- Comprobación del buen funcionamiento de las medidas contra incendio y de seguridad de los trabajadores.

## 8.3. Puesta en marcha

Para poder comenzar con la puesta en marcha, se ha de tener en cuenta que hay elementos del proceso que no dependen de otros para poder funcionar y otros que sí necesitan de un equipo previo para su correcto funcionamiento.

### 8.3.1. Área 700 y 800

El área 700 es el área que corresponde a mantenimiento. En primer lugar, se debe verificar que hay corriente eléctrica, neumática y de fluidos del servicio. Después se realiza una lista de todos los elementos que hay en el área de servicio, esto incluye válvulas, equipos y herramientas necesarias para reparar dichos elementos.

Para el Área 800 que corresponde al laboratorio, hay que asegurar que todos los servicios provenientes del área 1000 llegan con los requerimientos necesarios



para su correcto funcionamiento. Seguidamente se realiza la calibración de todos los equipos necesarios para el análisis y control de calidad de tanto de los productos que se generan en la planta, como de los reactivos, como la cromatografía de gases y líquidos, balanzas, densímetros, y más elementos para el control de calidad. Por último y no menos importante, se comprueba que se cumplen todas las normas de seguridad.

### 8.3.2. Área 900 y 1000

Para comenzar, el área 900 es la sala de control, en donde, igual que en el área 800, se asegura que todos los servicios lleguen con los parámetros demandados. Después se comprueban todas las conexiones y el buen funcionamiento de todos los equipos que se regulan de forma remota, mientras tanto, se revisa que los PLC's, los ordenadores, la instrumentación y las alarmas de alto y bajo nivel de los tanques funcionen y hagan todos los procesos de forma adecuada.

Por otra parte, el área 1000, que es el área de servicio, se activa para suministrar el refrigerante, y el aire a presión para comenzar la puesta en marcha. Servicios depende de las áreas 700, 800 y 900 para poder comenzar.

### 8.3.3. Área 600 y 1400

El área 600 corresponde a tratamiento de gases, para poder realizar la puesta en marcha se necesita tener las áreas anteriores para su funcionamiento. Se necesita revisar el funcionamiento de tanto las válvulas, los equipos y bombas del área. Por otra parte, se revisa que los motores y los filtros de gases funcionen correctamente.

Para el área 1400 es la balsa contra incendio, se revisan las bombas y válvulas para cualquier emergencia que pueda surgir, además de comprobar el estado del agua de la balsa.

### 8.3.4. Área 400, 500

El área 400 corresponde a las torres de refrigeración, para la puesta en marcha se revisan todas las válvulas y bombas que van hacia las torres, además de la toma de aire de las torres y que los servicios necesarios lleguen al área.

En el caso del área 500, que son las calderas, se asegura que todos los servicios lleguen con los parámetros demandados, también se revisa que las calderas, la válvula y las bombas funcionen correctamente y no presenten ningún desperfecto. Para la puesta en marcha, se usará inicialmente una caldera con gas natural licuado debido a que el intercambiador de calor necesario para dicha tarea necesita de otros equipos dentro del proceso para funcionar. Posteriormente esta caldera dejará de utilizarse a no ser que el intercambiador de calor no llegue a suministrar la energía calorífica necesaria para el correcto

funcionamiento del proceso, en ese caso se activará utilizando parte del gas fuel producido en la instalación.

#### 8.3.5. Área 100 y 300

Este apartado corresponde a el área 100 son los tanques de almacenamiento de benceno y el área 300 el de producto. Para la puesta en marcha, se revisan los niveles de los tanques, la estanquidad y la ausencia de gases que no sean de los productos que contienen y nitrógeno. También se comprueba la compensación de la presión de los tanques durante la descarga y carga con la ayuda de la inertización mediante nitrógeno.

#### 8.3.6. Área 200-1, 200-2 y 200-3

Para iniciar la puesta en marcha de las tres áreas que corresponden al proceso de producción del etilbenceno, todas las áreas de proceso se inertizará los tanques pulmón con nitrógeno además de todo el circuito para evitar la presencia de oxígeno dentro del proceso y que no se produzca una atmósfera explosiva, después se realiza una prueba de estanquidad para prevenir las pérdidas de presión, y finalmente comprobar que no haya fugas del sistema.

