

2. ANÁLISIS DE LOS ACCESORIOS DE LA RED MATRIZ Y SU FUNCIONAMIENTO

La enorme demanda de agua generada por el crecimiento de las poblaciones, crea una descompensación con la infraestructura instalada, lo que lleva a construir nuevas líneas; también el tiempo de uso de las ya instaladas crea la necesidad de renovaciones y reparaciones de líneas y accesorios.

Cualquiera que sea el caso, construcción, sustitución o reparación de una red, es necesario tener un conocimiento claro sobre los ductos y accesorios que intervienen en la obra, los materiales de que están fabricados y de la función que cada uno de ellos desempeña.

Los elementos básicos en una línea de conducción de agua se pueden agrupar en elementos de conducción lineal como tuberías; elementos de cambio de dirección o empalme con otras líneas como codos, tees y reducciones; elementos de cierre, regulación, prevención y protección como las válvulas.

En el Informe del Producto de la Actividad No.2 del presente estudio se muestra el inventario general de las Redes Matrices de distribución en la ciudad Bogotá D.C., los parámetros considerados para la clasificación de tuberías tales como el diámetro, material, edad y clase, la localización geográfica de las redes de acueducto de acuerdo a las zonas de servicio y un registro histórico de los daños inventariados permitiendo definir algunos sitios críticos por parte de cada una de las especialidades; también se presentan los argumentos teóricos que permiten analizar el fenómeno de corrosión en tuberías y las técnicas de rehabilitación existentes aplicables en cada caso; estos insumos facilitaron la definición de los ensayos de laboratorio, pruebas de campo y líneas con fallas potenciales y/o activas las cuales se tratan en el presente informe.

Adicionalmente se presenta en el informe No.2, la priorización de los sitios críticos, con base en las calificaciones obtenidas por los especialistas de las diferentes áreas temáticas involucradas en el Estudio de la Evaluación de la Red Matriz del Sistema de Distribución de Acueducto de Bogotá (Propiedades Físicas y Geométricas, Geología, Geotecnia, Estructural e Hidráulica), se obtiene así la calificación global para cada línea de la red y la jerarquización de los sitios críticos.

Esta información esta consignada en archivos digitales y documentos impresos que hacen parte integral del presente estudio; y la localización espacial de las redes y los sitios estudiados se han georeferenciado sobre el plano digital de la ciudad, de acuerdo al modelo lógico de datos existente en la EAAB.

2.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE VÁLVULAS DE LA RED MATRIZ

Con el fin de adelantar el análisis detallado de las válvulas de la red matriz a continuación se presentan algunos, de los más importantes aspectos relacionados con las características generales de estos elementos los cuales fueron tenidos en cuenta dentro de la evaluación adelantada.

2.1.1 LIMITACIONES HIDRÁULICAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS.

Las válvulas presentan una serie de limitaciones hidráulicas generadas especialmente por las características de funcionamiento, entre las más sobresalientes se mencionan:

- Condición de máxima apertura: Cuando la válvula esta totalmente abierta, ofrece la mínima pérdida posible para cualquier caudal.
- Condición de máxima velocidad permisible: Tradicionalmente se considera inadecuado imponer velocidades de paso superiores a 6 m/seg. En una conducción para operación normal, se pueden presentar situaciones anormales que excedan este valor como en el caso de un golpe de ariete.

- Condición de máxima presión: Toda válvula en su operación esta limitada a un valor máximo de presión que depende de la resistencia mecánica que ofrece su diseño. Aunque las normas exigen que la válvula soporte el doble del valor especificado para la clase de la válvula, su aplicación se debe mantener dentro de la clase normal.
- Condición de presión diferencial mínima; Principalmente en las válvulas de control se puede presentar una limitación en su operación con diferenciales pequeños, hay que pasar un umbral de presión $P''-P'$, para que la válvula comience a trabajar.
- Condición de apertura mínima: Las válvulas presentan una gran dificultad para operar con aperturas pequeñas; se presentan problemas de desgaste rápido en los asientos por abrasión, hay vibraciones y ruidos normalmente presentados por cavitación, y posible erosión.
- Cavitación: Se refiere a la vaporización de un líquido al bajar su presión absoluta, a la que esta sometido, a valores iguales a la presión de vaporización; la formación de burbujas de vapor se encuentra cerca al chorro restringido, se estima que la caída de presión inmediatamente delante de la restricción es de 56% y esto origina la presentación del problema.

En términos generales, las limitaciones de máximo caudal y presión son impuestas por el tamaño y la clase de la válvula; mientras las demás condiciones se pueden determinar por medios experimentales.

2.1.2 REQUISITOS BÁSICOS DE LAS VÁLVULAS.

Uno de los objetivos básicos generales que se buscan en el diseño de un sistema de acueducto es la formulación de una aplicación tecnológicamente adecuada, económicamente viable y que brinde seguridad a la sociedad de acuerdo con los lineamientos de conservación para el medio ambiente. Estos requisitos obligan a generar una interrelación entre las actividades de diseño, construcción e instalación de infraestructura, operación, mantenimiento y durabilidad del sistema; los cuales exigen el cumplimiento de altas normas de calidad en la fabricación de los materiales para accesorios y específicamente para válvulas localizadas en redes de distribución.

Los materiales empleados para la fabricación de los cuerpos de las válvulas, los accesorios para las mismas, dimensiones, acabados y pruebas están regidos por normas establecidas y reconocidas internacionalmente; estas normas aunque pertenezcan a diferentes instituciones no son excluyentes unas de otras.

Las organizaciones profesionales que han expedido normas y códigos aplicables al diseño, selección y uso de válvulas son entre otras:

ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
AWWA	American Water Works Association
AGA	American Gas Association
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AISC	American Institute of Steel Construction
NACE	National Association of Corrosion Engineers
AWS	American Welding Society
MSS	Manufactures Standardization Institute
API	American Petroleum Institute
ISO	International Organization for Standarization
NNA	Standards Committee for Valves
DIN	Deutsches Institut fur Normung .

2.1.3 GENERALIDADES PARA LA SELECCION DE UNA VALVULA

En la selección de una válvula para un sistema de acueducto se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Diámetro de la tubería y características del fluido.
- Material de la válvula: En cuanto al material es importante considerar el medio que se quiere controlar, los rangos de temperatura del medio, los rangos de presión en la

conducción, las condiciones atmosféricas externas, los posibles sobreesfuerzos en la conducción, los códigos de seguridad mandatarios en el servicio, los códigos de tubería requeridos en la línea.

