

CAPÍTULO 1

CRITERIOS GENERALES DE OPERACIÓN

1. INTRODUCCI3N

La gesti3n de operaci3n de las plantas de tratamiento se puede clasificar en cuatro tipos:

- operaci3n de puesta en marcha;
- operaci3n normal;
- operaci3n especial o eventual;
- operaci3n de emergencia.

2. OPERACI3N DE PUESTA EN MARCHA

Estas operaciones se ejecutan habiendo finalizado la etapa constructiva, cuando la planta va a empezar a funcionar. Se repiten, aunque en forma m3s abreviada, cada vez que la planta sale de operaci3n por labores de mantenimiento.

Las principales actividades que comprende la puesta en marcha de una planta son:

- inspecci3n preliminar;
- operaciones iniciales;
- llenado de la planta.

2.1 Inspecci3n preliminar

Tiene por objeto evaluar el estado de las obras. Se debe poner 3nfasis en los siguientes aspectos:

- presencia visual de da3os;
- funcionamiento de v3lvulas, compuertas y equipos;
- existencia de reactivos, materiales y personal para la operaci3n del sistema.

2.2 Operaciones iniciales

Antes del llenado de la planta, deben efectuarse las siguientes tareas, que pueden variar de acuerdo con el tipo de planta:

- Limpieza general de las estructuras. La planta debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación.
- Revisión y calibración de todos los equipos de dosificación.
- Preparación de las soluciones de las sustancias químicas, según procedimientos que se describen posteriormente.
- Medición de los parámetros básicos para el control de los procesos: pH, turbiedad, color, alcalinidad y caudal de operación.
- Determinación de parámetros de dosificación: dosis, concentración y pH óptimo.
- Colocar válvulas en posición de llenado: ingresos y salidas abiertas, desagües cerrados.

2.3 Llenado de la planta

Esta operación depende de los procesos que componen la planta. Asumiendo que la planta está compuesta por los procesos básicos de mezcla rápida, floculación, decantación y filtros, el procedimiento es el siguiente:

- a) Abrir lentamente la válvula de ingreso de agua cruda a la planta.
- b) Llenar los floculadores y, una vez que el agua llegue al nivel máximo, establecer la dosificación.
- c) Simultáneamente al proceso de llenado, debe aplicarse una dosis inicial de desinfectante que usualmente varía entre 3 y 7 mg/L, por un lapso de 2 a 4 horas.
- d) Esperar a que se complete el llenado de los decantadores y suspender el flujo por 15 minutos antes de pasar a los filtros.
- e) Llenar los filtros e iniciar la operación eliminando la producción al desagüe hasta que se obtenga la calidad de agua deseada.

-
- f) Efectuar lavados sucesivos de los filtros; el procedimiento depende del tipo de filtro.
- g) Controlar la calidad del agua. Normalmente se requiere suministrar el agua a la población en el menor tiempo posible, después de haber comprobado que la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua es aceptable. En caso de emergencia, se recomienda controlar los siguientes parámetros:
- turbiedad menor de 1,0 UNT;
 - color aparente menor de 15 UC;
 - pH entre 6,5 y 8,5;
 - cloro residual a la salida de la planta no menor de 1,0 mg/L.

3. OPERACIÓN NORMAL

Una vez concluidas las operaciones de puesta en marcha, la planta entra en la etapa denominada *de operación normal*. Se considera que el sistema de tratamiento se encuentra en operación normal cuando está produciendo el caudal para el cual fue proyectado con la calidad de agua requerida.

La operación normal incluye una serie de actividades de tipo rutinario. A continuación se indican las actividades de operación normal:

- medición del caudal;
- medición de parámetros de calidad del agua cruda: turbiedad, color, pH y alcalinidad;
- preparación de las soluciones de los productos químicos;
- ajuste de los dosificadores;
- lavado de los filtros;
- medición de cloro residual en el agua tratada y otros parámetros básicos;
- limpieza de las obras complementarias y mantenimiento de zonas verdes;
- control de calidad.

Estas actividades se detallan en los capítulos posteriores, teniendo en cuenta los principales tipos de plantas existentes.

En general, la operación normal incluye cualquier actividad que no provoque la suspensión parcial o temporal de la planta.

4. OPERACIÓN ESPECIAL O EVENTUAL

Este tipo de operación se produce como consecuencia de actividades de mantenimiento, daños menores, fallas de energía de corta duración y otras causas que impliquen una salida de operación total o parcial de la planta, sin que se presenten daños graves.

