

3. REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS DE LA RED MATRIZ

Con base en la investigación adelantada durante la primera fase del presente estudio, Evaluación del estado de la Red Matriz de Acueducto y lo que va corrida de la segunda fase sobre Identificación de Sitios Críticos, se pudo determinar que el mantenimiento dado a todas las válvulas del sistema red matriz se presta solo para algunos casos en particular y el mismo no corresponde a la ejecución de un plan previamente establecido y basado en los resultados obtenidos de una inspección periódica y rutinaria de las válvulas y demás accesorios, donde previamente se deben diagnosticar cada uno de los problemas particulares de cada elemento para de esta manera proceder a su mantenimiento. Es importante recalcar que este plan debe contar con un seguimiento y control de todas sus actividades y resultados.

En el numeral 9.7.2. del informe de la Actividad No. 4, Análisis Detallado de la Red Matriz, se presentaron las recomendaciones para la implementación de un programa de inspección y mantenimiento rutinario de las válvulas del sistema red matriz, basado en la realización de inspecciones periódicas para la verificación de su estado de operación; la información recopilada en estas inspecciones servirá de punto de partida en la implementación de un plan de mantenimiento de válvulas.

En este numeral se hará una descripción de los procedimientos técnicos para la rehabilitación de válvulas, que pueden ser implementados para su utilización en el sistema red matriz del acueducto de Bogotá D.C, algunos de carácter general y otras dedicados a unas válvulas muy específicas, lo anterior ante la dificultad de describir para cada una de las marcas, modelos y tipos de válvulas un procedimiento en particular.

Los procedimientos descritos se encuentran en concordancia con lo indicado en el numeral 1 del presente informe, en donde se define al mantenimiento como una actividad de rehabilitación, máxime cuando este puede incluir la renovación del elemento.

3.1. REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS

La rehabilitación de válvulas incluye la renovación del elemento por medio del cambio de algunas piezas y la recuperación de las condiciones para las otras o su reemplazo total por una válvula completamente nueva.

La programación de los trabajos de renovación incluye la reserva adecuada de repuestos y la implementación de los trabajos de taller que incluyan actividades como mecanizado, metalizado, soldadura para la recuperación de las piezas y la fabricación de algunas otras.

Se debe tener en cuenta que si se trata de una renovación, los respectivos fabricantes deben proveer los paquetes de repuestos originales. Por la diversidad de marcas, modelos y la antigüedad de muchos de los elementos instalados en la red matriz, se tiene que para muchas válvulas no se consiguen dichos repuestos en el país, en vista de que las marcas no cuentan en la actualidad con representación nacional o los modelos fueron dejados de fabricar hace varios años. Algunas marcas poseen kits de reparación para válvulas, en sus casas matrices de Europa o Estado Unidos, pero para los diámetros menores o iguales a 24 pulgadas, su importación resulta más costosa que la adquisición del elemento completamente nuevo, en estos casos se recomienda el reemplazo de la válvula.

Así por ejemplo, el Kit de repuestos para la renovación de una válvula de mariposa de 16 pulgadas tiene un valor promedio puesto en Bogotá D.C., de US \$2.400,00 dólares americanos, mientras que la misma válvula completamente nueva y en el mismo lugar tiene un valor cercano a los US \$2.100,00 dólares.

Si se trata de la renovación de la válvula se deben seguir como mínimo los siguientes pasos en campo:

1. Retiro del elemento.
2. Traslado de la válvula al taller.
3. Desmante de piezas.
4. Ajustes, reparación y/o cambio de piezas.
5. Montaje de piezas.
6. Pruebas hidrostáticas.
7. Traslado al sitio de instalación.
8. Instalación.

Cuando el elemento es reemplazado por uno completamente nuevo y este cumple con las normas de fabricación y ensamble establecidas para el tipo de servicio requerido y además ha sido seleccionado adecuadamente de acuerdo con los parámetros de la operación, su instalación puede hacerse directamente, previo retiro del elemento existente e inspección de su estado para verificar que no sufrió desperfectos durante el desplazamiento.

Eventualmente se puede necesitar de la adecuación del espacio, entre los dos extremos de la tubería, dejado por la válvula retirada, el cual puede ser de diferentes dimensiones del requerido por la válvula nueva, en estos caso se inserta un niple bridado como suplemento si el espacio es más grande o se recorta el extremo de la tubería y se suelda una brida si este es muy pequeño.

