

PRESA DAULE-PERIPA
MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

CAPITULO 8
INSPECCION Y MANTENIMIENTO MISCELANEOS

ORIGINAL ISSUE
ENERO 1989

REVISED
JULIO 1989

CAPITULO 8

INSPECCION Y MANTENIMIENTO MISCELANEOS

8.1 INTRODUCCION

8.1.1 General

El propósito de este capítulo del Manual de Operación y Mantenimiento es el de dar una orientación para la inspección y mantenimiento de facilidades, tipos de materiales y estructuras comunes a las características de todo proyecto, junto con ítems no cubiertos específicamente en los otros capítulos de este Manual.

No se puede enfatizar suficientemente la importancia de realizar inspecciones a intervalos regulares y de traducir sus resultados en mantenimientos necesarios y trabajos de reparación. El objetivo general es mantener la calidad de las obras, garantizar las medidas para su seguridad y proteger de este modo la importante inversión hecha por CEDEGE.

El mantenimiento efectivo y eficiente es función directa de un buen sistema de control de mantenimiento. El sistema debe implementar un programa de 3 puntos;

- (1) inspección,
- (2) mantenimiento preventivo y
- (3) mantenimiento general mayor y reparaciones.

8.1.2 Seguridad del personal

El trabajo en Daule-Peripa expondrá al personal de operación, inspección y mantenimiento a muchos riesgos para su seguridad y salud. Se debe organizar un Departamento de Seguridad dotado de un personal consistente en un Jefe de Seguridad y por lo menos un ayudante, ambos con experiencia en seguridad. Este Departamento debería ser responsable de la implementación y ejecución de un programa de seguridad para el personal de operación del proyecto Daule-Peripa.

8.2 CARRETERAS

8.2.1 Descripción

El proyecto cuenta con una carretera de acceso de doble vía cuyo ingreso está a unos 18 km de El Empalme sobre la carretera entre esa población y la población de Pichincha. Sobre el Km 16 aproximadamente la carretera intersecta la vía de ingreso a las obras y se extiende por otros 2,5 km hacia la ciudadela de operación.

La vía de ingreso a las obras comienza con un terraplén que conecta la presa auxiliar (lado izquierdo) sigue a lo largo del coronamiento del Vertedero Principal, continúa por la presa auxiliar (lado derecho) y se dirige en dirección recta hacia el coronamiento de la Presa Principal. Desde el estribo derecho de la presa principal existe una vía que comunica el puerto lacustre cerca al río congüillo y al lado izquierdo existe otra vía que baja hasta la berma de la cota 42,0 en el espaldón de aguas abajo de la Presa Principal y continúa hacia la futura Central Hidroeléctrica.

Existen además zonas de estacionamiento en el Area Administrativa y en el patio de distribución, sobre la cota 80, aguas abajo de la presa auxiliar.

La carretera principal de acceso al proyecto tiene un doble riego bituminoso, al igual que todas las vías dentro de las obras con excepción de la vía de la berma 42 y la vía al puerto lacustre que sólo son lastradas.

8.2.2 Inspección

Una inspección de rutina de todos los caminos debe ser hecha mensualmente y después de cada tormenta de lluvia o movimiento sísmico importante. Todo deterioro de la carpeta asfáltica o superficie de rodadura en general, puede extenderse y producir daños mayores, y debe ser reparado rápidamente.

8.2.3 Mantenimiento de la carpeta asfáltica

a. Reparaciones de la capa base

Antes de efectuar reparaciones de la carpeta se debe determinar si el daño fué causado por falla de la capa base. Si ésta es evidente se debe decidir la reparación previa de la capa base.

8.2.4 Mantenimiento de pavimentos de hormigón y estructuras

Los pavimentos de hormigón que requieren inspección y mantenimiento son las losas de calzada de los puentes del Vertedero Principal y del puente de servicio de la toma N°1.

