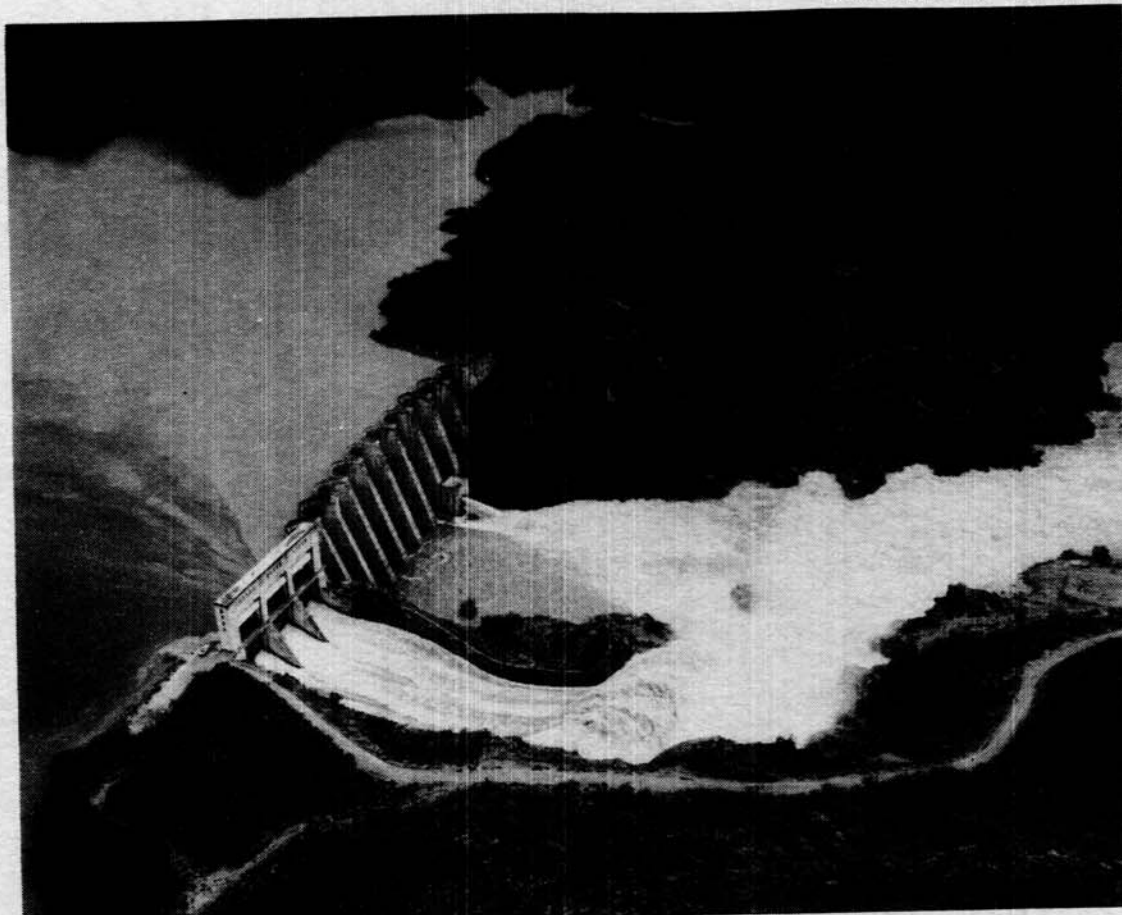


EXPLORACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

Boletin No. 150

Diciembre de 1989



EN ESTA EDICION:

Recomendaciones para eliminar árboles y plantas
de presas de tierra, diques y canales
Reparación de conducciones - Rehabilitación del
conducto de descarga Pittsford
Nuevas normas de seguridad
Una Agencia para una variedad de sitio turísticos
Rehabilitación del pozo de compuertas de la Presa Crow
Las aspersiones de cinc seguirán cobrando aceptación
Metalización de compuertas de vertedero -
La Presa Blue Mesa
Advertencia tocante a revestimientos por aspersión
térmica en la reparación o protección de turbinas o
bombas grandes contra la cavitación
Enfoque en la Presa Bartlett y su embalse
Informe tocante al Índice de Costos

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION

El Boletín de Explotación y Mantenimiento Hidráulico es una publicación trimestral presentada a los operadores de sistemas de abastecimiento de agua. Su objetivo principal es de servir de órgano para el intercambio de información para provecho del personal del Bureau of Reclamation y de los grupos de usuarios de agua en lo referente a la explotación y mantenimiento de las instalaciones hidráulicas.

A pesar de que se hacen todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud y veracidad de la información presentada, el Bureau of Reclamation no garantiza ni se hace responsable por el uso, o mal uso, de la información contenida en este Boletín.

*** * * * ***

**Facilities Engineering Branch
Engineering Division
Denver Office, Code D-5210
P.O. Box 25007, Denver CO 80225, U.S.A.
Teléfono: (303) 236-8087 (FTS 776-8087)**

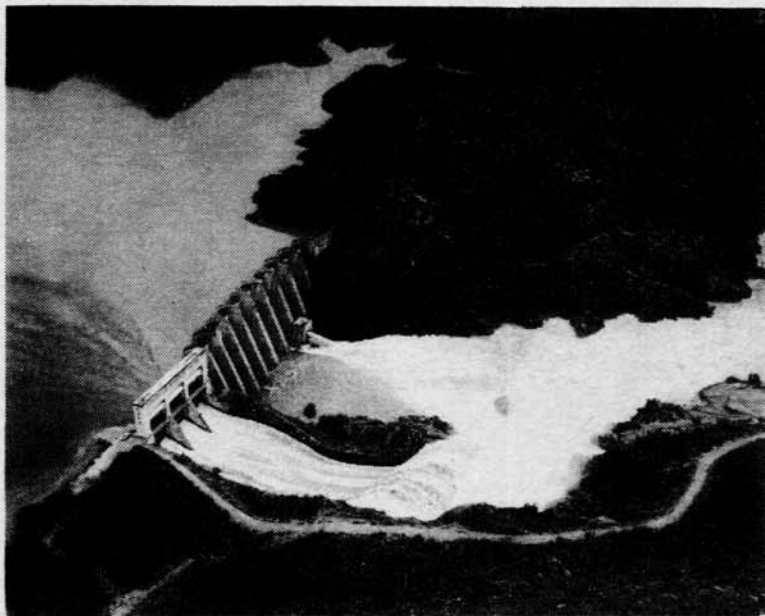


Foto en la portada:

**La Presa Bartlett y
su embalse - Salt River
Project, Arizona**

Toda información contenida en este Boletín referente a productos comerciales no se puede usar con propósitos promocionales o publicitarios, y no se debe considerar como el respaldo del Bureau of Reclamation de ningún producto o compañía.

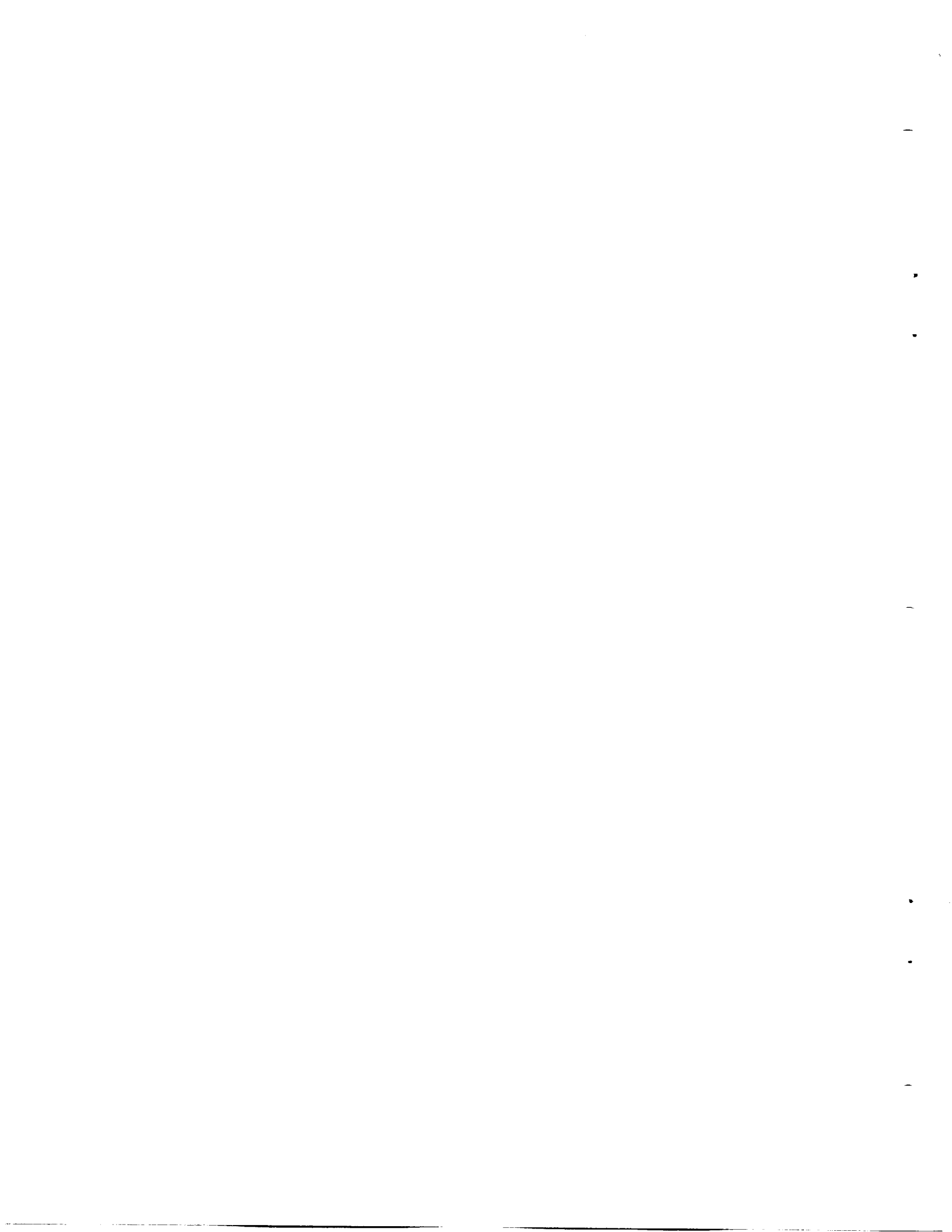
CONTENIDO

BOLETIN DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

No. 150

DICIEMBRE DE 1989

	Página
Recomendaciones para la eliminación de árboles y plantas de presas de tierra, diques y canales.	1
La reparación de conducciones - Rehabilitación del conducto de descarga Pittsford	4
Nuevas normas de seguridad	12
Una Agencia para una variedad de sitios turísticos	13
Rehabilitación del pozo de compuertas de la Presa Crow	19
Las Aspersiones de Cinc seguirán cobrando aceptación.	27
Metalización de Compuertas de Vertedero - La Presa Blue Mesa	32
Metalización de Compuertas Radiales - Canal McClusky.	38
Advertencia tocante a Revestimientos por Aspersión Térmica en la Reparación o Protección de Turbinas o Bombas Grandes contra la Cavitación	43
Enfoque en la Presa Bartlett y su Embalse	44
Informe tocante al Índice de Costos.	45



RECOMENDACIONES
PARA LA ELIMINACION DE ARBOLES Y PLANTAS DE LAS PRESAS
DE TIERRA, DIQUES Y CANALES¹

Se debe prevenir el crecimiento de árboles y vegetación sobre o en los alrededores de las presas de tierra, diques y canales, por las razones siguientes:

1. Realización más fácil de inspecciones de las estructuras y áreas adyacentes para detectar filtraciones, agrietamiento, hundamiento, asentamiento, deflexión y demás indicaciones de peligro.
2. Acceso adecuado para las actividades de operación y mantenimiento normales o de emergencia
3. Prevención de daños a las estructuras debido al crecimiento de raíces, tales como trayectorias más cortas de filtraciones a través de terraplenes; huecos en los terraplenes causados por raíces podridas o árboles caídos; ensanche de grietas o juntas en las paredes de hormigón y revestimientos de canales o tuberías; y la obstrucción de tuberías de drenaje perforadas o con juntas abiertas.
4. Prevenir actividades de los animales/roedores (eliminando su fuente de alimento y hábitat) para no tener huecos dentro de los terraplenes y posibles trayectorias más cortas para filtraciones
5. Permitir una capacidad adecuada de transporte de caudales en los canales o sea, tomas de vertederos y canales de desagüe; canales a cielo abierto, laterales y drenes.

En la realización de sus programas normales de operación y mantenimiento, toda oficina regional de explotación de sistemas de riego debe prevenir el crecimiento de árboles y de vegetación potencialmente dañosa. Un control de prevención es generalmente un medio económico para evitar efectos potencialmente adversos sobre estas estructuras debido al crecimiento continuo de la vegetación. El control puede consistir en la aplicación de herbicidas, aspersiones, corte y/o eliminación de árboles o de vegetación perniciosa.

Se incluyen en estas recomendaciones sugerencias para zonas libres (áreas de control) contiguas a las estructuras. Hay que esforzarse para mantener estas zonas limpias. Sin embargo, las condiciones específicas del sitio, tales como paisaje, accesibilidad, susceptibilidad

¹Estas Pautas (revisadas en abril de 1989) reemplazan las pautas publicadas en los Boletines No. 131 y 143.

a la erosión del material en el área, tipo de material del estribo, zona libre de la construcción original, derechos de paso, etc., pueden influir sobre la necesidad o el éxito de estos esfuerzos de control.

De llegar a establecerse árboles y/o otro tipo de vegetación no deseable, el debido cuidado de las presas de tierra, diques, y conducciones puede requerir su eliminación selectiva. Esto puede determinarse durante el examen de la instalación o del sistema bajo el programa de Repaso de Explotación y Mantenimiento (RO&M) y según el criterio de los investigadores.

Al encontrar árboles u otra vegetación en sitios incluidos en estas pautas, los investigadores deben hacer una determinación con respecto a su eliminación. Si se determina que la presencia de la vegetación no es perjudicial, la decisión de no eliminarla debe justificarse e incluirse en el informe correspondiente.

Cuando, en la opinión del grupo de investigadores RO&M, estos crecimientos vegetales deben eliminarse, se deben seguir procedimientos específicos que forman parte del examen e incluyen la determinación de derechos de paso, la evaluación de posibles impactos ambientales (toda evaluación de impactos debe coordinarse con el personal de la oficina regional designada), la necesidad de arrancar completamente o en parte las raíces, el método de remoción y la recompactación de material en los huecos y la necesidad de medios de estabilización contra la erosión.

