

PRESA DAULE-PERIPA
MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

CAPITULO 6
OBRAS DE DESCARGA

ORIGINAL ISSUE
ENERO 1989

REVISED
JULIO 1989

CAPITULO 6

OBRAS DE DESCARGA

6.1 DESCRIPCION GENERAL

El proyecto de la Presa Daule-Peripa cuenta con cuatro estructuras de descarga para la operación del embalse.

Las descargas para el control de avenidas se efectuarán por el Vertedero Principal que tiene 3 compuertas radiales y por el túnel N°1 cuya estructura de toma está controlada por compuertas deslizantes de presión. El túnel N°1 se utilizará también para descargar caudales para irrigación y requerimientos de agua dulce para la planta de tratamiento de agua potable de la Ciudad de Guayaquil.

Las descargas para generación de energía en la futura Central Hidroeléctrica se harán a través del túnel N°2 cuya estructura de toma está controlada por 2 compuertas que se deslizan sobre rodillos sobre una rampa inclinada a 34° sobre la horizontal.

Finalmente, el proyecto tiene un vertedero de emergencia sin descarga controlada, ubicado a unos 200 m del extremo Este del dique de la divisoria. Este vertedero entra en operación cuando el nivel del embalse sube por encima de la cota 87.70 m.

La capacidad de descarga de éstas estructuras está dada en el capítulo 2, Operación del Proyecto.

6.2 VERTEDERO PRINCIPAL

6.2.1 Descripción

El Vertedero Principal consta de la estructura de compuertas, un canal superior de descarga, un estanque amortiguador y un canal de descarga inferior que conduce el flujo al cauce natural del río Daule, aguas abajo de la Presa.

La estructura de compuertas es esencialmente un azud macizo de hormigón con cresta hidrodinámica, sobre la cual se asientan 3 compuertas radiales de 17 m de largo por 8 m de altura efectiva.

La estructura está dividida verticalmente por juntas de contracción en 11 monolitos de ancho y altura variables. Los monolitos del azud propiamente dicho, son 7 y los de los estribos, 4. El largo neto del azud es 51 m y el largo total entre paredes laterales de estribos es 59 m, con 2 pilas intermedias de 4 m de ancho.

El nivel superior de la cresta está a la cota 77,0 y el asiento de las compuertas a la cota 76,95.

Tanto las plataformas de malacates de las compuertas, como el coronamiento de la calzada del puente y de los estribos están a la cota 90,00 al igual que el coronamiento de la Presa Principal,

Presa Auxiliar y Dique de la Divisoria. Estando la estructura de compuertas cimentada a la cota 49,00 aproximadamente, la altura de los monolitos de azud es de 28 m y la de los estribos 41 m.

Los muñones de las compuertas están soportados por vigas de hormigón postensado ancladas al macizo de pilas y estribos, mediante barras de acero "DYWIDAG" de 32 mm de diámetro.

En las paredes laterales de los vanos de compuertas se construyeron ranuras para la instalación de las vigas de cierre, cuando sea necesaria una inspección o reparación de las compuertas, estando el embalse por encima de la cota 77,00.

En dirección paralela al eje del vertedero, existen dos galerías en el cuerpo de la estructura, ubicadas entre las cotas 47,0 y 48,0. La galería de aguas arriba es la galería de inyección y la de aguas abajo la galería de drenaje. En el estribo derecho, se ubica un pozo con gradas de hormigón para acceso a las dos galerías, las que están intercomunicadas. En el estribo izquierdo existe otro pozo para ventilación de las galerías. En la galería de drenaje la evacuación del agua de infiltraciones se realiza con un par de bombas eléctricas que se activan automáticamente cuando el nivel de agua en el sumidero llega a la cota 45,90.

El borde inferior del cimacio, aguas abajo, está en la cota 52,00 y a una distancia de 47,48 m del eje de la cresta. En este punto comienza el canal superior con el mismo ancho del azud de 59,0 m. El canal está revestido en el fondo, con una losa de hormigón armado de 0,5 m de espesor mínimo. Para aliviar las subpresiones en la losa del canal, se construyó una red de sub-drenes consistente en tubos perforados de P.V.C de 6" de diámetro que colectan las infiltraciones de los drenes verticales de 3 m de profundidad y 3" de diámetro. Los tubos perforados de P.V.C descargan en dos tubos colectores de hormigón de 12" de diámetro que corren paralelamente al canal por detrás de los muros laterales y descargan en el estanque amortiguador. Las losas están ancladas a la cimentación por medio de barras de 28 mm de diámetro y de 3 m de profundidad espaciadas a 3,33 m en ambos sentidos.

Los muros laterales de hormigón armado tienen una altura constante de 5,0 m y están diseñados como muros en voladizo, con relleno compactado de libre drenaje.

El canal superior descarga en el estanque amortiguador por medio de una rápida de forma parabólica cuya cota superior es 50,21.

El nivel inferior de la rápida está en la cota 29,128 m. La longitud total del canal, incluyendo la rápida es de 378,5 m.

El estanque amortiguador tiene una longitud de 72 m y un ancho de 59 m. La losa de fondo tiene un espesor de 2,0 m. El nivel inferior del estanque está a la cota 13,50 m y el nivel superior de la cresta de descarga a la cota 20,00 m. El estanque tiene un sistema de drenes de alivio consistente de tuberías P.V.C. de 3" de diámetro y 6 m de profundidad. La losa está anclada con

barras de 40 mm de diámetro y 7,50 m de profundidad espaciadas a 2,0 m en ambos sentidos. Los muros laterales tienen el nivel superior a la cota 35,00 m.

El canal de descarga tiene una longitud promedio de 70 m. La losa del piso tiene un espesor de 1,0 m y está anclada con barras de 32 mm de diámetro y 5 m de profundidad espaciadas a 3,0 m en ambos sentidos. El borde extremo de aguas abajo del canal de descarga tiene un dentellón de 4 m de profundidad para proteger la losa de la socavación.

El fondo del cauce natural del río al que desemboca el canal de descarga, es una roca arenisca poco erosionable.

6.2.2 Inspección

Durante los primeros 3 años de operación, todas las estructuras deberán ser inspeccionadas visualmente. Por lo menos se hará una inspección al final del primer año y la próxima inspección al final del segundo año. Al final del tercer año se deberá realizar un examen minucioso del hormigón. Para una descripción detallada de los programas de inspección del hormigón, ver el capítulo 8, Sección 8.4.2, Inspección, y los apéndices.

Las superficies de hormigón serán inspeccionadas para localizar grietas de retracción, desprendimientos localizados, y otros daños. Las zonas defectuosas deben ser reportadas en forma de un croquis de localización y una descripción del daño y método de reparación. Áreas con daños que presentan fisuras finas que no serán inyectadas, serán reinspeccionadas para establecer posibles cambios en inspecciones posteriores. Además, se dará particular atención a las juntas de contracción entre estructuras adyacentes, verificando asentamientos diferenciales, desprendimientos de mortero o desgaste por erosión.

Las partes metálicas serán examinadas para detectar daños, deterioro de la pintura y corrosión en general.

Además de las inspecciones en los intervalos especificados (Ver capítulo 8), se hará una inspección visual de todas las superficies expuestas al flujo de agua, inmediatamente después del cierre de compuertas para determinar si se han producido daños por erosión o cavitación. Cualquier evidencia de erosión o cavitación será examinada minuciosamente para establecer la gravedad de cualquier área defectuosa y decidir sobre el alcance y programación de las reparaciones provisionales y definitivas.

En el caso en que se produzca un fuerte movimiento sísmico, o una gran avenida, o un mal funcionamiento del equipo de operación, se efectuará una inspección adicional para detectar posibles daños.

Los informes de inspección registrarán los defectos o daños observados, así como los defectos o daños reparados satisfactoriamente, con fechas y comentarios pertinentes.

6.2.3 Mantenimiento del hormigón

Las reparaciones de las superficies de hormigón expuestas al flujo de agua serán hechas con mortero epóxico, hormigón epóxico u otro material que haya sido previamente ensayado y aprobado. Es importante que las tolerancias originales se mantengan en estas superficies hidráulicas.

La reparación y mantenimiento del hormigón se discute en mayor detalle en el Capítulo 8. Como apéndice a éste capítulo, se adjuntan reproducciones de instrucciones preparadas por el "Bureau of Reclamation" de los Estados Unidos para proyectos de recursos hidráulicos. Se adjuntan también especificaciones para hormigón, con información detallada sobre el uso de materiales epóxicos.

6.2.4 Mantenimiento de superficies metálicas

Las superficies metálicas requieren relativamente poco mantenimiento durante los primeros tres a cinco años de operación (o instalación). Después de este período deben ser observadas con gran cuidado. Todas las superficies metálicas expuestas deberán ser inspeccionadas anualmente. Todo el deterioro del hormigón adyacente a una superficie metálica deberá ser reparado para prevenir daños más serios que exijan sustitución de partes dañadas o reparaciones costosas.