También requieren inspección las estructuras de drenaje de hormigón. Si se presentan fisuras por asentamientos diferenciales, estas deben ser selladas o reparadas dependiendo del ancho de las fisuras y la magnitud del daño o la integridad estructural.

El mantenimiento del hormigón se menciona en mayor detalle en la sección 8.3.

8.2.5 Mantenimiento de puentes

Los dos puentes del proyecto son de estructuras mixtas con vigas de acero y calzadas de hormigón armado. La parte metálica debe ser inspeccionada y mantenida de acuerdo a las recomendaciones para inspección y mantenimiento de partes metálicas. El mantenimiento del hormigón se discute en la sección 8.3. Se tendrá cuidado de que las cargas móviles que circulen por los puentes no excedan las cargas utilizadas en el diseño.

8.2.6 Mantenimiento de cunetas

Las cunetas deben ser inspeccionadas después de cada tormenta de lluvia y se deben efectuar las reparaciones que sean necesarias con prontitud en caso de erosión y daños apreciables.

8.3 HORMIGON

8.3.1 Descripción

El hormigón ha sido empleado en el proyecto Daule-Peripa en una amplia variedad de aplicaciones tales como revestimiento de túneles, estructuras de toma y descarga, vertederos, obras de drenaje, etc. varias de estas estructuras son de naturaleza sofisticada y están sometidas a altos esfuerzos y deformaciones.

La magnitud de las fuerzas que actúan sobre éstas estructuras exigieron que el hormigón sea de alta calidad lo que exige que su inspección y mantenimiento sea de calidad comparable.

La inspección y mantenimiento de las estructuras principales se discute en los capítulos correspondientes a estas estructuras. En este capítulo se dan direcciones generales para la inspección, mantenimiento y reparación del hormigón.

8.3.2 Inspección

Inmediatamente después de que una estructura entra en servicio, se debe realizar una inspección visual para establecer la condición inicial del hormigón.

Posteriormente, se deben efectuar inspecciones visuales del hormigón expuesto por lo menos una vez al año durante los tres primeros años. Al final de los primeros tres años se debe realizar un examen minucioso de la condición del hormigón.

En esta oportunidad también se deben tomar fotografías del hormigón sumergido de las estructuras de toma, mediante buceadores. Expertos calificados en hormigón deberían participar en la inspección de tres años.

Después de los primeros tres años, las inspecciones visuales deben ser realizadas por lo menos cada dos años e inspecciones detenidas cada seis años.

En adición a las inspecciones programadas, una investigación seria debe ser hecha toda vez que se produzca un cambio en la apariencia exterior del hormigón. Dependiendo de la condición del hormigón, esta investigación debe extenderse a las superficies sumergidas. En este caso se recomienda la participación activa de consultores especialistas.

Se deberá preparar un informe de cada inspección que describa los cambios observados, incluyendo fotografías, identifique las causas del deterioro y recomiende medidas correctivas (como tipos de reparaciones). El informe de inspección debe formar parte de los registros permanentes del proyecto.

Se anexan como Apéndices A y B los informes del Instituto Americano del Hormigón (ACI) Nos ACI 210.1R-68 "Guía para realizar evaluaciones de la condición del hormigón y servicio" (Guide for making a condition survey of concrete in service) y ACI 207.3R-79, "Prácticas para evaluación del hormigón en estructuras masivas existentes para condiciones de servicio" (Practices for evaluation of concrete in existing massive structures for service conditions), para que sirvan como guía para las inspecciones de la condición del hormigón.

8.3.3 Reparación y Mantenimiento

El "Bureau of Reclamation" (Oficina de Reclamación de Tierras) de los Estados Unidos (servicio de Recursos Hidráulicos y Energía) ha preparado un excelente Manual de hormigón que fue desarrollado y refinado durante muchos años y está en su octava edición. Este Manual dedica un capítulo entero a la Reparación y Mantenimiento del Hormigón, una copia del cual se anexa a este capítulo del Manual, como Apéndice C.

a. Evaluación del daño y selección del método de reparación.

