

CAPÍTULO 3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

La prevención debe ser la base de todas las acciones de conservación para mantener en óptimas condiciones la infraestructura. Esto exige una vigilancia continua para distinguir los problemas potenciales y actuar en consecuencia. El mantenimiento preventivo para las estructuras que integran a una central hidroeléctrica, consiste en aplicar las medidas necesarias para protegerlas contra el deterioro, debido a envejecimiento, agentes agresivos o acciones que causen detrimento y cuya ocurrencia pueda predecirse por medio de una inspección periódica. A continuación se describen las actividades básicas del mantenimiento civil preventivo teniendo en cuenta la variedad de elementos e instalaciones que conforman a una Central Hidroeléctrica.

3.2. OBRAS DE CAPTACIÓN

3.2.1. Presa derivadora

La prevención de fallas en estas obras se logra mediante la conservación de su estructura y la de sus obras auxiliares.

- En las presas derivadoras de materiales graduados se requiere una atención permanente para verificar el grado de erosión en sus taludes; la aparición de grietas; áreas húmedas, o filtraciones.

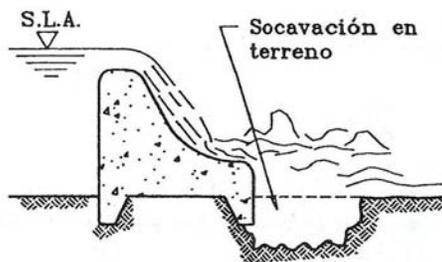
En ambos casos es preciso proteger el terreno al pie del paramento aguas debajo de la estructura vertedora de la presa para evitar la socavación del mismo y reducir la posibilidad de la inestabilidad en la presa.

Descarga sin revestimiento

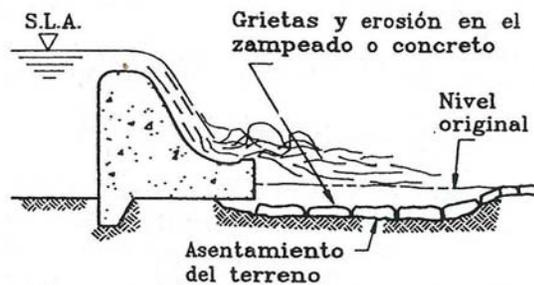
En la Figura 3.1 se proponen dos formas simples de protección al terreno en el lecho del cauce, éstas son revestimientos de corta longitud y de colocación sencilla sobre el área de interés. Antes de revestir el terreno se necesitarán los siguientes trabajos:

- Remover y limpiar todo el material vegetal, tierra y piedras sueltas del área afectada.
- Excavar el fondo hasta obtener una superficie ligeramente plana y con la profundidad necesaria, hasta suelo firme y sano; dejar las paredes de la excavación sensiblemente verticales y rectas para colocar un relleno firme.

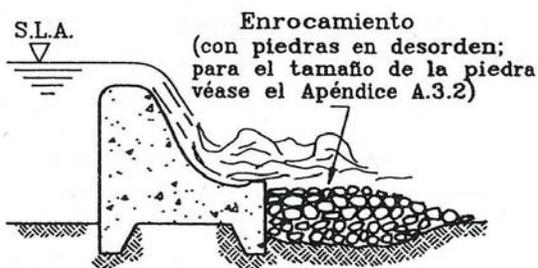
- Retirar el material producto de la excavación.
- Si al excavar aparecen filtraciones de agua en el terreno de cimentación, desecar el área para evitar problemas a los trabajos de relleno. Antes de iniciar el relleno compactar el fondo de la excavación.
- Colocar el relleno con material seleccionado (de la excavación o de banco) y disponerlo en capas de 20 cm hasta el nivel requerido. Compactar cada capa con elementos mecánicos o manuales. Una vez concluido el relleno éste se protege con una capa de 30 ó 40 cm de espesor de piedra vaciada, en toda la longitud de la descarga y con un ancho de acuerdo a las observaciones del ingeniero supervisor. Otra protección se logra colocando dos o más estibas cruzadas de sacos de cemento. Ya colocados los sacos de cemento, estos se mojan para que endurezcan.



a) Daño por socavación del terreno.



b) Daños en el revestimiento (si existe).



c) Tipos de prevención contra la erosión del terreno.