Por otra parte, se comprobarán todas las válvulas de control analógicas y manual del proceso para evitar futuros problemas en la puesta en marcha.

Por último, se expondrá que se hará en cada caso en los equipos más críticos dentro del proceso, en este caso serían los reactores, las columnas de separación, los intercambiadores de calor y los tanques pulmón.

##### 8.3.6.1. *Puesta en marcha de los tanques pulmón T-201-1, T-201-2, T-202-2 y T-203-2*

- 1) Se activa el control de nivel.
- 2) Se comprueba el funcionamiento de los líquidos de servicio para los tanques pulmón.
- 3) Se abren las válvulas de entrada y salida de los tanques.
- 4) Se comprueba la inertización y la estanquidad de los tanques pulmón.
- 5) Se comprueba que la circulación de nitrógeno sea correcta dentro de los tanques pulmón.
- 6) Se introduce el producto dentro de los tanques de forma gradual hasta que se encuentre en estado de operación óptima.

### 8.3.6.2. *Puesta en marcha reactores R-201-1, R-202-1, R-203-1 y R-201-3*

- 1) Se activa el control de caudal, temperatura y presión.
- 2) Se comprueba la inertización y estanquidad mediante el paso de nitrógeno.
- 3) Se inicia el funcionamiento del reactor solo con nitrógeno para comprobar que el sistema de refrigeración de los reactores funcione correctamente.
- 4) Se comprueba que la circulación de nitrógeno sea correcta.
- 5) Se introducen los reactivos al reactor de forma gradual y se controla la temperatura para comprobar que la reacción mediante las zeolitas genera calor.
- 6) Finalmente se toman muestras a la salida de los reactores para comprobar que la composición a la salida sea correcta hasta llegar a las condiciones de trabajo óptimas.

### 8.3.6.3. *Puesta en marcha de los intercambiadores de calor E-201-1, E-202-1, E-203-1 E-204-1, E-205-1, E-206-1, E-201-2 y E-201-3*

- 1) Se comprueba la inertización y estanquidad mediante el paso de nitrógeno.
- 2) Se comprueba que la circulación de nitrógeno sea correcta.
- 3) Se comprueba la inertización y estanquidad de los intercambiadores abriendo las válvulas de paso del nitrógeno que viene de los reactores.
- 4) Se introducen los reactivos de los reactores de forma gradual y se introduce el fluido refrigerante de forma gradual para que el salto térmico se mantenga constante.
- 5) Cuando el sistema haya llegado al estado estacionario, se comprueba si la temperatura de salida de los reactores se encuentra dentro de lo aceptable para comprobar que los intercambiadores funcionan correctamente.

#### 8.3.6.4. *Puesta en marcha de las columnas CD-201-2, CD-202-2 y CD-203-2*

- 1) Se activa el control de temperatura, presión y de nivel.
- 2) Se comprueba el funcionamiento de los líquidos de servicio para las columnas.
- 3) Se abren las válvulas de entrada y salida de las columnas.
- 4) Se comprueba la inertización y estanquidad de las columnas abriendo las válvulas de paso del nitrógeno que viene de los reactores e intercambiadores de calor.
- 5) Se crea un circuito cerrado para cada columna con los reactores para llegar al estado estacionario.
- 6) Cuando se haya llegado al estado estacionario, se abren las válvulas para dejar entrar y salir el líquido por la salida del destilado y del reboiler, posteriormente se comienza la operación normal de las columnas.

## 9. Operación de la planta

### 9.1. Introducción

Ya finalizada la puesta en marcha de las instalaciones de EB Production y se ha llegado a las condiciones óptimas para trabajar en continuo, se procede a realizar un control de las operaciones de la planta de producción de etilbenceno.

Primeramente, se mostrará los turnos y horarios que tendrá la planta y seguidamente se describe por área las operaciones pertinentes.