Para evaluar objetivamente el daño a una estructura, es necesario determinar qué factores fueron responsables. El daño puede ser el resultado de errores de diseño, mala ejecución, o acción mecánica abrasiva, cavitación o erosión por acción hidráulica, ataque químico, reacción química inherente a la mezcla del hormigón, corrosión de metal embebido o cualquier otra exposición prolongada a un medio desfavorable para el hormigón.

Cualesquiera que hayan sido los factores involucrados, es esencial establecer la magnitud del daño y determinar si la estructura básica está en condiciones adecuadas para efectuar sobre ella una reparación solvente. Sobre la base de ésta información se selecciona el tipo y los límites de la reparación. Este es un paso muy difícil que requiere un conocimiento a fondo del tema y un criterio maduro de parte del Ingeniero.

Si el daño es el resultado de una exposición moderada de lo que fue en primer lugar un hormigón de calidad inferior, el reemplazo con un hormigón de buena calidad debería asegurar resultados duraderos.

Por otro lado, si el hormigón dañado era de buena calidad, el problema resulta más complejo. En este caso, se requiere reemplazarlo con un hormigón de calidad superior, o las condiciones de exposición deben ser alteradas.

La reparación de desprendimientos de hormigón por corrosión de barras de refuerzo, exige un estudio más detallado. El reemplazar simplemente el hormigón deteriorado y restablecer el recubrimiento original sobre el refuerzo puede no ser la solución al problema.

b. Tipos de reparaciones

(1) Reemplazo del hormigón

Este método consiste en reemplazar el hormigón defectuoso con hormigón mezclado en planta de dosificación y consistencia adecuadas, de modo que se constituya en parte integral con el hormigón de base. El método de reemplazar hormigón es deseable en el caso en que el deterioro del hormigón viejo atravieze el espesor de la estructura o se extiende a mayor profundidad que el refuerzo, o si el volumen de hormigón deteriorado es apreciable. El picado de las áreas afectadas debe extenderse suficientemente hasta exponer sin ninguna duda el hormigón sano. Puede ser incluso necesario picar un volumen adicional de hormigón para conformar la reparación en una forma más regular. Se debe hacer todo el esfuerzo para limpiar las superficies picadas y mantenerlas limpias hasta que el nuevo hormigón sea colocado.

El hormigón de reparación debe ser generalmente similar al hormigón viejo en lo que se refiere al tamaño máximo de agregado y al factor agua-cemento.

Se requerirá normalmente encofrados para reparación de cantidades mayores.

(2) Hormigón seco

Este método consiste en apretar manualmente en el hueco de reparación hormigón seco sin revestimiento, en capas delgadas. Es adecuado para rellenar huecos por los anclajes de encofrado o para ranuras no muy anchas y en general para reparar cualquier cavidad con una alta relación de profundidad a área. Con esta mezcla seca, prácticamente no se producirá retracción y su resistencia será igual o superior a la del hormigón de base. El método no requiere ningún equipo especial, pero los albañiles que hagan la reparación deben ser bien entrenados para que el resultado sea satisfactorio.

(3) Hormigón lanzado

El hormigón lanzado tiene una excelente adherencia con el hormigón viejo y es con frecuencia el método más satisfactorio y económico para reparaciones superficiales sin mucho espesor. Se adapta particularmente a superficies verticales o de bóvedas y vigas. Estas reparaciones se comportan generalmente

satisfactoriamente si se siguen los procedimientos recomendados. En la actualidad existen equipos simplificados y livianos para pequeñas aplicaciones.