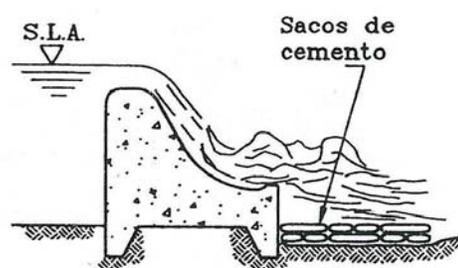


Figura 3.1. Protección del terreno al pie de una presa derivadora (CFE, 1991)

Descargas con revestimiento de zampeado o concreto

En presas donde el terreno al pie del paramento aguas abajo tiene protección con zampeado o concreto, el deterioro de ese revestimiento se trata como sigue:

- Para grietas o desprendimientos en revestimientos de zampeados de piedra véase la Tabla 3.1.

Otro problema en estos revestimientos se debe al asentamiento del terreno de desplante, en casos de poca magnitud se propone:

- Levantar y retirar el material del revestimiento dañado a una distancia mayor de 40 o 50 cm fuera del área afectada.
- Retirar el material de suelo suelto o saturado de agua.
- Excavar un cajón en el terreno de 30 a 60 cm de profundidad bajo el nivel de desplante y retirar el material de excavación.
- Colocar un relleno por cepas de 20 cm hasta el nivel de desplante (compactarlas en forma mecánica o manual).
- Revestir nuevamente, de acuerdo al material requerido. Prever una buena adherencia entre el revestimiento nuevo y el original.

Tabla 3.1. Reparación de zampeados.

A. GRIETAS
(Pequeñas, sin desfase aparente entre sus caras y sin asentamiento o abombamiento del zampeado)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar perfectamente ambos lados de la grieta (quitar la lama o musga) 2. En función del ancho de su abertura pueden sellarse con compuestos epóxicos o mezclas de cemento Pórtland. Las limitaciones principales para la utilización de estos materiales son el costo y la posición del zampeado.
B. DESPRENDIMIENTOS CON GRIETAS AMPLIAS O PEQUEÑAS
(Con deformación del zampeado por asentamientos, movimiento en laderas y/o por presión del agua infiltrada)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Quitar todo el zampeado afectado, hasta los límites del zampeado firme. Se requiere que las caras finales sean de forma irregular para lograr una junta adecuada 2. Retirar todo el material removido y quitar todo el mortero viejo para que las caras sean sólo de piedra 3. Preparar la superficie del terreno, de acuerdo a lo siguiente: <ol style="list-style-type: none"> a) Si la causa del deterioro fue asentamiento del terreno, plano o de pendiente, se debe quitar la tierra floja y rellenar con tierra compactada. b) Si el problema fue por deslizamiento o desprendimiento de terreno en laderas quitar toda la parte fallada o suelta del terreno. Afinar uniformemente para dar nueva superficie de desplante. 4. Colocar el nuevo zampeado, considerando lo siguiente: <ol style="list-style-type: none"> a) En terreno plano o de poca pendiente pegar con mortero piedra a piedra o bien, rellenar toda el área con concreto ciclópeo utilizando y vaciando la misma piedra y el mortero. b) En terreno de laderas (pendientes fuertes) debe colocarse la piedra una a una, de abajo hacia arriba.
C. RECOMENDACIONES GENERALES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Humedecer todas las caras y las piedras antes de ser colocada 2. Utilizar piedra braza o cantera de tamaño mayor a 15 cm 3. Utilizar mortero de cemento-arena (1:5) 4. Rellenar con mortero todos los huecos, entre piedra y piedra o entre piedra y terreno 5. Evitar juntas de mortero mayores a 3 o 4 cm de ancho

3.2.2. Obra de toma

Estructura a pie de presa y en tanques de regulación

Los elementos de concreto de este tipo de obras están expuestos a la acción del agua (presión hidrostática) al permanecer casi siempre sumergidos, los más comunes son:

- Columnas y trabes
- Losas de fondo
- Muros y taludes de contención
- Revestimiento perimetral en canales de llamada y bocatomas
- Estructuras de guía y apoyo de las compuertas

Debido a lo anterior estos elementos sufren los siguientes deterioros:

- Agrietamiento y desintegración por la penetración y ataque de sustancias agresivas como sulfatos y bióxido de carbono.
- Porosidad y daño prematuro del concreto por los efectos químicos de lixiviación y por la reacción álcali-agregado. Esto reduce su resistencia.
- Erosión por el arrastre de partículas, la velocidad del agua y por impacto de cuerpos sólidos.
- Socavación por filtraciones a través de juntas frías.
- Corrosión del acero de refuerzo debido a altas concentraciones de cloruros y filtraciones.

Para evitar o disminuir los efectos anteriores, las acciones preventivas son:

- 1) Analizar el agua para verificar el contenido de sustancias nocivas.
- 2) Resanar grietas y descascaramiento.
- 3) Aplicar recubrimientos impermeabilizantes y protectores.

Las partes no sumergidas están sujetas a los efectos del intemperismo, que son:

- Desprendimientos superficiales que pueden llegar a descubrir el acero de refuerzo y facilitar su corrosión. Lo anterior se debe al efecto de secado de las partes húmedas, producido por las variaciones periódicas del nivel del agua. A este fenómeno se le conoce como “estrellamiento”.
- Agrietamientos debidos a esfuerzos de tensión y compresión adicionales a los de diseño, provocados por las dilataciones y contracciones del concreto en juntas mal diseñadas o por la falta de ellas. Esta condición se presenta por los cambios de temperatura.

3.2.3. Canal de llamada

Por la disposición de algunas obras de toma se requiere de un canal que encauce el agua hacia ellas. El mantenimiento preventivo en estas obras consiste en:

- Efectuar mediciones de control topográfico para detectar movimientos en taludes y laderas.
- Realizar mediciones periódicas de batometría para determinar el volumen de azolve acumulado y el área a desazolvar, mediante la definición de secciones de control debidamente localizadas y referidas a mojoneras. Con base en lo anterior programar las actividades de desazolve.
- Detectar grietas y fallas que puedan provocar fracturas y desprendimientos en los revestimientos de los taludes (de concreto lanzado, losas de concreto hidráulico, muros de mampostería o zampeados). Lo anterior se puede producir por posibles movimientos de terreno, o excesiva filtración de agua en el mismo.

En taludes sin revestimiento las actividades preventivas más importantes son:

- Verificar la estabilidad del material del terreno.
- Limpiar todo el material suelto o propenso a derrumbarse hacia el canal o rejillas para evitar daños y obstrucciones en éstas y el incremento de azolve.
- Desazolvar cunetas y contracunetas (esta actividad debe efectuarse ante y durante la época de lluvias).
- Proteger el terreno de las laderas con vegetación de poca altura, zampeado o concreto lanzado.
- Prevenir caídos y derrumbes mediante la disposición de muros de retención al margen del canal.
- Ampliar la red de contracunetas y cunetas de drenaje pluvial (su sección de escurrimiento y su longitud).

3.3. OBRAS DE CONDUCCIÓN

3.3.1. Canales

El mantenimiento preventivo de canales (abiertos o cerrados) y sus obras afines de conducción depende en gran medida de los materiales con los que están construidos o protegidos. Los problemas que se deben prevenir en cada caso:

Canales abiertos sin revestir

Los problemas en este tipo de canales y su tratamiento dependen de las características del terreno donde están construidos. Los más comunes son:

1. Azolves. Se produce por la erosión de los taludes y la plantilla del canal y por el material arrastrado por el río que llega a entrar al canal por suspensión, afectando obras tales como: sifones, túneles y tanques de regulación. Este problema afecta al funcionamiento hidráulico, reduciendo la capacidad de conducción.
 - Para su prevención se deberá determinar la causa específica que provoca el azolve y tratarla según su naturaleza, por ejemplo: localizar puntos de “caídos” o el arrastre de suelo por escurrimientos de agua pluvial en las laderas, y verificar el grado de desgaste de los taludes y plantilla del canal.
2. Erosión. Provoca la pérdida de estabilidad del terreno de los taludes (en terraplén y en laderas) y de las bermas en ambos márgenes del canal.
 - En este caso se deberá comparar la velocidad en el cauce contra la máxima permisible de resistencia al arrastre del material de plantilla y paredes. También vigilar en forma constante la erosión y la estabilidad del terreno de los taludes y las bermas.
3. Filtraciones. Además de reducir el gasto, pueden llegar a provocar inestabilidad en el terreno y causar daños mayores al canal y otras obras.
 - El control de filtraciones pequeñas, a través de material granular, en la plantilla o taludes se eliminan mediante la aplicación de sellos impermeabilizantes de aceite quemado, breas, ceniza volátil, inyecciones de silicatos, cemento tipo I con puzolana, alquitrán o mezclas de resina. El suelo de la plantilla puede también compactarse mecánicamente.
4. Crecimiento de plantas en las márgenes, bordo libre y bermas.
 - Para evitar el ablandamiento y grietas en el terreno se deberá cortar la vegetación desde sus raíces.
5. Socavación. Se produce debido a las altas velocidades del agua, principalmente en las transiciones.
 - En este caso será necesario realizar un estudio del terreno para conocer su resistencia a la erosión, grado de intemperización y permeabilidad.

De acuerdo a la frecuencia y magnitud de los problemas anteriores se tendrá que considerar la posibilidad de revestir el canal.

Canales abiertos revestidos

El material de revestimiento en la sección de los canales puede ser: plantilla de suelo-cemento, zampeado o concreto; taludes y muros de zampeado, concreto o mampostería. Los principales problemas que se presentan en estos elementos son:

- 1) Azolve. Se acumula principalmente en los tramos donde la baja velocidad del agua facilita la sedimentación de partículas.
- 2) Erosión del revestimiento. Es ocasionada por cuerpos flotantes, “caídos”, por el arrastre de partículas en flujos de alta velocidad y por saltos hidráulicos en cambios de pendiente, caídas, descargas o en estructuras disipadoras de energía.
- 3) Filtraciones. Provocadas por grietas en el revestimiento o juntas deterioradas.
- 4) Crecimiento de lama. Después de varios meses sin limpieza, en las paredes y en el fondo del canal crece una especie de vegetación acuática, que al paso del tiempo provoca grietas (por el crecimiento de sus raíces) y por consecuencia filtraciones.

El mantenimiento preventivo en canales revestidos no es difícil si se implementa un programa anual de actividades de acuerdo a las inspecciones y observaciones del ingeniero de mantenimiento. Dichas actividades son:

- Sellar las superficies de concreto con recubrimientos impermeabilizantes, aun cuando no exista causa o daño aparente en él.
- Resanar las grietas, juntas deterioradas, despostillamientos y la abrasión del concreto, para que no afecten el comportamiento de la estructura.

Medidas preventivas adicionales:

- Desazolver el canal de conducción aprovechando cada “libranza”, por cualquier medio que se disponga.
- En presas derivadoras controlar la entrada de azolve en la obra de toma mediante el lavado periódico del desarenador.
- Quitar todos los arbustos cercanos a los taludes del canal para que el crecimiento de sus raíces no pueda dañarlos. Mantener corta toda la vegetación de las laderas superiores para evitar la caída constante de ramaje, troncos u hojarasca dentro del canal.
- Limpiar todo indicio de crecimiento de vegetación en juntas y quitar el musgo o la lama pegada al revestimiento.

3.3.2. Conductos cerrados parcialmente llenos

Túneles

Los trabajos preventivos se relacionan con la buena conducción y estabilidad de su perímetro:

- El grado de deterioro del material de revestimiento y cada falla encontrada determinan la magnitud del mantenimiento.
- Asegurar las condiciones de estabilidad de los portales de entrada y salida del túnel y la estabilidad de los taludes para detectar oportunamente derrumbes que puedan obstaculizarlo. Retirar todo el material suelto o piedras con poco apoyo e indicar cualquier indicio de fallas y afloramientos de agua.
- Aplicar protección anticorrosiva y verificar la sujeción adecuada de las anclas y sus placas de apoyo, en portales.
- Desazolve y limpieza de piedras, troncos y cualquier objeto retenido en el interior del túnel.