Es necesario cumplir con los reglamentos del Acta Nacional de Política Ambiental (NEPA) tocante a la eliminación de árboles y vegetación. Además, la aplicación de herbicidas debe realizarse de acuerdo con las disposiciones aplicables del Acta de la Especies en Peligro. La determinación de los procedimientos apropiados a seguirse en la evaluación de impactos potenciales al ambiente y su mitigación (incluso a la fauna y su hábitat) será la responsabilidad de cada oficina y/o proyecto regional. Esto incluirá la preparación de un documento del NEPA y una evaluación de la necesidad de mitigación antes de empezar los trabajos de remoción. El cumplimiento puede comprender una lista de Exclusión Categórica, una evaluación seguida por una Averiguación de Impacto Nulo, o una Declaración de Impacto Ambiental.

Las siguientes pautas y zonas libres asociadas deben usarse para todas las presas de tierra, dique y conducciones del Bureau of Reclamation. No se consideran como "políticas", sino que son recomendaciones que deben usarse con juicio razonable y práctico.

1. Se debe prevenir el establecimiento de árboles y vegetación

perniciosa en la superficie de todas las presas de tierra, diques y terraplenes de canales. Un pequeño número de plantas con raíces poco profundas puede ser aceptable para ayudar en el control de la erosión y mantenimiento de la pendiente. Cortar el pasto y otra vegetación pequeña es deseable y a veces hasta necesario para permitir la debida vigilancia de las superficies y observación de la actividades de animales roedores.

2. Una zona desbrozada de 8 metros extendiéndose desde cada punto de contacto (espigones y pie) de los terraplenes de las presas de tierra debe mantenerse libre de árboles y toda forma de vegetación perniciosa. Igualmente, una zona raza de 5 metros debe mantenerse en adelante del pie exterior de todas las secciones de relleno o terraplenes de canales abiertos y laterales. Estas zonas libres pueden extenderse en las áreas de filtraciones u otras condiciones donde la debida vigilancia o acceso puede necesitarse.

3. Los terraplenes de presas de tierra, diques y conducciones de agua (canales abiertos y laterales) que tienen árboles grandes o troncos de árboles cortados anteriormente sobre o cerca de ellos, deben evaluarse, normalmente en conjunto con el examen RO&M para cualquier acción posterior (control, excavación y relleno, reconstrucción, etc.). Generalmente, se deben arrancar los viejos sistemas de raíces de árboles grandes y reemplazar el terraplén, compactándolo para prevenir el desarrollo de sifonamiento o erosión. Asimismo, todos los hoyos grandes excavados por roedores deben llenarse y compactarse. Puede ser necesario sembrar pasto como protección contra la erosión de la superficie.

4. Los canales de toma y salida de vertederos, los canales de salida de las instalaciones de descarga, y otros canales (abiertos, laterales y drenes) deben estar libres de crecimientos vegetales que podrían limitar mucho los caudales o reducir la capacidad de proyecto.

5. Una zona libre de 15 metros alrededor de todas las estructuras de hormigón debe mantenerse para prevenir daños por el crecimiento de raíces, y permitir la debida vigilancia y acceso para operaciones y mantenimiento.

6. Se deben mantener libres de toda vegetación las pendientes de canales abiertos y laterales para prevenir que, al arrancar plantas o tumbar árboles, quedaría obstruido el acceso.

7. Para sistemas de conducciones (tales como sifones, acueductos, líneas de descarga, drenes perforados o de juntas abiertas, etc.) una zona libre de 8 metros debe mantenerse de cada lado de la cañería para prevenir la intrusión de raíces. Sin embargo, en algunos casos, se puede permitir el cultivo de cosechas anuales por encima de las cañerías.

LA REPARACION DE CONDUCCIONES

Rehabilitación del Conducto de Descarga Pittsford¹

por J. Douglas Graham y Tom Kahl²

Quando una conducción forzada de acero, con 70 años de servicio, empezó a tener minúsculas fugas, la corporación Central Vermont Public Service examinó varias soluciones de reemplazo y reparación. La instalación de un revestimiento de fibras de vidrio resolvió el problema, permitiendo unos ahorros significativos en comparación con el reemplazo, y minimizó el impacto ambiental.

La conducción forzada de East Pittsford de la CVPS (Central Vermont Public Service) está situada a unos 24 kilómetros al noreste de Rutland, Vermont. Se extiende sobre 5 kilómetros con un relieve de elevación total de 148 metros, conectando el embalse Chittenden con una central de 3-MW en East Pittsford. La conducción original fue instalada en 1917. Los 4 kilómetros superiores del conducto entre la presa y la chimenea de equilibrio fueron construidos con tuberías de duelas de madera parcialmente enterradas. Una sección de la conducción fue reemplazada por tubería de acero en 1934 y aun otra en 1986. La sección inferior de 0.96 kilómetro entre la chimenea de equilibrio y la central fue construida en un principio con tubería de acero enterrada a un metro por debajo del suelo. El único mantenimiento realizado en el transcurso de los años ha sido aplicaciones de pintura bituminosa a las partes expuestas del exterior de la tubería.

En abril de 1987, durante un examen de la conducción, se notó un flujo de agua a lo largo de la sección de 183 metros de la conducción inmediatamente aguas abajo de la chimenea de equilibrio. Por excavaciones selectivas se revelaron varias fugas activas a lo largo del fondo de la tubería. Estas fugas fueron inmediatamente soldadas y la estación siguió funcionando. Pero debido a la edad de la conducción, estas fugas motivaron preocupación tocante a la continuación del servicio de esta sección de la conducción.

¹Este artículo fue publicado en la edición de abril/89 de Hydro Review, HCI Publications, 410 Archibald Street, Kansas City, MO 64111.

²J. Douglas Graham es Gerente de Generación Hidráulica para la Central Vermont Public Service, 77 Grove Street, Rutland, Vermont, 05701; teléfono: (802) 773-2711.

Tom Kahl es un ingeniero diseñador con la empresa consultora de ingeniería hidráulica, Kleinschmidt Associates, PO Box 576, Pittsfield, Maine; teléfono: (207) 487-3328

Esta sección de la conducción, que forma parte de la construcción original, consiste de una tubería de acero enterrada, de 0.95 cm de espesor y 137 centímetros de diámetro interior. Las juntas circunferenciales son remachadas y las juntas longitudinales consisten de una junta de tipo "barra de cierre" (Lock-Bar) rectificada.

Debido a que esta longitud de la conducción se encuentra inmediatamente por debajo de la chimenea de equilibrio, tiene una presión estática máxima total y una presión de golpe de ariete de 16,24 kg/cm². La parte media del tercio de esta sección de la conducción baja repentinamente en una pendiente de 65 por ciento. El acceso a la sección superior de la tubería es solamente por un camino muy empinado y lleno de rodadas. El acceso al sitio y el impacto ambiental fueron complicados por una nueva residencia que se venía construyendo al pie de una colina, justo a unos metros del paso de la conducción. Desde un punto de vista económico, era difícil justificar las reparaciones debido a que más de 3 kilómetros de la conducción ya tenían más de 50 años de servicio. Por lo tanto, los costos de rehabilitación de cualquier sección de la conducción tenían que mantenerse bajos - una interesante combinación de apremios de proyecto.

Evaluación de Opciones

A petición del CVPS, diseños preliminares fueron preparados por Kleinschmidt Associates, una firma consultora en Pittsfield, Maine, para reemplazar la conducción Lock-Bar con tubería nueva de acero, con la opción de enterrarla o no. Una tercera opción de diseño fue simplemente la de encajar el exterior de la tubería existente en una cascara de hormigón armado. También se estudió el reemplazo con duelas de madera.

La tabla siguiente ilustra los varios precios de oferta, obtenidos de contratistas en el verano de 1987, para las distintas opciones de diseño. Habiéndose decidido que la reparación o reemplazo con tubería de acero sería demasiado costoso, se dió consideración a los precios para el revestimiento de fibra de vidrio y tubos de duelas de madera. Como lo indica la tabla, el forro de fibra de vidrio era el menos costoso, aunque la gama de precios de oferta por licitación para esta opción de reparación era muy amplia. También cabe notar que el reemplazo con tubería de duelas de madera hubiera sido menos costoso que el reemplazo con acero. (Al usar tubos de duelas de madera, sería necesario subir de 12 a 60 segundos el tiempo de cierre mínimo del gobernador y válvula en las turbinas.) La tubería de acero de 0.95 cm, por sí sola y no instalada, hubiera costado aproximadamente US\$175.000. Las difíciles condiciones de acceso al sitio resultaron en precios de oferta más elevados de lo normal para la instalación.

Precios de oferta de contratistas para el reemplazo o reparación - 183 metros, diámetro interior de 152 cm

Reemplazo/remedio	Escala de precios (miles de US\$)
Tubería de acero enterrada	404-580
Tubería de acero superficial	475-477
Encaje en hormigón	460-596
Duelas de madera	266
Forro de fibra de vidrio	226-390

Se decidió entonces investigar, en detalle, la condición de la tubería existente. Secciones selectas del interior de la conducción fueron desescamadas usando cepillos de alambre eléctricos y manuales y lijadores. Se notó evidencia de una capa original. La profundidad de los picaduras de corrosión fue medida por pruebas ultrasónicas de espesor y un medidor. El número de picaduras por unidad de superficie también fue anotado.

En el interior limpiado de la tubería se veían picaduras esparcidas causadas por la corrosión galvánica. Se tomó cuidado para detectar cualquier configuración de picaduras que concentraría gravemente la tensión del arco de la tubería. Se dió particular atención al área de las indentaciones longitudinales del Lock-Bar. Ni esa área ni la placa inmediata tenían corrosión significativa. Agrietamiento del material no era evidente y, por la mayor parte, las picaduras no concentraban las tensiones de la cascara sobrepasando niveles tolerables. Las cabezas de roblones en las juntas circunferenciales no mostraban ningún deterioro inaceptable. Porciones de la conducción que fueron desenterradas mostraban mínima corrosión en el exterior de la tubería, y la capa bituminosa exterior estaba en buenas condiciones. Basado en estos descubrimientos, se consideró la reparación y reuso de la conducción existente. La estimación de 25.000 picaduras reveladas por el examen visual eliminaba como solución práctica un intento de localizar y soldar todos los minúculos agujeros que presentaban un goteo potencial. Los procesos de arenado por soplete y pintura del interior podrían inhibir más corrosión, pero no brindarían ninguna protección contra las fugas diminutas. Parecía deseable investigar la posibilidad de revestir la tubería. Por lo tanto, varios vendedores de revestimientos de hormigón y fibra de vidrio fueron consultados. Algunos surtidores de revestimientos de hormigón no recomendaron el uso de un forro de hormigón en este caso, debido a la exposición de la tubería a la acción del hielo-deshielo y a la velocidad relativamente alta del caudal de agua.

Por otro lado, parecía haber varias buenas razones para aplicar un revestimiento de fibra de vidrio:

- o Debidamente instalado, un forro de fibra de vidrio debería ofrecer una vida útil mucho más larga y prevenir toda corrosión futura en el interior de la tubería.
- o Todos las fugas minúsculas existentes y potenciales quedarían selladas.
- o La pérdida de carga por fricción no aumentaría mucho, sino nada, porque el diámetro interior de la tubería se reduciría por solamente 1,25 cm y el interior acabado quedaría bastante más liso que el acero corroído. Estos dos factores opuestos tienden a equilibrarse.
- o Puesto que todo el trabajo se haría en el interior de la tubería, habría muy poca perturbación ambiental durante la construcción y ningún impacto visual permanente.
- o El costo del revestimiento sería de un 40 por ciento menos que la más baja oferta recibida para el reemplazo de la tubería.

Detalles de la Construcción

A fines de septiembre de 1987, la empresa I.W. Construction Services de Houston, Texas, empezó los trabajos. Se utilizó un calentador de gas de 1,3 millones de Btu BP con soplador para la purga de aire y para el curado de la fibra de vidrio.

El interior de la conducción fue primero limpiado por soplete de abrasivos hasta alcanzar metal blanco. Se aplicó soldadura en ciertos puntos que tenían muchas picaduras. Inmediatamente después de la limpieza, cada área recibió una capa imprimadora para preservar la condición de metal blanco. Luego se llenaron las picaduras con masilla para proporcionar una superficie lisa. Se llenaron también con masilla los espacios alrededor de los roblones, formando una acumulación gradual sobre los contornos. Se encajaron resfuerzos de fibra de vidrio de alta resistencia en la masilla, saturados con resina. Después del curado de esta capa, dos capas de forros de hebras cortadas fueron aplicadas y curadas. Dos capas finales conteniendo aditivos resistentes a la abrasión y sellantes de cera fueron luego aplicadas para completar el sistema. Una banda de metal fue solapada encima del borde superior de la transición de fibra de vidrio al acero para proveer protección adicional contra la posibilidad de que los caudales de agua pudieran separar la fibra de vidrio del acero. El espesor de la fibra de vidrio en la parte inferior del

revestimiento fue ahusada para prevenir turbulencia localizada. El proyecto de reparación de US\$250.000 quedó completado el 10 de diciembre de 1987, después de 11 semanas de trabajo.

Comportamiento

Inspecciones del interior de la conducción a principios de septiembre de 1988, después de 10 meses de servicio continuo, no revelaron ninguna evidencia visual de desgaste del revestimiento o condición peligrosa, ni tampoco se han notado fugas. La superficie parece tan lisa y limpia como lo era inmediatamente después de la instalación inicial. Según I.W. Construction Services, se anticipa que el revestimiento durará por muchísimos años.

Aunque se considera que el revestimiento de fibra de vidrio sea caro o más costoso que el reemplazo total de la conducción, cabe señalar que para los sitios de conducciones donde el uso de equipos y técnicas normales de construcción sería difícil, o donde el ambiente quedaría adversamente afectado, el revestimiento de fibra de vidrio podría ofrecer un alternative de rehabilitación muy práctica.



El terreno escabroso y la densa vegetación alrededor de la tubería contribuyeron a la complejidad del problema, aumentando el costo del proyecto.