En las válvulas de diámetros grandes (>24") o en válvulas muy especiales como las de chorro múltiple y chorro anular, se requiere una programación detallada de su reparación; en estas válvulas los costos de cambiarla y los tiempos de entrega por los fabricantes son muy altos y pueden ser determinantes para la continuidad del servicio.

3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS EN TALLER.

Este procedimiento indica los pasos y acciones tendientes a rehabilitar en taller válvulas de mariposa, válvulas de compuerta y válvulas de ventosa. Se discrimina este procedimiento para estos tipos de válvulas, en vista de que las mismas son las más representativas de todas las instaladas en el sistema.

3.2.1 VÁLVULAS DE MARIPOSA

Generalmente este tipo de válvula se encuentra instalada además de controlar el caudal para permitir el corte del flujo. Una vez han sido diagnosticados los problemas, consultados los planos de fabricación y programados los respectivos trabajos, tanto de taller como de solicitud de repuestos se procede de la siguiente manera, previo aislamiento del tramo de tubería donde se encuentra instalada la válvula.

El número que aparece al lado de las piezas de la válvula que se mencionan, esta referido a los esquemas o despieces adjuntos.

1. Retiro de la válvula de la línea, se debe instalar un carrete provisional o una válvula gemela de manera temporal mientras la válvula original es nuevamente instalada.
2. La válvula se debe trasportar en posición de cerrado, en dirección vertical y colocada sobre los soportes o pie de apoyo (10).
3. Una vez es recibida en taller se marca indicando el fabricante, modelo, año de instalación, daño presentado.
4. Se alista el kit de reparación que generalmente y dependiendo del tipo de fabricante, esta conformado por juego de sellos para montar disco (7), juego de tornillería, juego de bujes (4), juego de espaciadores y juego de empaques (9).
5. Se hace inspección visual a la válvula marcando y relacionando todos los puntos de interés según el inspector.

6. Se limpia la válvula con chorro de agua a presión.
7. Se desmonta la caja de operación, que generalmente incluye el volante.
8. Se procede al desmontaje de las diferentes partes de la válvula, tales como caja de engranajes (11), retenedores, ejes (6) y disco (2), inspeccionándolas, marcándolas y precisando el tipo de trabajo a realizar.
9. Se limpia con chorro de arena la carcasa o cuerpo de la válvula (2), si se requiere se refrentan las bridas al torno, para eliminar defectos por golpes o corrosión; en ningún momento las dimensiones finales de la válvula se deben salir de los límites establecidos por norma para estos elementos.
10. Se rectifican los agujeros roscados.
11. Se inspecciona el cuerpo de la válvula (2), tratando de encontrar fisuras o daños que se salgan del concepto de reparación, de hallarlos la válvula se desecha y se informa al propietario para que implemente el cambio definitivo del elemento.
12. Si no se presentan daños como los mencionados en el numeral anterior, se procede a pintar la carcasa interiormente, con un producto adecuado al fluido a manejar, generalmente se utilizan pinturas epóxicas (Tipo Amerlock 400 o similar), con diferente color tanto para la parte interior como exterior.
13. Se limpian y lubrican los alojamientos de ejes en el cuerpo (1) y el disco de la válvula.
14. Se instalan los ejes (6), pines y demás elementos de sujeción, verificando su correcta posición.
15. Se instalan sellos, anillos, empaquetaduras (9), separadores, distanciadores y demás elementos requeridos para la operación de la válvula.
16. Se ajustan y verifican todos los empaques de cuerpo de la válvula.
17. Se verifica dimensionalmente la válvula armada y se chequea contra dimensiones de norma.
18. Se colocan tapones y acoples necesarios para ejecutar pruebas hidrostáticas en la válvula.
19. Se efectúa prueba hidrostática al cuerpo de la válvula, en posición de abierto, la presión, tiempo de prueba y control de volúmenes de fuga se deben comparar contra las normas establecidas al respecto.
20. Se efectúa prueba de estanqueidad al sello, esta prueba también se debe regir por las normas establecidas para el efecto.