Cajones de concreto

Las actividades de mantenimiento preventivo para este tipo de conductos son:

- Resanar y aplicar recubrimientos impermeabilizantes en grietas que provoquen humedad o pequeñas filtraciones.
- Inspeccionar las juntas constructivas con el fin de detectar deslizamientos entre los tramos del conducto y filtraciones que se puedan convertir en fugas de consideración.
- Determinar la magnitud de las filtraciones para solicitar una “libranza”, con el fin de efectuar las reparaciones.
- Retirar y limpiar todo el material de derrumbes, deslaves o árboles para determinar la magnitud de los daños al conducto.
- Asegurar la integridad de los cajones protegiendo las laderas y aplicando medidas de protección de taludes.
- Desazolvar durante las “libranzas” en forma manual, utilizando palas y carretillas.
- Verificar después del desazolve el estado de la plantilla y muros, con objeto de detectar erosión, grietas y despostillamiento por impacto.

- Comprobar el funcionamiento de la rejilla a la entrada del conducto, para adecuar la separación más conveniente de los barrotes y evitar obstrucciones en el interior por ramas y troncos.
- Rellenar los huecos pequeños detectados abajo del conducto, para evitar una socavación mayor.

3.3.3. Sifones invertidos

El mantenimiento preventivo para sifones de concreto es similar al que se expone en el inciso anterior. Adicionalmente se debe considerar lo siguiente:

- Controlar el alineamiento vertical y horizontal del conducto para detectar deformaciones o asentamientos.
- Establecer un programa de limpieza en el interior del sifón en función de la recurrencia de azolve. Verificar el cierre hermético de tapas en los registros y el sello en juntas de construcción y válvulas de desagüe.

3.4. TANQUES DE REGULACIÓN

Su deterioro provoca filtraciones, que se reflejan en pérdidas de gasto. Para evitar lo anterior se deben considerar las siguientes medidas:

- Resanar pequeñas grietas en las superficies de concreto.
- Verificar las condiciones del material de sello entre las juntas de concreto.
- Retirar la lama y todo tipo de vegetación que se haya desarrollado en las paredes, pisos y juntas.
- Detectar daños en los elementos estructurales y programar su corrección.
- Accionar el desarenador periódicamente para evitar la acumulación de azolve.
- Aforar las filtraciones a través de taludes, bermas y fondo mediante la red de captación para comprobar su buen funcionamiento y conocer la magnitud de las pérdidas.
- Limpiar las cunetas de drenaje exterior para asegurar el desalojo de los escurrimientos pluviales.
- Comprobar el estado del sistema eléctrico e instalaciones de alumbrado (cambiar lámparas).

- Mantener los interruptores protegidos para que sean operados únicamente por personal interesado.
- Proteger la red de cables y dispositivos de la alimentación eléctrica dentro de trincheras.
- Comprobar la sujeción adecuada de postes y reponer pernos de anclaje deteriorados o faltantes. Evitar su uso como apoyo para otras maniobras que puedan deformarlos.
- Dar protección anticorrosiva a estructuras metálicas, tales como postes, escaleras, barandales, manerales y demás elementos.

3.5. POZOS DE OSCILACIÓN

De acuerdo a su diseño pueden ser metálicos o de concreto, y por su localización se dividen en:

Pozos subterráneos

Las principales actividades de prevención de fallas en estas estructuras son:

- Vigilar la condición del revestimiento de las paredes, bóveda y plantilla (generalmente de concreto reforzado).
- Detectar grietas y degradación del concreto que puedan causar filtraciones.
- Mantener en buenas condiciones el sistema de alumbrado y alimentación de energía eléctrica.
- Comprobar el buen estado de rejillas, registros, escaleras, barandales y andadores.
- Dar protección anticorrosiva a estructuras metálicas.

Pozos exteriores

Para estos pozos se tienen actividades preventivas como:

- Verificar las condiciones del recubrimiento anticorrosivo y el estado de la estructura metálica.
- Revisar la rejilla de protección del brocal y la alambrada perimetral de malla ciclónica y postes de tubo galvanizado, verificando la protección anticorrosiva.
- Limpiar y deshierbar el área del brocal.

