



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL
FACULTAD
REGIONAL
DELTA

CAPÍTULO 09

Puesta en marcha

Producción de Ácido Tereftálico Purificado

ÍNDICE

09. Puesta en Marcha 2

 09.1 Acciones previas a la puesta en marcha 2

 09.2 Puesta en marcha por zonas 4

 09.2.1 Puesta en marcha de la zona 100 y 200..... 5

 09.2.2 Puesta en marcha zona 300..... 8

09. Puesta en Marcha

La puesta en marcha de la planta es un proceso que requiere de una planificación y ejecución cuidadosas, ya sea para optimizar la eficiencia de la planta como para estar dentro de los rangos seguros de operación en cuanto a seguridad e higiene.

Para llevar a cabo la puesta en marcha segura, se comienza con una producción inicial a menor escala para ajustar y optimizar los procesos, además de esto, se realizan monitoreos para identificar y resolver cualquier problema o ajuste que sea necesario.

Se debe contar con personal calificado referente a las diferentes áreas que componen la planta quienes deben evaluar, inspeccionar y chequear que todos los instrumentos y equipos funcionen adecuadamente, así como organizar el personal y establecer los turnos de trabajo.

La puesta en marcha se llevará a cabo en tres casos distintos;

- Puesta en marcha inicial: arranque por primera vez del proceso de fabricación.
- Puesta en marcha luego de paros programados: después de las paradas previstas durante el año, mantenimiento programado y paro anual de mantenimiento.
- Puesta en marcha luego de paros no programados: después de cualquier parada de emergencia que afecte al proceso.

Pasada la puesta en marcha inicial se debe asegurar que la planta esté funcionando de manera continua y eficiente.

09.1 Acciones previas a la puesta en marcha

Previo a la puesta en marcha de las etapas productivas, se debe verificar que la instalación se encuentre en las condiciones óptimas para la operación. Para esto, se realiza un Check-list para el arranque de planta el cual se encuentra ordenado por los siguientes ítems:

1. Organización:

- 1.1. Aseguramiento del stock mínimo necesario de las materias primas.

- 1.2. Aseguramiento de disponibilidad del personal de todas las áreas involucradas y elementos de protección personal acordes a la tarea a realizar.
- 1.3. Recopilación de documentación técnica.
- 2. Inspección:**
 - 2.1. Inspecciones:
 - 2.1.1. Inspección visual y calibración de equipamiento: Tanques, cañerías, equipamiento de transporte como bombas, compresores, sopladores.
 - 2.1.2. Verificación de tableros y conexiones eléctricas.
 - 2.1.3. Verificación de agua y red de incendios.
 - 2.1.4. Inspección visual de dispositivos de seguridad.
- 3. Calibración:**
 - 3.1. Puesta a punto de instrumentos de control como elementos finales, cebado de bombas y purgado de tuberías.
- 4. Pruebas:**
 - 4.1. Pruebas hidráulicas de estanqueidad.
 - 4.2. Pruebas de presión.
 - 4.3. Prueba de flujo en cañerías.
 - 4.4. Pruebas del sistema eléctrico.
 - 4.5. Prueba del sistema de control y alarmas de la planta.
- 5. Mantenimiento:**
 - 5.1. Control de stock de materiales, repuestos, insumos y equipos necesarios para el funcionamiento del proceso.
 - 5.2. Control de personal tercerizado para tareas generales.
 - 5.3. Protocolos necesarios para el mantenimiento de la planta.
 - 5.4. Comprobación del estado mecánico de los equipos.
- 6. Protección contra incendios:**
 - 6.1. Procedimientos de extinción contra incendios
 - 6.2. Procedimiento de emergencia de respuesta a incendio, fuga o explosión.
 - 6.3. Disponibilidad de elementos contra incendios (extintores, espumas, etc.).
 - 6.4. Brigada contra incendios, capacitada y preparada.
- 7. Puesta en marcha de servicios auxiliares:**

Para llevar a cabo de manera efectiva el arranque de los servicios auxiliares, a continuación, se enumera una serie de acciones a realizar:

 - 7.1. Energizar los equipos.

- 7.2. Arranque de bombas de agua de pozo para tratamiento y red de incendio.
- 7.3. Arranque de compresores de aire. Distribución de aire a sistema de control.
- 7.4. Puesta en marcha de sistema de agua de enfriamiento (Torres y bombas del sistema de enfriamiento).
- 7.5. Sistema de tratamiento de agua.
- 7.6. Arranque de calderas, presurización de líneas de vapor.