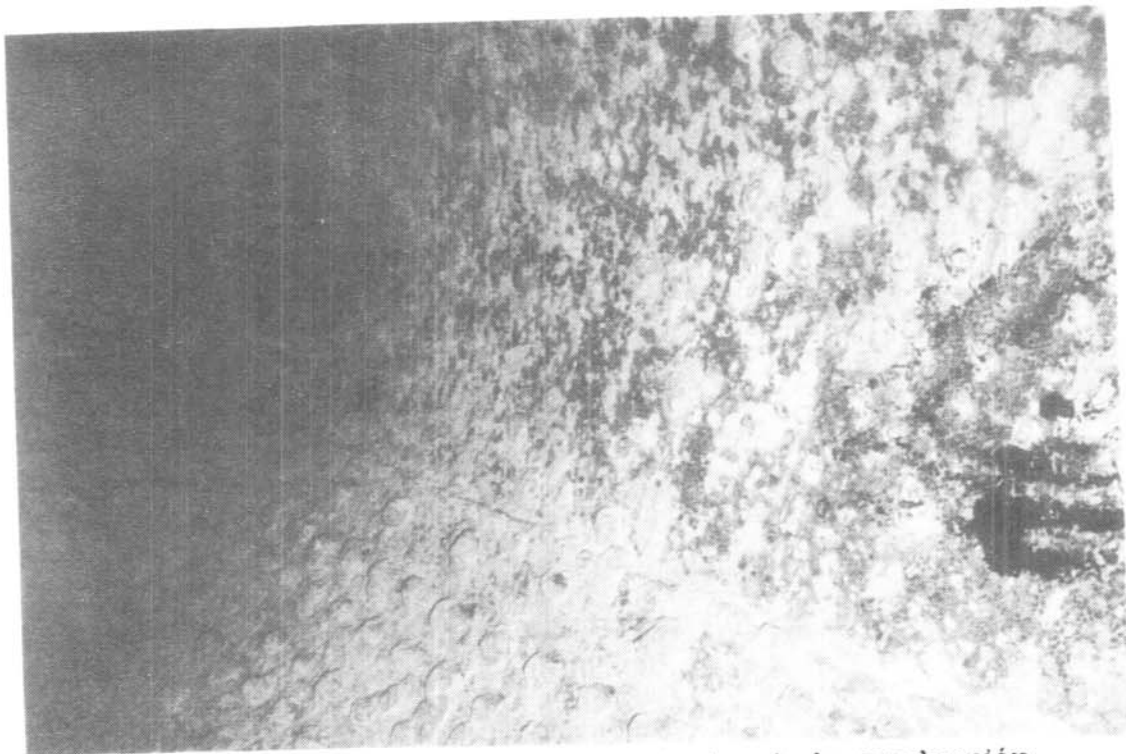


Figura 1.- Condición de la superficie interior de la conducción antes de prepararla para reparaciones. Nótese que las cabezas de los roblones aumentan la rugosidad de la superficie.

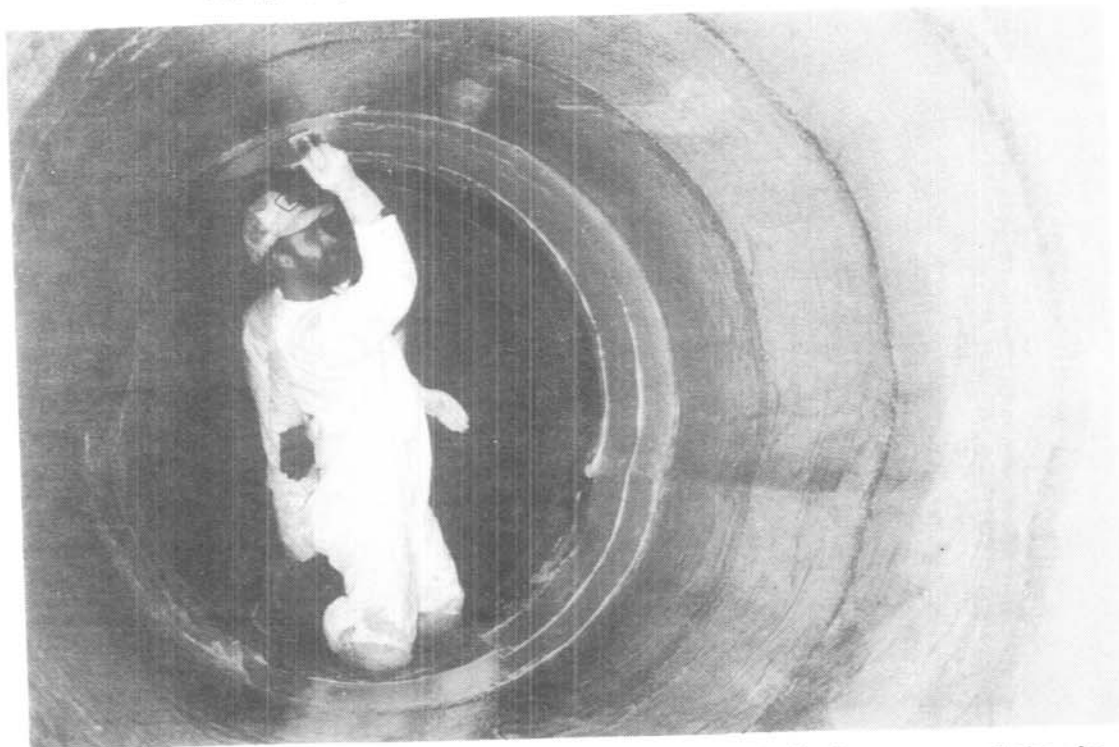


Figura 2.- Después de limpiar la superficie dañada con soplete de abrasivos, una masilla fue aplicada en las picaduras de corrosión y alrededor de los roblones para formar un superficie lisa.

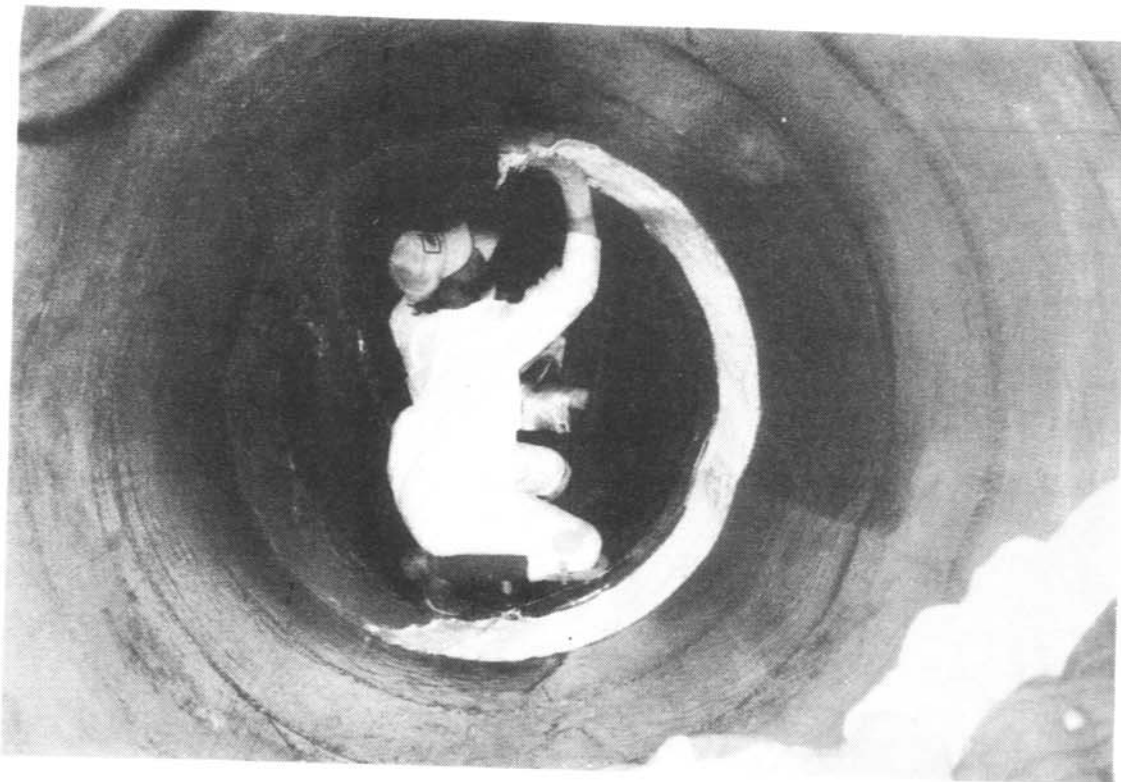


Figura 3.- Resfuerzos de alta resistencia de fibra de vidrio se encajan en la masilla.

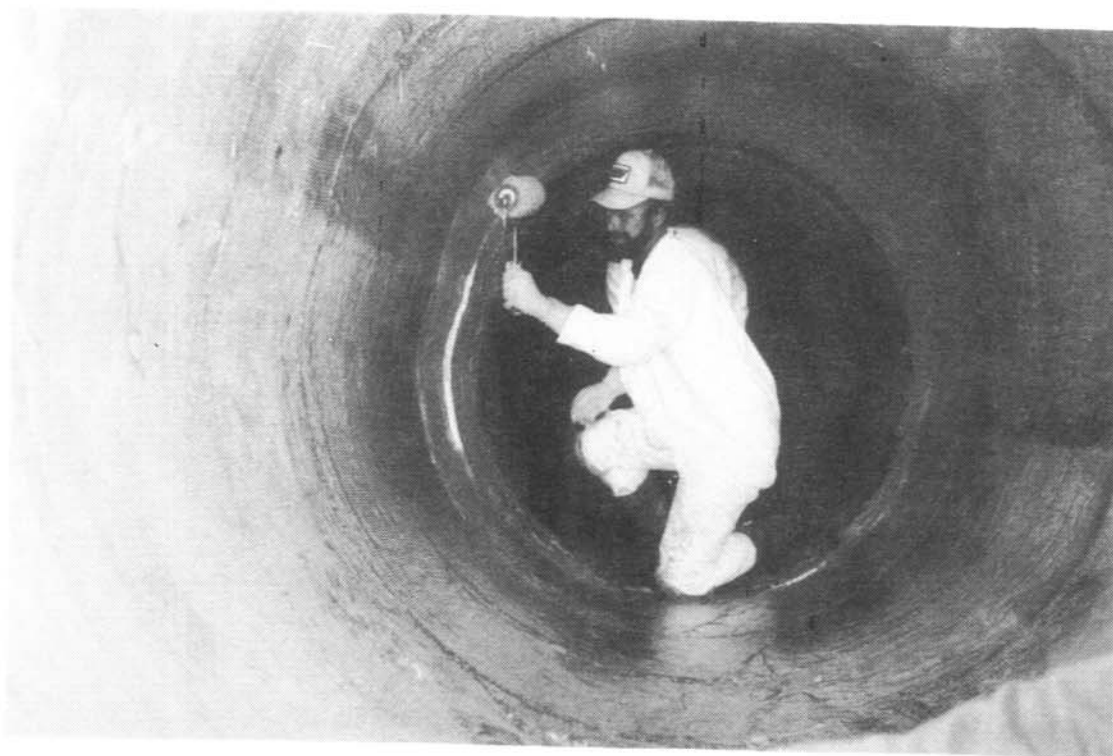


Figura 4.- La fibra de vidrio se satura con resina y se deja curar.



Figura 5.- Dos capas de hebras se aplican (arriba) y se dejan curar. Para completar el recubrimiento, se aplicarán dos capas finales con aditivos resistentes a la abrasión y sellantes de cera.

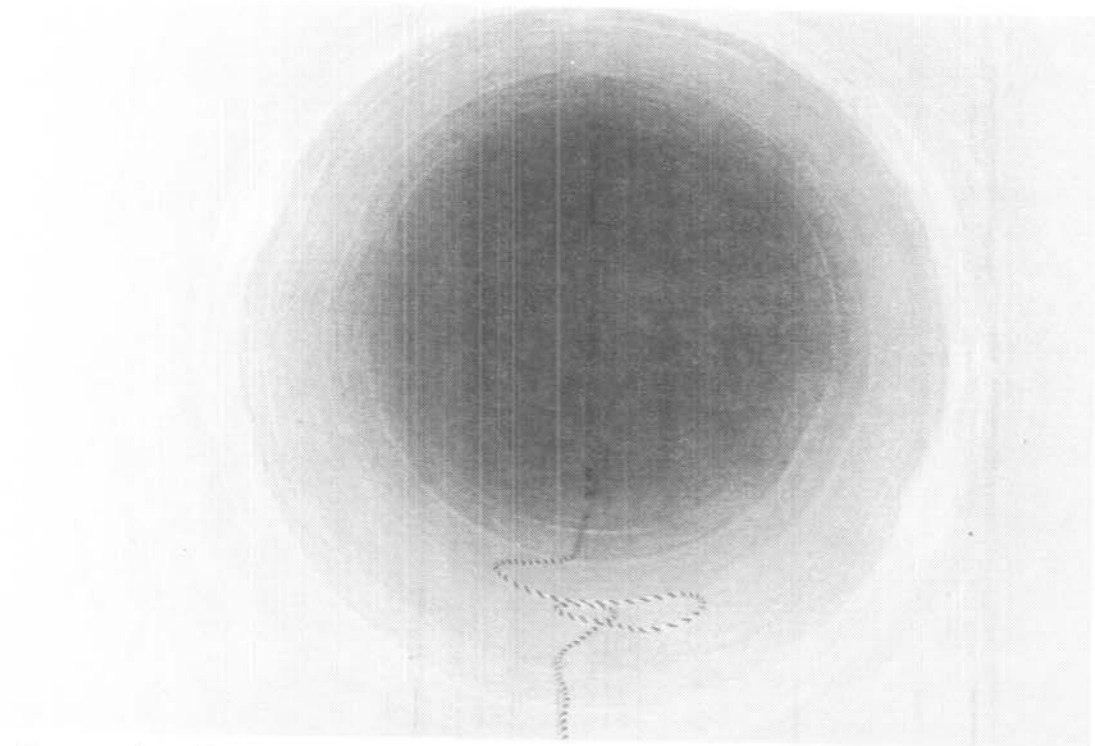


Figura 6.- Completado el proyecto, el interior de la conducción luce la superficie lisa deseada, la cual, según el fabricante, deberá durar más de 25 años

SE PUBLICAN NUEVAS NORMAS DE SEGURIDAD

Un grupo que representa a las cinco Regiones del Bureau of Reclamation, consistiendo de personal encargado de la seguridad, agua y energía, ha preparado una nueva publicación sobre la seguridad titulada Reclamation Operation and Maintenance Safety Standards - ROMSS (Normas de Seguridad de Operación y Mantenimiento del Bureau of Reclamation).

El ROMSS tiene aplicación para todas las actividades de operación y mantenimiento del Bureau (rige trabajos de O&M bajo contratos). Ejemplares numerados han sido distribuidos a las oficinas regionales para distribución al personal del Bureau.

El ROMSS se ofrece en forma encuadernada (versión no numerada) para el público en general. Se pueden obtener ejemplares con escribir al Bureau of Reclamation, attention D-7923A, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225, U.S.A. El precio es US\$7.30 -- fuera del país, favor de remitir US\$1.80 adicionales para alistamiento y porte.

UNA AGENCIA PARA UNA VARIEDAD DE SITIOS TURISTICOS

Richard A. Crysdale¹

Una adivinanza: ¿Qué agencia federal acaba de completar el segundo proyecto arqueológico más grande del mundo, tiene un campo de golf (utilizado y visto por miles en persona y millones por televisión) del calibre de la asociación profesional de golf (PGA), y viene prestando ayuda a Guam y a Saipán para desarrollar un mercado turístico en el Sud Pacífico?

¡Exacto! ¡El Bureau of Reclamation! ¿Le sorprende?

Establecido en 1902 para desarrollar los recursos hidráulicos, el Bureau of Reclamation tiene probablemente mayor interés en las facilidades de recreo y en oportunidades para su planificación y administración que cualquier otra agencia federal. El Bureau dispone de un personal diverso de expertos en las ciencias físicas, biológicas y sociales requeridas para desarrollar los recursos hidráulicos dentro y fuera de los Estados Unidos. Conforme va cobrando mayor popularidad el agua como medio de recreo, el Bureau desempeña un papel vital y diversificado en el uso recreativo de sus instalaciones.