Con objeto de que el mantenimiento sea adecuado y oportuno, es esencial realizar las siguientes acciones:

- Verificar si existen pernos y tuercas flojas o faltantes y soldaduras agrietadas.

- Ajustar todos los pernos y otros elementos de anclaje.

- Reemplazar todo perno o tuerca defectuosos o faltantes.

- Reparar soldaduras defectuosas o agrietadas

- Mantener las barandas de protección firmemente ancladas y bien seguras en su base.

- Miembros estructurales que han sido dañados o deformados hasta el punto de que se produzca deformación permanente serán reemplazados o reforzados.

- No se debe permitir que los elementos estructurales sufran corrosión hasta el punto en que sean debilitados, excepto en casos aislados donde el costo y la dificultad de llegar hasta la zona defectuosa, excedan el costo de reemplazo del elemento y donde la seguridad no está afectada.

- Las zonas afectadas por corrosión serán limpiadas y repintadas según las instrucciones detalladas en el capítulo 8.

6.3 COMPUERTAS RADIALES Y MALACATES

6.3.1 Compuertas Radiales

a. General

Las tres compuertas radiales en el Vertedero Principal son idénticas. Estas compuertas y los mecanismos de izamiento (Malacates) fueron fabricados por Boetticher y Navarro, S. A. en España bajo sub-contrato con el Contratista Principal de la obra, AGROMAN.

Las compuertas están hechas con chapa de acero, ensambladas mediante soldadura con métodos convencionales. Cada vano de compuerta tiene un ancho de retención de 17 m. Para dejar pasar la napa de flujo de un embalse lleno, pueden ser izadas hasta su posición extrema, en la cual el borde inferior de la compuerta se ubica en la cota 85,957 m o sea a una altura de 8,957 m sobre el nivel de la cresta del azud. En su posición cerrada, la altura de cada compuerta es de 8,50 m medidos verticalmente.

El radio de giro de las compuertas es de 9,0 m medido desde el eje del muñón hasta la cara de aguas abajo de la plancha del forro. Las compuertas giran por medio de sus dos brazos alrededor de los dos muñones.

b. Chapa de forro

La chapa curvada de forro varía en espesor desde 9,5 mm (3/8") en la faja superior, a 11,1 mm (7/16") en la faja central y 14,3 mm (9/16") en la faja inferior. En la cara de aguas abajo la chapa está reforzada para resistir la presión hidráulica del embalse mediante vigas T verticales espaciadas cada 0,90 m excepto en los extremos donde el espaciamiento es de 0,45 m y 0,30 m. Las vigas T con la misma curvatura que la chapa de forro estará conectada a ella mediante soldadura continua. Tres vigas horizontales de sección I soldadas a las vigas T verticales completan el sistema de rigidización de la chapa de forro. Las tres vigas horizontales están conectadas entre sí en su extremo de aguas abajo por un sistema de riostras compuesto por angulares y secciones T. En la cara de aguas arriba, la plancha del forro tiene soldadas dos planchas verticales de 0,30 m de ancho y 1,27 cm de espesor (1/2") que constituyen el asiento de los cables de izamiento de la compuerta. Inmediatamente debajo del extremo inferior de los asientos, se ubica el ensamblaje de anclaje de los cables de izamiento.

c. Sellos

La compuerta está provista de sellos de caucho a lo largo del contacto con la cresta y las paredes laterales de hormigón. El sello inferior es una faja de caucho de 14 cm de ancho y 1,43 cm (9/16") de espesor comprimida completamente contra el umbral por el peso de la compuerta en posición cerrada. Los sellos laterales son de bulbo sólido de 4,4 cm de diámetro y 12,7 cm de ancho total. La parte más delgada que sirve para la conexión del sello a la compuerta tiene 1,43 cm de espesor. Estos sellos están presionados y se deslizan sobre las planchas de sello empotradas en las paredes de las pilas. Las planchas de sello tienen un revestimiento de acero inoxidable. Los huecos en los angulares que sirven para conectar los sellos o la compuerta, son ranuradas, para permitir movimientos de dilatación térmica de la compuerta.

d. Brazos

Los dos brazos de cada compuerta están constituidos por 3 vigas de sección I que convergen en el cubo de cada muñón. El otro extremo está conectado por soldadura a cada una de las vigas horizontales. Las 3 vigas están arriostradas mediante barras de Sección I transversal y diagonalmente.

En el extremo del muñón, las 3 vigas están soldadas a una plancha la cual a su vez está soldada al cubo del muñón.

e. Muñones

La función de estos elementos es servir de apoyo a los brazos de la compuerta y al mismo tiempo transmitir la carga hidráulica a las vigas-muñón.

Constan esencialmente de un caballete de montaje que recibe el cubo del muñón y un pasador que constituye el eje de giro de la compuerta.

El caballete consiste en un ensamblaje conformado por una placa-base de 1000 x 890 x 90 mm y dos placas laterales de 50 mm de espesor con un espacio libre entre caras interiores de 700 mm. Las placas laterales tienen un hueco circular de 406 mm de diámetro por donde pasa el pasador o eje de giro.

El pasador tiene 406 mm de diámetro y 803 mm de largo. Está provisto de un casquillo de bronce autolubricado para conexión del eje de giro o pasador al cubo del muñón.

f. Elementos de acero empotrados

Una plancha de acero de 30 cm de ancho con la misma curvatura de la compuerta y con un revestimiento anticorrosivo, está embebido en cada superficie de las pilas, cuya función es actuar como superficie de sello, para los sellos de caucho laterales de la compuerta. En el umbral del cimacio del hormigón está embebida otra plancha de acero de 7,5 cm de ancho para el contacto con el sello de caucho inferior de la compuerta. A la cota 85,957 m

existen 2 topes empotrados de acero para impedir que las compuertas suban por encima de su posición máxima de izamiento.

6.3.2 Equipo de izamiento (Malacates)

a. General

El izamiento de cada compuerta se realiza por medio de 2 grupos de 3 cables de hilo de acero, de 35 mm de diámetro colocados a 0,5 m aproximadamente de los bordes laterales de la compuerta en la cara de aguas arriba. En el extremo inferior, los cables están anclados por sistema de cuña (Eslinga) a un ensamblaje que se conecta al anclaje de la compuerta mediante un pasador de 8 cm de diámetro. El otro extremo de los cables se ancla en el tambor del equipo de izamiento.

La unidad motriz del equipo de izamiento consta de:

- Motor eléctrico
- Reductor helicoidal
- Reductor recto
- Etapa exterior piñón - corona
- Tambor
- Freno

Este equipo esta montado en la plataforma del lado izquierdo de cada compuerta (Mirando hacia aguas abajo). En la plataforma del lado derecho está montado el equipo pasivo que consta de caja de engranaje recta, etapa exterior piñón corona y tambor. La conexión del equipo motriz con el equipo pasivo se realiza mediante un eje de interconexión de 16,61 m de longitud. La velocidad de movimiento de los cables es de 0,44 m por minuto.

En la plataforma del lado derecho de la compuerta adyacente al estribo derecho existe una unidad motriz de emergencia similar a la unidad motriz de accionamiento normal.

b. Unidad motriz

El motor eléctrico es del tipo "jaula de ardilla" de inducción, diseñado para arranque a voltaje total. Su potencia es 11 kw a 1105 rpm.

El reductor helicoidal es del tipo Tacke Olalde de 11,18 CV a 1200 rpm con relación de transmisión $C' = 205$.

c. Unidad pasiva

El reductor recto es del tipo Tacke Olalde de 3 etapas de 5,59 CV a 56,58 rpm con relación de transmisión de $i' = 83$.

La etapa exterior piñón-corona tiene las siguientes características:

- Piñón: $Z = 24$; $M = 17$; $D_p = 408$; $X = 20$; $b = 240$
- Corona: $Z = 90$; $M = 17$; $D_p = 1530$; $X = 20$; $b = 230$

donde: Z = Número de dientes

M = Módulo

D_p = Diámetro primitivo

X = Angulo de presión

b = Ancho del diente en mm

El tambor tiene un diámetro de 1240 mm con tres ranuras activas de 36,5 mm de ancho por 220 mm de profundidad.

Las características de los cables son las siguientes:

Diámetro : 35 mm

Material : Acero inoxidable 18-8

Composición: 6 x 19 + 1 Alma metálica-Warrington

Calidad : 160/180 Kg/mm²

Carga de rotura máxima: 64.100 Kg.

Lubricante : Grasa-Cedracon 95/100N-KTAF 2C.

d. Características mecánicas del indicador de posición de las compuertas.

Cada malacate está provisto de un indicador de posición de compuerta visible desde la estación local de control de la compuerta. Cada indicador es del tipo "dial" y está graduado en metros e incrementos de 25 cm desde 8,65 m a 0,0. Las graduaciones del dial indican la distancia entre el borde inferior de la compuerta y la viga de umbral embebida en el hormigón. El indicador funciona mediante una cadena que pasa por una caja de engranajes que se conecta con el eje del tambor.

e. Suministro principal de energía a la plataforma de malacates.