- Tipo de válvula: Determinar la función de control que se debe ejecutar.
- Extremos de la válvula: Requerimientos de conexión al sistema.
- Sistema de operación de la válvula: Manual / Eléctrica / Neumática / Hidráulica.
- Requisitos de by-pass: Para válvulas de compuerta o globo mayores de 4”.
- Mantenimiento y futuras conexiones.
- Instalación: En la instalación es importante tener en cuenta la dirección de flujo, la facilidad de operación, la interferencia con otros equipos y otros servicios públicos (gas, teléfono).
- Accesorios adicionales: Tales como indicadores, extensiones, Cuadrantes y llaves.
- Sellos correctos para evitar fugas y goteos tanto en cuerpo como en uniones.
- Adecuada protección contra la corrosión.
- Prevención contra las incrustaciones.
- Sitio y ambiente de ubicación. (Cajas, estructuras de control u otro.)

Aunque hay muchos factores que afectan el buen funcionamiento de una válvula y que es necesario tener en cuenta para su selección a continuación se presentan otros igualmente importantes en la selección de una válvula:

- Resistencia al medio ambiente
- Buenas propiedades en el material de recubrimiento
- Buena combinación de materiales en la fabricación de la válvula
- Resistencia a la cavitación
- Cumplir con normas de entidades reguladoras para el empleo de accesorios en el uso de productos de consumo humano
- Tener tiempo de uso prolongado.
- Ser de fácil reparación

2.1.4 MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE VÁLVULAS.

Para la fabricación de válvulas se emplean diferentes materiales para cada una de sus partes, podemos considerar en forma general, que una válvula esta constituida por las siguientes partes: un cuerpo, un vástago, un sello, empaquetaduras y tornillería de ensamble.

Para la fabricación del cuerpo y dependiendo de las presiones y temperaturas de trabajo, se puede emplear cualquiera de los materiales siguientes:

2.1.4.1 HIERRO FUNDIDO. (CAST IRON)

Este material presenta gran resistencia mecánica a temperaturas de 250 grados centígrados, unas características de solidez, densidad uniforme y estructura compacta que lo hacen un material adecuado para este tipo de elementos. La norma para este material es ASTM A 126 Clase B.

2.1.4.2 FUNDICIÓN NODULAR. (NODULAR CAST IRON)

Este material de hierro presenta el grafito en forma esferoidal y no laminar como en el hierro fundido, esto mejora las características mecánicas y de resistencia a la corrosión con relación a las presentadas por el hierro fundido. La norma para este material es ASTM A 395.

2.1.4.3 FUNDICIÓN DE ACERO. (CAST STEEL)

Es un hierro con contenido de carbón menor del 0.3 %, se emplea en la fabricación de válvulas para vapor saturado, agua fría o caliente, aceites no corrosivos, gas, aire y otros fluidos. La norma para este material es ASTM A 216 Gr WCB.

Para la fabricación de vástagos se emplean materiales como acero inoxidable de alta resistencia a la tensión como el AISI 410; también se emplea bronce al manganeso resistente al calor y al desgaste como el ASTM B 62. De acuerdo a las necesidades de empleo los fabricantes ofrecen una gran cantidad de materiales especiales, que satisfacen exigencias particulares.

Para los juegos de sellos y obturadores se encuentran una serie de materiales agrupados en los llamados TRIM. Como ejemplo de los existentes se puede nombrar el TRIM No. Uno con material base ASTM A 217 CA 15 sin aporte ó el TRIM No. 8A con material base ASTM A 217 CA 15 con aporte de Cr y Ni.

Para las demás partes de las válvulas, como prensaestopas, empaques, tornillería, tuercas pasadores, los fabricantes los especifican en sus listas de catálogos según el tipo de fluido a manejar.

Es importante en la selección de válvulas contar con la asesoría de los fabricantes y suministradores serios y responsables, pues ellos pueden dar una gran cantidad de indicaciones importantes en la aplicación de sus productos; también deben suministrar los documentos que aseguren la calidad de la válvula como certificados de materiales, de pruebas hidráulicas, ensayos de operación y conformidad dimensional.

2.1.5 ALMACENAMIENTO DE VÁLVULAS.

A continuación se presentan algunas recomendaciones para realizar el almacenamiento de las válvulas.

- Las válvulas deben almacenarse en un lugar seco, libre de polvo y bien ventilado.
- Se debe tener especial cuidado en la protección de los ejes de maniobra, previniéndolos de golpes y daños.
- Durante el periodo de almacenamiento las válvulas deben permanecer cerradas; con excepción de las válvulas de bola que deben estar abiertas.

- Todas las válvulas deben tener y mantener las tapas de protección que se colocan en los extremos, en ningún momento deben ser removidos.
- Si se presentan daños en la pintura de protección, esta debe ser reparada según instrucciones del suministrador y con un producto igual al original.

2.1.6 INSTALACIÓN DE VÁLVULAS.

Algunos cuidados deben ser tenidos en cuenta al realizar la instalación de una válvula, tales como:

- Asegurarse que la válvula este debidamente identificada, lo mismo que este perfectamente determinado el sitio de instalación.
- Los protectores de la válvula, se deben retirar en el momento de la instalación.
- Los extremos y el interior de la válvula se deben limpiar cuidadosamente para su instalación.
- Revisar los extremos de acople para que estén libres de elementos que no permitan un correcto sellado después de la instalación.
- Si la válvula tiene indicado en el cuerpo el sentido de flujo, este debe ser respetado.
- Para instalar válvulas con extremos bridados, se debe alinear la válvula, colocar el empaque entre las caras de las bridas, colocar los tornillos y las tuercas apretándolos en forma cruzada y parejo. Una alineación inexacta y una inadecuada instalación de los tornillos, pueden causar esfuerzos desfavorables en la estructura de la válvula.
- Terminado el ajuste de los tornillos, estos deben sobresalir por igual en todas las tuercas; no se debe admitir tornillería que no sobresalga de la tuerca.
- Se deben inspeccionar todos los puntos de junta para verificar la ausencia de goteos.
- No se debe permitir que la válvula asuma esfuerzos de flexión provenientes de la tubería.

2.1.7 TIPOS DE VÁLVULAS INSTALADAS EN LA RED MATRIZ.

Las válvulas comúnmente encontradas en la red matriz del acueducto de Bogotá D.C. se caracterizaron de acuerdo con la siguiente denominación:

2.1.7.1 VÁLVULA DE COMPUERTA.

La válvula de compuerta es de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio de paso con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento en el cuerpo de la válvula. Su servicio es de apertura o cierre total, no se recomienda para estrangulación. Es para accionamiento poco frecuente.

2.1.7.2 VÁLVULA DE CONO.

La válvula de cono es de un cuarto de vuelta, que controla la circulación mediante un macho cónico que tiene un agujero en el centro, que se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90 grados. Su servicio es de apertura o cierre total. Es para accionamiento frecuente.