21. Se entrega la válvula rehabilitada, acompañada por los protocolos de las pruebas y una relación de los trabajos y materiales empleados en la rehabilitación del accesorio.
22. Se procede a la instalación de la válvula.

En la figura 3.2.1. se muestra el esquema típico de una válvula de mariposa, como las que se encuentran instaladas en la red matriz. En la figura 3.2.2 se muestra el despiece típico para una válvula de cono como las instaladas en la red matriz y las cuales cumplen funciones similares a realizadas por las válvulas de mariposa.

3.2.2 VÁLVULA DE COMPUERTA

Generalmente se utilizan como válvulas de purga y como válvulas de cierre. Una vez se han ejecutado los trabajos previos hasta el aislamiento del tramo, se procede de la siguiente manera:

1. Desmontaje de la válvula.
2. Transporte de la válvula al taller de rehabilitación.
3. Recepción de la válvula reseñando los datos de diámetro marca presión y otros que puedan ser necesarios.
4. Inspección visual de la válvula, marcando y relacionando los puntos de interés de acuerdo al inspector.
5. Se desmontan todos los elementos de la válvula incluyendo vástago (3) con empaquetadura (10), compuertas (2) y topes , inspeccionándolos y verificando estado y tipo de trabajo a realizar.
6. Si se requiere se refrentan las caras de las bridas (1), sin sobrepasar las dimensiones de norma.
7. Se pulen y ajustan asientos (11) y sellos en la compuerta y el cuerpo de la válvula (1).
8. Se limpia con chorro de arena o granalla el cuerpo (1), bonete (2), prensaestopas (20) y compuerta (4); las superficies blandas y las roscadas deben ser protegidas de la acción abrasiva del método de limpieza.
9. Se pinta interior y exteriormente con pinturas epóxicas, tipo Amerlock 400 o similar.

10. Se limpian, engrasa y montan los elementos de la válvula ya reparados. Se monta bonete (2), empaques (6) y se ajustan los tornillos (14) verificando los torques de ajuste.
11. Se hace prueba hidrostática y de estanqueidad al cuerpo de la válvula y al sello de la compuerta, todo de conformidad con las presiones y tiempos de norma, para estos ensayos.
12. Se entrega la válvula rehabilitada, acompañada por los protocolos de las pruebas y una relación de los trabajos y materiales empleados en la rehabilitación del accesorio.
13. Se instala nuevamente.

Como ya se mencionó las válvulas de compuerta son utilizadas frecuentemente para que cumplan la función de permitir el drenado de las tuberías o purgas. Dentro de la investigación adelantada se encontró que su estado general es crítico, debido a la falta de un mantenimiento de la válvula, al descuido en la limpieza y deficiente drenaje de las cámaras; esto ha generado pérdida de la protección anticorrosiva, corrosión en los tornillos del cuerpo de la válvula y de la junta bridada que la une a la red, también se presenta corrosión en la unión mecánica que se emplea dentro de los esquemas de instalación.

En la parte de operación suelen presentarse problemas al abrir o cerrar la válvula, por oxidación de las partes metálicas en especial el prensa estopas y el vástago de la válvula que puede llegar a producir rotura o torcimiento del vástago.

Es frecuente que la válvula de cheque que se coloca en la descarga de la purga, esté llena de sedimentos, basura y raíces dificultando el buen funcionamiento del sistema.

Normalmente el diámetro de las válvulas de purga se encuentra entre 2" y 16", la EAAB generalmente lleva a cabo el reemplazo de estas válvulas, para lo cual se recomienda dar prioridad a las válvulas de purga instaladas en las redes matrices de mayor diámetro y a que tengan mayor tiempo de instalación, en consecuencia, la prioridad podría estar encabezada por las siguientes líneas, aunque la secuencia final obedecerá al programa estructurado de rehabilitación:

- ♣ CC9003, Tibitoc-Usaquén de 60",CCP. Instalada en el año de 1956, tiene instaladas 38 purgas de 16".
- ♣ RD284205, Silencio-San Diego-Parque Nacional de 42",CCP. Instalada en el año de 1970, tiene instalada 1 purga de 12".
- ♣ RM78001, Tibitoc-Casablanca de 78",PCCP. Instalada en el año de 1970. El tramo desde la Av. Boyacá por Calle 80 al sur tiene instaladas 22 purgas de 16".
- ♣ RD1442007, San Diego-Zona Intermedia II de 42", CCP. Instalada en el año de 1973, tiene instaladas 6 purgas, 4 de 4" y 2 de 6".
- ♣ RM36012, Av. Américas-Escuela Militar de 42" y 30", CCP. Instalada en el año de 1965, tiene instaladas 4 purgas de 6 pulgadas.