### 9.2. Turnos y horarios

La planta de producción de etilbenceno, como se comentó en el capítulo 1, trabaja unos 350 al año con 15 días de parada al año, que se realizarán aproximadamente los últimos 15 días de agosto debido a las temperaturas. Para poder dividir de forma adecuada los turnos de los trabajadores, se ha tenido en cuenta una serie de parámetros a seguir.

Primero, se ha determinado los turnos de los trabajadores, estos serán rotativos, con un horario de 8 horas cada uno y 30 min de descanso obligatorio para todos los trabajadores. Para proceder con los horarios, se ha determinado que cada trabajador debe pasar por un ciclo de turnos de mañana, tarde y noche por lo menos una vez a la semana, para dicho ciclo, se ha decidido que cada departamento se dividirá en turnos de 5. La cantidad de empleados, se ha

determinado según la superficie de la planta, en donde, por cada turno, se tienen 150 empleados y 750 empleados en total

Los turnos que trabajan los domingos y días festivos se le abonará un extra para incentivar a los trabajadores. La planificación se encuentra en la Tabla 1

Tabla 1: Planificación de los turnos del mes de junio de 2024.

## Calendario DE TRABAJO POR TURNOS 2024

		junio de 2024																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		Sá.	Do.	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	Sá.	Do.	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	Sá.	Do.	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	Sá.	Do.	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	Sá.	Do.
Mañana (6:00/14:00)		Ext								Ext						Ext							Ext							Ext	
Tarde (14:00/22:00)			Ext								Ext						Ext							Ext						Ext	
Noche (22:00/6:00)				Ext							Ext						Ext							Ext						Ext	
Descanso																															
Descanso																															

Cada turno estará dividido en departamentos según las necesidades de la planta, en donde se dividirán de la siguiente manera:

- Departamento de producción y proceso:** Este departamento estará encabezado por un jefe de producción, dos encargados de producción y operarios, que se encargarán de comprobar que la producción siga el itinerario previsto, además de revisar que los sistemas de control funcionen correctamente y de las cargas y descargas de tanto los productos como los reactivos.
- Departamento de medio ambiente y seguridad:** Las personas responsables serán dos puestos con dos personas a su cargo cada uno, uno para medio ambiente y otro para seguridad. Las funciones de los encargados de medio ambiente es revisar las emisiones de gas y residuos sólidos que genera la planta según la legislación vigente, por otra parte, los encargados de seguridad se encargaran de la formación continuada de los empleados en el ámbito de la seguridad, además de revisar los protocolos de emergencia y de realizar estudios HAZOP para fortalecer la seguridad de tanto la planta como de los alrededores.
- Departamento de control de calidad:** Los empleados que se encarguen del control de calidad revisarán tanto la composición de los reactivos como de los productos y subproductos para ofrecer la máxima calidad de nuestro producto de venta, además de un filtro de seguridad para el proceso de producción. Otra de sus funciones es revisar que el producto que se entrega está en las condiciones óptimas para ser vendido.
- Departamento de ingeniería:** Este departamento se encargaría de estudiar mejores técnicas de proceso y cómo implementarlas en la planta y contactar con empresas que puedan ofrecer un servicio mejor para la planta.

- **Departamento de mantenimiento:** Las funciones de este equipo es comprobar que todos los servicios funcionen correctamente y reparar o cambiar los equipos dañados y organizar las piezas de recambio.
- **Departamento de recursos humanos:** RRHH se encarga de gestionar el personal dentro de la empresa, contratar o despedir empleados, garantizar la formación de los trabajadores, mediar en los posibles problemas interpersonales dentro de la planta y garantizar ascensos en la empresa.
- **Departamento de Ventas y finanzas:** Las funciones de este departamento es realizar la rentabilidad de la plata y gestionar los gastos que tenga la planta, además de realizar los pagos de los productos y de las nóminas de los trabajadores.
- **Departamento de limpieza:** Este departamento se encarga de garantizar la limpieza de todas las áreas de la planta. Ofreciendo un lugar limpio e higiénico para los trabajadores y mejorando la imagen de la empresa.