- Extraer durante las libranzas la basura y lirio acuático que pudiera haber en el interior.

3.6. TÚNEL DE ACCESO A CASA DE MÁQUINAS

Esta estructura es el paso que comunica una casa de máquinas subterránea con el exterior. Debido al contraste de la visibilidad, el mantenimiento del sistema de iluminación es de vital importancia. Las actividades que se recomiendan son:

- Reemplazo de focos fundidos o balastras defectuosas, a la brevedad posible. Así mismo se deben reemplazar tomas y soportes de cables deteriorados por otros que sean resistentes a la humedad.
- Limpieza periódica de paredes, bóvedas, pisos, banquetas y chapeo de los elementos que lo necesiten.
- Aplicación de pintura anticorrosiva a los postes de los señalamientos, así como al soportaría de cables.
- Fumigación periódica para control de plagas.
- Evaluación de la estabilidad de la roca o el revestimiento interior para su amacice.
- Evaluación de las filtraciones para su canalización.

El drenaje de este túnel deberá funcionar correctamente, su limpieza se efectuará por lo menos dos veces al año: una antes de la temporada de lluvias y la otra, en la época del año que se considere más conveniente, de acuerdo con las inspecciones realizadas. Esta limpieza consiste en la remoción de cualquier material extraño que impida el libre escurrimiento del agua. Tiene por objeto lograr que en ningún caso se acumule azolve u otro obstáculo que obstruya el área de la sección transversal.

3.7. LUMBRERAS

Generalmente verticales, comunican cables y ductos diversos desde una Casa de Máquinas subterránea hasta la superficie del terreno. En su interior están provistas con escaleras metálicas y soportaría para ductos y cables. Su mantenimiento preventivo consiste en lo siguiente:

- Tratamiento de filtraciones y limpieza de drenes.
- Limpieza de drenaje para evitar posibles estancamientos de agua.

- En el caso de lumbreras con alumbrado interior, garantizar su funcionamiento cuidando la fijación de lámparas y previendo el Reemplazo oportuno de las unidades deterioradas.
- Sellado de grietas y fisuras en los componentes de concreto.
- Reposición y anclaje de los soportes de los cables y escaleras metálicas y, en su caso, aplicación de pintura anticorrosiva.
- Fumigar periódicamente para el control de plagas, roedores, reptiles, murciélagos y otros animales propios de la región que se consideren peligrosos.

Es importante la colocación de letreros preventivos localizados ala entrada para informar al personal de los peligros potenciales y orientar sobre las medidas de seguridad mínimas necesarias. Dentro de éstas se pueden mencionar: uso de casco, botas y lámparas; colocación de señales en el exterior para indicar la presencia de personal en el interior de las mismas.

3.8. DESFOGUE

El desfogue esta formado por dos tramos subsecuentes: el primero es un túnel que se conecta al tubo de aspiración; el segundo es un canal que descarga el agua al cauce original. El conjunto de las obras que constituyen el desfogue normalmente quedan cubiertas por el agua y para realizar cualquiera de las actividades de mantenimiento es necesario aprovechar los paros totales de la central hidroeléctrica.

Las actividades de mantenimiento preventivo que se realizan en los canales de desfogue son: Chapeo y limpieza de los taludes del canal, limpieza, pintado y/o reposición de las escalas para tomar los niveles de agua en el desfogue y retiro de maleza acuática.

3.9. CÁRCAMOS DE BOMBEO

Para garantizar el buen funcionamiento de esta estructura es indispensable realizar las siguientes actividades:

- Dar tratamiento anticorrosivo a aquellos elementos metálicos que lo requieran por ejemplo rejillas, escaleras marinas, etc.
- Aplicar recubrimientos y reparar deterioros en elementos de concreto tales como tapas, muros y losas.
- Verificar el buen funcionamiento del equipo de bombeo y suministro de energía eléctrica, así como ajustar los soportes de dicha instalación.
- Remover el escombros y la basura que se acumule en el área.