En la Figura 3.2.3 se ilustra el despiece típico de una válvula de compuerta, como las instaladas en el sistema red matriz.

3.2.3 VÁLVULAS DE VENTOSA

Se debe tener en cuenta que la rehabilitación de las ventosas incluye la rehabilitación de la válvula de cierre instalada antes de la ventosa. Si en la inspección previa se detecta daño en la válvula de cierre, la misma debe ser cambiada. Para las válvulas de ventosa se procede de la siguiente manera una vez se ha programado su rehabilitación.

1. Desmonte y transporte del elemento al taller de rehabilitación.
2. Recepción e inspección del accesorio a rehabilitar, marcando y relacionando los puntos de interés señalados por el inspector.
3. Desmontaje e inspección de los elementos del accesorio.
4. Preparación de los flotadores de repuesto, los bujes, guías y sellos necesarios para la rehabilitación. Limpieza con chorro de agua todos los elementos del accesorio.
5. Si se requiere se pueden refrentar las bridas, sin sobrepasar los límites dimensionales de norma.
6. Se practica prueba hidrostática al cuerpo de la ventosa.

7. Se pinta el cuerpo de la ventosa, con la pintura indicada por norma.
8. Se montan los flotadores, empaques, guías, tornillería, para el armado del accesorio.
9. Se verifican los torques de apriete de la tornillería.
10. Se efectúa prueba hidrostática para verificar el sello de los flotadores, esta prueba esta de acuerdo con las normas establecidas para estos ensayos.
11. Se entrega la válvula rehabilitada, acompañada por los protocolos de las pruebas y una relación de los trabajos y materiales empleados en la rehabilitación del accesorio.

Otros aspectos importantes a tener en cuenta en la rehabilitación de las ventosas son los siguientes:

1. Debido a la antigüedad de algunas válvulas, es posible que no se encuentren en el mercado los flotadores de caucho originales para del tamaño requerido según el tipo de la ventosa, en estos casos se requiere de su fabricación de acuerdo a las normas AWWA y ASTM.
2. El asiento de sello en los orificios para entrada / salida de aire, se deben limpiar y lijar, cualquier aspereza que se presente puede afectar el correcto sello de la válvula.
3. Se debe colocar entre la tapa de orificios y el cuerpo de la válvula un empaque nuevo.
4. Se debe instalar la tapa de protección en la parte superior sobre la tapa de orificios. De esta se protege al flotador de la acción directa de los rayos del sol, cuando las tapas de las cámaras se rompen y de la caída de mugre y basura que obstruye los orificios de venteo.
5. La pintura de protección contra la corrosión debe ser aplicada después de eliminar el polvo, la grasa y los descascamientos de pintura vieja del cuerpo de la válvula. Si la pintura se aplica con la ventosa armada se debe evitar que la pintura fresca entre en contacto con el flotador.
6. La válvula de cierre debe accionarse periódicamente, abriendo y cerrando un 10% del recorrido de la compuerta. Las válvulas de cierre en las ventosas deben trabajar permanentemente abiertas.

A continuación se relacionan algunas líneas en las que se pudo determinar que requieren de la rehabilitación de las ventosas instaladas y con las cuales se puede empezar este

trabajo, aunque su secuencia será definida por el programa estructurado, en el cual se involucran todas las líneas que ameriten la rehabilitación de sus accesorios.

- ♣ CC9003, Tibitoc-Usaquén de 60”, CCP. Instalada en el año de 1956, tiene instaladas 42 ventosas de 4”.
- ♣ RD284205, Silencio-San Diego-Parque Nacional de 42”, CCP. Instalada en el año de 1970, tiene instaladas 1 ventosa de 4”.
- ♣ RM78001, Tibitoc-Casablanca de 78”, PCCP. Instalada en el año de 1970. El tramo desde la Av. Boyacá por Calle 80 al sur tiene instaladas 21 ventosas de 8”.
- ♣ RD1442007, San Diego-Zona Intermedia II de 42”, CCP. Instalada en el año de 1973, tiene instaladas 4 ventosas de 4”.
- ♣ RM36012, Av. Américas-Escuela Militar de 42” y 30”, CCP. Instalada en el año de 1965, tiene instaladas 4 ventosas de 4”.