8. Miscelánea

- 8.1. Verificación en campo de válvulas en correcto posicionamiento, conexiones de MP,
- 8.2. Presurización de equipos: TK-104, R-100, TK-105, T-200, CR-100, T-300, R-300, TK-302, CR-300, CR-301.
- 8.3. Arranque de quemadores para calentamiento de aire: B-100, B-300.
- 8.4. Arranque de bomba P-100 y llenado de TK 102-1, luego Arranque de agitador de TK-102.
- 8.5. Una vez que TK 102-1 llegue a un nivel se Arranca el tornillo SC-100 lo cual arranque la dosificación de catalizadores hasta que el silo SL-102 tenga el peso adecuado.

09.2 Puesta en marcha por zonas

Aseguramiento de stock mínimo de materia prima.

Previo a la puesta en marcha, se debe asegurar la proveeduría de materia prima necesaria para el arranque. Una vez el proveedor dentro de la planta se debe:

1. Contar con el personal capacitado para la maniobra de descarga de las diferentes materias primas en tanques y silos.
2. Contar con los procedimientos de descarga.
3. Contar con personal de seguridad e higiene para el control de uso de elementos de protección personal, control de atmósferas explosivas y espacios confinados.

Una vez asegurados los ítems anteriormente mencionados se procede a realizar la descarga y el llenado de los siguientes tanques y silos de materia prima.

1. Tanque de almacenamiento de ácido acético, TK-100.
2. Tanque de almacenamiento de ácido bromhídrico, TK.103.

3. Tanque de almacenamiento de p-xileno, TK-101.
4. Tanque de almacenamiento de Oxígeno.
5. Tanque de almacenamiento de Hidrógeno, TK-304.
6. Tanque de almacenamiento de n-butil acetato, TK.201.
7. Tanque de almacenamiento de agua, TK-203.
8. Silos de almacenamiento de sales de catalizadores SL-100 y SL-101.

09.2.1 Puesta en marcha de la zona 100 y 200.

Estas zonas se encuentran interrelacionadas por los gases de reacción, es decir, previamente al inicio de la reacción de oxidación se debe contar con la operación de los equipos de recuperación. Esto tiene como objetivo evitar el venteo de gases de combustión sin tratamiento a la atmósfera.

El funcionamiento de la columna de absorción T-200, implica directamente el funcionamiento de toda la zona de recuperación ya que esta opera con agua recuperada. Por lo tanto se debe iniciar la puesta en marcha de la totalidad de los equipos de la zona 200.

1. El primer paso es la inertización y presurización de equipos y cañerías, donde se requiera, con Nitrógeno.
2. Se pone en funcionamiento el ciclo de descarga de los silos SL-100 y SL-101. Estos se encargarán, de manera automática, de llenar el silo SL-102 con la composición correcta de catalizadores. Además, se debe llenar el tanque TK-102-1 con el nivel mínimo requerido de ácido acético, siguiendo el procedimiento de llenado con el que cuenta el operador. Seguido de esto se pone en funcionamiento el sistema de agitación del tanque.
3. Llenado de los tanques TK-101-1 y 103-1 hasta el nivel operativo.
4. Arranque de dosificación de materia prima.
 - 4.1. Se verifica que la válvula XV-TK104-1 se encuentra en posición cerrada.
 - 4.2. Se pone en marcha la bomba P-102 de dosificación de reactivo limitante, p-xileno. Esta bomba se encuentra enclavada con las bombas P-101 y P-103 que alimentan materia prima al TK-104, con lo cual el arranque de la primera determinará el arranque de las demás.
5. Puesta en marcha de tanque de preparación de reactivos, TK-104.