El suministro se hace mediante dos circuitos separados de 480 V cada uno. Estos circuitos vienen del Panel Principal en el Area Administrativa. El Panel Principal tiene tres disyuntores termomagnéticos de alimentación con interbloques mecánicos entre sí de modo que solo uno alimenta al tablero. Existen 19 disyuntores de distribución en el Panel Principal; dos de ellos alimentan los circuitos del Vertedero.

f. Caja de control en la plataforma de malacates

Esta caja contiene todo el equipo eléctrico para operación y protección del motor eléctrico así como los botones de control locales. Los botones de control están protegidos por una tapa con chapa de seguridad. Cada compuerta tiene su caja de control.

g. Indicador remoto de posición de compuerta

Existe un indicador remoto SELSYN de posición de compuertas por cada una de las tres compuertas del vertedero. El transmisor del indicador de posición es operado directamente por el giro del eje de interconexión de los malacates y es construido en forma estanca. Los receptores del indicador están montados en un Panel en la sala de control del Edificio Administrativo. El alimentador de energía del indicador remoto está ubicado en la caja de control de cada compuerta.

h. Interruptor del control de programa

Consiste de interruptores mecánicamente interconectados mediante eslabones en cadena conectados a una caja de engranajes que a su vez se conectan directamente al eje y tambores de los cables principales. Los interruptores están completamente alojados en una caja de hierro fundido a prueba de agua. El diagrama de los interruptores se muestra en el plano de WATSA N° 38.2865219/02-1.

Los contactos se usan para realizar movimientos escalonados de compuerta con incrementos de 0,25 m desde la posición cerrada hasta una altura de 4,5 m o viceversa, durante apertura o cierre de compuerta y movimiento continuo por encima de los 4,5 m hasta que la compuerta queda completamente abierta. El interruptor detiene la compuerta cuando llega a las posiciones de "COMPLETAMENTE ABIERTA" o "COMPLETAMENTE CERRADA".

i. Interruptor de límite de seguridad

Si durante la operación normal, el motor del malacate de la compuerta falla en parar cuando la compuerta llega a la posición de "COMPLETAMENTE ABIERTA" o "COMPLETAMENTE CERRADA", el interruptor de límite de sobrecarrera detendrá el motor.

Para operar la compuerta después de una sobrecarrera se presionará el botón para revertir la sobrecarrera de subida o de bajada sólo para permitir la operación de la compuerta fuera de la posición de sobrecarrera.

6.3.3 Procedimientos de operación

a. General

El control para la operación de las tres compuertas radiales está ubicado en el Vertedero. Cualquiera de las compuertas puede ser operada localmente desde su plataforma de malacates

donde se encuentra el panel de control. Los diagramas de los circuitos de control se muestran en los planos de WATSA Nos.:

38.2865219/02-1 Hoja 1

38.2865219/02-1 Hoja 2

38.2865219/02-2

b. Operación

La siguiente condición debe estar en efecto antes de comenzar la operación:

1. El suministro de energía al alimentador N°1 o al alimentador N°2 debe estar en posición "ON". Los disyuntores de circuito de suministro de energía para estos alimentadores están ubicados en el tablero principal de maniobra y distribución (TPMD), en el edificio de mantenimiento. El alimentador N°1 está controlado por el disyuntor de circuito N°5 y el alimentador N°2 por el disyuntor de circuito N°7.

2. Los selectores en el tablero de control local de la compuerta deben estar en posición de conexión del alimentador N°1 o N°2 para suministro de energía.

c. Izando compuerta (Programado por los primeros 4,5 m de operación)

Asumir que el movimiento de la compuerta comienza con la compuerta completamente cerrada y su peso descansando sobre la viga de umbral. Abrir el seguro de la puerta de la estación botonera en el panel de control ubicado en la plataforma de malacates de la compuerta y pulsar momentáneamente el botón marcado "SUBIR". La compuerta subirá un incremento de 0,25 m y el motor de malacates se detendrá automáticamente. Para continuar el movimiento de apertura, pulsar nuevamente en forma momentánea el botón de "SUBIR" y la compuerta subirá otro incremento de 0,25 m. Continuar la operación en esta forma hasta llegar a la altura de compuerta deseada con el límite de altura de 4,5 m equivalente a 18 incrementos de 0,25 m. Si se quiere continuar abriendo compuerta por encima de los primeros 4,5 m hasta llegar a la apertura completa, pulsar momentáneamente el botón de "SUBIR" y la compuerta subirá hasta la posición límite y será automáticamente detenida por el interruptor de límite de programa.

Si se desea parar la compuerta en cualquier punto intermedio de un incremento programado de 0,25 m, pulsar el botón "PARAR". En la misma forma se debe presionar el botón "PARAR" cuando se quiere detener la compuerta en algún punto intermedio entre la altura de 4,5 m y la posición de "COMPLETAMENTE ABIERTA" de la compuerta.

b) Bajando compuerta

Para bajar compuerta desde cualquier posición, pulsar momentáneamente el botón de "BAJAR". Si la compuerta está abierta por encima de 4,5 m bajará hasta esta posición y se

detendrá por la acción del interruptor de límite programado. Para seguir bajando compuerta desde esta posición hasta la posición de compuerta "COMPLETAMENTE CERRADA" será necesario pulsar momentáneamente el botón de "BAJAR" 18 veces en forma sucesiva, y la compuerta bajará en incrementos de 0,25 m hasta quedar cerrada completamente.

Si la compuerta está inicialmente en algún punto intermedio del rango programado, pulsando el botón de "BAJAR" hará que la compuerta baje hasta el próximo incremento de 0,25 m y luego ésta se detendrá accionada por el interruptor de límite programado. Para seguir bajando compuerta, se tendrá que pulsar el botón de "BAJAR" tantas veces como incrementos queden para que la compuerta llegue a la posición de "completamente cerrada".

6.3.4 Secuencia de operaciones del equipo de control

En esta sección se explica el funcionamiento de los diferentes elementos del equipo de control en el tablero principal de circuitos (TPMD). Se describe la operación de los "relais", interruptores, lámparas de señalización etc. asociados con las actuaciones de control en las diferentes posiciones de la compuerta. La designación de lámparas, interruptores etc. que se presenta en este texto están en conformidad con los planos de WATSA Nos.:

38.2865219/01-1

38.2865219/02-1 Hoja 1

38.2865219/02-1 Hoja 2

38.2865219/02-2

a. Conexión de los disyuntores de circuitos a los alimentadores.

Conectando el disyuntor de circuito N°5 al alimentador N°1 o el disyuntor N°7 al alimentador N°2 en el tablero principal de control en el edificio de mantenimiento suministrará energía al tablero de control de cada compuerta del vertedero ubicado en la plataforma de malacates.

Toda vez que cualquiera de las tres compuertas está en posición abierta, el disyuntor de circuito del alimentador N°1 o N°2 deberá permanecer en posición "ON" para que la compuerta pueda ser operada inmediatamente desde la estación botonera en la plataforma de malacates.

b. Subiendo o bajando compuerta desde el tablero de control ubicado en la plataforma de malacates.

1. Subiendo compuerta dentro del rango programado (por incrementos de 0.25 m hasta 4.5 m de altura) el pulsar momentáneamente el botón de "SUBIR" ocasiona lo siguiente:

- Los calentadores en el tablero de control de la plataforma, en el motor del malacate y en la capa de freno quedan desconectados (en posición "OFF").

- El freno libera el motor el cual arranca simultáneamente.
- La sirena del vertedero es activada
- Se enciende la luz indicadora remota en la sala de control del edificio de administración. Cuando la compuerta ha subido aproximadamente el incremento programado de 25 cm la acción combinada de los contactos LS6 y LS7 detendrán automáticamente el motor (los mismos contactos LS6 y LS7 son también accionados para arrancar el motor.

2. La parada del motor ocasiona:

- Que el freno actúe sobre el motor
- Que se conecten (a "ON") los calentadores en el tablero de control de la plataforma, en el motor del malacate y en la caja de freno.
- Que se desactive la sirena del vetedero
- Que se apague la luz indicadora remota en el edificio de administración.

Cuando el botón de "SUBIR" ha sido pulsado 18 veces y después de que la compuerta se haya detenido por la décima octava vez el sello inferior de la compuerta estará aproximadamente a 4,5 m de altura sobre la viga del umbral.

Al continuar siendo levantada la compuerta, la misma estará fuera del rango programado de 25 cm de carrera entre paradas.