En la Figura 3.2.4 se muestra una válvula de ventosa, como algunas de las instaladas en la red matriz de acueducto.

3.3. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS EN TALLER

Para una descripción detallada del procedimiento de rehabilitación de una válvula se debe tener en cuenta las características particulares de cada elemento, tales como su marca, modelo, tipo, número de serie, presión de trabajo, torque de operación y especialmente los planos de fabricación y de montaje o en su defecto contar con la asesoría profesional y directa del fabricante ya que las dimensiones de cada pieza, el tipo de material del que esta fabricada, así como las normas de diseño y fabricación de cada válvula deben ser respetadas y conservadas para garantizar su buen funcionamiento posterior.

Con base en la experiencia obtenida con la rehabilitación de la línea Tibitoc - Casablanca a continuación se presenta la descripción del proceso o método para la rehabilitación de algunas válvulas en particular. Los procedimientos descritos a continuación fueron seguidos por la firma American Pipe and Construction Intl para la rehabilitación de las válvulas instaladas en la línea mencionada.

3.3.1 REHABILITACIÓN VÁLVULA DE MARIPOSA MARCA BLAKEBOROUGH 60"

Una vez han sido tomadas las medidas necesarias para aislar el tramo de tubería y proceder con su retiro se procede de la siguiente manera:

1. Retiro de la válvula.
2. Transporte de la válvula hasta el taller de reparación.
3. Preparación del kit de reparación conformado por: Sello de neopreno para montar disco, anillo retenedor del sello en acero inoxidable, asiento para sello en acero inoxidable, juego de tornillos en acero inoxidable para fijación del anillo retenedor, juego de tornillos en acero inoxidable para la fijación del asiento, juego de bujes soporte para los ejes motriz y de base, juego de espaciadores para los bujes soporte de los ejes motriz y de base, empaque O-ring para el eje de base y empaque O-ring para la unión en el asiento.
4. Realización de una inspección visual del estado general y se marca la válvula con un sistema que no se borre fácil.
5. Durante todo el procedimiento se deben tener en cuenta los planos de ensamble suministrados por el fabricante, J. Blakeborough & Soons Ltd. Brighthouse.
6. Limpieza con agua todas las superficies expuestas de la válvula.
7. Desmonte de la caja reductora de primera etapa que incluye el volante.
8. Desmonte de la caja de engranajes manual, el distanciador, la empaquetadura, la tapa final, el O-ring y la placa de empuje.
9. Retiro de los tapones de Araldite que llenan las cavidades en las que están alojados los pines que aseguran al disco.
10. Retiro de los tornillos del disco que aseguran al anillo retenedor del sello de neopreno.

11. Retiro del anillo retenedor, el sello de neopreno y se limpia su alojamiento en el disco.
12. Retiro de los tornillos de fijación que mantienen en su sitio el asiento.
13. Retiro del asiento del cuerpo y limpieza de su alojamiento.
14. La válvula se coloca en posición horizontal sobre un soporte y apoyada en la brida, con las cabezas de los pines que aseguran el disco hacia arriba.
15. Aseguramiento del disco por debajo con los apoyos de altura ajustable.
16. Retiro de los tapones macho y los pines, para su limpieza y lubricación.
17. Extracción del eje trasero y el eje motriz, para su limpieza y lubricación.
18. Aseguramiento de los tornillos en la brida superior del cuerpo de la válvula y retiro del cuerpo del soporte, el disco debe quedar sobre los soportes de altura ajustable.
19. Sacado de los bujes soporte los ejes y los distanciadores.
20. Protección de los alojamientos de los ejes en el cuerpo y en el disco con tapas, y se colocan los anillos protectores en los alojamientos del asiento y del sello de neopreno.
21. Limpieza con granalla el cuerpo, el disco, la caja de engranajes, la tapa final y el distanciador.
22. Aplicación de la pintura epóxica del color previamente seleccionado. Se recomienda usar diferente para el interior y exteriormente.
23. Refrentación de las caras de las dos bridas para eliminar los defectos superficiales que existan debidos a la corrosión. Se hace por medio de un torno vertical.
24. Si en la superficie de contacto entre el asiento y el cuerpo existe corrosión se debe refrentar hasta obtener una superficie lisa que permita el ajuste adecuado. Si la profundidad del maquinado es superior a 1 mm debe usarse un empaque de "Non Asbestos Fibre" que comprimido tenga un espesor que oscile entre el espesor del material retirado y 1 mm menos.
25. Si los agujeros roscados del cuerpo que reciben a los tornillos de fijación del asiento se encuentran corroídos se amplía su diámetro a 5/8" rosca ordinaria y se usan tornillos de 5/8" acero inoxidable en esos agujeros. En este caso se amplía también a 3/4" de diámetro los agujeros pasantes correspondientes en el asiento.
26. Limpieza y lubricación de los alojamientos de los ejes en el cuerpo y en el disco.
27. Instalación de un nuevo juego de bujes soporte y un juego de distanciadores.