2.1.7.3 VÁLVULA DE MARIPOSA.

La válvula de mariposa es de un cuarto de vuelta, controla la circulación por medio de un disco circular, que gira sobre unos pivotes colocados entre el disco y el cuerpo de la válvula. Su servicio es de apertura total o cierre total. Se emplea para estrangulación de la vena líquida y es de accionamiento frecuente.

2.1.7.4 VÁLVULA DE PASO ANULAR.

Las válvulas de paso anular, denominadas también “válvulas de embolo de paso anular”, consisten en un embolo que mediante un mecanismo cigüeñal, desplaza un embolo

guiado dentro del cuerpo de la válvula, conservando una sección anular de paso; cierra desplazándose perpendicularmente contra el asiento de la válvula. Su principal aplicación es de regulación de caudal, regulación de presión y regulación de nivel. Su diseño elimina en un alto grado los daños por cavitación.

2.1.7.5 VÁLVULA MULTICHORRO.

La válvula multichorro permite el paso de agua a través de un cuerpo perforado, permitiendo minimizar la cavitación, y los ruidos durante la operación. Su principal aplicación es control de regulación de presión y regulación de caudal.

2.1.7.6 VÁLVULA DE VENTOSA.

Las válvulas de ventosa, permiten la entrada y salida de aire de la tubería, mediante el accionamiento de uno o varios flotadores en cámaras independientes. Son válvulas que evitan la formación de bolsas de aire durante el llenado de las tuberías y evitan los colapsos por vacío durante los procesos de desocupado. Además permiten la salida del aire durante la operación normal del sistema.

2.2. INSPECCIONES DE CAMPO REALIZADAS A LAS VÁLVULAS.

En desarrollo del presente estudio se adelantaron una serie de inspecciones de campo con el fin de determinar el estado actual de las diferentes válvulas instaladas en la red matriz. Estas inspecciones fueron de dos tipos, en primer lugar una inspección visual y posteriormente se llevaron a cabo pruebas y mediciones de campo sobre un grupo de seis (6) válvulas previamente seleccionadas. La descripción de las inspecciones se presenta en el numeral 7.3.3 de este documento.

2.2.1 INSPECCIÓN VISUAL DE LAS VÁLVULAS

Se inspeccionaron válvulas de distinto tipo (cono, mariposa, compuerta, paso anular) y función (salida lateral, purga, de paso o cierre, ventosa). En la Tabla 2.2.1 se presenta la relación de las válvulas inspeccionadas visualmente.

Los resultados obtenidos se resumen, de manera general, a continuación según la función y para cada uno de los tipos de válvulas. La inspección visual de las válvulas se detalla en el numeral 7.3.3.1 de este documento.

2.2.1.1 VÁLVULAS SOBRE LA LÍNEA (DE PASO O CIERRE).

Respecto a las válvulas directas sobre las líneas se encontró que son de dos tipos básicos, de cono en la línea Tibitoc - Usaquen de \varnothing 60" y de mariposa en las restantes. La característica común de estas válvulas es que, tanto las de cono como las de mariposa son de un (1) cuarto de vuelta. De las válvulas inspeccionadas se tienen las siguientes observaciones:

- Debido al poco o ningún mantenimiento de las cajas de válvulas, es constante que las válvulas permanezcan sumergidas total o parcialmente por el agua, la basura y los escombros.
- En los cárcamos de los tanques se presenta agua en contacto con el exterior de los accesorios, por falta de drenaje o porque estos tienen contra pendiente.
- Los cuerpos de las válvulas presentan sedimentación sobre la cara superior.
- La pintura aparece descascarada, habiendo perdido su propósito de protección a la parte metálica.
- Se presenta corrosión superficial en los tornillos, pernos y uniones mecánicas que acompañan la instalación de las válvulas.
- Se presenta corrosión superficial en las zonas de la tubería en contacto con las paredes de la válvula.

- No hay por parte de los operadores un claro concepto de operación, todavía se emplea la frase “requintar un poco más para mejorar el cierre”; esto origina excesivas cargas, llegando a romper las tapas en las de cono o pasando el disco de sello en las válvulas de mariposa. El paso de los sellos y el daño de los mismos es frecuente en las válvulas de mariposa de eje centrado, que son las más antiguas en instalación.
- Las válvulas de cono presentan sedimentación que obstaculiza el ajuste final de cierre.
- Las válvulas de mariposa de eje centrado, presentan un disco de cierre de perfil plano y ancho, permitiendo sedimentación en su borde, como el sello esta alojado entre resaltes del cuerpo de la válvula, al momento de cerrar se presenta una alta fricción entre el sello y el disco, produciendo daños en el caucho con la consabida pérdida de estanqueidad.

2.2.1.2 VÁLVULAS DE PURGA Y VÁLVULAS PARA SALIDAS LATERALES.

Con relación a estas válvulas se encontró que el tipo predominante son las de compuerta, las cuales son de extremos bridados y generalmente instaladas en forma vertical. Se tienen las siguientes observaciones:

- La identificación de estas válvulas es parcial y debe hacerse por norma generalizándola a todas.
- Las válvulas son de vástago no ascendente.
- Las válvulas presentan acumulación de sedimentos en todo el cuerpo.
- Presentan corrosión superficial sobre la tortillería de ensamble de la válvula, así como en la tortillería de acople con la red.
- Los dados de operación presentan deterioro o deformaciones en sus extremos.
- La pintura de las válvulas esta en mal estado.
- La mayoría de estos accesorios no tienen identificación de fabricante, muestran información de diámetro, presión y en algunos casos de tipo de material; por lo tanto se deben identificar de acuerdo a las normas A.W.W.A. correspondiente a válvulas de compuerta.

Tabla No. 2.2.1. Relación de Válvulas inspeccionadas visualmente.