(4) Mortero epóxico y hormigón epóxico

El mortero epóxico es una combinación de resina epóxica y agregado fino con una consistencia adecuada para ser manejada con ballejo. El hormigón epóxico es una combinación de resina epóxica y agregado fino y grueso con una consistencia similar al hormigón de cemento Portland. Los parches epóxicos se usan en forma extensa por sus propiedades de alta adherencia y alta resistencia. Además, el amplio rango de propiedades físicas y químicas de los sistemas de resinas epóxicas hacen que sean necesariamente considerados en reparaciones de hormigones. El costo de las resinas epóxicas es bastante alto y su manejo requiere gran cuidado. Las reparaciones con resina epóxica aparentemente ofrecen un buen servicio por muchos años y constituyen una necesidad importante en ubicaciones críticas.

Sin embargo, las reparaciones con resinas epóxicas deben evitarse en aquellos casos donde las superficies de hormigón están expuestas a un amplio rango de fluctuaciones de temperatura. Bajo tal condición, se producirá el deterioro por fisuración y delaminación de las zonas reparadas por la diferencia entre las propiedades térmicas del hormigón con cemento Portland y del hormigón con mortero epóxico.

La preparación del hormigón con mortero epóxico y su aplicación a las superficies a repararse debe ser realizado por personal entrenado y con experiencia en este tipo de trabajo, deben además seguirse las instrucciones del fabricante de la resina epóxica. No se debe exceder la vida límite en almacén del producto. Resinas que hayan excedido este límite deben ser desechadas.

8.4 ACERO ESTRUCTURAL

8.4.1 General

En adición a los ítems mayores de equipo mecánico y estructuras principales descritos en el capítulo 6, existen en el proyecto elementos menores de acero. Se debe hacer un inventario de todos estos elementos para ser usado como una lista de inspección para asegurar que ninguno ha sido omitido.

Como una precaución de seguridad, el trabajo alrededor de conductores eléctricos debe ser supervisado por un capataz de mantenimiento eléctrico.

8.4.2 Inspección

El deterioro más frecuente que se encuentra durante la inspección de elementos de acero es la corrosión. Cada inspección debe incluir una observación detenida de todas las superficies, particularmente de pernos de anclaje, conexiones y esquinas interiores para descubrir señales de corrosión. Además

los inspectores deben buscar señales de asentamientos, daño debido a impacto, posibles sobre-esfuerzos por sobrecarga, y posible daño por acción sísmica.

Se debe hacer una inspección completa durante el primer año. Se debe también determinar en base a la primera inspección, la frecuencia de las inspecciones subsiguientes.

8.4.3 Reparación y Mantenimiento

Las reparaciones de daños en el acero pueden hacerse nivelando por percusión la superficie deformada, soldadura, reforzamiento con planchas o reemplazando segmentos o secciones de los elementos defectuosos.

El mantenimiento de las superficies de acero consistirá mayormente de limpieza y pintura. La limpieza debe hacerse usando métodos apropiados tales como lavado, cepillado o arenado. Las superficies galvanizadas que requieren pintura deben lavarse con ácido muriático o acético, enjuagado con agua limpia y secado inmediatamente antes de la aplicación de la pintura.

8.5 PINTURA

8.5.1 General

Las superficies metálicas ferrosas de las estructuras hidráulicas y obras accesorias, han sido pintadas con pinturas anticorrosivas de tipo industrial para prevenir su deterioro debido a la corrosión, oxidación, erosión e intemperización.

Durante la vida del proyecto Daule-Peripa se requerirá un cierto volumen de trabajo de mantenimiento preventivo para preservar la integridad de las superficies pintadas que muestran señales de corrosión y deterioro. Para evitar que la corrosión y deterioro se extienda en las superficies pintadas será necesario desarrollar ciertos procedimientos para inspección y repintado o retoque. La inspección debe ser hecha regular y sistemáticamente para determinar las condiciones de las superficies pintadas y la magnitud de repintado o retoque que se necesita realizar.