- 5.1. Con la válvula XV-TK104-1 cerrada, se procede a llenar el tanque con materia prima hasta el volumen mínimo de operación.
- 5.2. Se enciende el sistema de agitación y mezclado del tanque.
- 5.3. Con el llenado del tanque, se pone en marcha el lazo de alimentación de vapor a la camisa del recipiente.
- 5.4. Una vez alcanzadas las condiciones de operación de presión, temperatura y composición de la mezcla, se abre la válvula XV-TK104-1.
- 5.5. Con la válvula XV-R100-1 en posición cerrada, el operador enciende la bomba de dosificación de mezcla, P-104 de manera manual.
6. Puesta en marcha de la zona 200:
 - 6.1. Puesta en marcha del sistema de absorción T-200.
 - 6.2. Con la válvula, XV-T200-2, se pone en funcionamiento la bomba de alimentación de agua de lavado, P-212.
 - 6.3. Se pone en marcha el sistema de intercambio, E-209, habilitando el lazo de control de vapor en el mismo.
 - 6.4. Una vez alcanzado el nivel mínimo de líquido de operación en la T-200, se procede a abrir la válvula XV-T200-2. Seguido de esto, se pone en marcha el sistema de intercambio E-207.
 - 6.5. Se llena la torre T-201 hasta alcanzar nivel operativo. La bomba P-201, se encuentra enclavada al nivel de la T-201. Una vez que se alcance el nivel mínimo establecido, la bomba arrancará y comenzará a operar el lazo de control de nivel.
 - 6.6. Se llena el TK-200, donde la bomba P-202, se encuentra enclavada al nivel de este, es decir, una vez alcanzado el nivel operativo, esta se pondrá en marcha.
 - 6.7. Se debe poner en marcha el sistema de intercambio, E-200. La columna de destilación T-202, se llenará hasta alcanzar el nivel mínimo de líquido para la operación.
 - 6.8. Se pone en marcha el rehervidor E-202 y comienza la operación de destilación como si se tratara de una columna de rectificación, ya que, previo a la reacción, el fluido de alimentación será agua, con lo cual la gran mayoría de la alimentación se irá por el tope de la columna como destilado manejando una mínima relación de reflujo.
 - 6.9. Se llena el TK-202 hasta alcanzar el nivel en donde arranque la bomba P-205 y se ponga en marcha el sistema de intercambio E-203.

6.10. Se pone en marcha el rehervidor E-205 y comienza la operación de destilación como si se tratara de una columna de rectificación, ya que, previo a la reacción, el fluido de alimentación será agua, con lo cual la gran mayoría de la alimentación se irá por el tope de la columna como destilado mínima relación de reflujo. Durante esta etapa, la válvula XV-T203-1, de alimentación de n-butil acetato, se encontrará cerrada.

Como el destilado será 100% agua, el decantador S-200, solo trabajará con el lazo de control de nivel de agua.

7. Puesta en marcha del Reactor R-100.

7.1. Se debe verificar que la válvula de descarga de gases, XV-R100-2, se encuentre abierta para evitar así una sobrepresión durante la maniobra de llenado del recipiente.

7.2. La válvula XV-R100-1 se debe encontrar cerrada.

7.3. Llenar el reactor con la materia prima líquida hasta nivel operativo.

7.4. Encender sistema de agitación del reactor.

8. Inicio de la reacción de oxidación.

8.1. Para iniciar la reacción, se debe abrir la válvula XV-R100-3, lo cual habilitará el lazo de control oxígeno.

8.2. Inicialmente el reactor operará de forma batch, el periodo de tiempo queda determinado en primera instancia por tiempo de residencia del mismo y luego por la conversión de este. Para ello se irá muestreando el producto de fondo del R-100, de un tanque destinado para el producto fuera de especificación.

8.3. Una vez alcanzada la concentración requerida por el proceso se pone en marcha el sistema de agitación del tanque TK-105 y se procede a abrir la válvula XV-R100-1 para llenar el mismo.

8.4. Paralelo al llenado del tanque TK-105, se ponen en marcha los cristalizadores, CR-100, CR-101, centrífuga CF-100 y tornillos SC-102, SC-103, SC-104 Y SC-105.

8.5. Primeramente se llena el cristalizador CR-100, manteniendo cerradas las válvulas de descarga, PCV-CR100-1 y FCV-CR100-1, y la de regulación de presión para los vapores exhaustos, PCV-MX200-1. Alcanzada una presión levemente superior a la de operación del cristalizador, se dará apertura a las mismas con el objetivo de comenzar a aliviarla. Esto habilita el llenado del segundo cristalizador, CR-101, donde la válvula reguladora de presión de

vapores, PCV-MX200-3, y la bomba de descarga, P-105, se encuentra apagada y en operación manual. Una vez que la sobrepresión en el equipo es levemente mayor a la requerida, se dará apertura a la válvula de presión y se dará encendido a la bomba de extracción de producto.

8.6. Iniciar la secuencia de soplado en los filtros de seguridad del RD-100.

8.7. Arranque del secador RD-100. Se encienden los quemadores y se alimenta de aire caliente al secador.

8.8. Cuando la tolva TLV-100 tenga el nivel requerido para operar el secador RD-100 de forma continua, se dará apertura a la válvula rotativa de descarga para que comience a alimentar el ácido tereftálico crudo, CTA, húmedo.

9. Se pone en marcha el sistema de dosificación de solvente arrastrador, n-butil acetato, en la columna de destilación T-203. Para esto, se abre la válvula XV-T203-1 y se arranca la bomba P-210. De esta manera, comenzará el correcto funcionamiento de la operación de destilación.

