



# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO

Universidad Autónoma de Barcelona

ESCUELA DE INGENIERIA

Trabajo de Fin de Grado

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

TUTORA:

M<sup>a</sup> Eugenia Suárez Ojeda

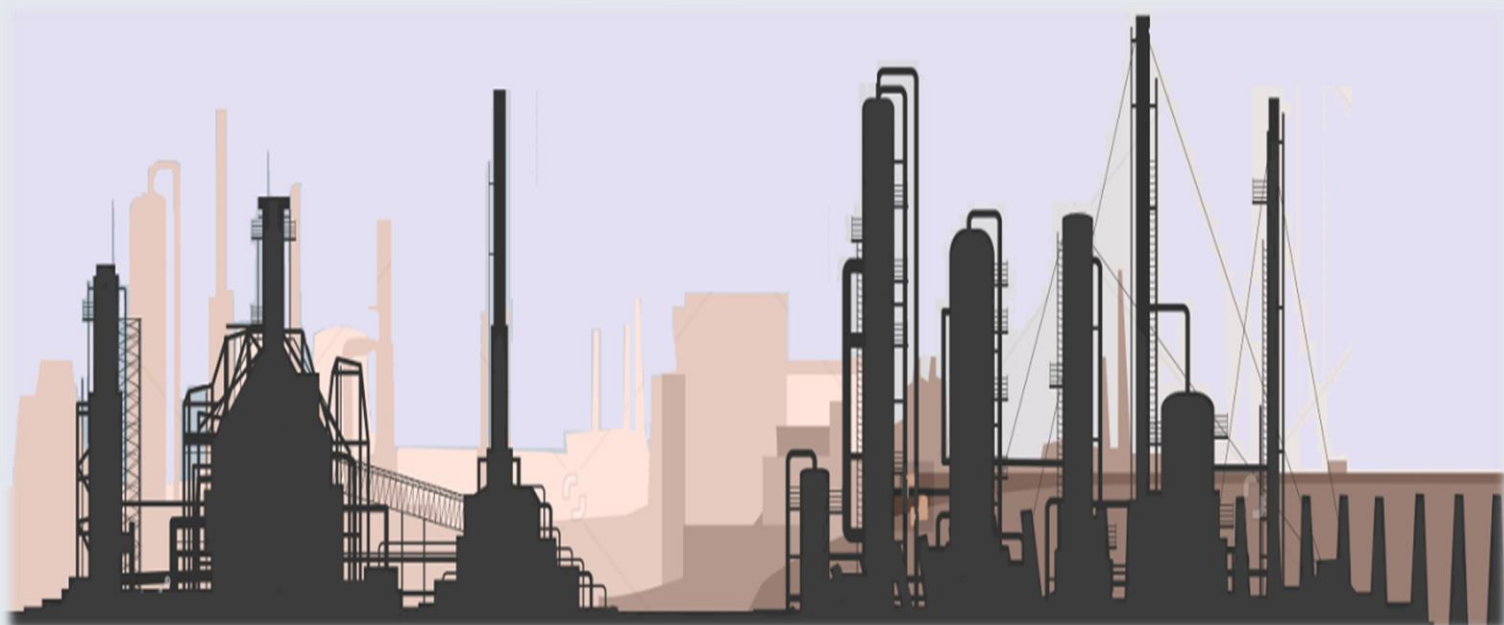
Aymà Garcia, Irina

Luque Luceno, Raúl

Rodríguez Bohoyo, Carlos

Sellarès Feiner, Santi

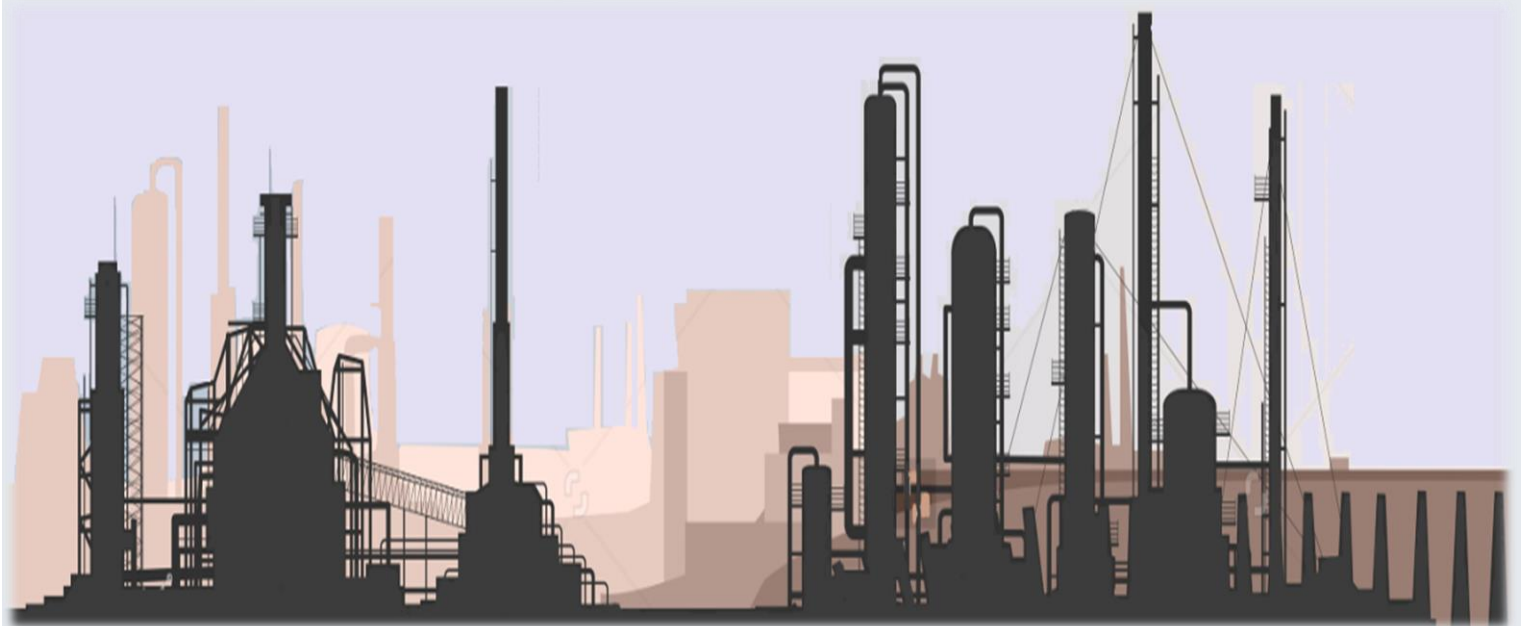
Cerdanyola del Vallès, Junio 2017





# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO

## CAPÍTULO 9: Operación en planta



## ÍNDICE

9.1 INTRODUCCIÓN .....	1
9.2 OPERACIÓN POR AREAS.....	2
9.2.1 Área 100. Almacenaje de materias primas. ....	2
9.2.2 Área 200. Reacción de cloración.....	3
9.2.3 Área 300. Purificación del MCB. ....	4
9.2.4 Área 400. Línea de tratamiento de gases. ....	4
9.2.5 Área 500. Almacenaje de producto final. ....	5
9.2.6 Área 600. Servicios de planta.....	6
9.2.7 Área 800. Medio Ambiente y Seguridad. ....	7

## 9.1 INTRODUCCIÓN

Una vez se han realizado todas las tareas necesarias para la puesta en marcha de la planta y la producción, se da comienzo a la fase de operación de la planta, la cual se hará de forma continua.

Debido a la gran automatización que tiene el proceso de producción del clorobenceno la intervención humana será prácticamente escasa durante la fase de operación en planta, ya que todos los equipos están dotados de sistemas de control que permiten garantizar un correcto