A continuación se incluyen algunos ejemplos de este tipo de operación.

4.1 Parada o suspensión de la operación de la planta

Normalmente una parada de la planta se programa para vaciar las unidades y ejecutar reparaciones que deben hacerse en seco.

Con frecuencia las paradas se programan durante la noche o en días festivos, para evitar incomodidades a los usuarios. En todo caso, es conveniente avisarles con anticipación la fecha y tiempo de suspensión para que se provean de agua y disminuyan los reclamos de servicio.

La secuencia de acciones para efectuar la parada es la siguiente:

- a) Programación de la actividad
 - El ingeniero jefe o supervisor de la planta prepara el programa de actividades que se van a desarrollar durante la parada, indicando el tiempo para cada tarea.
 - Se prepara una lista del personal que intervendrá y de los materiales, herramientas y equipos, señalando la hora de inicio de las labores. El personal deberá ser distinto de aquel que continuará con la operación normal de la planta.
 - Si hay varios frentes de trabajo, se asignará un supervisor a cada uno.
 - El jefe de la planta estará a cargo de todo el personal y será quien dará las órdenes.
- b) Lavar filtros y llenar el tanque de distribución.
- c) Parada de la planta.

- Cerrar la entrada de agua cruda o suspender el bombeo.
- Suspender la filtraci3n.
- Suspender la dosificaci3n.
- Cerrar la compuerta o v3lvula de salida.
- Parar los motores de los floculadores, si las unidades fueran mec3nicas.
- Parar todos los equipos que tuviera el sistema.
- Drenar la zona de trabajo por gravedad o por bombeo.
- Ejecuci3n de los trabajos.

4.2 Limpieza de un decantador o floculador

Si la planta tiene un solo floculador o decantador, deber3 programarse una parada o colocar la planta a operar con filtraci3n directa si las condiciones de calidad del agua cruda lo permiten.

Un decantador convencional sin barrelos deber3 lavarse como m3ximo cada tres meses. Dependiendo de la capacidad de la tolva y de la temperatura local, podr3 necesitarse una frecuencia menor. Los decantadores laminares usualmente no incluyen barrelos o sistemas autom3ticos de evacuaci3n de lodos, excepto en unidades de gran tama1o.

Cuando existen varios decantadores en paralelo, se seguir3 la siguiente secuencia de acciones:

- El jefe o supervisor de la planta debe programar las actividades que se van a realizar, el tiempo y personal necesario; este 3ltimo depender3 del 3rea superficial interior de la unidad que comprende paredes y piso. El personal que se emplee en esta actividad debe ser diferente de aquel que ejecuta la operaci3n normal. Definir la hora en la que deber3 disminuirse el caudal que entra a la planta o suspenderse el tratamiento. Pasar copia del programa a los operadores de turno.
- Suministrar y revisar el estado de los materiales necesarios para ejecutar esta operaci3n: rastrillos, escobas, cepillos, mangueras y llaves para conectarlas, si el lavado se hace a presi3n.
- Disminuir el caudal de entrada a la planta en una cantidad similar a la que trata la unidad que se va a aislar. En el caso en que las unidades en paralelo tengan capacidad para asumir la sobrecarga, se omitir3 esta operaci3n.

- Aislar la unidad cerrando las compuertas de entrada. Parar el motor del floculador en el caso de unidades mecanizadas.

- Abrir el drenaje. El operador de turno deberá tener la unidad vacía a la hora en que el personal debe efectuar la tarea.



Figura 1-1. Mala ubicación para limpiar las pantallas

- Efectuar la limpieza. Normalmente el piso se limpia con chorros de agua a presión, empujando el material con rastrillos hacia el dren o desagüe. Las paredes se limpian con chorros de agua y cepillos metálicos.

- En el caso de decantadores de placas y floculadores de pantallas, las placas se limpian con chorros de agua a presión y cepillos para remover el lodo y algas adheridas. Deberá instruirse al personal de operación que ejecuta esta tarea para que no se pare sobre las pantallas mientras realiza la limpieza (figura 1-1).

- En el caso de pantallas de asbesto-cemento y módulos de plástico, el sistema de sostén solo ha sido calculado para ese fin. No está calculado para resistir el peso de una persona y va cediendo gradualmente hasta que se desploma. El decantador de la figura 1-2 presentaba fuertes ondulaciones en el nivel superior de las placas, como consecuencia de que el personal se para sobre ellas.