	NOMBRE DE LA LÍNEA	CÓDIGO	DIAM. TUB. Pulg.	TIPO DE VÁLVULA	DIAM VALV. Pulg.	LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN
1	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Trav. 10 No..101-93	Zona Verde
2	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Trav. 10 No.108 - 99	Zona Verde
3	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Cra. 11 - Calle 115/116	Zona Verde
4	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Cra. 11 - Calle 117	Zona Verde
5	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av.) - Calle 130 y 130A	Zona Verde
6	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. 10 - Calle 137	Zona Verde
7	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. Ferrocarril - Calle 138	Zona Verde
8	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. Ferrocarril - Calle 147	Zona Verde
9	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. Ferrocarril - Calle 149	Predios
10	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. 9 - Calle 160	Zona Verde
11	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. Ferrocarril - Calle 163A	Perdida
12	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Av. Ferrocarril - Calle 170	Predios
13	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Ferrocarril - Calle 183	Predios
14	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Ferrocarril - Calle 185	Predios
15	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	VENTOSA	4"	Ferrocarril - Calle 193 (A.P)	Predios
16	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	12"	Carretera a Cajicá	Zona Verde
17	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	12"	Av. Ferrocarril - Calle 145	Zona Verde
18	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	12"		Predios
19	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	12"	Trav. 10 - Calle 106	Zona Verde
20	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	12"	Cra. 15 - Calle 100	Zona Verde
21	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	16"	Av. Ferrocarril - calle 127	Zona Verde
22	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	COMPUERTA	16"	Tibitó	Zona Verde
23	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	24"	Est. Usaquéen	Predios
24	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	24"	Tibitó	Predios
25	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	60"	Tibitó	Predios
26	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	60"	La Caro	Predios
27	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	60"	Puente Piedra	Predios
28	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	60"	Calle 150	Zona Verde
29	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	MARIPOSA	60"	Calle 92	Zona Verde
30	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	CONO	30"	Tibitó	Predios
31	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	CONO	30"	Hato Grande	Predios
32	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	CONO	30"	La Caro	Predios
33	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	CONO	30"	Bima	Predios
34	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	CONO	30"	American Pipe	Predios
35	TIBITÓ - USAQUEN	CC9003	60	CONO	30"	Av. Ferrocarril - Calle145	Predios
36	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Calle 76	Zona Verde
37	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Calle 67	Calzada
38	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Calle 66	Calzada

	NOMBRE DE LA LÍNEA	CÓDIGO	DIAM. TUB. Pulg.	TIPO DE VÁLVULA	DIAM VALV. Pulg.	LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN
39	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Calle 53	Calzada
40	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Av. Dorado	Zona Verde
41	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Av. Americas	Calzada
42	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Av. Primero de Mayo	Zona Verde
43	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Av. Boyacá-Calle 42 sur	Zona Verde
44	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	Tr. 61-Dag. 44 sur	Zona Verde
45	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	VENTOSA	8"	FFCC del sur-Calle 64 sur	Zona Verde
46	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 24"	A. Boyacá-Calle 78	Zona Verde
47	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 24"	Av. Boyacá-Calle66	Zona Verde
48	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 16"	Av. Boyacá-Av. Dorado	Zona Verde
49	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 12"	Av. Boyacá-Dgl. 30 sur	Zona Verde
50	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 16"	Av. Boyacá-Av. Primero de MAyo	Zona Verde
51	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 12"	Av. Boyacá-calle 37 sur	Zona Verde
52	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 60"	Av. Boyacá-Calle 42 sur	Zona Verde
53	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 24"	Av. Boyacá-Dgl. 42 sur	Zona Verde
54	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	Sal. 60"	FFCC del sur-calle71 sur	Zona Verde
55	TIBITÓC - CASABLANCA	RM78001	78	MARIPOSA	60"	Av. Boyacá-Calle 42 sur	Zona Verde
56	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Calle 116-Crr. 11	Zona Verde
57	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Calle 116 - Av. 13	Zona Verde
58	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Av. 13-Calle 125 A	Zona Verde
59	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Calle 125A-Tr. 37	Zona Verde
60	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Calle 125A-Tr. 42	Zona Verde
61	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Calle 125A-Tr.45	Zona Verde
62	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	VENTOSA	4"	Calle 125A-Tr.53.	Zona Verde
63	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	MARIPOSA	?	Calle 116-Av. 19	Calzada
64	LÍNEA A SUBA	BIV60092	60	MARIPOSA	?	calle 116-Av. 13	Calzada
65	ZONA BAJA SUR-BRAZO ORIENTAL (CRA 20-CLL 37 A 75)	CC9008	24	CORTINA	16"	Cra 20 x cil 69	Costado WN
66	ZONA BAJA SUR-BRAZO ORIENTAL (CRA 20-CLL 37 A 75)	CC9008	24	VENTOSA	4"	Cra 20 x cil 69	Costado WN
67	ZONA BAJA SUR-BRAZO ORIENTAL (CRA 20-CLL 37 A 75)	CC9008	24	VÁLVULA Y VENTOSA	NO VISIBLE	Cra 20 x Cil 63	Costado EN
68	ZONA BAJA SUR-BRAZO ORIENTAL (CRA 20-CLL 37 A 75)	CC9008	24	VÁLVULA Y VENTOSA	DIFICIL ACCESO Y OPERACIÓN	Cra 18 x Cil 51	Costado WN
69	ZONA BAJA SUR-BRAZO ORIENTAL (CRA 20-CLL 37 A 75)	CC9008	24	BYPASS	20"	Cra 20 x Av 39	Costado Sur
70	ZONA BAJA SUR-BRAZO ORIENTAL (CRA 20-CLL 37 A 75)	CC9008	24	VÁLVULA	16"	Cra 20 x Av 39	Costado NW
71	AV. 39 X UNIV. NACIONAL A PARQUE NACIONAL	JR42002	42	VÁLVULA	42"	Av. 39 x Cra 20	Calzada