Es difícil enfatizar suficientemente la importancia de procedimientos sistemáticos para mantener una capa de pintura una vez que ha sido aplicada. Con un programa de retoques de pintura en cuanto aparecen zonas de corrosión se puede lograr que una pintura dure 10 años, asumiendo que la pintura utilizada originalmente ha sido la adecuada para el medio ambiente en la que se la utilizó. Una pintura que ha sido retocada puede requerir inspección y retoque cada año y una capa de pintura completa durante el quinto año para mejorar la apariencia. En general, la tendencia es repintar completamente cada cuatro años. Esto, por supuesto está lejos de la meta de duración de una pintura que dura 10 años con aplicación de una capa al cabo de 5 años y un programa de retoques en el interm.

8.5.2 Inspección

La inspección periódica de todas las superficies es el método mejor y más seguro para determinar las necesidades de repintado o retoque. La frase clave es: "Inspección periódica de todas las superficies". Para tener valor, tales inspecciones no deben ser hechas en forma casual o por un aficionado. Un buen inspector de pintura debe tener estas cualidades:

1. Conocimiento práctico (no necesariamente técnico) de los efectos del tiempo, desgaste y corrosión en la capa de pintura. El inspector debe conocer las causas que originan todos los defectos que se encuentran para poder ayudar en la selección del método de repintado, incluyendo la preparación adecuada de la superficie a repintarse y el tipo de pintura a utilizarse. Debe estar también familiarizado o tener acceso a las especificaciones de la pintura original.

2. Habilidad física para inspeccionar zonas que no son fácilmente accesibles.

El inspector de pintura debe conservar registros que muestren claramente el estudio de cada superficie inspeccionada en el proyecto. Estos caen en tres categorías:

1. Areas malas que requieren repintado inmediato
2. Areas que muestran señales de deterioro pero no al punto que se justifique su repintado inmediato.
3. Areas en buena condición

Las tres categorías son importantes, especialmente la última, aunque con frecuencia no es objeto de un registro. Sin esta información, el cuadro global es incompleto dejando mucho a la memoria y despreciando así el valor de las inspecciones.

Las inspecciones para tener el máximo valor deben ser hechas a intervalos de tiempo regulares. Estos varían de modo que cada inspector debe determinar un programa que se acomode a las condiciones de su área. La mejor forma de enfocar el problema es establecer una rutina de inspección basada en las peores condiciones prevalecientes. Luego, trabajando hacia atrás con las superficies de mayor durabilidad se puede determinar el intervalo completo de inspección. Mientras tanto las áreas críticas deben ser mantenidas en observación y al mismo tiempo se desarrolle un programa para las superficies que fallen muy rápido.

Las condiciones de las superficies pintadas pueden dividirse en cuatro clases:

1. Capa de terminación muy delgada, alguna capa de imprimación visible, muy ligera corrosión.
2. Capa de terminación muy delgada, bastante capa de imprimación visible, un diez por ciento de corrosión, escamas sueltas y películas de pintura sueltas.
3. La capa de terminación está muy intemperizada y malamente ampollada; alrededor del 30% de la superficie está oxidada con muchas escamas.
4. Malamente oxidada con mucho nódulo de corrosión.

8.5.3 Repintado y Retoque

Es más económico repintar el acero antes de que la pintura existente se intemperice demasiado. Por ejemplo, toma 10 veces más mano de obra limpiar acero malamente oxidado que limpiar acero con sólo un poco de capa de imprimación visible y casi ninguna oxidación. El repintar la superficie completa, o solo retocarla, dependerá de las condiciones encontradas por la inspección.

En cualquiera de los casos, es absolutamente necesario utilizar el mismo sistema de protección que el usado originalmente en la superficie a repintarse o retocarse. Esto es sumamente importante en el caso de superficies pintadas con sistemas de epoxy o vinyl. Es igualmente importante que la superficie sea preparada según lo especificado para el sistema de pintura original. Todos los sistemas con epoxy y vinyl requieren preparación de superficie con arenado a presión hasta descubrir metal blanco.

Se anexa a este Manual la sección correspondiente a Pintura de las Especificaciones Técnicas del contrato (Sección 41).

FIN DE CAPITULO 8