Figura 1-2. Superficie irregular de las placas

- Si se presenta crecimiento de algas, puede usarse un equipo de fumigación para aplicar a las paredes una solución de sulfato de cobre (disolver un kilogramo de sulfato de cobre en 50 litros de agua). La concentración final no debe ser mayor de 1 mg/L.
- Si se identifican fugas en la uniones entre paredes o con accesorios, estas deben repararse utilizando productos bituminosos.
- Normalmente un decantador de 5.000 m³ de volumen se lava en seis horas, contando con 10 obreros, agua a presión y suficientes herramientas.
- Se debe aprovechar la paralización de la unidad para efectuar el reemplazo de pantallas rotas. En un decantador de placas operando en las condiciones de la unidad de la figura 1-3, la mayor parte del caudal tiende a pasar por la zona sin placas y decrece mucho la eficiencia debido a alta velocidad con la que está operando por causa del problema indicado.
- Llenado de la unidad. Debe seguirse el mismo procedimiento indicado en la puesta en marcha. Colocar el caudal de proyecto.



Figura 1-3. Las placas rotas deben reemplazarse de inmediato

4.3 Lavado de canales y tanque de distribución

Esta operación requiere una operación de parada de la planta. La frecuencia depende del resultado de las inspecciones efectuadas por el ingeniero encargado de la supervisión.

Para lavar los canales que conducen el agua cruda y coagulada, se recomienda emplear un eyector. Si esto no fuera posible, el material habrá de sacarse con baldes o carretillas, dependiendo del ancho de los canales.

El tanque de distribución se lavará con chorros de agua a presión. Las botas de caucho que usa el personal deberán desinfectarse con una solución de hipoclorito de calcio o de sodio. El personal utilizado será el máximo posible, de manera que la suspensión del servicio sea muy corta y se afecte lo menos posible a los usuarios.

El personal estará dotado de abrigo de caucho, botas y casco. Si fuera necesario, dentro del tanque portará también una mascarilla para protegerlo de los vapores de cloro.

La secuencia de acciones es la siguiente:

- Suspender tratamiento y filtración.
- Aislar decantadores y tanque de distribución.
- Drenar canales y tanques.
- Efectuar la limpieza.
- Fumigar piso y paredes con una solución al 1% de hipoclorito de calcio o sodio.
- Poner en marcha la planta. Ver instrucciones en el ítem relativo a cómo poner la planta en operación.

5. OPERACIÓN DE EMERGENCIA

La operación de emergencia ocurre por fuerza mayor y se presenta en forma imprevista a causa de fallas graves o desastres. A continuación se indican los casos más comunes.

5.1 Falla de energía de larga duración

- a) Si el funcionamiento de la planta depende totalmente de la energía eléctrica, la secuencia de acciones deberá ser la siguiente:
- Suspender la entrada de agua cruda.
 - Suspender la dosificación de sustancias químicas.
 - Abrir los interruptores de los equipos eléctricos.
 - Una vez restablecido el suministro eléctrico, se inicia la operación de la planta. El supervisor debe revisar nuevamente la calidad del agua cruda, el caudal de entrada y ajustar todos los equipos dosificadores.

En el caso de que exista una planta el6ctrica o grupo electr3geno de emergencia, se arranca y se pone en marcha la planta.

- b) Si el funcionamiento de la planta es totalmente por gravedad (usual en plantas de tecnolog3a apropiada), es posible mantenerla en operaci3n sin energ3a el6ctrica, si tiene dosificadores que tambi3n funcionen por gravedad.

Seg3n el tama1o de la planta, habr3 uno o m3s operadores; si son varios, cada uno debe tener funciones espec3ficas de acuerdo con un programa previo comprobado con simulaciones, para corregir deficiencias.

5.2 Fallas en estructuras y equipos esenciales

El operador debe dar aviso al supervisor apenas se produzca la falla.

Si se produce una falla en la tuber3a de llegada, por ejemplo, se suspende el servicio desde la bocatoma o se suspende el bombeo seg3n el caso. La planta debe salir de operaci3n obligatoriamente. Si la falla se ubica en el tramo que alimenta el embalse o el presedimentador, se aislar3 este tramo y la planta continuar3 operando con el embalse, mientras la capacidad de este lo permita.

Si el da1o se presenta en una estructura, se aislar3 para proceder a drenarla y repararla. Una vez solucionados los da1os, la planta se pondr3 en marcha de acuerdo con el procedimiento indicado.