NOMBRE DE LA LÍNEA		CÓDIGO	DIAM. TUB. Pulg.	TIPO DE VÁLVULA	DIAM VALV. Pulg.	LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN
72	AV. 39 X UNIV. NACIONAL A PARQUE NACIONAL	JR42002	42	VENTOSA	46"	Av. 39 x Cra 20	Calzada
73	AV. 39 X UNIV. NACIONAL A PARQUE NACIONAL	JR42002	42	PURGA	48"	Av. 39 x Cra 20	Calzada
74	AV. 39 X UNIV. NACIONAL A PARQUE NACIONAL	JR42002	42	BATERIA DIVISIÓN DE SERVICIO ZBS X ZI		Av. 39 x Cra 20	
75	AV. 39 X UNIV. NACIONAL A PARQUE NACIONAL	JR42002	42		16, 14 Y 12"	Av. 39 x Cra 20	Separador
76	AV. 39 X UNIV. NACIONAL A PARQUE NACIONAL	JR42002	42	VÁLVULA	24"	Av. 39 x Cra 20	Calzada
77	INTERCONEXIÓN ZONA INTERMEDIA-ZONA BAJA	BIV36110A	36	VÁLVULA	30"	Cra 15 x Cll 51	Costado SW
78	INTERCONEXIÓN ZONA INTERMEDIA-ZONA BAJA	BIV36110A	36	VENTOSA	4"	Cra 15 x Cll 51	Costado SW
79	ZONA INTERMEDIA	RMZI36016	42	VÁLVULA	24"	Cra 10 x Cll 60	Costado Sur
80	ZONA INTERMEDIA	RMZI36016	42	VENTOSA	4"	Cra 10 x Cll 60	Calzada Norte
81	ZONA INTERMEDIA	RMZI36016	42	VÁLVULA	24"	Cra 9 x Cll 73	Calzada
82	ZONA INTERMEDIA-ETAPA FINAL-PROLONGACIÓN	RMZI130013	30	VÁLVULA	24"	Cra 22 x Cll 13	Separador
83	ZONA INTERMEDIA-ETAPA FINAL-PROLONGACIÓN	RMZI130013	30	INTERCONEXIÓN	16"	Cra 22 x Cll 13	Calzada WN
84	INTERCONEXIÓN SAN DIEGO-ZONA INTERMEDIA II	BIV36110	42	PURGA	6"	Cra 22 x Cll 13	Calzada WN
85	INTERCONEXIÓN SAN DIEGO-ZONA INTERMEDIA II	BIV36110	42	PURGA	4"	Cra 22 x Cll 15	Separador
86	LINEA AVENIDA DE LAS AMERICAS	STF16129	16	VÁLVULA	16"	Av. Americas x Glorieta Banderas	Separador
87	LINEA AVENIDA DE LAS AMERICAS	STF16129	16	VENTOSA	4"	Av. Americas x Glorieta Banderas	Separador
88	LINEA AVENIDA DE LAS AMERICAS	STF16129	16	INTERCONEXIÓN	12"	Av. Americas x Glorieta Banderas	Separador
89	ALIMENTACIÓN TIMIZA	RM16061	16	VÁLVULA	12"	Av. 1 Mayo x Av Cra 68	Sur Glorieta Prado
90	SILENCIO-CASABLANCA	BIV4842099	48 Y 42	PURGA	6"	Av. Americas x Transv. 38	Costado ES
91	SILENCIO-CASABLANCA	BIV4842099	48 Y 42	VENTOSA	3"	Cra 36 x Av. Ferrocarril	Costado WS
92	SILENCIO-CASABLANCA	BIV4842099	48 Y 42	PURGA	6"	Av. Ferrocarril x Cll 13	Costado EN
93	SILENCIO-CASABLANCA	BIV4842099	48 Y 42	PURGA	6"	Av. Ferrocarril x Av. 1 Mayo	Costado Sur Prado
94	AV. QUITO SANTA LUCIA(AV. 78 A LA DIAGONAL 44 SUR) ZONA B. SUR	CC9004	36	VÁLVULA	24"	Cra 36 x Cll 19	Calzada ES
95	AV. QUITO SANTA LUCIA(AV. 78 A LA DIAGONAL 44 SUR) ZONA B. SUR	CC9004	36	VÁLVULA	24"	Cra 36 x Cll 19	Calzada WN
96	AV. QUITO SANTA LUCIA(AV. 78 A LA DIAGONAL 44 SUR) ZONA B. SUR	CC9004	36	VENTOSA	1"	Cra 36 x Cll 19	Anden ES
97	AV. QUITO SANTA LUCIA(AV. 78 A LA DIAGONAL 44 SUR) ZONA B. SUR	CC9004	36	PITÓMETRO	1"	Cra 36 x Cll 19	Calzada W
98	CENTRO NARIÑO-CAMA VIEJA, CRA 30 A LA 50 EAAB	RM42004	42	VÁLVULA	30"	Av. Americas x Transv. 38	Separador N
99	CENTRO NARIÑO-CAMA VIEJA, CRA 30 A LA 50 EAAB	RM42004	42	VENTOSA	4"	Av. Americas x Transv. 38	Separador N

	NOMBRE DE LA LÍNEA	CÓDIGO	DIAM. TUB. Pulg.	TIPO DE VÁLVULA	DIAM VALV. Pulg.	LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN
100	CENTRO NARIÑO-CAMA VIEJA, CRA 30 A LA 50 EAAB	RM42004	42	PURGA	6"	Av. Americas x Transv. 38	Separador N
101	CENTRO NARIÑO-CAMA VIEJA, CRA 30 A LA 50 EAAB	RM42004	42	INTERCONEXIÓN	24"	Av. Americas x Transv. 38	Separador N
102	LINEA SAN FRANCISCO	RD742005	42	VÁLVULA	36"	Av. Americas x Transv. 38	Separador S
103	SAN DIEGO NORTE	CC9010	24	VÁLVULA	36"	Cll 26 x Cra 3	Costado NE
104	SAN DIEGO CALLE 22 X CRA 5	RD144207	42	VÁLVULA	36"	Cll 26 x Cra 3	Centro Calzada
105	SAN DIEGO CALLE 22 X CRA 5	RD144207	42	VENTOSA	4"	Cll 26 x Cra 3	Centro Calzada
106	AV. 78 X AV. AMERICAS (CRAS 60 Y 50)- (ESCUELA MILITAR-PUENTE ARANDA)	RM36012	42	VÁLVULA	24"	Av. Americas x Cra 50	Costado N Prado
107	AV. 78 X AV. AMERICAS (CRAS 60 Y 50)- (ESCUELA MILITAR-PUENTE ARANDA)	RM36012	42	PITÓMETRO	1"	Av. Americas x Cra 50	Costado N Prado

2.2.1.3 VÁLVULAS DE VENTOSA.

Sobre las válvulas de ventosa instaladas e inspeccionadas se relacionan las siguientes aspectos generales:

- Las válvulas presentan acumulación de polvo y basura sobre su cuerpo.
- En algunas ventosas se ha retirado la caperuza que protege el orificio de la cámara, originando con esto deterioro en el sello, pues hay una mayor acumulación de mugre directamente sobre el flotador de bola o de campana; esta falta de mantenimiento origina un inadecuado sello en la ventosa después de una operación.
- La falta del protector sobre la cámara de la ventosa y la falta de tapa en la caja, permite que el sol y la intemperie afecten directamente los flotadores de bola de caucho ocasionándoles un reblandecimiento que hace perder las características de sellado.
- El exceso de basura y agua dentro de las cajas, origina arrastre de plásticos, trapos o madera hacia los orificios de las ventosas; si se presenta una operación de drenaje en la tubería, esta basura tiende a quedar atrapada en el orificio de venteo, obstaculizando la entrada de aire; si en el momento de llenado de la tubería esta

basura no es expulsada, puede quedar atrapada entre el asiento de sello y el flotador, originando pérdida de fluido.

- En las válvulas de compuerta que acompañan a cada ventosa se encuentran goteos en los prensaestopas, hay deterioro en las puntas de los vástagos, lo que impide una adecuada operación de las mismas.
- La pintura de todas las válvulas se encuentra en mal estado.
- La tornillería entre válvulas y entre tubería y válvulas presenta corrosión superficial, siendo su grado más o menos severo dependiendo de la presencia de humedad dentro de la caja.
- Las válvulas de ventosa se encuentran instaladas sobre extensiones de tubería, haciéndolas cercanas a la superficie, esto facilita un mejor venteo de la válvula, si esta está limpia y bien mantenida.
- Se encuentran válvulas de compuerta que acompañan a las válvulas de ventosas cerradas, esto anula por completo la acción de la ventosa.
- En las cajas invadidas por indigentes las válvulas de ventosa se encuentran tapadas por plásticos, cartones o cobijas.
- También se encuentran válvulas de ventosa con conexiones fraudulentas que están eliminando su accionamiento.