3.10. MÉNSULAS, TRABE CARRIL Y GRÚA VIAJERA

Desde el punto de vista del mantenimiento civil se recomiendan las siguientes actividades: Limpiar y dar protección anticorrosiva a los elementos que lo requieran, ajustar las conexiones, realizando el cambio de los elementos dañados y colocando la tortillería faltante, aplicar lubricantes para reducir la fricción, verificar el anclaje de los apoyos y los soportes de los rieles, revisión del tope de la trabe carril. Cuando el tope es de madera de mala calidad su vida útil es limitada, se recomienda la sustitución, por un tope de neopreno.

Los ganchos de grúa que se usan para sujetar cargas deben mantenerse siempre en la mejor condición para prevenir accidentes costosos y posibles pérdidas de vidas. Estos ganchos son fabricados, normalmente de acero aleado. Un gancho de grúa falla muy raramente por que generalmente está diseñado de manera muy conservadora. Pero aún la falla ocasional puede prevenirse, tomando unas cuantas precauciones sencillas:

Colocar las eslingas de manera que la carga siempre quede sobre el asiento del gancho y no sobre la punta del mismo.

Remplazar los ganchos que tengan estrías, estalladuras, desgaste o aberturas. Debido a la intensidad del trabajo desarrollada después de un uso considerable, los ganchos requieren normalización mediante la verificación de sus dimensiones.

3.11. CARCASA DE LA TURBINA Y TUBO DE ASPIRACIÓN

La carcasa conforma la parte externa del cuerpo de la turbina conteniendo en su interior a los álabes. Debido a sus dimensiones y a su posición, está embebida en concreto y conecta a la tubería a presión con el tubo de aspiración. Cuando se tenga un paro total de la turbina debe confirmarse que la carcasa esté bien adherida al concreto para evitar vibraciones excesivas; esta revisión se realiza mediante una actividad específica que consiste en golpear con un martillo la carcasa para detectar posibles separaciones de sus paredes con el concreto. En caso de encontrar separación entre la carcasa y el concreto, se debe inyectar resina en las cavidades detectadas.

Esta estructura se compone de un tubo de acero embebido en el concreto, ubicado en la parte inferior de la turbina, permitiendo la salida de flujo proveniente del rodete. Su interior está sometido a grandes variaciones de presión, inclusive presiones negativas, que pueden inducir cavitación, flujo helicoidal y variaciones de velocidad que obligan a inspecciones de rutina específica.

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección detallada del tubo de acero para detectar fisuras en el metal o en las soldaduras, inicios de erosiones y desgaste de las paredes producto de la cavitación y separaciones entre el tubo y el concreto. Estas inspecciones, así como las reparaciones correspondientes, requieren la intervención de equipo y personal especializado.

3.12. SISTEMA DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Todos los sistemas de acondicionamiento de aire están formados por dos tipos de componentes:

1. Los manejadores de aire: ventilador, filtro y calefactor.
2. Los que corresponden al enfriamiento: compresor y su transmisión, serpentín de enfriamiento y serpentín de condensación o condensador.

Un sistema de aire acondicionado incluye además, compuertas para el control del volumen de aire y un sistema de distribución mediante ductos. Desde el punto de vista del ingeniero civil, el mantenimiento preventivo consiste en las siguientes actividades:

- Eliminación de asentamientos, vibraciones excesivas y reemplazo de tortillería.
- Sujetar los conductos de distribución de aire y sellar las zonas con fugas.
- Aplicación periódica de protección anticorrosiva en todos los componentes susceptibles de corrosión.
- Limpieza y pintura del difusor y de las rejillas de retorno.
- Reposición del aislamiento de los ductos.

3.13. INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA

Instalación hidráulica

Está constituida por: tubería de suministro o de alimentación, cárcamo o cisterna, tubería de succión, bomba, tubería de descarga, tanque elevado o tinacos de almacenamiento, red de distribución y accesorios menores (válvulas, juntas, bridas, cambios de dirección y diámetro, bifurcaciones, dispositivos de alivio, etc.). Todos estos elementos requieren de una atención cuidadosa con el propósito de detectar la mínima manifestación de fallas o deterioro, para evitar oportunamente daños a otras instalaciones o bien que ocurra un accidente. Las acciones primordiales del mantenimiento preventivo en estas instalaciones corresponden al reemplazo oportuno de piezas deterioradas o dañadas por efectos mecánicos (golpe de ariete, vibraciones, etc.), o químicos (corrosión e incrustación) y las reparaciones detectadas en el programa de inspección periódica.