3. Subiendo compuerta en el rango no programado (Movimiento continuo) con la compuerta en posición abierta inicial de 4,5 m por encima de la solera, el pulsar momentáneamente el botón de "SUBIR" hará subir la compuerta hasta la posición de "COMPLETAMENTE ABIERTA", ocasionando:

- Que los calentadores en el tablero de control de la plataforma, en el motor del malacate y en la capa de freno, se desactiven.
- Que el freno libere el motor, el cual arranca simultáneamente.
- Que active la sirena del vertedero
- Que la luz indicadora remota en el tablero principal del edificio de administración se encienda.

Cuando la compuerta alcanza la posición de "completamente abierta", se activa el circuito de control por intermedio del interruptor limitador de programa, ocasionando.

- Que el motor del malacate se detenga y se active el freno a través del interruptor limitador LS2

- Que se activen los calentadores en el tablero de control de la plataforma, en el motor del malacate y en la capa de freno.

- Que se active la sirena del vertedero.

- Que se apague la luz indicadora remota en la sala de control del edificio de administración

Si el interruptor de programa (LS2) falla en detener el motor cuando la compuerta ha llegado a la posición de "completamente abierta", un interruptor limitador de seguridad (LS1) detendrá el motor del malacate.

Apertura Máxima

Para subir la compuerta hasta su abertura máxima, es necesario pulsar simultáneamente los botones "SUBIR" y "ANULAR EL INTERRUPTOR LIMITADOR LS2". Este último botón se mantendrá pulsado. Soltándolo se detiene el motor.

Por razones de seguridad, el interruptor limitador LS1 de apertura máxima permanece en servicio, próxima a los topes.

Atención: En caso de falla del contacto limitador LS1, la compuerta llegará a tope, lo cual se debe evitar, por lo que el interruptor limitador LS2, requiere la máxima atención.

Cierre desde apertura máxima

La posición de los diferentes interruptores limitadores aparece en el plano 1253 C200 hoja 3 (En dicho plano la situación de los interruptores están representados para compuerta cerrada)

En caso de que se haya sobrepasado la apertura máxima normal y se haya alcanzado la apertura máxima actuando el interruptor limitador LS1, para descender, se pulsará el botón "BAJAR", la compuerta descenderá según se indica en (4) Bajando compuerta en la carrera no programada.

4. Bajando compuerta en la carrera no programada (carrera continua).

Se asume que el disyuntor de circuito N°5 y/o disyuntor de circuito N°7 están conectados y hay energía en los tableros de control de las plataformas.

El pulsar momentáneamente el botón "BAJAR" ocasionará:

- Que los calentadores en el tablero de control de la plataforma, en el motor del malacate y en la capa de freno se desactiven.
- Que el freno libere el motor, el cual arranca automáticamente.
- Que la luz indicadora remota se encienda en el edificio de administración.

La compuerta continuará bajando hasta llegar a la posición de abertura de 4,5 m, en la cual se detendrá por la acción del interruptor limitador de programa.

5. Bajando compuerta en la carrera programada (Por incrementos de 0,25 m).

El pulsar momentáneamente el botón "BAJAR" ocasiona:

- Que los calentadores en el tablero de control de la plataforma, motor de malacate y capa de freno se desactiven.
- Que el freno libere el motor, el cual arranca automáticamente.
- Que la luz indicadora remota en el edificio de administración se encienda.

Después de bajar la compuerta un incremento de 0,25 m, el interruptor limitador de programa detiene el motor, ocasionando:

- Que los calentadores se activen
- Que el freno actúe sobre el motor
- Que la luz indicadora remota se apague

Después de que el botón "BAJAR" ha sido pulsado 18 veces, la compuerta llega a su posición de "COMPLEMENTE CERRADA", ocasionando:

- Que los calentadores se activen
- Que el freno del motor se active
- Que se apague la luz indicadora remota

Sobrecarreras

Si durante las operaciones normales, tanto subiendo como bajando compuerta, el motor no se detuviera al no actuar el interruptor limitador de carrera (LS2 ó LS4 respectivamente) el interruptor limitador de sobrecarrera (LS1 ó LS5 respectivamente), detendrá el motor.

Cuando se dé el caso anterior de sobrecarrera se procederá como sigue:

a) BAJAR: Se pulsa el botón "RETROCESO DE SOBRECARRERA AL SUBIR" y el botón "BAJAR" simultáneamente.

b) SUBIR: Se pulsa el botón "RETROCESO DE SOBRECARRERA AL BAJAR" y botón "SUBIR" simultáneamente.

Parada de emergencia

Para detener cualquier movimiento de subida o bajada de la compuerta pulsar el botón "PARAR" situado en la botonera.

Toda vez que cualquiera de la tres compuertas está en posición abierta, el disyuntor de circuito del alimentador N°1 o N°2 deberá permanecer en posición "ON" para que la compuerta pueda ser operada inmediatamente desde la estación botonera en la plataforma de malacates.

6.3.5 Mantenimiento de compuertas

a. General

Deberá coordinarse un programa de mantenimiento de las compuertas y equipo de izamiento con el programa de operación del embalse. El propósito esencial es tener todas las compuertas en buenas condiciones para ser operadas en los períodos críticos de máximas avenidas para proteger a la presa contra subidas excesivas del embalse.

Las operaciones mayores de mantenimiento, especialmente de las compuertas, pueden requerir de la instalación de las vigas de cierre, cuando el embalse esté por encima de la cota 77,0. No es aconsejable realizar trabajos de mantenimiento en las compuertas cuando éstas están en posición abierta y con flujo de descarga.

La descripción de las vigas de cierre y el método de instalación están dados en 6.3.7.

Las compuertas radiales del vertedero están expuestas al agua del embalse, a la intemperización, y a los golpes de objetos flotantes que se descargan por el Vertedero. Requieren consiguientemente de inspecciones regulares periódicas de modo que los trabajos de mantenimiento sean menores y no evolucionen en reparaciones de mayor magnitud.

La frecuencia de las inspecciones se determina mejor con la experiencia. Se puede esperar que en promedio, el embalse subirá cada año por encima de la cresta del vertedero (cota 77,00 m) y llegará durante la estación de lluvias a la cota máxima normal (85,00 m) para descender nuevamente durante la estación seca hasta un nivel mínimo que puede estar por debajo de la cresta del vertedero. Es obvio por tanto, que se aproveche el período de niveles mínimos de embalse por ser un periodo seguro para mantenimiento y reparaciones de las compuertas.

b. Sellos

Los sellos laterales están bien protegidos contra el sol y los objetos flotantes que se descargan. Sin embargo se requieren inspecciones regulares para asegurar de que se mantengan intactos y tengan suficiente presión contra la placa de sello lateral en la pila, de modo que se eviten fugas importantes. La inspección se hará en la forma siguiente:

- Cuando el embalse esté lleno, cada sello lateral será examinado visualmente desde el lado de aguas abajo para detectar puntos de fuga. Si se descubren fugas, se insertará una hoja delgada de acero detrás del sello para tratar de quitar el objeto que causa la fuga.
- Cuando la compuerta esté levantada en posición completamente abierta y en seco, se examinarán los sellos laterales visibles para detectar defectos o averías. Al bajar la compuerta en seco hasta la posición de cierre completo, se examinará el sello y se lo reajustará a la deflexión especificada de 4.8 mm (3/16") a 60°F. Se aplicará una capa delgada de glicerina a la superficie del sello en contacto con la placa del muro de la pila, si se observa desgaste por fricción.

Los sellos y las placas de acero inoxidable embebidas en las pilas serán tratados anualmente en la forma siguiente:

- Los sellos serán lavados con agua y jabón. Cuando hayan secado se les aplicará una capa delgada de glicerina. Las placas de acero inoxidable serán lavadas con agua, secadas, luego se pasarán con un trapo saturado de Kerosén para quitar la grasa y suciedad que hayan quedado desde el mantenimiento anterior.
- Los sellos de fondo serán examinados con embalse lleno y compuerta cerrada y posteriormente con compuerta abierta.

- Cuando los sellos estén dañados y sea necesario reemplazarlos, se seguirán las instrucciones del fabricante junto con las instrucciones abajo detalladas.

(1) Sellos laterales

Cada sello lateral está constituido por una sola pieza. Por tanto, si está dañado, el sello completo será retirado y reemplazado por uno nuevo. Se procederá en la forma siguiente:

- Quitar los pernos que sujetan el angular de apoyo del sello al forro de la compuerta. Se tendrá cuidado al retirar el angular que sostiene el sello de goma para no dañarlo. Igual cuidado deberá observarse al instalar el nuevo sello.

- Después de quitar el sello dañado, todo el acero será limpiado de óxido y repintado. Seguidamente se procederá a instalar el nuevo sello en el angular de sujeción y este al forro de la compuerta. Se colocará el sello en posición final con la deflexión especificada de 4.8 mm.

Se tendrá el debido cuidado al desprender el sello lateral del sello de umbral. Estos sellos están conectados entre sí en su contacto. Al reemplazarse los sellos, el área de contacto deberá ser nuevamente cementada con un adhesivo de goma adecuado.