El Bureau administra más de 2.8 millones de hectáreas de tierras (1,4 por ciento del patrimonio Federal), y 285 de sus 350 proyectos de desarrollo hidráulico ofrecen oportunidades de recreo en los 17 estados occidentales del país. En 1986, más de 78,5 millones de personas visitaron sitios administrados por el Bureau, incluso 688.000 hectáreas de superficie; 186.200 hectáreas de tierras; 25.500 kilómetros de costas; y 826 kilómetros de sendas. Las actividades recreativas varían del uso de naves aéreas anfibas ultraligeras a exhibiciones zoológicas en los centros para visitantes. El Bureau influye en forma significativa sobre todas las actividades náuticas en el campo del recreo en el oeste de los Estados Unidos. La "diversidad" es lo que caracteriza el involucramiento del Bureau en este campo.

Durante los años de 1970, el Bureau encabezó una investigación arqueológica de 10 años en el Proyecto de Dolores cerca de Cortéz, Colorado, a un costo de 12 millones de dólares. Esta región es rica en cultura de los indios Anasazi. Los arqueólogos del Bureau realizaron la curación e interpretación de los artefactos para preservar y comprender a los ascendientes de nuestro país. En la actualidad, miles de personas visitan el Centro de Cultura Anasazi, concebido y construido por el Bureau of Reclamation y administrado por su agencia hermana, el Bureau of Land Management. Sólo el proyecto

¹Richard A. Crysdale encabeza la Sección de Planificación del Recreo, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

arqueológico para salvar los vestigios de la antigua cultura egipcia durante la construcción de la presa Asúan, requirió más esfuerzos que el Proyecto de Dolores.

El club de jugadores de torneo del PGA incluye dos nuevos campos excelentes de golf en los terrenos del Central Arizona Project. El Bureau puso estos terrenos a la disposición de la ciudad de Scottsdale, compartiendo con la misma los costos del desarrollo de los campos de golf. Más de 300.000 personas asistieron al torneo Phoenix en 1989, estableciendo un record de observadores presentes.

Las actividades del Bureau incluyen la administración de centros para visitantes y tours de sus instalaciones hidráulicas. Por ejemplo, millones de turistas visitan las presas Hoover, Grand Coulee y Glen Canyon como parte de su itinerario de vacaciones. (Desde 1935, la presa Hoover por sí sola had tenido 26 millones de visitantes.) Los visitantes aprovechan la oportunidad para obtener una mejor comprensión de la producción de energía hidroeléctrica y de la complejidad del desarrollo hidráulico.

Cada año, más de 2000 personas, de los Estados Unidos y de otros países, visitan el laboratorio hidráulico de fama mundial del Bureau en Denver. En este laboratorio, se desarrollan conceptos para la planificación hidráulica, modelándolos para proyectos todavía en la etapa de diseño, y se resuelven problemas asociados con proyectos existentes dentro y fuera de los Estados Unidos. Durante los meses de enero y febrero de 1989, a petición de otras agencias turísticas, los ingenieros del Bureau estudiaron dos modelos para concebir una forma de navegación más segura sobre el río South Platte en Colorado y el río Salt en Arizona. Los modelos, cada uno ocupando 42 m³ en el laboratorio, fueron específicamente diseñados para estudiar la hidráulica fluvial y el paso seguro de lanchas por encima de las obras de derivación.

Otras esferas de estudio incluyen el impacto de los cambios de caudales, la capacidad superficial de las extensiones de agua, y la planificación de recursos/administración de tierras para los 285 proyectos hidráulicos del Bureau. En un reciente estudio del lago Berryessa en California, donde existe preocupación tocante a la seguridad y a la sobre-aglomeración, se identificaron 44 actividades recreativas realizadas en este embalse con 801 hectáreas de superficie.

Otros países acuden al Bureau en la planificación de facilidades de recreo para sus embalses no desarrollados. El Bureau ha prestado su concurso a 115 países para el desarrollo hidráulico, principalmente en lo referente a abastecimientos de agua y producción de energía hidroeléctrica. El recreo es otro aspecto de los services ofrecidos a estos países.

Con la promulgación de nuevas orientaciones con respecto a la pesca, el Bureau coopera con la naturaleza para mejorar las instalaciones y oportunidades para la pesca. Por ejemplo, el Bureau está diseñando malecones para la marina del lago Roosevelt en Arizona para proveer embarcaderos, hábitat para peces y acceso para la pesca. Los científicos del Bureau han realizado estudios extensos de ecología acuática para proteger y mejorar la pesca en los 17 estados occidentales.

Por la diversificación del Bureau en la administración de las facilidades de recreo en sus 285 proyectos, el Acta Federal sobre el Desarrollo de Recreo Hidráulico de 1965 permite al Bureau compartir con otras agencias gubernamentales los costos de desarrollo de estas facilidades. El número de áreas de recreo administradas por agencias gubernamentales son:

Federales (incluso el Bureau)	135
Estatales	125
Locales	63

Estas agencias, a través de un acuerdo contractual con el Bureau, administran proyectos que comprenden el lago Powell, las áreas de recreo del lago Mead y las sendas para ciclistas del canal Folsom South en Sacramento, California. El Bureau administra 47 áreas adicionales de recreo en sus proyectos. El Bureau tiene autoridad específica para planificar, desarrollar, explotar y mantener facilidades de recreo en solamente un proyecto -- el del lago Berryessa en California. Los equipos de guardabosques cuentan con tres empleados permanentes y seis temporales, más cuatro salvavidas. El Bureau no dispone de poder judicial en ninguno de sus proyectos.

Entre los 7000 empleados del Bureau, figuran especialistas en instalaciones de recreo, planificadores, arquitectos de parques, biólogos de fauna, arqueólogos e historiadores. En 1981, el Bureau empleaba a 95 personas encargadas del recreo. En 1988, el Bureau efectuó una reorganización interna y se ha comprometido a una más amplia administración de los recursos hidráulicos y conforme está aumentando su personal.

Los principales problemas a que se enfrenta el Bureau incluyen la administración de áreas que se usan en forma excesiva para actividades recreativas, y la falta de autoridad para la gestión de sus tierras para el recreo. En el pasado, el Bureau confiaba mucho en los grupos Young Adults Corps y Youth Conservation Corps (ambos ya no existen) y el Job Corps para desarrollar facilidades de recreo.

Muchas de las instalaciones hidráulicas del Bureau reciben visitantes en números que sobrepasan la capacidad de las mismas, lo que resulta en un abuso de las tierras inexploradas vecinas de los embalses. La falta de control del uso de jeeps, campers, paseos de campo, y actividades náuticas ha resultado en un fuerte deterioro de los recursos. Bajo la reorganización, el Bureau intenta por medio de legislación resolver estos problemas. Estamos buscando mayor autoridad en la gestión de las tierras y un compromiso más grande para implementar planes de gestión de recursos en todos nuestros proyectos.

La popularidad del agua en las actividades de recreo es bien conocida. La Comisión de Repaso de recursos de recreo al aire libre reconoce que 44 por ciento de los norteamericanos preferían actividades náuticas en 1962. Recientes estudios por el U.S. Forest Service indican que las actividades náuticas han aumentado substancialmente en todas las regiones del país. El Presidente Reagan, en su mensaje para la Semana Nacional de Seguridad de Barcos de Recreo, indicó que 68 millones de norteamericanos utilizarían lanchas de recreo en ese año; o sea, casi una persona sobre cuatro. Según la Asociación Nacional de Manufacturistas Marinos, los norteamericanos compraron más de 724.000 lanchas nuevas en 1987, agregándolas a una flota de 17 millones de lanchas de paseo.

Nuestros recursos hidráulicos del Oeste son básicamente fijos y representan probablemente todo lo que estará disponible para satisfacer las demandas de futuras generaciones para el recreo náutico. El mandato del Bureau paralela el compromiso del National Park Service para preservar este recurso para uso futuro. Los desarrollos hidráulicos serán para la gente del siglo 21 lo que los parques nacionales son para las gentes del siglo 20. Los desarrollos hidráulicos representan los últimos diamantes brutos en nuestro cofre del tesoro de los recursos recreativos en nuestra nación. No podemos permitirnos desgastarlos. De hecho, el Bureau desempeña un papel significativo en el recreo en la actualidad y especialmente para el futuro.

Las fotos 1 y 2 muestran modelos hidráulicos de una rampa para lanchas que los ingenieros del Bureau están diseñando para permitir el paso seguro de balsas, canoas y kayaks alrededor de una obra de derivación sobre el río South Platte cerca de Denver, Colorado. El consultor y el Bureau se han asociado para prevenir futuros accidentes en el campo del recreo. Otros estados empiezan a pedirle asistencia parecida al Bureau.



Foto 1.- Modelo hidráulico diseñado y en vías de construcción en el laboratorio de investigaciones en el Denver Federal Center.

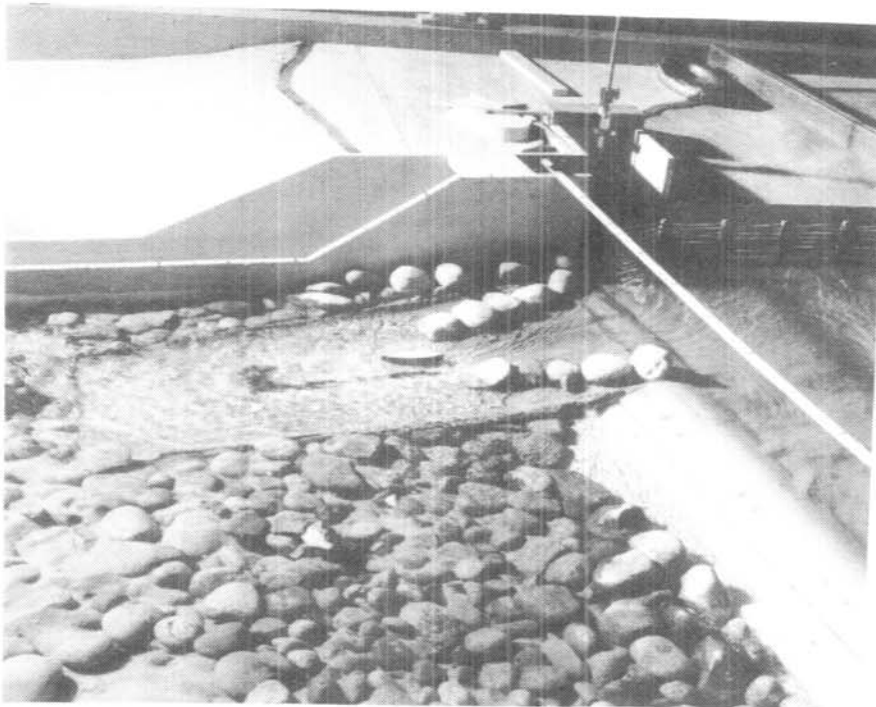


Foto 2.- Otra vista de un modelo hidráulico que se viene diseñando en el laboratorio de investigaciones del Bureau en el Denver Federal Center.



Foto 3 El Centro de Turismo del Proyecto Dolores, diseñado y construido por el Bureau, mantiene el tema kiva de la cultura Anasazi estudiada por los arqueólogos en el sudoeste de Colorado.

REHABILITACION DEL POZO DE COMPUERTAS DE LA PRESA CROW¹

por Robert V. Todd

La presa Crow, situada a unos 10 kilómetros al sudeste de Ronan, Montana, fue completada en 1933. La presa es propiedad de la agencia para asuntos indios, Bureau of Indian Affairs (BIA), y explotada por la empresa Flathead Irrigation and Power Project en St. Ignatius, Montana. Las obras de desagüe, adyacentes al terraplén izquierdo de la presa, consisten de una obra de toma con rejillas para basuras, una transición a una galería de hormigón con desagüe libre, una válvula mariposa, un pozo de compuerta y anulus, un tunel aguas abajo con cuello de ganso y un cuenco amortiguador de hormigón (figura 1).

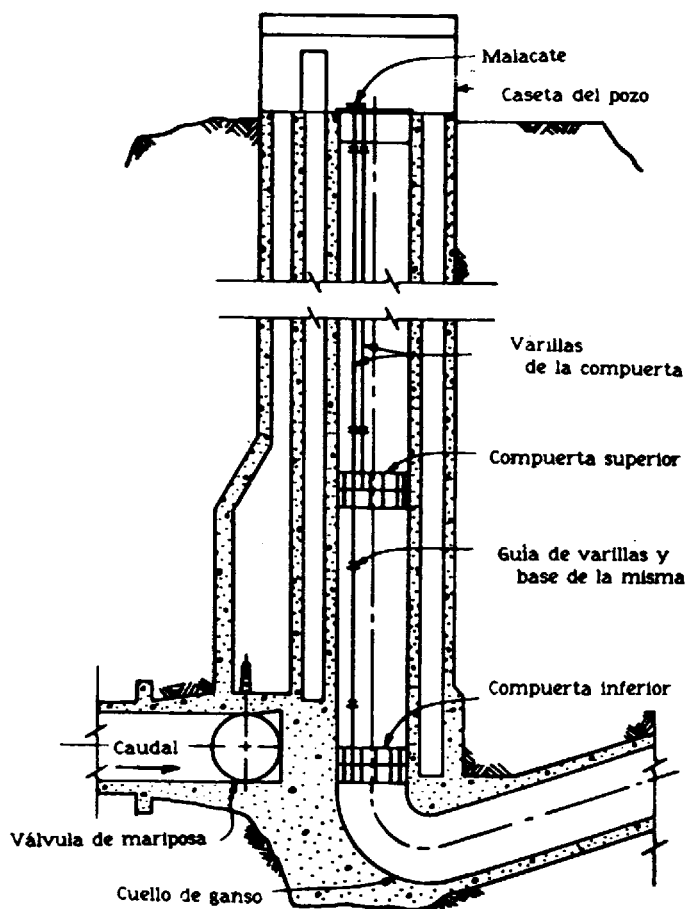


Figura 1 - Pozo de compuertas

El pozo de compuertas de hormigón mide 29 metros de altura; contiene dos compuertas cilíndricas de 1,83 metros de diámetro por 0,91 metro de alto de hierro fundido, utilizadas para descargas de

¹Robert V. Todd es un ingeniero mecánico del Bureau of Reclamation, Code D-3422, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225 U.S.A.

agua para el riego. Una compuerta está situada en el fondo del pozo; la otra está a 7,23 metros más arriba. Las demandas normales de agua requieren que solamente una compuerta esté abierta. En aperturas parciales, los caudales hidráulicos fluctuantes actúan sobre la parte inferior de las compuertas y a través de las varillas de las compuertas hasta llegar a la cúspide del pozo de compuerta. La respuesta dinámica de las estructuras mecánicas es parecida a una gran masa sobre resortes sin temple. Los desplazamientos resultantes de las compuertas y de las varillas bajo caudales fluctuantes han causado fallas de las compuertas, varillas y guías.