2.2.1.4 VÁLVULA PARA PITÓMETRO.

En cuanto a las válvulas de salidas para pitómetros se encontraron de manera general los siguientes aspectos:

- Las salidas para pitómetro son válvulas de bola de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " o $\varnothing 2$ ", con un niple y un tapón hembra.
- En la mayoría de los casos se encuentran bajo basura, bajo agua, bajo escombros de tapas rotas y tiradas dentro de la caja.
- El tapón hembra no se encuentra instalado.

2.2.1.5 ASPECTOS RELEVANTES SOBRE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL DE VÁLVULAS.

A continuación se relaciona de manera general, los aspectos más relevantes, sobre los resultados de las inspecciones de campo a válvulas y cámaras:

- En gran parte de las cajas que albergan ventosas, se encuentran conexiones clandestinas, instaladas directamente sobre la válvula afectando su funcionamiento o en su defecto la válvula ha sido dañada.
- Todas las cajas presentan agua en el interior a niveles variables.
- Las cajas presentan las tapas de acceso rotas o no tienen tapa.
- Las válvulas presentan corrosión generalizada.
- Los accesorios de instalación o acople presentan corrosión y daño en los recubrimientos.
- Válvula con corrosión en sus elementos de ajuste.
- Maleza y basura en la caja.
- Cajas con acceso estrecho.
- No hay ventosas en las partes altas.
- Las cajas con tapa no tienen ventilación.
- Interconexiones no registradas en planos de EAAB. (Ricaurte, San Antonio, Restrepo).
- Caja de purgas sin drenaje.
- Ventosas con corrosión y obstruidas las boquillas de entrada-salida de aire.

2.2.2 PRUEBAS Y MEDICIONES DE CAMPO PARA VÁLVULAS.

El trabajo de pruebas y mediciones se desarrolló sobre un grupo de seis (6) válvulas las cuales se seleccionaron considerando su importancia en la operación, su lugar de instalación y sus características. El objetivo primordial fue el de encontrar posibles alteraciones de operación y de mantenimiento que puedan afectar con el tiempo su buen funcionamiento y por ende el del sistema. Las pruebas, ensayos de campo, resultados y

recomendaciones se describen en el Anexo 6. Las pruebas se realizaron sobre las siguientes válvulas:

- No. 1. Válvula de Paso. Tipo mariposa de \varnothing 60". Localizada en la Calle 34-Carretera Circunvalar. (El Silencio).
- No. 2. Válvula Reductora de Presión. Tipo paso anular \varnothing 36". Localizada en la Calle 34 - Carretera Circunvalar, (El Silencio).
- No. 3. Válvula de Paso. Tipo mariposa \varnothing 30". Localizada en la Calle 22 No. 4-81.
- No. 4 . Válvula de Paso. Tipo mariposa \varnothing 30". Localizada en la Calle 22C - Carrera 42B.
- No. 5. Válvula de Paso. Tipo Compuerta \varnothing 24". Localizada en la Calle 6-Carrera 36, (Esta válvula se encuentra en posición horizontal)..
- No. 6. Válvula Reductora de Presión. Tipo Paso Anular \varnothing 36". Localizada en la Calle 74 sur-Carrera 75.

Los ensayos practicados a estas válvulas instaladas en sus respectivas cajas, fueron los siguientes:

- Espesor y estado de pintura.
- Espesores de material en entradas y salidas de las válvulas.
- Condiciones de humedad ambiental y temperatura superficial.
- Condiciones de ruido y vibraciones.

Se encontró, para las seis (6) válvulas, la falta de mantenimiento en las mismas y en sus elementos de conexión; la presencia de agua al interior de las cajas. La basura y maleza predominan dentro de las cajas ubicadas fuera de las estructuras de control y estas permanecen en contacto con las válvulas y las tuberías. Esta situación se puede considerar generalizada para todas las cajas de las líneas en Bogotá.

Las válvulas presentan diferentes grados de corrosión, debido a los daños en su pintura de protección y a la presencia de agua dentro de las cajas. La tornillería y las juntas de

unión se aprecian afectadas del fenómeno de corrosión, siendo sus causas las ya anotadas. Las válvulas que no presentan pintura de protección deben ser rehabilitadas de inmediato para evitar que el daño en la estructura metálica del accesorio sea mayor.

Las válvulas, con daños parciales en la pintura deben ser sometidas a pintura y mantenimiento con materiales adecuados y compatibles con los aplicados originalmente.

Se detectó un efecto vibratorio leve en la válvula No. 6 de Paso Anular, Reductora de presión de Control Casablanca, que puede ser indicio de cavitación, esto unido a las informaciones sobre daños en este tipo de válvula, obligan a establecer un plan de seguimiento para detectar las causas y solucionar el problema antes que presente una afectación de riesgo.

Los resultados de las mediciones y ensayos realizados a cada una de las válvulas mencionadas se encuentran en forma detallada en el Anexo 6 de este documento.

2.3. PROBLEMAS, CAUSAS DE FALLA Y RECOMENDACIONES PARA VÁLVULAS

Dependiendo del tipo de válvula existen una serie de problemas asociados con su operación que comúnmente suelen presentarse. Los mismos pueden generar daños y ocasionar un mal funcionamiento del elemento, por tal motivo a continuación se presenta una descripción de estos problemas, los cuales fueron detectados durante las inspecciones de campo, adicionalmente se indican algunas recomendaciones con el fin de evitarlos o minimizar sus efectos.

2.3.1 VÁLVULAS DE COMPUERTA.

2.3.1.1 PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

Las válvulas de compuerta presentan daños principalmente en los vástagos de manejo, estos pueden estar torcidos por golpes o por emplearlos como peldaños en la entrada y salida de cajas; también se pueden dañar por pintar los filetes de las roscas del vástago; igualmente pueden presentar daños en los empaques de vástago y cuerpo, estos se pueden secar, se pueden aflojar permitiendo goteos. Como estas válvulas son fabricadas con cuerpos partidos, es factible que se pueden presentar daños en la empaquetadura de cuerpo con el mismo problema de goteo. En vista de que estas válvulas son para cierre o apertura permanente, pueden cavitarse cuando se emplean para estrangulación; como los anillos de asiento están en el cuerpo de la válvula, se presenta sedimentación que causa falta de cierre hermético.