(2) Sello de umbral

El sello de umbral es una sola pieza. De ser dañado, la pieza entera debe ser retirada y reemplazada por una nueva.

- Quitar los pernos, limpiar de óxido la abrazadera y repintarla. Se tendrá cuidado al quitar el sello de umbral el cual está cementado en su contacto con los sellos laterales.

- Disponer la compra de sellos de repuesto para reemplazar a los ya utilizados en el mantenimiento, sobre todo si los daños se producen con frecuencia, o durante la primera etapa de operación del proyecto.

Cada sello recién instalado será ensayado para fugas tan pronto como sea factible y se le dará una aplicación de glicerina.

c. Conectores de cables a la compuertas

Esta pieza es de acero inoxidable y no requiere de pintura de protección. Se tendrá cuidado de evitar derrames de pintura sobre la rosca de las barras de anclaje.

Se inspeccionará el pasador para asegurar que esté firmemente asegurado en su posición correcta. Toda basura acumulada en el pasador o por detrás de los cables será retirado.

d. Muñones

Los bujes de los muñones son del tipo bronce "Lubrite", con conductos insertados que contienen lubricante sólido. Los muñones "no deben ser nunca lubricados", ya que cualquier lubricante fluido introducido al buje disolvería y quitaría el lubricante permanente.

Los muñones deben ser examinados una vez al año para detectar cualquier señal de fisuramiento o sobre-esfuerzo. La inspección debe incluir limpieza general y remoción de cualquier acumulación de suciedad o basura.

e. Estructura de la compuerta

(1) General

Se refiere a todos los elementos de acero estructural de las compuertas radiales incluyendo los muñones y sus anclajes. Se seguirá un programa de mantenimiento en el cual todos los componentes de cada compuerta serán examinados en detalle una vez por año para establecer la magnitud de deterioro físico, o del deterioro o calidad defectuosa de la capa de pintura protectora.

(2) Las partes estructurales de las compuertas serán examinadas para:

- Soldaduras agrietadas
- Pernos flojos
- Deformación o distorsión del acero causado por impactos (principalmente de objetos flotantes que se descargan a través del vertedero.

El descubrimiento de cualquier condición anormal o insatisfactoria deberá ser comunicada al Ingeniero Jefe de Operación y Mantenimiento, bajo cuya dirección se harán las reparaciones correspondientes.

(3) El repintado o reparación de la capa protectora serán hechos siguiendo estrictamente las instrucciones contenidas en la sección 6 del capítulo 8 - Pintura de Mantenimiento, en las cuales se hace énfasis en que la pintura de protección que se utilice sea compatible o idéntica a la pintura original.

Se espera que el deterioro de la capa de pintura protectora inicialmente aplicada se producirá en las siguientes áreas:

- Areas donde se retiene el agua
- En puntos de impacto de objetos móviles

- A lo largo de las abrazaderas del sello donde la maniobra de ajustar los pernos ocasiona raspaduras en la pintura.

- En juntas empernadas no selladas por soldadura.

La restitución de la pintura protectora será hecha en base a criterio, en cuanto a la rapidez de la corrosión y su extensión. Se recomienda que todas las abrazaderas del sello y sus superficies de contacto sean repintadas, en caso de reemplazarse los sellos.

6.3.6 Mantenimiento del equipo de izamiento y cables

a. General

La guía primordial para el mantenimiento del equipo de izamiento será el manual de instrucciones de montaje del fabricante "BYNSA" en el cual se dan instrucciones para el montaje y mantenimiento de los malacates y de los equipos de control. Las instrucciones que se dan aquí son suplementarias a las instrucciones del fabricante. Se trató de mantener separados los sub-títulos referentes a elementos mecánicos y eléctricos.

A continuación se enumera la frecuencia de inspección y del mantenimiento de los diferentes componentes mecánicos y eléctricos.

b. Mantenimiento de componentes mecánicos y estructurales

(1) Lista de puntos que requieren lubricación:

- Soportes de motor
- Freno
- Manguito flexible en reductor helicoidal
- Reductor principal en carter
- Engranajes
- Rodamientos
- Dientes abombados
- Cajinets de eje de tambor
- Indicador de posición
- Interruptor del límite de programa
- Dispositivos de retención (Dogging devices)

No será necesario mayor cuidado de los cojinetes, fuera del engrase periódico regular, limpieza y el evitar la entrada de agua. Durante la operación de izamiento, será necesario

inspeccionar para detectar re-calentamiento de cojinetes, vibración o ruido debido a una operación defectuosa. En tal caso se requiere una corrección inmediata para evitar daños subsiguientes a otras partes del equipo.

(2) Cables de izamiento y dispositivos de anclaje

Están hechos de acero resistente a la corrosión y no requieren de pintura protectora. Los cables deberán ser recubiertos con aceite o grasa delgada para minimizar el efecto de la fricción desarrollada durante la operación de izamiento, pero el lubricante a utilizarse no deberá ser del tipo que atrapa polvo o suciedad.

Aunque es muy improbable, en el caso de que todos los cables de izamiento de una compuerta tengan que ser reemplazados a la vez, la adquisición del cable deberá ser hecha de acuerdo a las especificaciones originales del proyecto. Si un solo cable debe ser reemplazado, se tendrá cuidado de obtener un cable de idéntico material y fabricación que el original.

La sustitución de cables será hecho en seco, por obreros especializados en este tipo de operación.

La inspección periódica de los cables determinará si ocurrió algún daño al enrollar en el tambor, o si un cable fue dañado por un golpe, o si tienen hilos rotos visibles. La decisión de cambiar un cable dañado se basará en una evaluación de la severidad del daño y es, hasta cierto punto, una cuestión de criterio técnico.

(3) Capa de protección de la maquinaria de izamiento

La maquinaria ha sido inicialmente protegida con varias capas de pintura anticorrosiva. Estas serán inspeccionadas y mantenidas en buena condición para evitar la corrosión del acero. El trabajo de inspección y reparación o restitución de la pintura será de acuerdo a las recomendaciones del capítulo 8, sección 6, asegurando que los materiales a utilizarse y los métodos de aplicación sean idénticos o compatibles con los originales.

c. Mantenimiento de componentes eléctricos

(1) General

Las instrucciones especificadas de mantenimiento para los motores, interruptores de límite y de programa, disyuntores de circuito y contactores están dados en la literatura de mantenimiento de los fabricantes. Estas se incluyen en el apéndice de este capítulo.

(2) Programa de inspección y mantenimiento

Los siguientes elementos eléctricos deberán ser chequeados y reparados según se requiera, no menos de una vez por año y con más frecuencia después de un uso considerable.

En general todas las reparaciones eléctricas deben ser hechas solamente por personal calificado y con experiencia. Toda vez que los trabajos de reparación se lleven a cabo cerca de personas, la energía principal y de control serán desconectadas antes de comenzar la reparación.

Todos los tableros de control deben ser inspeccionados minuciosamente una vez por año. Reparar tableros y seguros de puertas y limpiarlos. Ajustar pernos y tuercas, chequear cajas y gabinetes para corrosión y retocar según sea necesario. Limpiar cableado y equipo en la parte trasera de los tableros con manguera de aire a presión. Chequear la resistencia del aislamiento de los cables o equipo donde el aislamiento tiene un aspecto dudoso. Ajustar conexiones en puntos terminales. Observar si algún carrete contactor está recalentando, y de ser así chequear la resistencia para posibles vueltas en corto circuito. Verificar alineamiento de las caras del marco del magneto. Un solenóide acruído indica generalmente un mal alineamiento o un anillo de cobertura roto, cualquiera de los cuales producirá recalentamiento del solenóide.

Ver que los ejes que operan los contactores pueden moverse libremente sobre sus cojinetes y que las varillas estén libres en sus guías.

Ver que las entrechapas estén correctamente ajustadas para evitar cerrar ambos contactores al mismo tiempo.

Ajustar los apoyos de brazo.

Los contactos del equipo eléctrico serán limpiados y terminados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Limpiar y retocar los contactos de interruptores auxiliares, en caso de estar oxidados. Chequear presión de resortes. Ajustar conexiones.

Chequear la corriente de operación y demora de tiempo en la carrera de los disyuntores de circuito y ver si es correcto para el equipo controlado. Ver que el dispositivo de carrera funcione confiablemente.

Verificar y limpiar los contactos de los dispositivos de control tales como botones, interruptores de límite, de programa, de transferencia etc. y ver que estos dispositivos estén en condiciones adecuadas de operación. Pulir contactos con papel lija fino si están quemados u oxidados.

Chequear y apretar conexiones de cables en punto terminales. Inspeccionar el cableado para circuitos abiertos, cortos circuitos y aislamientos dañados. Chequear la resistencia de aislamiento del cableado con los dispositivos conectados.

Pulir los contactos de los relés auxiliares y de control usando papel-lija si las superficies de contacto están desiguales. El escamado de las superficies de contacto no es tan objeccionable como las protuberancias, las cuales deben ser quitadas.