funcionamiento de los equipos y permite que estos mantengan la producción en estado estacionario. No obstante, estos equipos pueden fallar y, por lo tanto, estos requerirán ser supervisados y en el caso de la aparición de algún problema, éste pueda ser solucionado lo más rápido posible.

Las tareas que deben realizarse durante la operación de la planta son diversas y estarán debidamente protocolizadas, esas tareas se muestran resumidas en la siguiente lista.

- Supervisar el correcto funcionamiento de los sistemas de control.
- Realizar el mantenimiento de los equipos y el instrumental.
- Realizar operaciones discontinuas.
- Resolver las irregularidades que el sistema de control no prevé.
- Realizar el análisis del producto final para certificar que la producción es correcta.
- Resolver situaciones de peligro o accidentes.

Hay ciertas características del proceso que condicionan las tareas de operación en planta.

- Producción en continuo
- Gases licuados a presión
- Sustancias corrosivas y reactivas con agua.

Para evitar complicaciones al operar en continuo se han implementado bombas de impulsión por partida doble, este hecho hace que en el momento en que usa una de ellas, se puede realizar el mantenimiento de la otra bomba y viceversa. Esta rotación del uso de las bombas se realizará 1 vez cada 2 semanas. Esto permitirá una mayor vida útil de las bombas y así evitar que por un fallo en este equipo se vea afectada la producción.