28. Colocación del cuerpo de la válvula en posición horizontal sobre su soporte, para bajar el disco hasta apoyarlo en los soportes de altura ajustable, enfrentando los alojamientos de los ejes.
29. Se procede a introducir el eje trasero y el eje motriz en su alojamiento.
30. Colocación de los pines que aseguran al disco.
31. Instalación de la placa de empuje, el nuevo O-ring, la tapa final, la nueva empaquetadura y el distanciador.
32. Colocación de la válvula en posición vertical sobre soportes.
33. Instalación la caja de engranajes.
34. Si la válvula va operar con actuador electromecánico, se monta en lugar de la caja reductora de primera etapa el nuevo actuador eléctrico.
35. La válvula se coloca en posición horizontal sobre su soporte con el alojamiento del sello de neopreno mirando hacia arriba.
36. Instalación en el cuerpo de un nuevo asiento con un nuevo juego de tornillos de fijación.
37. Instalación en el disco de un nuevo sello de neopreno, un nuevo anillo retenedor y un nuevo juego de tornillos para asegurar al anillo retenedor.
38. Reinstalación de los tapones machos, los cuales se cubren con masilla flexible.
39. Se hacen los retoques de pintura en las superficies que sea necesario.
40. Instalación de los tapones en cada uno de los extremos bridados de la válvula
41. Se procede a realizar la prueba hidrostática del cuerpo a 400 psi, co protocolos de prueba.
42. Se realiza la prueba de estanqueidad a la válvula a 203 psi con protocolos de prueba.

3.3.2 REHABILITACIÓN VÁLVULAS DE MARIPOSA MARCA VAG 16".

Los siguientes son los pasos básicos que se deben seguir para la rehabilitación de este tipo de válvulas.

1. Retiro de la válvula.

2. La válvula es transportada hasta el taller y colocada sobre soportes, con el disco en posición de cerrado.
3. Preparación del Kit de rehabilitación conformado por: 1 Anillo hermetizante perfilado, 2 sellos del eje, 4 O-ring y 1 collarín.
4. Realización de una inspección visual de la válvula y se marca en la brida con un sistema que no se borre fácilmente.
5. Limpieza con agua de todas las superficies expuestas de la válvula.
6. Retiro de las tuercas que ajustan la caja reductora que incluye la volante y su desmonte.
7. Retiro de los tornillos que ajustan la tapa final y su desmonte.
8. Retiro de los tornillos del disco que aseguran a los retenedores de los empaques.
9. Retiro de los retenedores y los empaques, limpieza del alojamiento en el disco.
10. Retiro de los pines del disco que lo aseguran a los ejes motriz y trasero.
11. Extracción del eje trasero y el eje motriz, se limpian y lubrican.
12. Extracción del disco.
13. Protección con tapas, de los alojamientos de los ejes en el cuerpo y en el disco y se limpian con granalla el cuerpo, el disco, la caja de engranajes y las tapas.
14. Aplicación de la pintura epóxica previamente seleccionada, tanto interior como exteriormente, de diferente color.
15. Limpieza y lubricación de los alojamientos de los ejes en el cuerpo y en el disco.
16. Instalación de un nuevo juego de O-rings en la tapas y un nuevo juego de empaques en el disco, asegurándolos con los retenedores.
17. Introducción del disco dentro del cuerpo enfrentándolo con los alojamientos de los ejes.
18. Introducción en su alojamiento del eje trasero y el eje motriz.
19. Colocación de los pines que aseguran al disco a los ejes.
20. Instalación de la tapa trasera y la caja de engranajes.
21. Se procede a realizar la prueba de estanqueidad a la válvula a 232 psi.
22. Se realiza la prueba hidrostática del cuerpo a 348 psi con protocolos de prueba.
23. Retoque de las pinturas interior y exterior con protocolos de prueba.