2.3.1.2 RECOMENDACIONES PARA LA BUENA OPERACIÓN

Para evitar los problemas anteriormente mencionados se recomienda adoptar las siguientes medidas:

- Limpieza de los operadores, engrase de los pivotes de los contrapesos, mantener libres de suciedad los ejes de los hidráulicos de accionamiento.
- Marcar en forma visible el número de vueltas del operador para los cierres.
- Mantener visible y limpia la carátula que indica la posición de cierre / abierto.
- Dar instrucciones claras a los operadores para evitar el tan popular “requintar mas” para mejorar el sello, estas sobre fuerzas solo acarrearán daños en los sellos.
- Advertir al personal que labora cerca a las válvulas que cuando noten golpeteo o vibración en las válvulas, los reporten en forma inmediata con el fin de tomar las medidas requeridas.

2.3.1.3 PROBLEMAS TÍPICOS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Se presenta a continuación la Tabla 2.3.1 que relaciona los problemas detectados en las válvulas de compuerta, sus causas y soluciones propuestas; esta tabla constituye otra ayuda para los funcionarios encargados de realizar las actividades de mantenimiento.

Tabla No. 2.3.1. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Compuerta

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DE LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA.		
Problema	Causa	Solución
Válvula No Abre o No Cierra	Cavitación en el cuerpo. Daño en la compuerta. Eje torcido con rosca Dañada. Objeto extraño dentro de la Válvula.	Cambio de la válvula. Ajuste de compuerta. Cambio de eje o de válvula. Retirar objeto extraño.
Torque Muy Alto.	Elemento Extraño en los Sellos de la Válvula. Ajuste de la Compuerta y de los Sellos del Cuerpo por encima de lo estipulado. Descentrada la Compuerta con el eje. Señal de posición fuera de ajuste. Diferencial de presión muy alto. Señal de posición tapada.	Retirar objeto extraño. Suavizar Apriete de los Sellos y Anillos de Cierre. Centrar piezas. Ajustar señal. Activar by-pass. Limpiar.
Goteo en Prensaestopas.	Eje torcido. Empaque dañado. Tuerca flojas.	Enderezar eje. Cambio de empaque. Apretar tuercas.
Vibración y ruido.	Disco a medio cerrar.	Cerrar o abrir completo.

De acuerdo con la tabla No. 2.3.1, es posible establecer, que si la válvula de compuerta presenta dificultades en la apertura o cierre, este inconveniente se debe a los fenómenos de cavitación en el cuerpo de la válvula, daños en la compuerta, eje torcido o rosca dañada; en algunos casos se tiene la presencia de objetos extraños dentro de la válvula.

Como alternativas de solución a los problemas presentados se propone realizar el cambio de la válvula, ajustar la compuerta y en los casos de presencia de objetos extraños, el objeto en mención se debe retirar a la menor brevedad luego de ser detectado.

2.3.2 VÁLVULAS DE CONO.

2.3.2.1 PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

Estas válvulas presentan una mayor seguridad de cierre que las válvulas de compuerta; pueden ser utilizadas para estrangulación aunque su servicio no es óptimo en este caso; los asientos protegidos de estas válvulas no son afectados por la corrosión. Estas válvulas requieren de un alto torque para accionarlas y con la costumbre de “requintarlas” para que cierre bien, se emplean palancas para aumentar el torque, esto lo único que hace es romper el mecanismo de operación, presentándose en algunos la rotura también de la tapa superior de la válvula.

2.3.2.2 RECOMENDACIONES PARA LA BUENA OPERACIÓN

Al instalar estas válvulas se debe dejar espacio suficiente para el manejo del operador; se debe conocer el número de vueltas para pasar de la posición cerrado a la posición abierta. El indicador de posición debe estar cuadrado y visible, pues esto ayuda a tener cuidado cuando se llega a los puntos de cierre o abierto total, estos indicadores ayudan también en el control cuando se utilice la válvula en función de estrangulamiento. La válvula puede presentar goteos en la junta de la cubierta con el cuerpo. En instalaciones de agua potable no se emplean válvulas del tipo de vástago lubricado, por la contaminación que pueden presentar.

2.3.2.3 PROBLEMAS TÍPICOS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Se relacionan en la Tabla 2.3.2 los problemas en las válvulas de cono, sus causas y soluciones propuestas; esta tabla también se constituye en ayuda para los funcionarios encargados de estas actividades.

Tabla No. 2.3.2. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Cono

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES EN VÁLVULAS DE CONO		
Problema	Causa	Solución
No abre o cierra	Elemento extraño en el sello	Remover objeto extraño, Reemplazar anillo de sello, Reparar anillo de la válvula
	Actuador no funciona Bien	Desensamblar actuador, Limpiar y reparar
	Actuador roto	Cambio de Actuador / Válvula
El Torque de apertura o cierre anormalmente Alto	Objeto extraño dentro de la Válvula.	Eliminar objeto extraño.
	Empaquetadura rota.	Cambio de empaques.
	Eje principal torcido.	Reparar o cambiar eje
	Daño en hilos del eje.	Reparar o cambiar eje.
Goteo en prensaestopas	Daño en los empaques.	Cambio de empaques.
	Anillos flojos.	Ajustar anillos.
	Tornillos sueltos.	Apretar tornillos.
Paso de fluido en posición cerrada.	No se completaron las vueltas para el cierre.	Completar vueltas, sin aplicar palancas.
	No ajusta el cono.	Cambiar empaques.
	Corrosión en el cono o en la Carcaza.	Cambio de válvula.
	Cavitación en el cono o en la Carcaza.	Cambio de válvula.

De acuerdo con la tabla 2.3.2 se establece que:

Si la válvula de cono presenta dificultades en la apertura o cierre, podría deberse a la presencia de un elemento extraño en el sello o a un mal funcionamiento del actuador o rotura del mismo; el problema se debe a la presencia de un elemento extraño en el sello, se recomienda removerlo, reemplazar el anillo de sello y reparar el anillo de la válvula; si se trata de un mal funcionamiento del actuador se recomienda desensamblar el actuador, limpiar y reparar. En caso de encontrar el actuador roto se debe efectuar el cambio del actuador o de la válvula respectiva.

Si la válvula de cono presenta dificultades en el torque de apertura o cierre presentando valores anormalmente elevados, puede deberse a la presencia de un objeto extraño dentro de la válvula, una empaquetadura rota, eje principal torcido o daño en los hilos del

eje; como solución a estos problemas se recomienda eliminar el objeto extraño realizar el cambio de empaque y reparar o cambiar el eje, según corresponda.

Si la válvula de cono presenta goteos en los prensaestopas, puede deberse a un daño en los empaques, falta de ajuste en los anillos o a tornillos sueltos; en tales condiciones se recomienda cambiar los empaques y ajustar o apretar los tornillos según corresponda.