09.2.2 Puesta en marcha zona 300

1. El primer paso es la inertización y presurización de equipos y cañerías, donde se requiera, con Nitrógeno.
2. Llenar el tanque de almacenamiento de agua, TK-303. Dado que el proceso anteriormente no estaba funcionando, este tanque se llenará con agua de servicio.
3. Poner en marcha, la bomba de alimentación de agua P-301. El operador debe setear el valor del caudal de agua a operar. Con la lectura de caudal en la línea de agua, arranca el tornillo SC-300.
4. Arrancar el sistema de agitación del tanque de pre-dilución TK-301.
5. Poner en marcha la bomba P-301-1 y llenar el tanque T-300 hasta el nivel operativo.
 - 5.1. Con el llenado del tanque, se pone en marcha el lazo de alimentación de agua al TK-300. Como así también el del sistema de calentamiento en el E-304.
 - 5.2. Encender sistema de agitación y mezclado del TK-300.
 - 5.3. Con el llenado del tanque, se pone en marcha el lazo de alimentación de vapor a la camisa del recipiente.
 - 5.4. Una vez alcanzadas las condiciones de operación de presión, temperatura y composición de la mezcla, se abre la válvula XV-TK300-1.

- 5.5. Con la válvula XV-R100-1 en posición cerrada, el operador enciende la bomba de dosificación de mezcla, P-302 de manera manual.
6. Puesta en marcha del reactor R-300
- 6.1. Se debe verificar que la válvula de descarga de gases, XV-R300-2, se encuentre abierta para evitar así una sobrepresión durante la maniobra de llenado del recipiente.
- 6.2. La válvula XV-R300-1 se debe encontrar cerrada.
- 6.3. Llenar el reactor con la materia prima líquida hasta nivel operativo.
7. Inicio de la reacción de hidrogenación
- 7.1. Para iniciar la reacción abrir XV-R300-3, la cual habilitará el lazo de control de hidrógeno.
- 7.2. Al sensar la temperatura en el efluente del reactor, se activará el lazo de control de temperatura, regulando el caudal de alimentación de agua de enfriamiento con la válvula FCV-R300-2.
- 7.3. Inicialmente el reactor operará de forma batch, el periodo de tiempo queda determinado en primera instancia por tiempo de residencia del mismo y luego por la conversión de este. Para ello se irá muestreando el producto de fondo del R-300, de un tanque destinado para el producto fuera de especificación.
- 7.4. Una vez alcanzada la concentración requerida por el proceso se pone en marcha el sistema de agitación del tanque TK-302 y se procede a abrir la válvula XV-R300-1 para llenar el mismo.
- 7.5. Paralelo al llenado del tanque TK-302, se ponen en marcha los cristalizadores, CR-300, CR-301, CR-302, centrífuga CF-300 y tornillos SC-301, SC-302 y SC-303.
- 7.6. Una vez alcanzado el setpoint de nivel en el TK-302, se abre la válvula XV-TK302-1 para dar inicio al proceso de cristalización.
- 7.7. Primeramente se llena el cristizador CR-300, manteniendo cerradas las válvulas de descarga, LCV-CR300-1 y PCV-CR301-1, y la de regulación de presión para los vapores exhaustos, PCV-CR300-2. Alcanzada una presión levemente superior a la de operación del cristizador, se dará apertura a las mismas con el objetivo de comenzar a aliviarla. Esto habilita el llenado del segundo cristizador, CR-301, donde la válvula reguladora de presión de vapores, PCV-CR301-2, estará cerrada al igual que las válvulas de descarga, LCV-CR301-1 y PCV-CR302-1. Inmediatamente después que el cristizador

tenga una presión mayor a la operativa, dar apertura a las válvulas con el objeto de aliviarla. Por último, se habilita el llenado del último cristizador, CR-302, donde la válvula reguladora de presión de vapores, PCV-CR302-2, y la bomba de descarga, P-303, se encuentra apagada y en operación manual. Una vez que la sobrepresión en el equipo es levemente mayor a la requerida, se dará apertura a la válvula de presión y se dará encendido a la bomba de extracción de producto.