3.3.3 REHABILITACIÓN VÁLVULA DE COMPUERTA MARCA VAG 10"

En la rehabilitación de este tipo de válvulas se recomienda seguir los siguientes pasos en el procedimiento.

1. Retiro de la válvula.
2. Transporte de la válvula hasta el taller de reparación.
3. Inspección visual de la válvula, marcándola con un sistema que no se borre fácilmente.
4. Retiro de los tornillos de fijación del prensa-estopa del vástago de operación y se desmonta el prensa-estopa y la empaquetadura.
5. Retiro de los tornillos de la tapa del vástago con su empaquetadura y se desmonte el vástago de operación.
6. Retiro de los tornillos de la tapa de la cámara de las compuertas, retiro de la tapa con su empaque, extracción y marcado de las compuertas con su tuerca y los topes inferiores.
7. Pulida y ajuste de los asientos y sellos de bronce en las compuertas y el cuerpo.
8. Limpieza, granallado y pintura del cuerpo, las compuertas, los topes inferiores, el prensa-estopa y las tapas protegiendo los asientos y sellos de bronce previamente.
9. Limpieza y lubricación del vástago y la tuerca de la compuerta.
10. Retiro de las protecciones de los sellos y asientos de bronce y lubricación con vaselina.
11. Montaje de las compuertas con sus topes inferiores y la tuerca.
12. Montaje de la tapa de la cámara de las compuertas con empaque y tornillería nuevos.
13. Montaje del vástago de operación y la tapa del vástago con empaque y tornillería nuevos.
14. Montaje y ajuste del prensa-estopa con empaque y tornillería nuevos.
15. Realización de las pruebas hidrostática y de estanqueidad de acuerdo con la norma AWWA C500 con protocolos de prueba.
16. Retoques de pintura interior y exterior.
17. Traslado e instalación.

3.3.4 REHABILITACIÓN DE VENTOSAS MARCA APCO ϕ 8"

El procedimiento de rehabilitación incluye los siguientes pasos.

1. Retiro de la válvula.
2. Transporte de la válvula hasta el taller de reparación.
3. Preparación del kit de Rehabilitación conformado por: 1 empaquetadura de la tapa, 1 conjunto flotador pequeño, 1 asiento, 1 buje inferior guía del flotador, 1 buje superior guía del flotador, 1 soporte.
4. Inspección visual de la válvula, marcándola en la brida con un sistema que no se borre fácilmente.
5. Desmante de los tornillos de la capucha y la capucha.
6. Desmante de la cubierta de la ventosa y la empaquetadura.
7. Desmante del conjunto del flotador pequeño.
8. Desmante de los tornillos del asiento y retiro del asiento.
9. Desmante del adaptador superior.
10. Desmante del flotador grande.
11. Desmante del soporte y el adaptador inferior.
12. Retiro del tapón para drenaje.
13. Limpieza con agua de todas las partes de la válvula.
14. Colocación de los tapones para prueba hidrostática el cuerpo de la ventosa.
15. Realización de la prueba hidrostática al cuerpo a 300 psi.
16. Granallado del cuerpo, la cubierta y la capucha.
17. Aplicación de la pintura epóxica a las partes granalladas.
18. Colocación del adaptador inferior y el soporte.
19. Montaje del flotador grande.
20. Montaje del adaptador superior.
21. Montaje del asiento y colocación de los tornillos.
22. Montaje del sistema de flotador pequeño.
23. Colocación de la empaquetadura de la cubierta.
24. Colocación de la cubierta.