De suceder una falla, los soportes de la guías para las compuertas se rompen totalmente, o se rompen las tuercas que los detienen. Los desplazamientos radiales adicionales son entonces transferidos a las primeras guías de varillas arriba de las compuertas. Estas guías se rajan y las tuercas que las detienen al muro de hormigón se rompen. Este proceso sigue hasta romperse las mismas varillas. Luego las compuertas se caen encima de los anillos de asiento con más daños. Esto fue lo que sucedió en la presa Crow en 1980 [1].

Habiéndose roto y separado del muro las tres bases para las guías de las varillas de la compuerta inferior y, con las varillas rotas también, los ingenieros decidieron colgar la compuerta inferior con cables atados a las varillas no dañadas a 13 metros por encima de la compuerta. Después de un tiempo de operación, los cables se rompieron y se agrietó la armadura de la compuerta cilíndrica inferior [2]. Las descargas a partir del pozo de compuertas no se podían realizar más que por la compuerta superior. En 1984, la compuerta cilíndrica inferior fue removida y las ventanillas en la cubierta de la compuerta fueron obstruidas con placas de acero [3]. Además del daño a las compuertas y a las varillas, el hormigón debajo del umbral de cada compuerta se había desgastado, exponiendo cierta longitud de la armazón encajada en la sección del cuello de ganso de hormigón.

Programa de Rehabilitación

Debido al deterioro total del pozo de compuertas y del equipo mecánico asociado, fue necesario llevar a cabo un programa de rehabilitación. Tres criterios determinaron la amplitud de los trabajos de reacondicionamiento:

1. Urgencia.- Por no funcionar la compuerta superior, no había manera de realizar descargas controladas a partir de las obras de desagüe.

*Los números en corchete corresponden a referencias al fin del artículo.

2. Finanzas.- La asignación de US\$600.000 provista por el programa de seguridad de presas en diseño y construcción tenía también que cubrir el costo de un nuevo vertedero.

3. Oportunidad.- El trabajo tenía que realizarse durante un período de paro invernal, a ser completado antes de las escorrentías de la primavera y de la temporada de riego.

Dos opciones de restauración fueron consideradas: (a) reemplazo de las compuertas cilíndricas con compuertas deslizantes, y (b) reconstrucción del sistema de compuertas cilíndricas y reparación de las áreas dañadas del pozo de compuertas. Esta última opción se acercaba más al determinado criterio. Debido a fondos limitados, el BIA decidió utilizar su propia mano de obra para realizar el reacondicionamiento, pero con ayuda del Bureau of Reclamation en la administración del contrato y asistencia técnica en la preparación de la especificaciones.

Hierro Fundido o Soldadura

Las compuertas cilíndricas originales, con sus guías de varillas y bases, eran de hierro gris fundido. Inicialmente, se había tomado la decisión de reemplazar a estas piezas con piezas fundidas similares a las anteriores. Sin embargo, cuando se publicaron las especificaciones para este trabajo en 1985, no hubo ofertas. Las especificaciones fueron luego cambiadas para dar al contratista la opción de utilizar soldaduras o hierro fundido. [4]. Este cambio resultó en varias ofertas, todas para la opción de la soldadura.

Al cambiar el método de fabricación de hierro fundido a soldadura, el BIA tuvo que compensar por la fatiga inherente a que tiende una obra soldada. Se utilizó un acero pobre en carbono, ASTM A36, para realizar las soldaduras. Este acero es muy dúctil, con baja sensibilidad, por cuanto es un buen material para aplicación en casos de fatiga de baja tensión. Su resistencia máxima es de 4,077 kg/cm². Debido a la resistencia del acero, el espesor de los componentes de la compuerta hubiera podido reducirse; sin embargo, considerando que la fatiga anulaba la ventaja de la resistencia, no se cambió el espesor de los componentes. Para asegurar la integridad estructural de las soldaduras, se tomaron radiografías de todas las soldaduras críticas y se evitó lo más posible la soldadura en ángulo.

Cambio de material

El material original de los anillos de asiento para las compuertas cilíndricas era de fundición de bronce-manganeso. Este material ya no existe en el mercado en esta forma y el costo de fabricarlo sería

prohibitivo. Por lo tanto, el material de los anillos de asiento fue cambiado a bronce-aluminio de fundición centrífuga, el cual tiene todas las características necesarias y está disponible a un precio razonable. Se cambiaron todas las tuercas de acero de bajo carbono a acero inoxidable debido a sus propiedades anticorrosivas.

Ajuste de los Anillos de Asiento

Inicialmente, la armazón de la compuerta cilíndrica consistía de una sola pieza fundida. Al instalar los anillos de asiento, se bajaba la compuerta en su marco y era posible realizar una prueba de impermeabilidad, pudiéndose maquinar o tallar los asientos para asegurar la impermeabilización. Sin embargo, en el caso de las compuertas de reemplazo, no fue práctico realizar modificaciones en el sitio. Para asegurar la obtención del contacto impermeabilizante en una instalación en el campo, se hizo una prueba con un dispositivo con un perfil interior igual al de la armazón de la compuerta. Los anillos de asiento de la armazón fueron instalados en el dispositivo de prueba, el asiento inferior del cilindro fue colocado sobre uno de los cilindros de compuerta y el anillo de asiento superior fue colocado sobre el cilindro de compuerta, permitiendo que el anillo sujetador flotara por 6,4 mm. La compuerta luego se bajó en el dispositivo de prueba para que ambos juegos de anillos de asiento de la compuerta hicieran contacto lineal con los anillos de asiento del marco.

Para obtener en el campo el ajuste del anillo de asiento superior, se perforaron agujeros de 2,54 cm de diámetro en cada uno de los tres anillos sujetadores, entre los agujeros existentes, para coincidir con la cara interior del anillo de asiento superior del cilindro y el cilindro de la compuerta. Durante la instalación de las compuertas, la compuerta inferior, con su anillo de asiento inferior cilíndrico instalado, fue bajada en el pozo para que la compuerta se asentara sobre el anillo de asiento del marco inferior. Se colocó entonces el anillo de asiento superior y los anillos sujetadores fueron instalados con cuñas colocadas entre los anillos sujetadores y la parte superior de la compuerta para mantener un espacio máximo de 0.5 mm en el punto "A" de la figura 2.

Se barrenaron y se terrajaron agujeros para tornillos colocados en el sitio de los agujeros de 2,54 cm en los agrapadores. Se ajustaron las cuñas para que el anillo sujetador detuviera firmemente el anillo de asiento. Este procedimiento aseguraba que si los anillos de asiento inferiores fueran a perder contacto después de un tiempo, el peso de la compuerta no reposaría únicamente sobre los tornillos de desplazamiento.

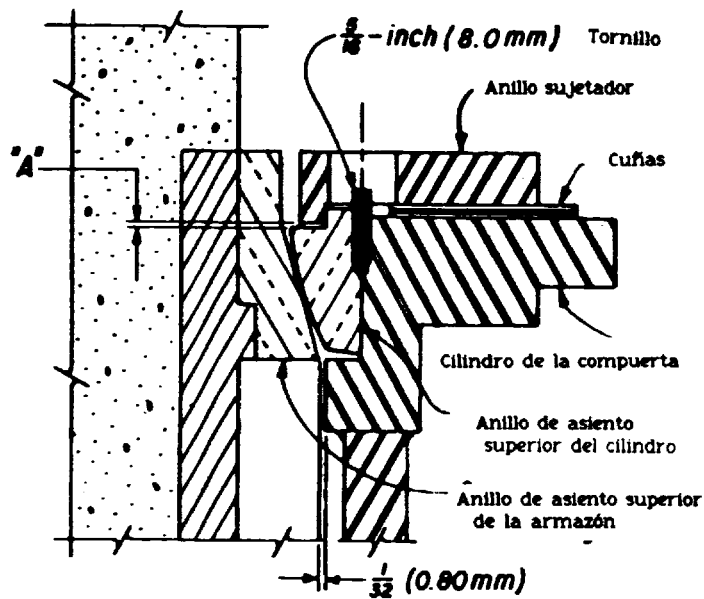
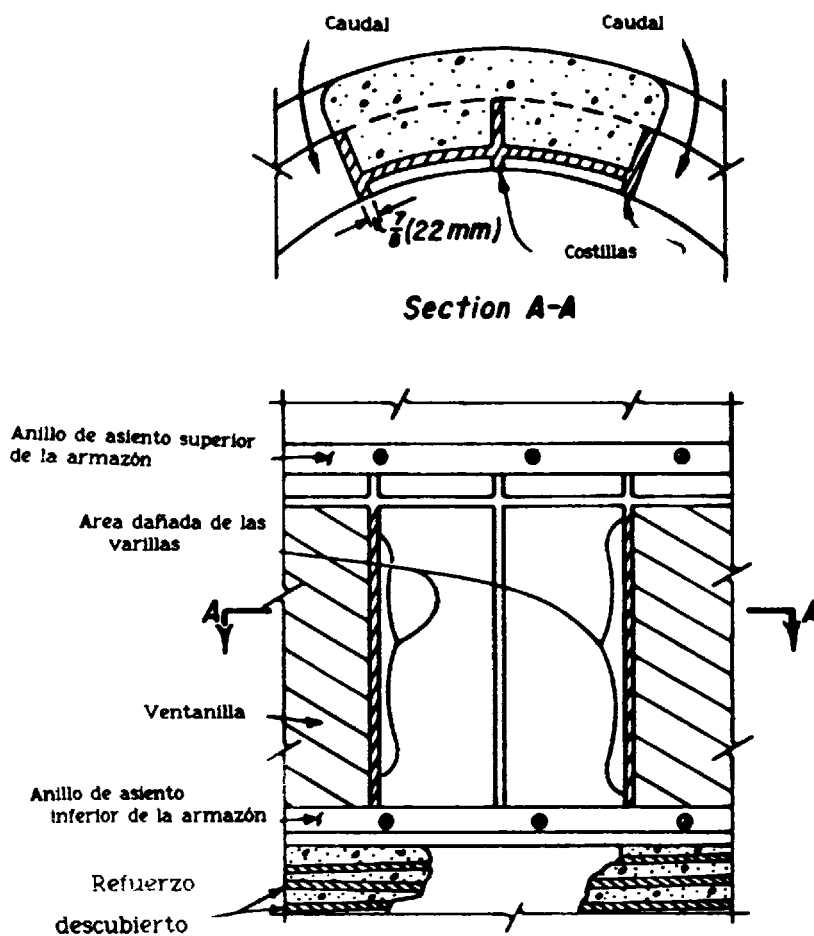


Figura 2.- Ajuste del asentamiento superior

Sistema de Reparación por Soldadura Molecular

La superficie interior de las costillas verticales (figura 3) de las armazones de las compuertas superiores e inferiores habían sido dañadas. Las costillas adyacentes a las ventanillas habían padecido erosión y el movimiento radial fluctuante de la compuerta en diferentes aperturas había ocasionado la separación de las costillas de la armazón. Por encontrarse encajada en hormigón la armazón de la compuerta, el costo de reemplazarla hubiera sido muy elevado. Asimismo, por ser de hierro fundido, su reparación con técnicas de soldadura convencionales hubiera sido difícil. Sin embargo, la soldadura molecular, una tecnología moderna que usa materiales de patente para reparar áreas metálicas dañadas, puede usarse para reparar el tipo de daño encontrado en la presa Crow. La mezcla de una base y un solidificador para formar un compuesto con características contra el asentamiento y la retracción, y un corto tiempo de curado, es ideal para aplicaciones en condiciones de acceso y de trabajo limitadas y difíciles. Una vez curado, el material tiene las propiedades mecánicas de un acero de bajo carbono y puede maquinarse o molerse para una calibración final.

Los procesos de reparación incluan la eliminación de todo contaminante de las superficies, limpieza por soplete con escoria de cobre, mezcla y aplicación de Belzona Molecular Ceramic R-Metal*. 2 horas de curado, medición y reaplicación del material de reparación hasta que la acumulación fuera satisfactoria, seguido por una capa final pintada con unos 0.25 a 0.38 mm de Belzona Molecular Ceramic S-Metal* para dar mayor protección contra la erosión y corrosión.



NOTA: No aparece la compuerta.

Figura 3.- Daños a la armazón de la compuerta

Reparaciones con Hormigón

Las partes dañadas en la superficie interior del pozo de compuertas fueron reparadas con un mortero de epoxi. La parte muy deteriorada del cuello de ganso que tenía barras expuestas recibió un revestimiento de acero y fue rellenada con hormigón. Las superficies necesitando adhesión fueron reparadas con Belzona Molecular Magna-Quartz*, una aleación polimérica consistiendo de compuestos moleculares orgánicos y magna-cuarzo micronizado inorgánico que tiene propiedades de adhesión de larga duración. Cada partícula de cuarzo micronizado está pre-encapsulada con una capa monomolecular de agentes activos en la superficie para asegurar una mezcla homogénea sin puntos intercrystalinos débiles. Se endurece en 12 horas. Las superficies a reparar se limpiaron, se secaron y se trataron al cepillo con un acondicionador, seguido por empaste con magna-cuarzo y nivelación con una paleta.

Instalación de Compuertas en el Sitio

La instalación de las compuertas, varillas y guías de soportes se realizó durante el invierno de 1987-88. Debido al poco espacio libre entre las compuertas y la armazón se tuvo que hacer mucho esmerilado localizado de las costillas reparadas. Quedó evidente por esta experiencia que hubiera sido ventajoso elaborar un modelo del perfil exterior de la compuerta para verificar los espacios entre la compuerta y la armazón.

El BIA posee otras dos instalaciones con pozos de compuertas que tienen compuertas idénticas a las de la presa Crow. Cuando estos pozos de compuerta lleguen a necesitar reacondicionamiento, la experiencia lograda en la presa Crow será muy útil, no solamente desde el punto de vista de costos y disponibilidad de materiales, sino también por la identificación de las áreas problemáticas y soluciones oportunas.

Conclusiones

El reacondicionamiento del pozo de compuertas en la presa Crow puso en evidencia varias consideraciones que deben tenerse en cuenta cuando una estructura vetusta necesita reparaciones:

- o Los procesos de fabricación cambian con el tiempo y las tecnologías mejoradas hacen que algunos procesos sean obsoletos o ya no económicos.
- o La disponibilidad y los tipos de materiales también cambian con el tiempo; es posible que ya no se puedan obtener los materiales requeridos por el diseño original.
- o Algunos métodos originales para la obtención de ciertos requerimientos operacionales pueden ya no ser prácticos bajo las condiciones del reacondicionamiento.
- o La reparación de materiales y equipos en lugar del reemplazo puede presentar una solución práctica y mucho menos costosa.

Para mayor información, sírvase dirigirse al autor.

Referencias

1. Murth, Franklin R., 1980 (Nov). "Inspection of Downstream Tunnel and Cylinder Gate Instalation" (Inspección de galerías aguas abajo e instalaciones de compuertas cilíndricas), Frontier-West, Inc.