## 9.2 OPERACIÓN POR AREAS

### 9.2.1 Área 100. Almacenaje de materias primas.

Esta área está formada por los tanques de almacenaje de benceno, hidróxido de sodio al 50% en peso, cloruro de hierro (III) sólido y los tanques de cloro. Estos tanques, dependiendo de lo que contengan, podrán necesitar inertización mediante nitrógeno para evitar la formación de atmosferas explosivas o, en el caso de los de cloro, se utilizará el nitrógeno para mantener la presión dentro del tanque, por otro lado, también habrá tanques que no tengan ninguna particularidad, como los de hidróxido de sodio.

Los tanques de cloro, como necesitan la aportación de nitrógeno gas para mantener la presión constante en el interior durante su carga, tendrán un sistema de control del venteo y de la entrada de nitrógeno para mantener la presión del tanque en la estipulada.

Estos tanques estarán dotados de un sistema de control que permitirá saber en todo momento el nivel de líquido que hay en cada tanque y permitirá a los operarios cambiar de tanque cuando sea necesario, también tendrán que supervisar que estos mecanismos de control no den información errónea.

Los operarios en esta área serán muy importantes a la hora de cargar la materia prima de los tanques, ya que serán los encargados de comprobar de que se siguen todas las medidas de seguridad y que todo se esta haciendo correctamente para evitar cualquier error que pueda derivar en una situación de peligro.

La mayoría de los productos que se manipulan en esta área son nocivos y tóxicos, por lo tanto, los empleados que trabajen en ella deberá llevar el equipo de protección individual adecuado como se ha explicado anteriormente en el **Capítulo 5 de Seguridad**.

De todos los tanques que forman esta área se han implementado por partida doble, esto se ha hecho de forma que cuando unos se están descargando se puede proceder a cargar los otros. Se ha realizado de esta manera ya que no se puede cargar y descargar a la vez un mismo tanque.

### 9.2.2 Área 200. Reacción de cloración

En esta área se lleva a cabo la reacción de cloración del benceno, el factor principal que hay que tener en cuenta en esta área es que la reacción que se lleva a cabo es muy exotérmica y, por lo tanto, el control de la refrigeración de los reactores debe ser muy preciso.

Para garantizar la seguridad y el funcionamiento correcto de todos los equipos de la zona de reacción de cloración, cada equipo se ha dotado de un sistema de control eficiente y preciso que permite garantizar un buen rendimiento de todos ellos.

Aunque el sistema de control se encargue de mantener las condiciones óptimas de trabajo en los diferentes equipos de esta área, los operarios deberán supervisar periódicamente su funcionamiento. También hará falta que se extraigan muestras del corriente de salida de los reactores para comprobar que las composiciones de estos sean las correctas.

En la misma área, aparte de intercambiadores, también se puede encontrar el reactor de neutralización del catalizador de donde también será necesario extraer muestras y comprobar que todo el catalizador y todo el ácido clorhídrico son eliminados.

Un seguimiento periódico de los equipos de esta área permite garantizar su correcto funcionamiento y, además, ayuda a anticiparse a posibles complicaciones y así solucionarlas lo más rápido posible.

### 9.2.3 Área 300. Purificación del MCB.

Después de la formación del MCB en el reactor de cloración y de la posterior reacción de neutralización del catalizador será necesario eliminar toda clase de impurezas de nuestro producto para adecuarlo a las necesidades del cliente.

Los equipos principales de esta área son las columnas de destilación de benceno y de MCB, estas columnas tienen un sistema de control que permite garantizar su correcto funcionamiento, no obstante, deberán ser revisadas para determinar que estos sistemas de control no fallen.

Otra tarea que se tendrá que llevar a cabo periódicamente en esta zona es el muestreo de los corrientes de salida de ambas columnas, tanto de destilado como de los fluidos de colas de columna, para comprobar que las separaciones se están dando correctamente y que la composición final de los productos es la deseada.

Dado que el proceso es en continuo, el mantenimiento de los equipos se hará en las paradas previstas durante el año. La revisión de los componentes de los equipos se hará desde el exterior para poder evitar cualquier anomalía.

En esta área también se lleva a cabo la separación del catalizador, una vez neutralizado, de la solución. Para ello se utiliza una centrífuga continua que permite separar el hidróxido de hierro (III) que ha precipitado, ese residuo será recogido mediante contenedores para posteriormente ser gestionado.