25. Colocación del capuchón.
26. Realización de la prueba de estanqueidad según AWWA C-512 sección 5.1.
27. Traslado e instalación.

3.4. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS

En el informe de la actividad No. 4, numeral 2.4. se indicaron los procedimientos generales y detallados para la inspección y mantenimiento rutinario y periódico de los distintos tipos de válvulas instaladas en el sistema red matriz de Bogotá D.C., tales como válvulas de compuerta, mariposa, cono, paso anular y ventosas.

Como primera medida para desarrollar un programa de rehabilitación de las válvulas en la red matriz de acueducto, la Empresa deberá implementar un programa de inspección detallada y periódica de todas las válvulas con el fin de preparar y programar los planes de mantenimiento y reparaciones necesarios en busca de que estas funcionen normalmente.

El alcance de las inspecciones desarrolladas por la Consultaría permitió conocer de manera general el estado de operación de algunas válvulas, los problemas más comunes que estas presentan, sus posibles causas y soluciones los cuales fueron descritos en los numerales 2.3. y 2.6. del informe de la actividad No. 4. Para adelantar un programa de rehabilitación o reemplazo, es indispensable conocer de manera detallada el problema en particular de cada una de las válvulas a intervenir, con el fin de programar su reparación o reemplazo. Lo anterior se facilita si se cuenta con información tal como la que puede aportar una rutina de inspección especialmente en lo relacionado con:

1. Propiedades de la válvula, tales como material de la estructura, diámetro, tipo, fabricante, modelo, número de serie, año de fabricación, presión de trabajo, torque de operación y otros.

2. Registro secuencial de estado de operación, frecuencia de operación, reparaciones y tiempo de trabajo (Hoja de vida del equipo).

Con esta información se puede realizar un diagnóstico confiable de los posibles problemas y sus causas. Una vez identificados cada uno de los problemas y con la información contenida en los manuales de operación, catálogos y planos de los fabricantes se puede preparar el trabajo exacto para su reparación, si así lo amerita o en su defecto su reemplazo. La programación acertada de los trabajos de rehabilitación determina la eficiente utilización de los recursos disponibles, un mal diagnóstico generará una equivocada programación de trabajos y por consiguiente una deficiente utilización de recursos.

Las inspecciones periódicas de las válvulas se deben iniciar desde el preciso momento antes de su instalación y se deben mantener durante toda la vida de servicio e incluso los resultados y experiencias de las mismas deben ser utilizados para futuras ocasiones.

Para la rehabilitación de válvulas se deben tener en cuenta los siguientes documentos de referencia:

1. Norma AWWA C500-93. Metal-Gate valves for water supply service.
2. Norma AWWA C504-94. Rubber seated butterfly valves.
3. Norma AWWA C512-92. Air release air/vacuum, and combination air valves for waterworks service.
4. Rehabilitación de válvulas, documento PF-VAL-01, American pipe and Construction Intl. Bogotá D.C.

TABLA DE CONTENIDO

3. REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS DE LA RED MATRIZ	3-1
3.1. REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS	3-2
3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS EN TALLER.....	3-4
3.2.1 <i>Válvulas de mariposa</i>	3-4
3.2.2 <i>Válvula de compuerta</i>	3-6
3.2.3 <i>Válvulas de ventosa</i>	3-8
3.3. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS EN TALLER	3-10
3.3.1 <i>Rehabilitación Válvula de mariposa marca Blakeborough 60"</i>	3-11
3.3.2 <i>Rehabilitación válvulas de mariposa marca vag 16"</i>	3-13
3.3.3 <i>Rehabilitación válvula de compuerta marca vag 10"</i>	3-15
3.3.4 <i>Rehabilitación de Ventosas marca APCO ϕ 8"</i>	3-16
3.4. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS	3-17



INDICE DE ESQUEMAS

<i>Figura 3.2.1. Esquema típico de una válvula de mariposa.....</i>	<i>3-19</i>
<i>Figura 3.2.2. Despiece típico para una válvula de cono.....</i>	<i>3-20</i>
<i>Figura 3.2.3. Despiece típico de una válvula de compuerta.....</i>	<i>3-21</i>
<i>Figura 3.2.4. Válvula de ventosa.....</i>	<i>3-22</i>