### 9.3. Operación por área

En este apartado se repartirán las tareas del departamento de producción y proceso, dividiendo las tareas en supervisión y operación

#### 9.3.1. Área 100

El área 100 es el área de almacenamiento de benceno, que se utilizará para la producción de etilbenceno. El benceno se ha de almacenar en ausencia de oxígeno para evitar una posible ignición en los siguientes procesos de producción, por tanto, los tanques son inertizados con nitrógeno cada vez que se realiza la carga y descarga de benceno.

Una de las tareas de los operarios es revisar que todo el proceso de almacenamiento y liberación de benceno al área 200-1 se efectúe de forma segura y sin inconvenientes, en este caso, el punto más crítico dentro del área 100 es el de carga a partir de un camión cisterna de 32 T, por tanto, se explicará cuáles serían los pasos a seguir para introducir el benceno a los tanques de almacenamiento de forma óptima y según el protocolo de seguridad.

- Supervisión
  - Los operarios han de asegurar el correcto funcionamiento de los elementos y supervisar que dichos elementos no afecten negativamente al proceso de carga.
  - En el instante que se realiza la carga del benceno, los operarios han de asegurar que se efectúa de forma segura y correcta según los protocolos de seguridad.

- A la hora de la carga de reactivo, se hará una revisión de la conexión entre los tanques y el camión cisterna, evitando así posibles fugas de producto o malas conexiones entre ambos.
- Por otra parte, se realizarán revisiones periódicas de los equipos críticos, en este caso serían las bombas de entrada y salida de los tanques y los tanques de almacenamiento.
- Operación
  - Se realizarán los análisis pertinentes de los reactivos en control de calidad del tanque antes de introducirlo dentro del proceso de producción.

### 9.3.2. Área 200-1

Para el área 200-1, en donde se realiza la alquilación y los subsecuentes intercambios de calor para reducir la temperatura y que entre a una temperatura razonable al área 200-2, se tendrá en cuenta las condiciones de trabajo para que se produzca la reacción de forma exitosa y sin inconvenientes.

Para que se efectúe la reacción, hay que revisar la presión de entrada, que es de 20 atm y la temperatura de entrada de 380 °C. Por tanto, los operarios han de supervisar y operar esta área de la siguiente forma.

- Supervisión
  - Los operarios han de comprobar que la presión, el caudal y la temperatura de los corrientes después de pasar por la bomba y el intercambiador de calor.
  - Comprobar que las temperaturas de salida de los reactores estén dentro de los parámetros esperados.
  - Comprobar que no haya fugas en las cañerías y equipos del área.
  - Comprobar el funcionamiento de la inertización del tanque pulmón T-201-1.
  - Comprobar que los corrientes que provienen de otras áreas entren en las condiciones y proporciones adecuadas.
  - Comprobar el correcto funcionamiento de los lazos de control y de regulación de caudal de los reactivos.
- Operación

- Se tomará una muestra del producto final del área 200-1 para comprobar que la composición del corriente esté dentro del baremo y se pueda efectuar la separación en el área 200-2 de forma precisa.

### 9.3.3. Área 200-2

La función del área 200-2 es separar los subproductos que se producen en la reacción, que irán al área 200-3 para producir etilbenceno, y el gas fuel de la primera columna para generar energía mediante unos motores.

En la primera columna CD-201-2 se realiza la separación del gas fuel de la mezcla de etilbenceno y dietilbenceno, En la columna CD-202-2 se separa el producto de interés del etileno que se recirculaba al área 200-1 y al área 200-3, por útil la columna CD-203-2 que separa finalmente el etilbenceno, que va al área 300, de su subproducto que es el dietilbenceno, que pasa al área 200-3.

- Supervisión
  - Los operarios han de comprobar que la presión, el caudal y la temperatura de los corrientes después de cada columna y a la entrada del área 200-2.
  - Comprobar que no haya fugas en las cañerías y equipos del área.
  - Asegurar que los condensadores y los reboilers funcionen de forma efectiva.
  - Comprobar que los corrientes que provienen de otras áreas y que van a otras áreas entren en las condiciones y proporciones adecuadas.
  - Comprobar el correcto funcionamiento de los lazos de control y de regulación de caudal de los reactivos.
- Operación
  - Se tomará una muestra de cada columna a la salida del condensado y del reboiler para comprobar que la composición del corriente esté dentro del baremo y se pueda efectuar tanto el almacenamiento de etilbenceno en el área 300, como la transalquilación del área 200-3 y la alquilación del área 200-1 y de la composición del gas fuel para generar calor y energía.