Reemplazar los contactos si su reparación no es práctica. Chequear los apagadores de arco, bobinas y aisladores. Apretar conexiones. Chequear las derivaciones de contacto. Chequear la presión de los resortes de contacto y la acción deslizante del contacto. Chequear el aislamiento entre circuitos o fases. Observar si la temperatura de operación de la bobina es excesiva. Chequear alineamiento y vibración del marco del magneto de corriente alterna y armadura y examinar la pantalla de anillo (shading ring).

Chequear la correcta transmisión de posición entre transmisores y sus respectivos receptores de los indicadores de posición de compuertas y el tablero de control en el edificio administrativo.

Chequear la fricción y vibración de elementos móviles y el excesivo calentamiento.

Inspeccionar las luces indicadoras, resistores de series y las tapas de color de los botones.

Chequear que cada luz indicadora dé la indicación correcta requerida. Apretar conexiones. Reemplazar fusibles quemados. Chequear por lo menos cada trimestre que los calentadores herméticos en el gabinete de control, motor, freno e interruptor de programa en la plataforma de compuerta y en el tablero de control principal, estén funcionando. De no ser así, reparar o reemplazar.

6.3.7 Vigas de cierre (Atagüa)

a. General

Existen ocho vigas de cierre de acero para ser instaladas en cualquiera de los tres vanos de compuertas radiales, toda vez que se requiera efectuar trabajos de mantenimiento o reparación en una compuerta, con el embalse por encima de la cota 77 m. Las vigas de cierre se colocan aguas arriba de la compuerta en ranuras verticales especialmente diseñadas para guiar y mantener en posición las vigas.

La fabricación de las vigas fué hecha en España por Boetticher y Navarro, S.A. sub-contratista de AGROMAN, que también tuvo a su cargo la fabricación de las compuertas radiales.

Las vigas de cierre se encuentran acopiadas en el Area Administrativa. Cada viga reposa sobre tres apoyos rectangulares de hormigón y la disposición general de las vigas en su posición de acopio, permite maniobrar sin dificultad la grúa-pórtico del proyecto la cual transporta cada viga al vertedero y la desliza por las ranuras del vano de la compuerta. Para esta operación de transporte y colocación de cada viga, se cuenta con una viga especial de izamiento que complementa a la

grúa-pórtico. Siendo las vigas de cierre idénticas no existe una secuencia definida para su colocación.

La losa de la calzada del puente sobre los vanos de compuertas tiene piezas removibles para dejar el espacio libre para la colocación de las vigas de cierre.

Una vez instaladas las vigas de cierre forman una ataguía hermética contra el embalse.

b. Remoción de las piezas removibles de la calzada del puente.

Existen seis piezas rectangulares removibles en cada tramo del puente sobre el vano correspondiente de compuerta. Cada pieza tiene en cada una de sus cuatro esquinas, un gancho de izamiento, que está normalmente protegido por una cubierta metálica cuadrangular apernada a la pieza. Para retirar cada pieza de losa, se quitan las cubiertas metálicas, se utiliza un cable múltiple con cuatro extensiones con gancho que conectan con los 4 puntos de izamiento de la pieza, el cable múltiple se conecta con uno de los dos ganchos de izamiento de la grúa-pórtico y se procede a quitar la pieza y almacenarla fuera del área de operación, y así sucesivamente hasta quitar las seis piezas del vano donde se van a instalar las vigas de cierre.

c. Transporte e instalación de las vigas de cierre.

Los dos ganchos de la grúa-pórtico deben estar conectados a los dos pasadores de la viga de izamiento. El pestillo de cada gancho debe estar cerrado en forma segura, para prevenir que se suelte de la viga de izamiento durante la colocación de la viga de cierre en su posición de trabajo. Una vez que los ganchos están conectados a la viga de izamiento en forma segura, la grúa-pórtico y su viga están listos para enganchar una viga de cierre en el patio de acopio del Area Administrativa.

La viga de izamiento tiene dos ganchos unidos con un mecanismo que mantiene los dos ganchos en posición abierta o cerrada por medio de un "trinquete". Este mecanismo asegura que los ganchos se mantengan en la posición correcta durante la operación de descenso o izamiento de la viga de cierre.

Para enganchar la viga de cierre, se coloca el "trinquete" en posición de "enganchar" y el operador de la grúa-pórtico baja la viga de izamiento sobre la viga de cierre de modo que los ganchos antes descritos se introduzcan en dos huecos dispuestos en la viga de cierre y se enganchen en las ranuras que existen en las planchas atlesadores verticales que soportan el peso de la viga de cierre. Seguidamente se levanta la viga de izamiento hasta que los ganchos topen con el borde superior de la ranura. Se cambia entonces el "trinquete" a la posición "soltar". El operador de la grúa-pórtico levanta la viga hasta una altura adecuada y la transporta hasta el vano de compuerta del vertedero donde se la instalará.

1. Descenso

Se hace descender con la grúa el conjunto viga de cierre-viga de izamiento hasta que ésta se apoye en la solera o sobre otra viga de cierre ya instalada.

Al apoyarse la viga de izamiento sobre la viga de cierre, los ganchos se abren y quedan trabados por el trinquete, lo que permite retirar o elevar la viga de izamiento hasta la zona de maniobra, para poder repetir la operación con las demás vigas de cierre.

2. Ascenso

Se engancha la viga de izamiento a la viga de cierre que se va a retirar de la ataguía, en la misma forma que cuando se la va a enganchar en su posición de acopio en el Area Administrativa. Se pone el "trinquete" en posición "Enganchar".

Se hace descender la viga de izamiento por sus carriles guía hasta apoyarse sobre la viga de cierre, el enganche se hara en la misma forma ya descrita. Al llegar la de cierre a su posición de acopio en el Area Administrativa, se cambia la posición del "trinquete" a "soltar" para poder depositar la viga sobre sus tres apoyos.

d. Restitución de las piezas movibles de la calzada del puente.

Antes de restituir en su posición las piezas movibles de la calzada del puente, la abertura de la calzada en sus bordes será minuciosamente limpiada de basura para que las piezas movibles se asienten correctamente en sus apoyos.

Una vez colocadas las seis piezas movibles, se procederá a colocar las tapas metálicas sobre los ganchos de izamiento.

e. Mantenimiento de vigas de cierre y viga de izado.

1. Partes metálicas fijas embebidas en el hormigón que conforman las guías o ranuras para la vigas de cierre.

Las superficies metálicas expuestas deben mantenerse limpias y libres de basura.

Las superficies metálicas pintadas deben ser mantenidas en buena condición y retocadas según se vea necesario, para prevenir corrosión.

- Los huecos en el hormigón que permiten filtraciones de agua por detrás de las partes metálicas embebidas en hormigón deben ser inyectadas y selladas con lechada de cemento.

- La solera metálica es de acero inoxidable y por tanto no debe pintarse.

2. Vigas de cierre

- La pintura de las vigas de cierre debe ser mantenida siempre en buenas condiciones para prevenir la corrosión del acero.

- Los sellos de goma deben ser protegidos de la exposición directa del sol para evitar su deterioro.

- Los sellos de goma que muestren deterioro deben ser cambiados con sellos nuevos.

- Chequear la tuerca y pernos de los sellos para asegurar que estén bien apretados y no hayan fugas.

- Los sellos deben mantenerse limpios de pintura o grasa.

f. Topes-guía

Toda vez que las vigas de cierre son instaladas en un vano de compuerta del vertedero, los topes-guía deben ser chequeados para asegurar el buen alineamiento de las vigas de cierre.

6.3.8 Bombas de desagüe de galería de drenaje del vertedero

a. Operación de las bombas.

El tablero de control de las bombas está ubicado en las gradas de acceso a la galería de drenaje sobre la cota 55,24 m. El plano del esquema eléctrico es el N° 3-705-023 de "Square D Andina S.A., Latacunga, Ecuador".

1. El tablero de control tiene dos disyuntores de circuito con enclavamiento mecánico para seleccionar el alimentador N°1 o el N°2. Los contactores 5-1 y 5-2 conectan o desconectan los motores directamente. Cada uno está provisto de un transformador de control de 460-120 V para alimentar los

calentadores de la caja del motor y los circuitos de control del motor, en caso de ser activado el relé TR de transferencia.

2. Cada motor es operable independientemente en forma manual o automática, dependiendo de la posición del comando selector que tiene tres posiciones: "MANUAL" - "OFF" - "AUTO".

En la posición "MANUAL" el motor arranca pulsando el botón "ARRANQUE" y el motor continuará funcionando a través del contacto 5-1X hasta que se pulse el botón "PARAR".

En la posición "AUTO" los motores son controlados por interruptores de flotación ubicados en el sumidero.