### 9.2.4 Área 400. Línea de tratamiento de gases.

Esta zona contiene las columnas necesarias para tratar los corrientes de gases provenientes de los reactores de cloración del benceno. Estos corrientes contienen cloruro de hidrógeno (HCl), que será necesario diluirlo en agua para poder aprovecharlo para su posterior venta, y cloro gas, que será necesario eliminar para evitar su emisión a la atmósfera ya que se trata de una sustancia muy tóxica, entre otros componentes orgánicos que se intentaran recircular en la medida de lo posible.

Debido a la presencia de estos componentes nocivos será necesario que los empleados que trabajen en esta zona dispongan del equipo de protección individual que se indica en el **capítulo 5 de Seguridad**.

Al igual que el resto de áreas, también está dotada con un sistema de control que permite garantizar que se mantienen las columnas a las condiciones de operación deseadas. Estos sistemas, al igual que los otros del resto de áreas, deberán ser revisados periódicamente para prevenir, en la medida de lo posible, cualquier problema que pueda haber.

En la columna de absorción de HCl será necesario realizar un muestreo periódico para comprobar que la composición la cual sale el producto final que posteriormente será vendido es la deseada.

### 9.2.5 Área 500. Almacenaje de producto final.

Esta área está formada por los tanques de almacenaje de monoclorobenceno, de diclorobenceno sólido, de ácido clorhídrico diluido 32.3% y tolueno.

Esta área, al igual que ocurre en el área 100, los tanques de almacenaje necesitarán inertización mediante la utilización de nitrógeno para evitar la formación de atmósferas explosivas. Esta tarea estará totalmente automatizada, de la misma manera que pasa en los tanques de almacenaje de materias primas, pero, deberá ser revisada periódicamente por los operarios que trabajen en esa zona para garantizar su correcto funcionamiento.

En esta zona el personal será muy importante a la hora de realizar la descarga de los tanques en las cisternas, los operarios deberán revisar que todos los componentes que intervienen en la descarga de cada producto se encuentran en buenas condiciones para llevar a cabo correctamente su función.

De la misma manera que sucede en el área 100, estos tanques estarán dotados de un sistema de control que permitirá saber en todo momento el nivel de líquido que hay en cada tanque y permitirá a los operarios cambiar de tanque cuando sea necesario,

también tendrán que supervisar que estos mecanismos de control no den información errónea.

Como en esta zona se manejan productos que son nocivos y tóxicos será necesario el uso del equipo de protección individual estipulado en el **capítulo 5 de Seguridad**.

De la misma forma que sucede en el área 100, todos los tanques se han implementado por partida doble, de esta forma mientras unos se están cargando con el producto final, los otros se pueden descargar en las cisternas.

### 9.2.6 Área 600. Servicios de planta.

En el área de servicios se encuentran equipos con funcionalidades bien diferentes. Estas instalaciones forman una parte fundamental en el proceso de producción, ya que, se encargan de abastecer las necesidades de control de temperatura de cada sistema, también tratan el corriente de agua decalcificada necesaria, ya sea para circular por los circuitos de refrigeración como para diferentes usos directos en el proceso, nitrógeno para la inertización de los tanques, aire comprimido para las válvulas de control neumáticas. También en esta zona se encuentran las calderas de vapor y de aceite térmico, la torre de refrigeración y los chiller que permiten el suministro de refrigerante según las necesidades del proceso.

La torre de refrigeración necesita una purga de agua para eliminar la concentración de sales en la torre y evitar la formación de incrustaciones. Otro apartado a tener en cuenta en la torre de refrigeración es la limpieza y desinfección del agua del circuito cerrado. La desinfección se hará mediante la adición constante de hipoclorito para, además mantener la concentración de cloro residual necesaria. Para evitar que las bacterias se hagan resistentes al hipoclorito, los operarios deberán realizar dos veces al año la adición de biocida.

Otra función que tienen los operarios en esta área será la de reponer los tanques de sal para que se pueda regenerar las resinas del equipo de descalcificación del agua.

En el caso de la caldera de aceite el fluido que circula por el interior será remplazado por completo como mínimo 4 veces durante el año, ya que este aceite se degrada y podría estropear los equipos.

### 9.2.7 Área 800. Medio Ambiente y Seguridad.

En esta zona se tratarán todas las emisiones gaseosas de nuestra planta, ya sea proveniente de los venteos de los tanques de almacenaje de reactivos y productos como del propio proceso. En esta zona se deberá comprobar mediante el análisis de muestras de los gases de salida si la composición de estos se encuentra dentro de los límites de emisión estipulados, como se muestra en el capítulo 6 de Medio Ambiente.

Esta área también dispondrá del tanque donde se almacena el agua del sistema contra incendios. Este equipo no requerirá la presencia de ningún empleado de la planta.