#### 9.3.4. Área 200-3

Para el área 200-3, en donde se realiza la transalquilación para que entre etilbenceno al área 200-1 y así producir más etilbenceno sin generar dietilbenceno, se tendrá en cuenta las condiciones de trabajo para que se produzca la reacción de forma exitosa y sin inconvenientes.

Para que se efectúe la reacción, hay que revisar la presión de entrada, que es de 20 atm y la temperatura de entrada de 400 °C. Por tanto, los operarios han de supervisar y operar esta área de la siguiente forma.

- Supervisión
  - Los operarios han de comprobar que la presión, el caudal y la temperatura de los corrientes después de pasar por la bomba y el intercambiador de calor se encuentren dentro de los estándares especificados.
  - Comprobar que las temperaturas de salida del reactor este dentro de los parámetros esperados.
  - Comprobar que no haya fugas en las cañerías y equipos del área.
  - Comprobar que los corrientes que provienen de otras áreas entren en las condiciones y proporciones adecuadas.
  - Comprobar el correcto funcionamiento de los lazos de control y de regulación de caudal de los reactivos.
- Operación
  - Se tomará una muestra del producto final del área 200-3 para comprobar que la composición del corriente esté dentro del baremo y se pueda efectuar la unión con el corriente del área 200-1.

#### 9.3.5. Área 300

Parecido al caso del área 100, el área 300 es un área de almacenamiento de etilbenceno, es decir el producto, en tanques de almacenamiento, estos pueden tener peligro si la inertización no se realiza de forma correcta o que la descarga de producto en camiones cisterna no es adecuado. Por tanto, una de las tareas prioritarias es revisar que se efectúe de forma correcta la carga y descarga siguiendo el protocolo de seguridad.

- Supervisión

- Los operarios han de asegurar el correcto funcionamiento de los elementos y supervisar que dichos elementos no afecten negativamente al proceso de descarga.
- En el instante que se realiza la descarga del etilbenceno, los operarios han de asegurar que se efectúa de forma segura y correcta según los protocolos de seguridad.
- A la hora de la descarga, se hará una revisión de la conexión entre los tanques y el camión cisterna, evitando así posibles fugas de producto o malas conexiones entre ambos.
- Por otra parte, se realizarán revisiones periódicas de los equipos críticos, en este caso serían las bombas de entrada y salida de los tanques y los tanques de almacenamiento.
- Operación
  - Se realizarán los análisis pertinentes del producto en control de calidad antes de suministrar el producto a los camiones.

#### 9.3.6. Área 400

El área 400 es el área de las torres de refrigeración, los operarios se deben encargar de revisar de lo siguiente:

- Supervisión
  - Los operarios han de asegurar el correcto funcionamiento de los elementos y supervisar que dichos elementos no afecten negativamente a las necesidades de agua en la planta.
  - Revisar que los ventiladores que suministran aire a la torre funcionan correctamente y revisar el caudal de agua a la salida para comprobar que el caudal se mantiene dentro de lo preestablecido.
  - Por otra parte, se realizarán revisiones periódicas de los equipos para prevenir posibles faltas de agua en los intercambiadores de calor.
- Operación
  - Se revisa tanto la temperatura y el caudal de agua para saber cuánto requerimiento de aire necesitan las torres.

### 9.3.7. Área 500

Para el área de las calderas, el operario tiene una serie de funciones importantes, ya que el suministro de energía calorífica a los equipos que requieren y para el motor y así obtener energía eléctrica.

Por tanto, los operarios de esta área se encargan de las siguientes funciones:

- Supervisión
  - Los operarios han de asegurar el correcto funcionamiento de todos los elementos del área y supervisar que dichos elementos no afecten negativamente a las necesidades de energía calorífica de la planta.
  - Revisar que el suministro de gas fuel del área 200-3 sea adecuada.
  - En contraposición a las anteriores supervisiones, se realizarán revisiones periódicas de los equipos para prevenir posibles faltas de agua en los intercambiadores de calor.
- Operación
  - Se revisa tanto la temperatura y el caudal de gas fuel.