2. Elliott, G.M., G.D. Chener, y H. Harrell, 1982 (Mar). "SEED Report on Crow Dam, Bureau of Indian Affairs, Flathead Indian Reservation, Montana" (Informe SEED sobre la presa Crow), USBR, Division of Dam and Structural Safety, Denver, Colorado, U.S.A.

3. Ingram, D.E., 1985 (Feb). "Intermediate SEED Examination Report of Crow Dam" (Informe intermedio de examen de la presa Crow), USBR, Division of Dam and Structural Safety, Denver, Colorado.

4 Solicitation No. 7-SP-10-08320, 1986 (Dec). "Lower Cylinder Gate Replacement, Crow Dam Outlet Works, Flathead Irrigation Project, Montana" (Reemplazo de compuertas cilíndricas inferiores, Obras de desagüe de la presa Crow).

LAS ASPERSIONES DE CINC SEGUIRAN

COBRANDO ACEPTACION¹

por Hugh Morrow²

Se anticipa que el consumo de cinc en Norteamérica para la aplicación térmica de revestimientos crecerá hasta igualar el de Europa. De suceder eso, la demanda mundial para este metal alcanzaría 50.000 toneladas por año para este tipo de aplicaciones - a veces a expensas de otras técnicas de recubrimiento.

Los revestimientos de cinc y cinc-aluminio aplicados térmicamente competirán con aquellos sistemas de revestir utilizados para protección de larga duración contra la corrosión de las grandes estructuras de acero. Los sistemas competidores incluyen la galvanización, la galvanización con pintura, y los importantes sistemas de pintura de tres capas que se basan usualmente en una primera capa rica en cinc. En las aplicaciones marinas, el revestimiento de aleación de cinc-aluminio aplicado por aspersión térmica puede competir con las capas de aluminio térmicamente aplicadas que gozan ahora de mucha aceptación.

Hace cinco años, el Instituto del Cinc y la empresa Platt Bros. & Co. en los Estados Unidos formaron el grupo Zinc Metallizers Task Group (ZMTG), cuya entidad ha venido promocionando desde entonces la aspersión térmica de cinc en el mercado norteamericano. Hasta la fecha, esta empresa ha concentrado sus esfuerzos en el mercado de los puentes, pero ahora incluye otras áreas de aplicación tales como los carros de ferrocarril, torres de agua, armaduras de acero de las plantas industriales, tuberías subterráneas y tanques de almacenamiento, así como muchas aplicaciones en la industria marinera.

En Canadá, la provincia de Quebec fue la primera en promover el mercado de aspersión térmica de cinc en Norteamérica. La más grande estructura que ha sido rociada térmicamente es el puente Pierre LaPort sobre el río St. Lawrence. La provincia asimismo ha aplicado aspersiones térmicas a muchos puentes carreteros pequeños con resultados muy satisfactorios. La Colombia Británica también ha realizado las mismas aplicaciones a un número de puentes en los últimos años pasados.

En los Estados Unidos, el estado de Ohio ha emprendido un ambicioso programa para evaluar la aspersión térmica. Hasta ahora, se han

¹Extracto del número Oct/88 del Metal Bulletin Monthly, publicado por Metal Bulletin Inc., 220 Fifth Avenue, New York, NY 10001, teléfono (212) 213-6202

rociado con cinc tres puentes enteros y se proyectan más en el futuro. En los últimos cuatro años, los estados de Nueva York, Nueva Jersey, Connecticut, Rhode Island, Massachussetts, Pensylvania y Virginia han recubierto por aspersión térmica puentes enteros o secciones de prueba y, hasta la actualidad, los resultados han sido buenos. El interés va creciendo en otros estados, los cuales han pedido informaciones, han evaluado muestras de corrosión o ya están usando rociado térmico de cinc en algunas aplicaciones críticas. Vermont, por ejemplo, está usando rocío térmico de cinc para proteger los cojinetes de puentes carreteros.

Asimismo, en el curso de los últimos 4 años, se han formado comités en varias de las principales sociedades de ingeniería norteamericanas para considerar especificaciones, pruebas de corrosión, control de calidad e inspección de las superficies recubiertas por aspersión térmica.

La fama de la aspersión térmica del cinc se debe a que es una cubierta espesa de cinc y también compite con algunas de las cubiertas delgadas de cinc. En un proceso conocido como revestimiento por "galvanización rociada en caliente", capas de 0.025-0.075 mm de cinc pueden aplicarse uniformemente a pequeños artículos de ferretería tales como clavos, pernos, tuercas, tornillos y arandelas. Estos artículos son normalmente chapeados al cinc, chapeados mecánicamente, o galvanizados en baño caliente, y cada uno de estos procesos tiene sus ventajas y desventajas. Por lo tanto, se anticipa que la aspersión térmica competirá también con el plateado mecánico y los procesos de electroplateado, al igual que con los métodos de revestimientos de cinc en baño caliente y pintura de cinc.

El desarrollo experimental de placas de acero bajo aspersión térmica continua en el Japón, el Reino Unido y los Países Bajos indica que este proceso podría competir algún día hasta con la galvanización continua en baño caliente y la electrogalvanización.

Mientras que las implicaciones del interés en el aspersión térmica de cinc en el mercado global del cinc no sean muy importantes, esta área podría desarrollarse en un mercado prometedor para los revestimientos de cinc.

De las 25.000 toneladas de cinc consumidas en aspersiones térmicas en 1982, unas 20.000 toneladas fueron utilizadas en el mercado europeo y las 5.000 toneladas restantes fueron para aplicaciones en los EE.UU., Canadá, Japón y la India. Se anticipa que la utilización en los EE.U. y en el Canadá bien podría igualar la de Europa en el futuro, particularmente en vista del estado crítico de muchos puentes

en los EE.UU., la necesidad de un mantenimiento continuo, el rápido aumento del costo de ese mantenimiento, y en algunos casos el estado totalmente inseguro del puente existente.

Una de las grandes ventajas de los revestimientos térmicamente aplicados, desde el punto de vista del consumo de cinc, es que este tipo de aplicación resulta en una capa mucho más espesa que los otros revestimientos de cinc, y por lo tanto el consumo de cinc será mucho mayor que si la misma estructura hubiera sido galvanizada o pintada con una pintura de cinc. El consumo inicial de cinc para una aspersión térmica de un puente sería cuando menos lo doble de la cantidad necesitada para galvanizar o pintar el mismo puente.

También cabe notar que la aspersión térmica es bien aceptada como probablemente el mejor método de reparación de revestimientos galvanizados dañados, y que el rociado térmico de cinc es muchas veces la única alternativa para miembros estructurales muy grandes que no pueden ser galvanizados, aun por medio de la técnica del doble baño, por no caber en la caldera.

En el análisis final, el crecimiento del mercado de aspersión térmica de cinc en Norte América dependerá de si los consumidores definitivos seguirán o no con la práctica de buscar los medios iniciales menos costosos sin importar las consecuencias a largo plazo. Si llegaran, con más perspicacia, a evaluar los revestimientos a su costo total (ambos costos: inicial y futuro) entonces el uso de los revestimientos de aspersión térmica de cinc y cinc-aluminio subiría muchísimo en los próximos 20 años, y con ello, la demanda por el cinc.

ASPERSION TERMICA

La aspersión térmica de cinc es una técnica de aplicación por la cual se introduce alambre o polvo de cinc en una pistola aspersora térmica que convierte, por medio de una llama de gas o arco eléctrico, el alambre sólido o el polvo en gotitas de cinc derretidas que se propulsan rápidamente contra una superficie debidamente preparada. Cada forma en que se utiliza el cinc y cada fuente de calor tiene sus ventajas y desventajas. La técnica la más común de aspersión térmica en la actualidad es el alambre de cinc en la pistola con llama de gas.

De muchas maneras, el revestimiento de cinc por aspersión térmica contiene elementos de los revestimientos de baño en caliente y de los que se aplican mecánicamente. Cuando la partícula de cinc térmicamente rociada alcanza el sustrato de acero, se congela instantáneamente y se deforma alrededor del perfil de la superficie,

formando capas adhesivas encima de la escama muy fina. Debido al rápido calentamiento, fundición, y recongelación de las aleaciones térmicamente rociados, las microestructuras y fases presentes no son las que se hallan normalmente en los materiales que se enfrían más lentamente. Las estructuras son de grano muy fino y frecuentemente contienen cantidades considerables de fases eutécticas finamente divididas, que son las fases que se forman inmediatamente después de la solidificación, o a un punto justo debajo de la temperatura de fundición de la aleación.



Aplicación de cinc en la subestructura de un puente en Ohio; se anticipan 20 años de servicio sin mantenimiento.

El método de aspersión térmica para aplicar revestimientos de cinc requiere, sin embargo, algunas condiciones especiales y, por lo tanto, no sería siempre la solución ideal aun en casos que requieren protección de larga duración contra la corrosión. (El sustrato de acero a recubrir debe limpiarse a fondo y se necesita también una mano de obra adiestrada para lograr una buena aplicación. La mayor parte de los revestimientos por aspersión térmica requieren una capa impermeabilizante de baja viscosidad aplicada en el mismo

día en que se hace la aspersión térmica.)

Debido a algunas de estas exigencias, la aspersión térmica ha sido considerada en el pasado como un sistema de recubrimiento muy costoso. Considerando su costo inicial, puede que sea un poco más costoso que otros sistemas de revestimiento de cinc, según las comparaciones que se hagan; pero a largo plazo, es probablemente la más económica de las técnicas de recubrimiento de cinc. Estudios en el Reino Unido y en los EE.UU. han demostrado que, para la protección a largo plazo contra la corrosión de las grandes estructuras de acero que tienen una pequeña superficie en proporción a su peso, la aspersión térmica del cinc es la más económica.

**Espesores del recubrimiento de cinc
(en milímetros)**

Líquido aplicado

Galvanizado en baño caliente en lotes hasta 0,127

Galvanizado continuo por baño hasta 0,013

Aplicación electrolítica

Electroplateado hasta 0,025

Electrogalvanizado hasta 0,013

Aplicación de particulatas

Mecánicamente galvanizadas hasta 0,051

Pinturas ricas en zinc hasta 0,076

Aspersión térmica de cinc hasta 0,254

METALIZACION DE COMPUERTAS DE VERTEDERO

LA PRESA BLUE MESA

por Richard C. Girvani

La dependencia, Colorado River Storage Project del Bureau of Reclamation, encargada del almacenamiento de aguas del río Colorado, administró un contrato para la metalización de las compuertas de vertederos en la presa Blue Mesa realizada en septiembre y octubre de 1988.

Descripción del Sitio

La presa Blue Mesa está situada sobre el río Gunnison a unos 48 kilómetros de la población de Gunnison, Colorado. La presa consiste de un terraplén de tierra con núcleo impermeable que se eleva a 104 metros desde el lecho del río y tiene una coronación de 239 metros de largo. El vertedero consiste de una obra de toma controlada por dos compuertas radiales de 7,6 x 10,2 metros, una galería revestida de hormigón, una estructura de cubo volteador de hormigón y un cuenco amortiguador.

Descripción General del Trabajo

Los principales componentes del trabajo realizado bajo las especificaciones del contrato incluían:

1. La eliminación del recubrimiento existente de VR-6 en ambas caras de dos compuertas radiales de acero de 7,6 x 10,2 m y en las armaduras accesorias. La superficie total del recubrimiento removido era de aproximadamente 987 m², excluyendo la Modificación No. 3.
2. Preparación de las superficies por soplete abrasivo.
3. Aplicación del revestimiento de cinc (ARC) por aspersión térmica.
4. Aplicación de una capa superior de epoxi de poliamida a las superficies metalizadas.

Administración del Contrato

Las siete ofertas recibidas variaban de US\$79,300 a US\$155,072. La oferta la más baja, presentada por la empresa Coastal Coatings, Inc., sobrepasaba en casi US\$4,000 la estimación del ingeniero. El contrato

¹Richard C. Girvan es un ingeniero mecánico en la oficina regional Crecanti del Bureau of Reclamation, Montrose, Colorado

fue otorgado el 12 de agosto de 1988. El plazo límite para el acabamiento del trabajo era de 120 días.

Factores afectando el Contrato

1. Coastal Coatings no mandó a ningún representante al sitio de la obra antes de hacer su oferta. Esto dió lugar a malentendimientos que posteriormente condujeron a una modificación contractual (Modificación No. 3).
2. La antes mencionada modificación concernía la metalización de los sellos de las compuertas, las abrazaderas y el metal por debajo de los sellos. Esto comprendía la remoción de las grapas y sellos, la limpieza por soplete de las partes metálicas y la metalización de las mismas. El trato con el representante de Coastal Coatings fue muy difícil con respecto a los fondos adicionales necesarios para completar la obra. Se contaba con aproximadamente 22 m² de material suplementario que metalizar. Quedó resuelta la disputa entre el Bureau of Reclamation y Coastal Coatings con un acuerdo por la cantidad de US\$9,868, un promedio aproximado de US\$448/m².
3. Los equipos de trabajadores se presentaron en el sitio el 9 de septiembre de 1988, pero el capataz tuvo que obtener una tarjeta de primeros auxilios, lo cual ocasionó una demora de 5-1/2 días.

La Construcción

No se necesitaron viguetas durmientes porque el embalse estaba por debajo del umbral de las compuertas radiales. El contratista instaló redes de seguridad encima de la apertura del vertedero. Una lona empegada (marca Envirotarp) fue extendida encima de la red de seguridad. Esta lona servía para prevenir que abrasivos, utilizados para remover el recubrimiento de VR-6, penetraran en el vertedero. Los residuos abrasivos recogidos en el lienzo se bombeaban a una pila de desperdicios en la superficie por medio de un dispositivo neumático. Los residuos fueron luego removidos por un camión de carga frontal. Se ataron cuerdas de seguridad por encima del vertedero y se usaron cinturrones de seguridad para este trabajo. El contratista usó andamios neumáticos (marca Spider) para trabajar en las caras aguas arriba y aguas abajo de las compuertas. El aire para todas las operaciones estaba provisto por una compresora 1050 Rota-Screw de la marca Gardner-Denver.

Limpieza por Soplete y Metalización

Materiales abrasivos: arena de sílice, escorias de cobre y granate. El contratista no estuvo de acuerdo con las especificaciones tocante al

uso de arena de sílice o escorias de cobre como un abrasivo. Su argumento era que cualquiera de estos materiales daría el perfil requerido para el proceso de metalización. Las especificaciones estipulaban claramente que la arena de sílice o las escorias de cobre podían usarse para la limpieza inicial para remover el sistema VR-6, pero no se permitiría para la limpieza final. Las especificaciones, empero, no estipulaban cual tipo de abrasivo sería aceptable. Esta omisión causó un problema que atrasó el trabajo y requirió mucho papeleo para su corrección. La limpieza abrasiva debía de completarse permitiendo suficiente tiempo para cubrir con cinc toda la superficie limpiada cada día. Hubieron varias ocasiones en que dicha superficie no quedó cubierta con cinc debido a dificultades no previstas. Estas superficies fueron completamente inspeccionadas para detectar corrosión superficial y luego fueron limpiadas con cepillo y un abrasivo de granate para asegurar la debida preparación de superficie antes de la metalización. El cinc fue aplicado con un pistola de arco (Thermion).