- 7.8. Inmediatamente después que el lazo de nivel del TK-305 detecte un nivel dado, fijado por el operador, se activara el mecanismo de agitación y mezclado.
- 7.9. Cuando el TK-305 se encuentre en el nivel de operación, abrir XV-TK305-1 y dar arranque a la bomba P-304.
- 7.10. Iniciar la secuencia de soplado en los filtros de seguridad del RD-300.
- 7.11. Arranque del secador RD-300. Se encienden los quemadores y se alimenta de aire caliente al secador.
- 7.12. Cuando la tolva TLV-300 tenga el nivel requerido para operar el secador RD-300 de forma continua, se dará apertura a la válvula rotativa de descarga para que comience a alimentar el ácido tereftálico purificado, PTA, húmedo.
8. Almacenamiento de producto final y envasado.
 - 8.1. El producto en polvo se almacenará en los silos SL-300.
 - 8.2. Alcanzado el stock mínimo de almacenamiento, se enviará el producto final a la zona de envasado y packaging.

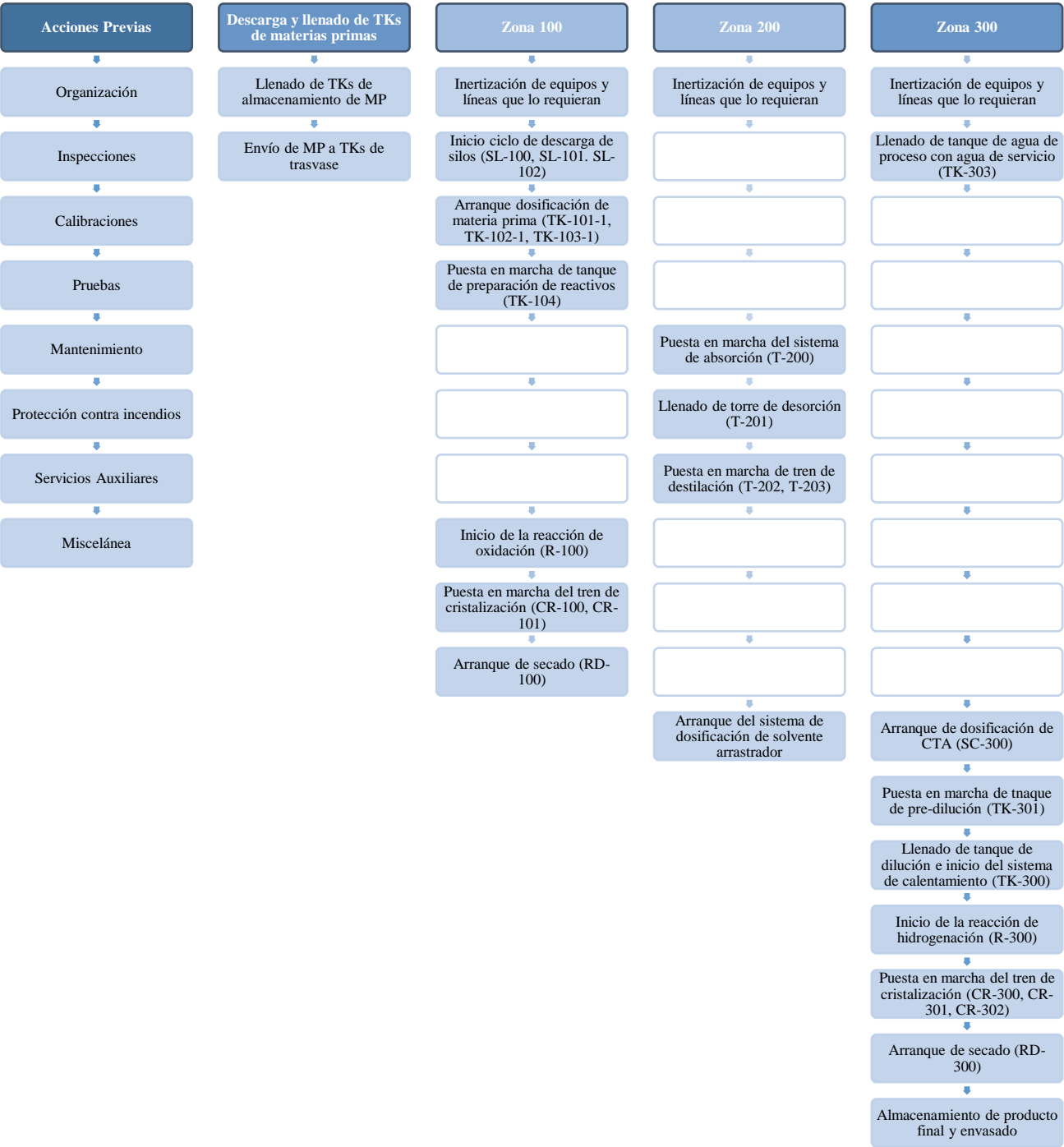


Ilustración 9.2-1: Flujograma de operación para la puesta en marcha. Fuente: Elaboración propia