### 9.3.8. Área 600

El área de tratamiento de gases se encarga de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> para que estén dentro de los valores de la legislación vigente y los motores para suministrar un extra de energía eléctrica a la planta y así no desperdiciar la energía del subproducto que se genera a la planta. Los operarios tienen las siguientes tareas:

- Supervisión
  - Los operarios han de asegurar el correcto funcionamiento de los filtros de carbón activado del área y los motores, además de supervisar que la energía eléctrica generada no esté por debajo de lo previamente estipulado.
  - Cambiar los filtros de aire si la concentración de CO<sub>2</sub> liberada a la atmosfera está por encima de los requerimientos de la legislación europea y española con respecto a las emisiones de dióxido de carbono.
  - Se realizarán revisiones periódicas de los equipos para prevenir posibles faltas de energía eléctrica a la planta y del funcionamiento de los filtros.

- Operación
  - Se revisa que los motores funcionen correctamente, a demás de los filtros de carbón activado.

#### 9.3.9. Área 700

Esta área corresponde a mantenimiento, en donde incluye la reparación y supervisión de los equipos, y si es necesario, cambiar los equipos dañados. Esta área trabaja durante todo el año y durante la parada anual de la planta se encargan del mantenimiento de todos los equipos antes de la puesta en marcha.

#### 9.3.10. Área 800

El área 800 es la sala de control, en donde los encargados de dicha función tienen como objetivo supervisar cualquier perturbación de todos los controladores de la planta y asegurar que todos los controladores funcionen correctamente. Para que los encargados de los controladores puedan arreglar o revisar los PLC's, se utiliza una herramienta informática para poder modificar cualquier variación dentro de cada controlador.

#### 9.3.11. Área 900

Para el caso del área 900, el cuál es el laboratorio, se encargará de realizar los controles de calidad de tanto los reactivos, como de los productos, sus tareas son las siguientes:

- Supervisión
  - Los trabajadores del control de calidad se asegurarán de que todas las materias primas necesarias para realizar el análisis y el producto ya almacenado estén en las mejores condiciones con respecto a la composición y su buen estado de almacenamiento.
- Operación
  - Las muestras que se extraiga de las diferentes líneas de proceso se les realizara las pertinentes pruebas para comprobar si el compuesto tiene la composición necesaria para poder comenzar con la producción de dicho lote.

#### 9.3.12. Área 1000

Para el área de servicio, que corresponde al área 1000, tiene como responsabilidad subministrar electricidad, agua, fluido térmico a la planta. Para cada equipo hay que realizar un mantenimiento diferente según las especificaciones de cada fabricante y asegurar el funcionamiento de cada equipo dentro de la planta y ofrecer el suministro necesario de cada elemento necesario dentro de la empresa.

- Supervisión
  - Ofrecer un mantenimiento correcto para cada uno de los servicios de forma personalizada comprobar las necesidades de cada elemento necesario para la producción.
  - Realizar revisiones periódicas de las bombas, compresores y válvulas, además de los servicios provenientes de fuera de la planta, como la electricidad que suministran cada servicio.
  
- Operación
  - Durante las paradas de planta, se aprovechan por hacer el mantenimiento exhaustivo de los equipos e instrumentos de cada área.

#### 9.3.13. Área 1200

Finalmente, los operarios que trabajen en el área de almacén, que trabajan de forma conjunta con los de mantenimiento, se encargan de guardar los equipos y piezas necesarias para poder realizar los recambios, además de almacenar tanto los tanques de Gas nitrógeno para la inertización y también notificar el stock de dichos elementos.

## 10. Bibliografía

1. A Basic Guide to IQ, OQ, PQ in FDA-Regulated Industries. Consultado (31/05/2023): <https://www.thefdagroup.com/blog/a-basic-guide-to-iq-oq-pq-in-fda-regulated-industries>