La limpieza por soplete y la metalización empezaron el 21 de septiembre de 1988 y se completaron el 15 de octubre de 1988, o sea, en 25 días consecutivos de trabajo. Se utilizó un día para transferir las redes de seguridad y los andamios de un vertedero al otro. Se utilizaron más de 100 toneladas de abrasivos para remover la pintura VR-6. Había preocupación de que grandes cantidades de abrasivos habían posiblemente pasado por el lienzo protector y penetrado en las ranuras de ventilación del vertedero, por cuanto se realizó una inspección y se tomaron fotografías de la ranura. Se encontraron muy pocas cantidades de abrasivos, pero se sacaron unos 45 kilogramos de lodo y pequeñas piedras llevadas desde el vertedero.

Pintura

Capa superior - Epoxi de poliámide: imprimación verde y capa final gris

M-P-23331/1 F150 imprimación verde

M-P-23332/2 F151 capa final gris

La pintura empezó el 17 de octubre de 1988 y quedó completada el 26 de octubre de 1988, usando una bomba sellada desarrollando una presión de aplicación neumática de 211 kg/cm² a razón de 1:30/7kg/cm² en la boquilla de la pistola. Esta bomba hacía funcionar dos pistolas.

Un medidor del espesor de la pintura fue usado continuamente durante las aplicaciones. Cepillos y rollos de pintar se usaron en ciertas áreas. Una capa de imprimación (5 mils) y una capa de gris (5 mils) fueron aplicadas a todas las superficies metalizadas. Se siguieron las instrucciones del fabricante para el curado antes de

aplicar la capa superior. Se temía que el epoxi no se endurecería en las temperaturas frías del otoño; pero la temperatura nunca cayó debido de la recomendada temperatura para el debido curado entre capas.

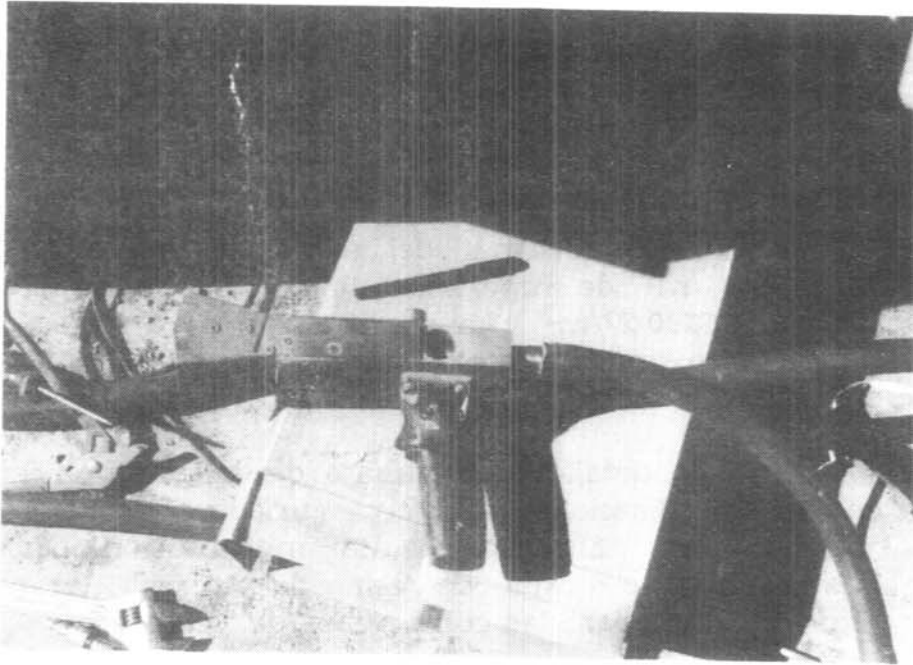
Se utilizaron las pautas del Departamento de la Marina Americana para medir la temperatura, humedad y punto de condensación.

Resumen

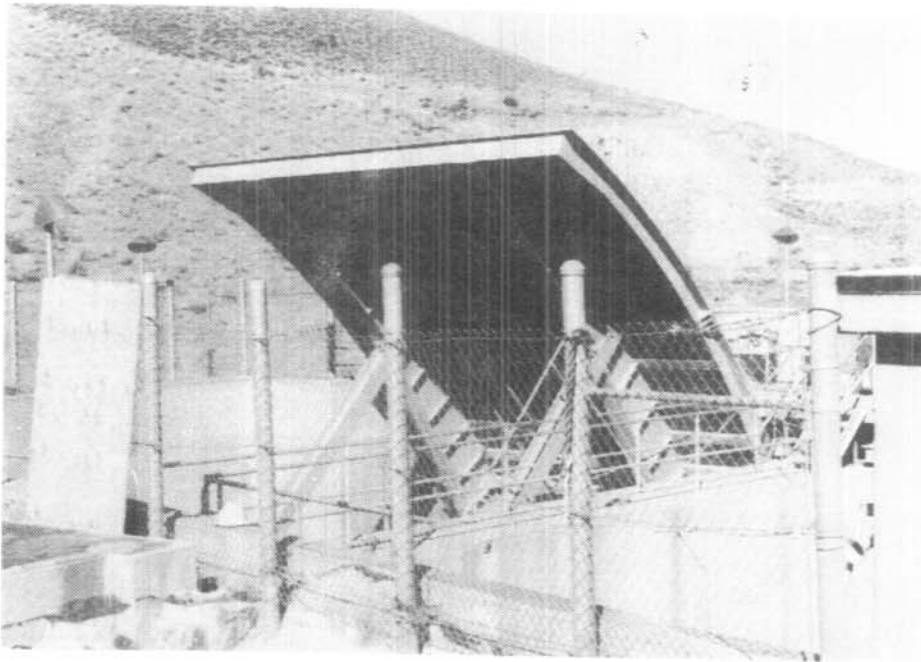
La obra, sin el trabajo adicional del sellado (Modificación No. 3) abarcaba unos 987 m² de superficie a un precio de oferta de US\$79,300, o sea, US\$80.27/m². La modificación para los sellos costó US\$9,868.13 para aproximadamente 22 m², o sea, US\$446.11/m². Esto aumentó el precio por metro cuadrado para el área total a US\$88.35.

Cabe notar que si los detalles del trabajo de sellado hubieran sido incluidos en las especificaciones, la oferta ganadora no hubiera sido mucho más elevada. El costo de la metalización podría ser comparable al sistema de 6 capas de resina de vinilo (VR-6) que es el sistema más utilizado para las compuertas de vertedero.

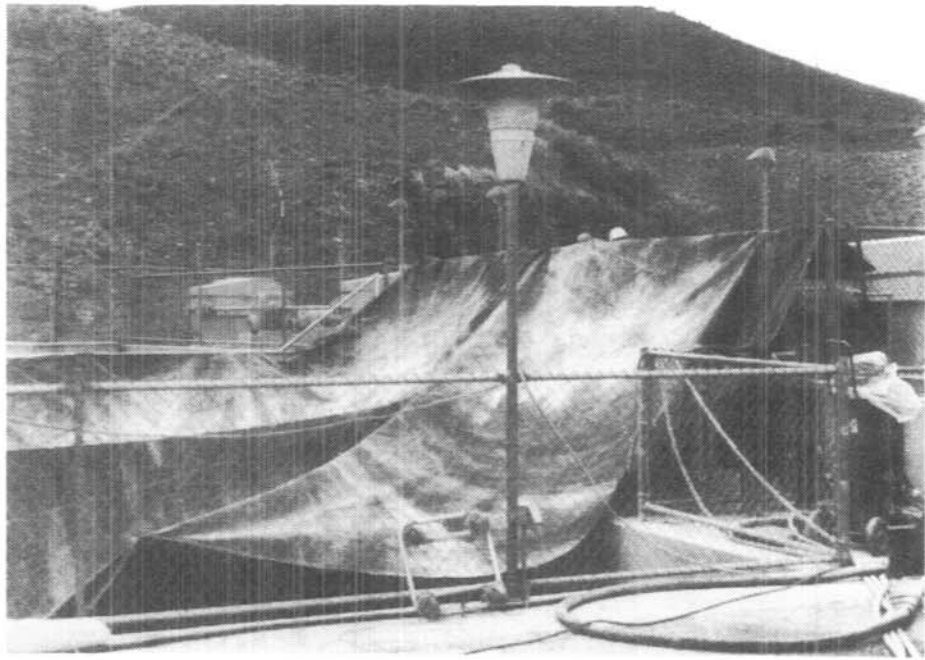
La oficina del Colorado River Storage ha adquirido un sistema de metalización de arco, guardado en la presa Glen Canyon.



Pistola de arco Thermion con boquilla aspersora.



Primera capa de imprimación de epoxi poliamide verde.



Lona empegada Envirotarp utilizada para contener abrasivos.



La metalización. La lona Envirotarp está colocada debajo del sitio de trabajo para recoger abrasivos y derrames

METALIZACION DE COMPUERTAS RADIALES - EL CANAL MCCLUSKY

por Gordon E. Johnson¹

En septiembre de 1988, se adjudicó un contrato a la empresa Stevens Welding Service, de Glenburn, Dakota del Norte, con un valor de US\$30,411, para la metalización de compuertas radiales en el canal McCluskey de la obra de derivación Garrison Diversion Unit. El contratista disponía de 330 días para completar la obra, con una fecha de acabamiento del 12 de septiembre de 1989.

El trabajo debía realizarse en la estación 2081+00, Sección 3A en el canal McClusky, a unos 30 kilómetros al noreste de la población de Wilton, Dakota del Norte.

Las especificaciones estipulaban limpieza por chorro de arena de las compuertas radiales en su enteridad, brazos, barras de sujeción, tablero eléctrico, y los conjuntos de elevadores de compuertas, exceptuando a los ejes de transmisión. Luego se debía aplicar metalización a todos estos elementos, salvo que para los elevadores y el tablero eléctrico existía la opción de pintura epoxi o metalización. El contratista hizo su oferta para la metalización de los conjuntos de elevadores y del tablero eléctrico.

Antes de adjudicar el contrato, el Gobierno había removido los cierres impermeabilizantes y las barras de sujeción y había elevado las compuertas a una posición en que los brazos superiores estaban a 190° vertical. En esta posición, se obstruyó la parte inferior de las compuertas con vigas dispuestas sobre la losa de cubierta. Las dimensiones de cara aproximadas de cada una de las compuertas eran de 6 metros de alto por 5 metros de ancho.

Las compuertas tenían una capa de pintura VR-6 en condiciones variando de buenas en ciertas partes a otras muy corroídas. Antes de empezar el trabajo en el sitio, el contratista había llevado las barras de sujeción a su taller en Glenburn para experimentar con la remoción de la pintura VR-6, notando que la arena silícea no eliminaba bien la pintura. El producto más eficaz fue la escoria de carbón, o "diamante negro", con abrasión de 20-40 Rc.

Las especificaciones estipulaban la recuperación de la arena usada para que no entrara ésta en el canal. El contratista optó por trabajar durante el invierno para que sus plataformas de trabajo y el sistema de recuperación de la arena estuvieran soportados por el hielo en el canal. El trabajo comenzó el 26 de febrero de 1989.

¹Gordon E. Johnson es un ingeniero residente empleado por la oficina regional Harvey Construction del Bureau of Reclamation en Harvey, Dakota del Norte.

El contrato comprendía arenado al soplete y metalización del equipo elevador de las compuertas, pero se suprimieron estos requerimientos posteriormente debido a la posibilidad de daños a los equipos. Hubiera sido necesario cubrir los motores para protegerlos contra la introducción de abrasivos, minimizar el daño a los cojinetes, etc., y luego preparar dichas superficies para una metalización posterior. Juzgamos que hubiera sido difícil realizar una preparación adecuada de la superficie para asegurar una buena adhesión y que para metalizar eficazmente este equipo, tendría que ser completamente desmontado y metalizado bajo condiciones de taller.

La máquina de soplete que fue utilizada, fabricada por Pauli & Griffin, tenía una presión de trabajo máxima de 8,75 kg/cm² y se empleó una manguera de 3,0 cm con boquilla de 2,0 cm para la mayor parte del trabajo. Para preparar la superficie en la parte posterior de las compuertas, se utilizó una manguera más pequeña y flexible con una boquilla de 0,64 cm para tratar las vigas dobles T y otras áreas de acceso difícil.

Después de completar el procedimiento inicial de arenado por soplete para remover el VR-6 y antes de la metalización, se cobijaron las compuertas con lonas soportadas por una armazón de metal para proteger la obra contra la intemperie.

El control de la preparación de las superficies, de los perfiles superficiales y de la humedad superficial es de gran importancia para asegurar la obtención de un producto metalizado satisfactorio. La preparación de la superficie antes de la metalización incluyó un soplado ligero de la superficie con arena silícea hasta alcanzar metal blanco (conforme al NACE No. 1), seguido por limpieza por soplador. En caso de estar la superficie contaminada con aceite, etc., se limpió con xileno antes del arenado. Nuestro inspector y los empleados del contratista siempre llevaban guantes blancos de algodón para minimizar la oportunidad de contaminar la superficie.

Para controlar el perfil superficial, se utilizó membrana "press-o-film" (manufacturada por Testex, Inc.). Con el uso del "diamante negro" se obtuvo una profundidad de perfil de 3 mil, satisfactoria para la adhesión del cinc.

Para controlar la posibilidad de humedad en la superficie, los psicrómetros son muy eficaces. No se debe aplicar ninguna capa hasta que la temperatura del aire marque un mínimo de 2,78°C arriba del punto de condensación de la superficie a ser recubierta.

Las especificaciones estipulaban para la metalización un alambre de cinc con una pureza mínima de 99,9 por ciento. El suministrador

fue METCO, Inc. de Westbury, Nueva York. La metalización fue realizada usando una pistola aspersora de llama, marca METCO, tipo IOE, alimentada por acetileno, con oxígeno controlado por indicadores de presión y de gasto, y el alambre de cinc alimentado a partir de un dispositivo en la parte trasera del aplicador.

El proceso de metalización empezó en marzo de 1987. Según las especificaciones, se debía aplicar un mínimo de dos capas de cinc con un espesor mínimo de 4 mil para cada capa. Se hicieron las aplicaciones en pequeñas secciones rectangulares con la capa inicial aplicada con un movimiento horizontal seguido por una capa aplicada verticalmente. Capas adicionales fueron aplicadas hasta obtener el espesor mínimo de 8 mil.