5.3 Terremotos

En lugares de alto riesgo s3smico, las estructuras de la planta deben ser antis3smicas. De acuerdo con la intensidad de un sismo, puede producirse falla de energ3a o da1o en tuber3as. Pasado el movimiento s3smico, se evaluar3n los da1os y se programar3n las reparaciones.

5.4 Incendios

Se presentan con frecuencia en los motores y arrancadores. Es necesario tener disponibles extinguidores de CO₂ debidamente cargados y personal capacitado para usarlos.

5.5 Inundaciones

Se presentan con frecuencia por rotura de tuberías, rebose de un tanque o desborde de ríos. Se debe aislar la tubería o disminuir el caudal de tratamiento. En el caso de inundaciones mayores (desborde de ríos), el ingeniero encargado deberá evaluar los daños mediante una inspección sanitaria y tomar las medidas del caso.

5.6 Cambios bruscos de calidad del agua cruda

El cambio que más afecta la operación de la planta es el aumento de turbiedad. En este caso, se mide la turbiedad y se revisa el caudal, se ajusta la dosis con la información de la curva de dosificación y el funcionamiento de la planta en general. Luego se efectúa la prueba de jarras y se afina el ajuste del dosificador.

Si el cambio es tan brusco que la calidad del agua supera los límites de tratabilidad (caso típico producido por derrumbes), se suspende la operación de la planta hasta que la fuente vuelva a la normalidad.

El operador debe tomar en cuenta que las plantas tienen límites de tratabilidad y que por causas naturales o antropogénicas el agua cruda puede superar la capacidad de tratamiento de la planta y, por lo tanto, producir agua de mala calidad. En estos casos puede ser necesario detener el funcionamiento de la planta hasta volver a condiciones normales.

5.7 Escapes de cloro o de químicos peligrosos

Cuando se presenta este tipo de emergencia, el operador debe emplear la máscara protectora, que debe estar guardada en un armario fuera de la sala de dosificación o de la caseta de cloración. Con el auxilio del amoníaco se ubica la fuga. Si esta se produce en un clorador, se cambia al otro; si se ubica en una batería de cilindros, se cambia y se aísla el sitio cerrando las válvulas correspondientes. Si el daño implica parar la planta, se procede de acuerdo con lo indicado en el ítem relativo a fallas de energía. En el caso de fugas grandes se debe llamar de inmediato al jefe o supervisor de la planta y contactar especialistas en el manejo de sustancias peligrosas.

6. MANUAL DE OPERACI3N Y MANTENIMIENTO

6.1 Generalidades

Este documento se considera de gran importancia tanto para el jefe de planta como para el operador. El manual debe contener informaci3n espec3fica sobre la planta y sobre los procedimientos para la operaci3n del sistema.

6.2 Caracter3sticas del manual

Para la elaboraci3n del manual de operaci3n de la planta, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

6.2.1 Calibraci3n de equipos

El manual debe contener datos reales del funcionamiento de la planta y de los equipos, como los siguientes:

- Curva de descarga real de bombas dosificadoras y de equipos dosificadores en general.
- Calibraci3n de los equipos de medici3n de caudal.
- Medici3n de tiempos de retenci3n de las unidades mediante pruebas de trazadores.
- Calibraci3n de v3lvulas.
- Revisi3n y calibraci3n de equipos de laboratorio.

6.2.2 Redacci3n del manual

Debe tomarse en cuenta que el manual de operaci3n es un documento dirigido fundamentalmente a los operadores de la planta, a los trabajadores de nivel t3cnico que ejecutan las tareas de operaci3n. Por lo tanto, debe encontrarse redactado tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Las instrucciones deben ser directas y simples, evitando muchos conceptos te3ricos.
- Hacer uso de la terminolog3a usual de los operadores.
- Emplear diagramas, esquemas y tablas para facilitar la compresi3n de los procedimientos de operaci3n.

- Incluir formularios modelo para que el operador registre los datos que reco-
pile de la operación de la planta.
- Efectuar un inventario de los equipos y válvulas que el operador deberá
manipular.

6.3 Contenido

Se recomienda el siguiente contenido mínimo:

- datos de la institución;
- descripción general de la planta;
- actividades de operación.
 - Puesta en marcha;
 - operación normal;
 - operación especial o eventual;
 - operación de emergencia.
- Dosificación;
- medición de caudales y mezcla rápida;
- otros procesos;
- desinfección;
- control de calidad.

Además, deben incluirse los siguientes documentos como anexos:

- planos constructivos;
- memoria de cálculo y diseño;
- catálogos de los equipos instalados, proporcionados por el fabricante.