Cuando el nivel de agua sube a la cota 45,95 m el interruptor de flotación FS3 arrancará el primer motor. Cuando el nivel del agua llega a la cota 46,15 m el interruptor de flotación FS4 arrancará el segundo motor.

Cuando el nivel del agua baja a la cota 45,85 m el interruptor FS2 detendrá el segundo motor mediante la apertura del circuito de retención a través del contacto 5-2X.

Cuando el nivel de agua baja a la cota 45,80 m el interruptor FS1 detendrá el primer motor mediante la apertura del circuito de retención a través del contacto 5-1X.

3. Existe un interruptor de transferencia de secuencia para cambiar la secuencia de arranque de Bomba 1, primero -Bomba 2, segundo o Bomba 2, primero Bomba 1 segundo. La secuencia de arranque debería cambiarse periódicamente para uniformar el ritmo de desgaste de las bombas.

4. Si el nivel de agua en el sumidero sube por encima de la cota 46,80 m, el interruptor de flotación FS5 activará una alarma remota ubicada en la sala de control del edificio de administración. Para que el sistema de alarma sea completamente segura, ésta será también activada cuando el relé de alarma cae o cuando se produce una falla del control de voltaje.

5. El interruptor de posición "MANUAL" - "OFF" - "AUTO" es operado con una llave. La llave sólo puede ser quitada con el interruptor en posición "AUTO".

6. Existen luces indicadoras remotas en el tablero de la sala de control del Edificio de administración que se encienden cuando las bombas están funcionando. Existe una luz para cada bomba.

b. Mantenimiento - Equipo mecánico

1. Durante los primeros meses de operación de las bombas se harán inspecciones semanales de las válvulas y manómetros. Posteriormente los intervalos pueden ser más largos en base al comportamiento inicial del equipo.

2. Se deberá informar y tomar acción cuando se detecte algún ruido anormal o inusual durante la operación de las bombas.

3. Bombas. Ver las instrucciones del fabricante en el anexo xxxx para una inspección detallada de las bombas.

4. Las válvulas y manómetros serán revisados dos veces al año en lo que se refiere a su operación adecuada.

5. Cuando se vean señales de corrosión se tomarán de inmediato medidas para remplazar la pintura de protección de la tubería o equipo, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

c. Mantenimiento - Equipo eléctrico.

La frecuencia de las revisiones de mantenimiento dependerá de la severidad de trabajo del equipo. Se tomarán las siguientes medidas de mantenimiento. Para detalles ver las instrucciones del fabricante en los anexos.

1. Motores de las bombas. Los motores de las bombas no recibirán mantenimiento fuera de la fábrica, ni aún por parte del usuario.

Revisar anualmente el aislamiento y el embobinado de la resistencia de los motores. En caso de que se observe un deterioro del aislamiento, debe hacerse los arreglos necesarios con el fabricante en forma oportuna para reemplazar el motor.

Revisar también las conexiones de los cables.

2. Tablero de control del motor.
Inspeccionar mensualmente los tableros en cuanto a limpieza general y condición del acabado.

Quitar el polvo y mantener los tableros completamente secos.

Revisar el equipo montado en el tablero para detectar cualquier daño.

Reemplazar focos quemados.

Apretar pernos y tornillos flojos.

Revisar las conexiones a tierra respecto a continuidad y baja resistencia.

Revisar si los calentadores están funcionando normalmente. Reparar o reemplazar en caso de defecto.

Ver si los fusibles están en servicio y correctamente en posición.

Observar la condición de las conexiones de cables. Apretar cables sueltos. Anualmente, los circuitos del tablero deberán ser limpiados por aspiración (vacuum) usando una aspiradora de tipo industrial con accesorios de manguera no metálica. No usar aire comprimido.

Inspeccionar los alambres para circuitos abiertos o corto-circuitos y daños del aislamiento. Reemplazar alambres dañados.

Marcar nuevamente los rótulos y designaciones si comienzan a verse ilegibles.

Ajustar tanto los terminales de los bloques del tablero como de los aparatos.

Revisar la resistencia del aislamiento de los circuitos.

Inspeccionar la condición de los interruptores-selectores, relés, disyuntores y contactores respecto a señales de humo, efecto de arco o daño físico.

Limpiar y pulir las superficies de contacto.

de los dispositivos de control de nivel por lo menos una vez al año. Los circuitos de control de la bomba deben responder correctamente a los niveles de agua en el sumidero. Reemplazar los interruptores defectuosos.

Los controles de flotación bajo agua deben responder correctamente a los niveles de agua reales. Reemplazar o reparar en caso de defecto. Para mantenimiento ver las instrucciones del fabricante en los anexos.

6.3.9 Sistema de ventilación de las galerías de drenaje del vertedero

a. General

La galería de drenaje cuenta con un sistema de ventilación para extraer todos los gases dañinos que puedan acumularse en las galerías.

Todos los ductos, rejillas y conexiones del sistema están contruídos de aluminio. Los ductos corren a la altura del cielo raso a lo largo de toda la galería y termina en el extractor ubicado en la parte superior del pozo de ventilación ubicado en el estribo izquierdo de la estructura de compuertas del vertedero.

El sistema de ventilación deberá ser conectado 15 minutos antes de que el personal de operación ingrese a las galerías y debe desconectarse una vez que éste haya salido.

b. Mantenimiento

1. Todas la rejillas y ductos deben ser inspeccionados anualmente para detectar señales de deterioro o daño. Las partes defectuosas del sistema y los colgadores o apoyos flojos deberán ser reparados según se vea necesario.

2. Las rejillas serán revisadas cada año para verificar si están extrayendo el volumen de aire previsto en el diseño. (Plano de la Cía "Donoso y Baquerizo" fabricante del sistema, titulado: Extracción de Presa, Nivel 34,52 m).

3. El ventilador será revisado y recibirá mantenimiento una vez al mes, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

6.3.10 Grúa-camión hidráulico

a. Descripción

El proyecto dispone de una grúa-camión hidráulico, modelo "KOEHRING-LORAIN MCH-300".

La grúa cumple con las normas de la Asociación de Palas y Grúas de potencia (PCSA).

La grúa tiene una capacidad máxima de izamiento de 27,2 toneladas métricas con un radio de alcance de 3 metros con los soportes hidráulicos colocados.

Está equipada con motor hidráulico para conducir los malacates principal y auxiliar. Con los soportes hidráulicos extendidos, la grúa tiene un sector de oscilación de 360°. Los accesorios de la grúa incluyen un cucharón, de almeja de 3/4 yardas cúbicas, un cucharón de quijada de 3 toneladas y el tambor de cable de maniobra y equipo asociado. La grúa equipada con los accesorios descritos puede operar eficientemente colocando material o excavando a un radio de alcance de 16,5 m.

b. Funciones

Las funciones de la grúa en el proyecto son las siguientes:

1. Instalación y remoción de los mamparos de mantenimiento de las tomas de alto y bajo nivel de la torre de toma N°1.
2. Trabajos de mantenimiento en las compuertas deslizantes de alta presión de la toma N°1 cuando se requiere la remoción de la compuerta deslizante o de su cilindro hidráulico.
3. El izamiento de cualquiera de las tapas metálicas pesadas en las diferentes estructuras del proyecto.
4. Para mantenimiento de terraplenes y enrocado en la Presa y dique.
5. Para mantenimiento del drenaje de vías, cunetas y alcantarillas.
6. Cualquier trabajo de mantenimiento que requiera el uso de una grúa.

c. Transportador

El ensamblaje del transportador es de acero con alta resistencia torsional. Su velocidad en carretera es 90 km/h y puede operar en gradientes hasta de 42%. Tiene 13 velocidades hacia adelante y 43 para retroceso.

La dirección es de tipo cremallera con asistencia de potencia hidráulica. La suspensión delantera consiste de muelles reforzados de hoja y la suspensión es de tipo "bogie" con viga sólida y cojinetes. Está provista de un sistema de freno dual con frenos de aire en todas las ruedas y frenos de aire con mecanismos de levas en las ruedas traseras. Los soportes hidráulicos son de tipo doble viga, hacia afuera y hacia abajo con platos de apoyo de aluminio.

d. Superestructura

La cabina del operador es totalmente a prueba de ruido con aislamiento instalado para niveles de sonido más bajos. Tiene una ventana para visibilidad completa hacia arriba, en el techo, ventanas frontales removibles para mejor visibilidad, puerta corrediza y asiento con 6 ajustes de posición.

El círculo de oscilación es tipo cojinete de rulimanes con dientes internos endurecidos. La base está empernada al círculo de oscilación y al ensamblaje del chasis.

El giro se efectúa mediante una unidad planetaria de doble reducción, con potencia de motor hidráulico. El freno de giro es un disco reforzado accionado mecánicamente desde la cabina del operador mediante pedal de pié. El freno detiene la superestructura en cualquier ángulo de rotación.

e. Sistema hidráulico

Consiste en tres bombas montadas en tanderos, de accionamiento directo. Existen cinco circuitos independientes con una capacidad combinada del sistema de 9,46 ls/seg.