Inicialmente, el espesor de la capa se medía con un elcómetro Modelo 101 y un indicador magnético de capas Mikrotest. Estos instrumentos funcionaban bien en la cara frontal de la compuerta. Sin embargo, al metalizar la parte trasera, ocurrían lecturas inconsistentes, especialmente en la proximidad de los reforzadores de vigas. Las lecturas incorrectas se debían a la influencia magnética de las grandes masas de metal. Encontramos que un medidor electrónico de espesores equipado con una sonda remota de tipo inducción nos daba una lectura exacta del espesor de la capa en cualquier lugar.

Durante la metalización, el contratista notó que se utilizaba más cinc de lo que recomendaba el fabricante. Esto se debía en parte al hecho de que, efectivamente, muchas superficies recibieron capas mucho más espesas que los 8 mil. Además, la falta de experiencia del equipo, y la configuración del acero en la parte posterior de las compuertas donde la pistola no se podía sostener perpendicularmente a la superficie en varios lugares de difícil alcance, produjeron bastante deformación del cinc. La pistola metalizadora debe mantenerse en sentido perpendicular a la superficie que se va recubriendo para asegurar un revestimiento uniforme y minimizar rebotes o deflexión del metal. Al mantener la pistola a unos 15 cm de la superficie a metalizar, se obtenía un recubrimiento más uniforme con un mínimo de rebote; a más distancia, se perdía bastante metal en el rebote.

Al completarse la metalización, se aplicó una capa selladora de butil vinilo y aluminio vinilo. Además, para proteger la superficie en el área del cable, una banda de 46 cm de ancho y 40 mil de espesor de poliuretano elastómero en cada borde vertical de ambas compuertas radiales fue aplicada. En esta parte se aplicó una capa selladora de uretano de fosfato de cinc directamente a la superficie metalizada para proveer un perfil mínimo de 2 mil para asegurar una buena adhesión del elastómer.

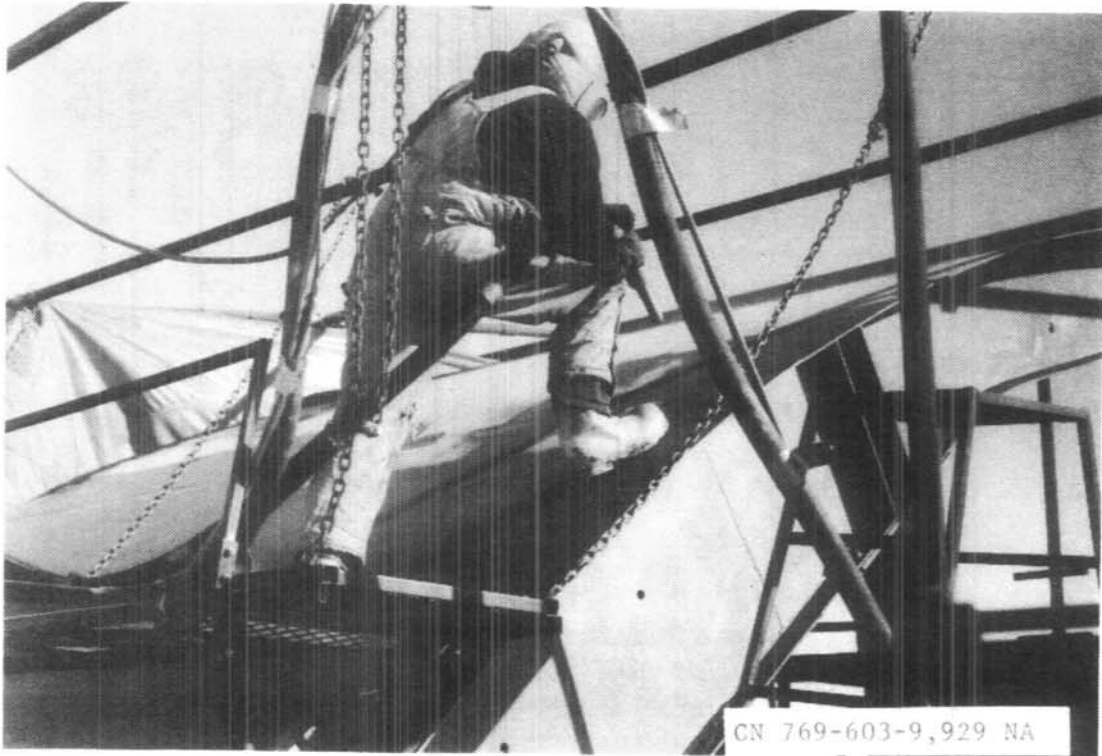


Foto 1.- El Canal McCluskey. Se utiliza un abrasivo de escoria de carbón para quitar la pintura VR-6 de la cara exterior de la compuerta sur en la Sección 3A, New Johns Lake. 4/3/89



Foto 2.- Canal McCluskey. Aplicación de la capa selladora de aluminio vinilo al interior de la compuerta radial sur en New Johns Lake. 8/3/89



Foto 3.- Canal McClusky. Aplicación del cinc sobre la compuerta Norte. Nótese la posición de la pistola metalizadora. 8/3/89



Foto 4.- Aplicación de la capa inicial de alambre de cinc por aplicador Metco de gas. La sección de 61 cm de ancho había sido limpiada por arenado antes de la metalización. Se alimenta el alambre por la parte trasera del aplicador, con el acetileno y el oxígeno provistos por las mangueras adaptadas al aplicador.

ADVERTENCIA TOCANTE A LOS REVESTIMIENTOS POR ASPERSION TERMICA EN LA REPARACION O PROTECCION DE TURBINAS O BOMBAS GRANDES CONTRA LA CAVITACION¹

Los revestimientos de alambre derretido o polvo, aplicados por aspersión térmica usando pistola de llama, arco eléctrico o plasma se venden actualmente como alternativas a las técnicas convencionales de soldadura en la aplicación de sobrecapas de aleaciones de acero inoxidable y estelitas resistentes a la cavitación.

La mayor desventaja de las capas de aspersión térmica es la relativamente baja fuerza de adhesión al metal padre. Cuando más, un fabricante pretende una posible fuerza de adhesión de 844 kg/cm². Otros afirman que 633 kg/cm² sería demasiado optimista. Una sobrecapa aplicada por procesos convencionales de soldadura o MIG (soldadura de metal por gas inerte) queda soldada al metal padre y, por lo tanto, tiene una fuerza de adhesión igual a la resistencia del metal padre, o sea, 4921 kg/cm².

Se buscaron datos en la literatura sobre pruebas de campo y laboratorio tocante a la eficacia de los recubrimientos de aspersión térmica en ambientes de cavitación. Varias fuentes mencionaron bastante erosión o fallas por deslaminación de todas las capas de aspersión térmica probadas, o sea, capas de estelita y una variedad de capas de aleaciones de acero inoxidable. No se encontró ningún caso de aplicaciones satisfactorias en un ambiente cavitante.

Además, los revestimientos de aspersión térmica son porosos. Sin una imprimación de epoxi, de pintura o elastómera, el agua penetra y puede causar erosión en el metal padre debajo de la capa. Una imprimación no resiste a la cavitación por mucho tiempo. Si la aplicación térmica es con un metal muy duro tal como el estelita, sellado con epoxi, toda remoción posterior del residuo para efectuar reparaciones con soldadura podría ser difícil puesto que el epoxi no es conductivo para arco por aire y el estelita es difícil de moler.

Para cavitación al interior de turbinas y bombas grandes, recomendamos aplicar aspersiones térmicas primero a una pequeña área accesible para experimentar. Los materiales y los procedimientos deben ser bien documentados y se deben realizar inspecciones frecuentes.

Nos interesaría conocer cualquier experiencia que los lectores hayan tenido con los revestimientos de aspersión térmica sobre turbinas y bombas grandes.

¹Extracto de una nota del 2/6/89, dirigida a todos los Directores Regionales por Bill Duncan, Ingeniero Mecánico, Bureau of Reclamation, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225 U.S.A.

**ENFOQUE EN LA PRESA BARTLETT
Y SU EMBALSE
Salt River Project, Arizona**

La presa Bartlett, construida en 1936-1939 por el Bureau of Reclamation, es una obra de bóvedas múltiples de hormigón, situada sobre el río Verde a unos 74 km al noreste de Phoenix, Arizona. Su altura estructural es de 87 m, contiene 139.000 m³ de hormigón y forma un embalse con una capacidad de 219.559.000 m³. El Distrito de Energía y Mejoramiento Agrícola de Salt River está encargado de la explotación de la presa.

Se reemplazaron las dos válvulas de aguja originales de 168 cm de diámetro situadas en obras de desagüe, con dos válvulas de cono fijo de 200 cm con caperuzas deslizantes que funcionan en forma satisfactoria. Se hicieron pruebas en diciembre de 1988, y febrero y abril de 1989. La descarga máxima se limita a aperturas de válvulas del 75 por ciento, en cuyo punto el control se traslada a las válvulas mariposa de 183 cm aguas arriba. (El Boletín No. 144 contiene información sobre el reemplazo de válvulas de aguja)

Un artículo sobre la reparación del desgaste por erosión debajo del vertedero aparece en el Boletín No. 139, página 24.

Recreo

El embalse Bartlett es utilizado todo el año para lanchas de paseo y la pesca del barbo de canal.

Beneficios

El riego ha transformado una parte del desierto de Arizona en tierras de cultivo fértiles, con millones de dólares de cosechas producidas anualmente. Muchos campos producen dos cosechas al año. Los principales cultivos son la luzerna, algodón, frutas, vegetales y pasto.

Historia

En tiempos prehistóricos, ya se regaba y cultivaba una gran parte del valle Salt River, la que fue abandonada con la aparición de los primeros blancos. El riego del valle por colonos blancos empezó a eso de 1867. El régimen del río era errático, variando de una pequeña corriente de agua a fuertes crecidas. Poco después de la colonización, y sobre todo en los años de sequía, no había agua suficiente para las tierras en cultivo. Los caudales fluviales en exceso de las necesidades inmediatas o de la capacidad de los canales se perdían, debido a la falta de almacenamiento. Los azudes contruidos con ramaje o piedras presentaban un problema porque se lavaban en el comienzo de una creciente y no se podían reemplazar sino hasta que el nivel del agua rebajara en el río. Los años de buenos abastecimientos de agua iban seguidos por años de sequía, causando pérdidas de valiosos viñedos y vergeles.



Figura 1.- Vista de la Presa Bartlett con la residencia del operador en el centro.
29/1/64



Figura 2.- La Presa Bartlett con el embalse lleno y una descarga de los vertederos de aproximadamente $396 \text{ m}^3/\text{seg}$. 15/4/41

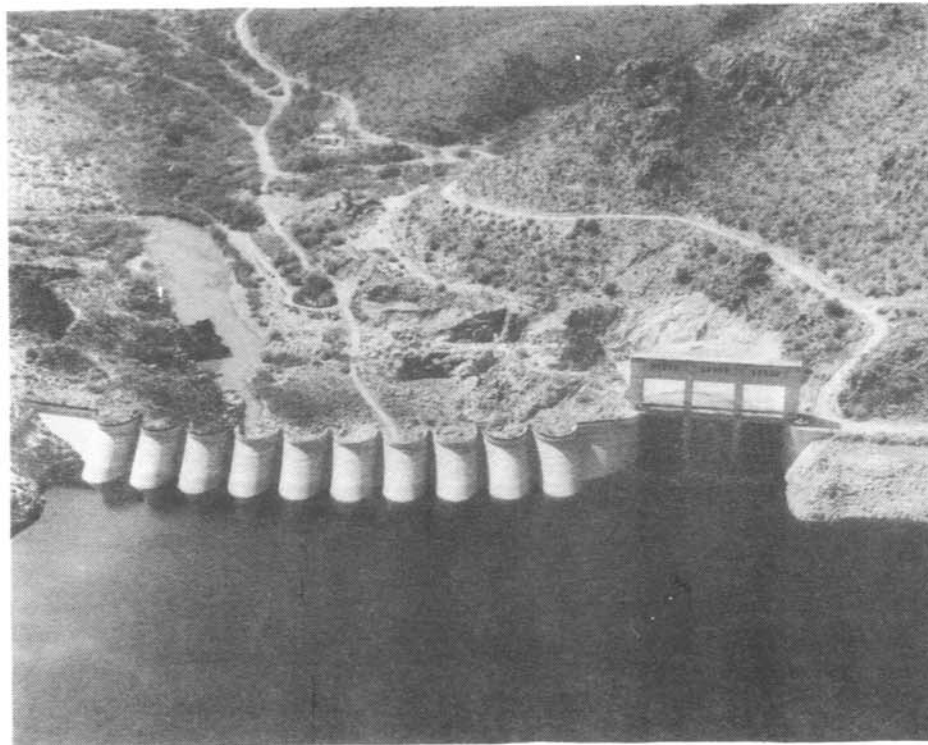


Figura 3.- Vista aérea aguas arriba de la Presa Bartlett
21/3/74



Figura 4.- Vista aérea de la Presa Bartlett mostrando
una descarga aproximada de $1980 \text{ m}^3/\text{seg}$
saliendo del embalse llenado por recientes
aguaceros. 3/3/78



Figura 5.- Vista aérea aguas abajo de la Presa Bartlett y el embalse. 3/9/76



Figura 6.- Vista aérea del embalse Bartlett con la presa a la izquierda. 3/9/76.

INFORME TOCANTE AL INDICE DE COSTOS

En los últimos 3 años, el índice de costos O&M (operación y mantenimiento) ha sido incluido en la edición de diciembre de este Boletín. Este año, se ha decidido que el índice sería preparado por separado.

Ejemplares estarán disponibles en las oficinas regionales y en la oficina de Denver del Bureau of Reclamation, code D-5210, para fines del año de 1989.

La Misión del Bureau of Reclamation

El Bureau of Reclamation, dependencia del Departamento del Interior de los Estados Unidos, es responsable del desarrollo y conservación de los recursos hidráulicos del país en el Oeste de los Estados Unidos.

El propósito original del Bureau, o sea "disponer el desarrollo de las tierras áridas y semi-áridas del Oeste", hoy en día cubre una amplia gama de funciones interrelacionadas. Estas incluyen suministrar fuentes de aguas municipales e industriales; generación de energía hidroeléctrica; agua de riego para el uso agrícola; mejoramiento de la calidad del agua; control de avenidas; navegación fluvial, regulación y control de ríos; enriquecimiento de la fauna y peces; actividades deportivas al aire libre; y la investigación en diseños hidráulicos, construcción, materiales, control de la atmósfera y energía eólica y solar.

Los programas del Bureau son frecuentemente el resultado de una estrecha cooperación con el Congreso de los Estados Unidos, otras agencias federales, los gobiernos estatales y locales, instituciones académicas, organizaciones de usuarios de agua y otros grupos interesados.

El propósito de este Boletín es el de servir como un medio de intercambio de información sobre la explotación y el mantenimiento. Su éxito depende de la participación de los lectores en obtener y someter ideas nuevas y provechosas de E&M

Ponga de relieve la ingeniosidad de su Distrito o Proyecto con la publicación de un artículo en el boletín. Comuníquese con nosotros pronto!