El mantenimiento preventivo en la cisterna y en los tinacos deberá orientarse al reemplazo de las válvulas de flotado o de esfera ya que, cualquier falla que se presente en la palanca del pistón o en la esfera, ocasiona el cierre defectuoso o incompleto del flujo de agua, dando como consecuencia derrames que pueden provocar serios daños o desperdicios de agua. El mantenimiento preventivo ha de extenderse también a las llaves de los lavabos,

fregaderos, regaderas y otras tomas, corrigiendo goteos, ya sea con el simple ajuste de la arandela que presiona la junta (o empaque) o con el cambio respectivo de esta, cuando se encuentre muy deteriorada.

Recomendaciones adicionales:

- Efectuar periódicamente, un chapeo a lo largo de la instalación de los tramos de tuberías exteriores.
- Efectuar anualmente un desazolve y limpieza de la captación de agua potable, incluyendo la cisterna y los tinacos.

Instalación sanitaria

El agua utilizada en los servicios hidráulicos tiene que ser canalizada para su desalojo, hacia los sistemas de drenaje y alcantarillado. Por lo general en los sistemas de drenaje, para las descargas de las aguas negras y las bajadas de agua pluvial, se emplean tubos de PVC o en menor medida tubo de fierro fundido, estos se conectan a los registros de la planta baja para comunicarse al sistema de alcantarillado, en donde se utilizan tubos de concreto.

Como parte de la instalación sanitaria, se incluyen los diferentes muebles instalados en los baños, fregaderos y tarjas para la limpieza y el aseo. En los casos donde no exista sistema de alcantarillado será necesario incluir las fosas sépticas o los pozos de absorción. También dentro de las instalaciones sanitarias, se deberán incorporar los elementos utilizados en el control, y manejo de los desechos sólidos. La principal acción de mantenimiento preventivo de esta instalación, es la reparación de las bajadas de aguas pluviales, de las líneas de descarga de las aguas negras y de los elementos de descarga del agua utilizada en los muebles sanitarios (excusados, mingitorios, etc.). Estas reparaciones están enfocadas principalmente a resolver los siguientes problemas:

- Reparar fugas en las uniones de los tubos de las bajadas de aguas negras.
- Reparar y/o reponer los dispositivos para evitar el escape de gases (malos olores) en los colectores del interior de la Casa de Máquinas.
- Destapar la taponaduras en registros, coladeras, fosas sépticas, fregaderos, lavabos, etc.

A continuación se describen los procedimientos de reparación más comunes para solucionar los problemas mencionados anteriormente:

- Las fugas en las uniones de las tuberías de bajadas de aguas pluviales se corrigen rellenando la junta del tubo y la campana con algún material a base de betún; se requiere una limpieza previa.

- La corrección de las fugas de gases en los colectores, drenajes y muebles sanitarios se corrigen limpiando las obstrucciones que pudieran presentar los tubos instalados para ventilación; y en el caso de los colectores y drenajes, reponiendo los sellos de las tapas de los registros.
- Los reboses de agua residual en registros de drenaje y en coladeras pueden estar indicando un taponamiento de las tuberías ocasionado por el acumulamiento de desperdicios sólidos en un punto determinado de la línea. Esta falla se puede corregir, descargando agua a presión por medio de una manguera, a través del registro más próximo al taponamiento o bien empleando un desatascador mecánico.
- El atascamiento de los sifones de lavabos y fregaderos, se corrige vertiendo una porción de sosa para lavar con agua hirviendo haciéndola fluir, o al menos llenar totalmente la tubería. Esto permite remover tanto la grasa como los desperdicios que se hubiesen acumulado; también se puede introducir un alambre por la parte inferior del sifón para remover o extraer basura acumulada.