El sistema hidráulico acciona las bombas de los cabrestantes principales y auxiliares, el circuito de izamiento de la pluma, el sistema telescópico de la pluma, el sistema giratorio y los soportes hidráulicos.

Las válvulas de control hidráulico consiste de una batería de cinco carretes para el izamiento, giro y telescopio de la pluma y una batería de dos carretes para los cabrestantes principales y auxiliares.

f. Pluma

Consta de tres secciones de potencia completa y accionamiento telescópico. La pluma se extiende con potencia completa desde 9,75 m (retraída) hasta 24,69 m (completamente extendida).

6.4 TUNELES, ESTRUCTURAS DE TOMA Y DESCARGA

6.4.1 Descripción

Los túneles del proyecto están ubicados en la margen izquierda del río Daule. Sus ejes están ubicados aproximadamente a 215 m y 280 m respectivamente del estribo izquierdo de la presa. Su alineamiento es ligeramente paralelo y su distancia mínima entre

ejes es de 35 m a la altura de los portales de aguas arriba y agua abajo. En la zona central, donde el alineamiento sigue curvas horizontales la distancia entre los ejes de túneles aumenta hasta un máximo de 67 m.

Los dos túneles comunican aguas arriba con estructuras mayores de toma controladas por compuertas y agua abajo descargan en estanques amortiguadores y canales que conducen el flujo al lecho natural del río, aguas abajo de la Presa Principal.

Ambos túneles utilizados para derivación del río Daule durante la construcción de la Presa Principal.

6.4.2 Túnel N°1 Estructura de toma y descarga

El túnel N°1 será utilizado, en función permanente, para descargas controladas de irrigación, agua potable y para control de avenidas.

La estructura de toma comunica con el túnel N°1 por medio de un conducto de transición de 10 m de largo construido en hormigón armado con un blindaje interior de acero de sección variable. La sección del blindaje es cuadrangular en el extremo aguas arriba y sobre una longitud de transición de 25 m. cambia a sección circular dentro del túnel. El blindaje de acero comienza en su extremo de aguas arriba dentro de la estructura de toma, donde termina el blindaje de los conductos de toma, continúa por el tramo de comunicación toma-túnel y termina en el túnel con una longitud total de 55 m distribuidos así: 5 m, dentro la estructura de toma, 10 m en el tramo de comunicación toma-túnel y 40 m dentro del túnel.

El diámetro interior del túnel N°1 es 9,0 m y su longitud entre portales 529,23 m. El túnel tiene un revestimiento de hormigón armado de 75 cm de espesor mínimo. La gradiente del túnel es 0,347%.

La estructura de toma N°1 es una torre de hormigón armado de 68 m de altura, medidos desde la parte superior de la base, la cual está constituida por una losa de hormigón con dimensiones laterales de 40 x 40 m y 10 m de profundidad.

La torre contiene los siguientes elementos principales:

- Dos tomas de bajo nivel a la cota 22,0 m
- Dos tomas de alto nivel a la cota 58,0 m
- Cámara de operación de compuertas a la cota 29,466 m.
- Cinco pisos intermedios para operación y mantenimiento de equipos.
- Cubierta de hormigón en la cota 90,0 m

- Puente de servicio entre Area Administrativa y torre de toma.
- Un ascensor de acceso rápido a los diferentes niveles desde la cota 84,72 m hasta la sala de cilindros en la cota 29,466 m.

El túnel N°1 descarga el flujo a un estanque amortiguador mediante una rápida de sección parabólica. El estanque amortiguador tiene revestimiento de hormigón armado. La losa de fondo tiene dos metros de espesor y está anclada a la roca por medio de barras de anclaje de 32 mm de diámetro y 7,0 m de longitud. También tienen un sistema de drenes de alivio de presión de 8 cm de diámetro y 8,0 m de profundidad. La cota de fondo del estanque es de 14,00 m. Los muros laterales de hormigón armado tienen su nivel superior a la cota 33,50 m. Los muros de hormigón armado están anclados a la roca por medio de barras de anclaje de 36 mm de diámetro y 7,0 m de largo. También tienen un sistema de drenes de alivio de 15,0 m profundidad. La cresta de descarga del estanque está a la cota 18,00 m.

El estanque amortiguador tiene un ancho de 16,8 m de base de los muros laterales y una longitud total que incluye la rápida de 72,0 m.

El estanque amortiguador descarga en un canal revestido de 34 metros de longitud.

6.4.3 Túnel N°2 - Estructura de toma y descarga

El túnel N°2 será utilizado, en función permanente, para alimentar de flujo a la futura Central Hidroeléctrica.

El túnel N°2 al igual que el túnel N°1 tiene un revestimiento de hormigón armado de 9.0 m de diámetro interior. Sin embargo, debido a un llenado deficiente del revestimiento previsto en los planos, se decidió reforzarlo en el tramo defectuoso, con un anillo adicional de hormigón armado, de 40 cm de espesor.

Este anillo de refuerzo tiene 180 m de longitud a partir del portal de aguas arriba. Consecuentemente, el nuevo diámetro interior en el tramo reforzado es 8,20 m.

La longitud del túnel N°2 entre portales es de 490,47 m. La gradiente del túnel es 0,3744%.

La estructura de toma N°2 es una estructura masiva de hormigón armado que consta esencialmente de las siguientes partes:

- Una plataforma de malacates a la cota 93,00 m.
- Una rampa inclinada a 34° con la horizontal sobre la cual se desplazan las dos compuertas de rodillo de la toma.

- Dos conductos de toma inclinados con esta media de 46,925 m que se unen en un solo conducto de forma tórica que comunica con el túnel N°2.

- Dos compuertas de acero sobre rodillos operados con cables de izamiento desde la plataforma de malacates.

El túnel N° 2 descarga actualmente a un estanque amortiguador provisto de bloques de disipación. En el futuro, cuando se construya la Central Hidroeléctrica, el portal de aguas abajo del túnel será cerrado con un tapón de hormigón y se lo comunicará con las tuberías de carga que alimentarán las turbinas de la central, El estanque amortiguador será también rellenado.

6.4.4 Inspección

Los túneles y sus estructuras de toma y descarga deberán ser inspeccionados periódicamente, en especial las superficies de hormigón sometidas a altas velocidades de flujo.

Durante la primera etapa de operación del proyecto, en la cual aún no se habrá construido o puesto en operación la Central Hidroeléctrica, el túnel N°2 estará como siempre cerrado al flujo de agua. En cambio el túnel N°1 estará operando constantemente sea para descargas de irrigación o para control de avenidas. En ésta etapa las inspecciones del túnel N°1 se deberán efectuar cuando el nivel del embalse esté por encima de la cota 77,0 m y se pueda descargar por el vertedero.

La frecuencia de las inspecciones podrá establecerse en base al comportamiento observado en las primeras inspecciones, tanto de las superficies de hormigón como del blindaje de acero.

El túnel N°2 no estará normalmente sometido a la acción de flujos en esta etapa y requerirá por tanto menos inspecciones. Construida la Central y puesta ésta en operación, la inspección y mantenimiento del túnel N°2 entran en el dominio de la operación de la Central, en la cual se definirán las normas de inspección y mantenimiento.

En general, se deberá efectuar por lo menos una inspección detallada del túnel N°1 cada año, preferentemente al final de la estación de lluvias.

En la misma forma se deberá hacer una inspección anual de las superficies de hormigón de las estructuras de toma expuestas al agua del embalse.

Las superficies de hormigón serán inspeccionadas para localizar grietas de retracción, desprendimientos localizados y otros daños.

En el caso de los túneles, se deberá inspeccionar particularmente el estado de las juntas de contracción

monolitos. Las zonas defectuosas deben ser reportadas en forma de un croquis de localización y una descripción del daño y método recomendado de reparación.

Areas con daños que presentan fisuras finas que no serán inyectadas, serán re-inspeccionadas para establecer posibles cambios en inspecciones posteriores.

Las superficies metálicas serán inspeccionadas para detectar daños, deterioro de la pintura de corrosión en general.

En el caso en que se produzca un fuerte movimiento sísmico se efectuará una inspección adicional para detectar posibles daños.

6.4.5 Mantenimiento del hormigón

Las reparaciones de las superficies de hormigón expuestas al flujo de agua serán hechos con mortero epóxico, hormigón epóxico u otro material que haya sido previamente ensayado y aprobado. Es importante que las tolerancias originales sean mantenidas en las superficies hidráulicas.

La reparación y mantenimiento del hormigón se discute en detalle en el capítulo 8. Como apéndice a este Capítulo se adjuntan reproducciones de instrucciones preparadas por el "Bureau of Reclamation" de los Estados Unidos para proyectos de recursos hidráulicos.

Se adjuntan también especificaciones para hormigón, en conformación detallada sobre el uso de materiales epóxicos.

FIN DE CAPITULO 6