Si la válvula de cono presenta paso de agua en posición cerrada, el problema puede deberse a que no se completaron las vueltas necesarias para el cierre, no ajusta el cono, presenta corrosión en el cono o en la carcaza o presenta fenómenos de cavitación en el cono o en la carcaza.; se recomienda como solución a este problema completar el número de vueltas hasta el cierre total sin aplicar palancas, cambiar los empaques en los casos donde no ajusta el cono y cambiar la válvula en los casos de corrosión o cavitación.

2.3.3 VÁLVULAS DE MARIPOSA.

2.3.3.1 PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

Las válvulas de mariposa instaladas del año 1981 hacia atrás, son de pivote centrado (para el eje del disco de cierre y coincidiendo con el eje de la tubería); esta conformación, permite la sedimentación en el perfil achatado del elemento de cierre, que al ser operado prensa el material sedimentado contra el sello, generando sobre presiones mecánicas y fugas en la válvula.

Este problema es fácilmente verificable en la válvula que se retiró en la salida del tanque de Santa Ana; el daño es más acentuado cuando el empaque está alojado en ranuras perimetrales sobre el cuerpo de la válvula. La unión de estos dos efectos, daño de empaque y sedimentación, son las principales causas de las fugas en las válvulas de mariposa. Adicional a lo planteado, se tiene que este diseño de pivote centrado genera rozamiento fuerte entre los empaques y el anillo de cierre, agudizando el problema de falta de sello.

Este último punto dio origen a las modificaciones de diseño por parte de los fabricantes, pasando por la excentricidad del pivote con relación al disco de sello y luego la doble excentricidad tanto con relación al disco de sello como al diámetro de la tubería; diseño este último que en la actualidad esta dando un alto rendimiento, pues además de las excentricidades, se modificó la ubicación de los empaques, colocándolos en el anillo y eliminando los resaltes perimetrales en el cuerpo de la válvula.

2.3.3.2 RECOMENDACIONES PARA LA BUENA OPERACIÓN

Las válvulas de mariposa son recomendadas para servicio con apertura total o cierre total, para servicio con estrangulación, para accionamiento frecuente.

Son válvulas ligeras de peso, requieren de poco mantenimiento pero el seguimiento debe ser constante, tienen un reducido número de piezas móviles, la circulación es en línea recta y se limpia por sí sola.

Como principales desventajas se presentan una alta torsión para accionarla y es propensa a la cavitación.

2.3.3.3 PROBLEMAS TÍPICOS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Se presenta en este numeral la Tabla 2.3.3 que relaciona los problemas en las válvulas de mariposa, sus causas y soluciones propuestas; este cuadro resumen es otra ayuda para los funcionarios encargados de estas actividades.

Tabla No. 2.3.3. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Mariposa

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES EN VÁLVULAS DE MARIPOSA		
Problema	Causa	Solución
No Abre o Cierra	Elemento extraño en el sello	Remover objeto extraño
		Reemplazar anillo de sello
		Reparar anillo de la válvula
	Actuador no funciona Bien	Desensamblar actuador, Limpiar y reparar
El Torque de Apertura o Cierre Anormalmente Alto	Rodamientos en mal estado	Cambio rodamientos
	Mal centrados los controles	Centrar controles
	Válvula desalineada	Alinear válvula
	Disco fuera de posición	Ajustar puntos de limite
Goteo cuando el disco esta cerca de abierto total	Anillo de sello de la válvula roto.	Cambiar sello
	Objeto extraño dentro de la Válvula.	Remover objeto extraño
Paso de agua cuando el disco esta cerca de cerrado total.	Anillo de sello de la válvula Dañado	Cambiar sello
	Indicador defectuoso o desalineado	Ajustar, reparar o cambiar Indicador
Ruido y vibración	Juego en caja de operación.	Ajustar caja o cambiarla.
	Proceso de cavitacion.	Ajustar posición del anillo a punto de no vibración.

De acuerdo con la tabla 2.3.3 se tiene lo siguiente:

Si la válvula de mariposa presenta dificultades en la apertura o cierre, podría deberse a la presencia de un elemento extraño en el sello o a un mal funcionamiento del obturador; si el problema se debe a la presencia de un elemento extraño en el sello, se recomienda removerlo, reemplazar el anillo de sello y reparar el anillo de la válvula; si se trata de un mal funcionamiento del actuador se recomienda desensamblar el actuador, limpiar y reparar.

Si la válvula de mariposa presenta dificultades en el torque de apertura o cierre presentando valores anormalmente elevados, puede deberse al mal estado en los rodamientos, el descentrado de los controles, un desalineamiento en la válvula o un disco

fuera de posición; como solución a estos problemas se recomienda realizar el cambio de rodamientos, centrar los controles, alinear la válvula y ajustar los puntos límite.

Si la válvula de mariposa presenta goteos cuando el disco está muy cerca de la apertura total, puede deberse a una rotura en el anillo de sello de la válvula o a la presencia de un objeto extraño dentro de la válvula; en tales condiciones se recomienda cambiar el sello de la válvula o remover el objeto extraño según corresponda.

Si la válvula de mariposa presenta paso de agua cuando el disco está muy cerca del cierre total, el problema puede deberse a un daño en el anillo de sello de la válvula o a la presencia de un indicador defectuosos o desalineado; se recomienda como solución a este problema cambiar el sello de la válvula o ajustar, reparar o cambiar el indicador.

2.3.4 VÁLVULAS DE PASO ANULAR.

2.3.4.1 PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

Como estas válvulas son de regulación y se necesitan en lugares donde es necesario reducir caudales o presiones, están sujetas a cargas muy altas. La fiabilidad de estas válvulas radica en su capacidad para evitar daños por cavitación y en asegurar una característica de regulación lineal.

Los émbolos de estas válvulas pueden tener al final de su estructura un aditamento cilíndrico perforado o ranurado, que ayudan en la solución del problema de cavitación, al llevar las burbujas que producen la cavitación, hacia el eje de la tubería y estallándolas alejadas de la parte metálica de la tubería y de la válvula.

2.3.4.2 RECOMENDACIONES PARA LA BUENA OPERACIÓN

Estas válvulas se pueden instalar en posición horizontal o vertical, tienen un su cuerpo la indicación de sentido de flujo, que debe ser respetada. Las válvulas no deben ser

utilizadas como soporte de la tubería, los pies incorporados en el cuerpo de la válvula, sirven exclusivamente para soporte de la válvula y no de punto de anclaje de la tubería; para la instalación de estas válvulas se recomienda colocar los carretes de instalación, aguas arriba de la válvula. Las válvulas deben estar colocadas en líneas que permitan tramos rectos libres de válvulas y accesorios, para de esta forma garantizar un mejor funcionamiento del elemento. La velocidad máxima y la longitud libre, debe ser recomendada por el fabricante de la válvula.

Es condición indispensable que el fluido controlado por este tipo de válvulas este libre de sólidos en suspensión que por su dureza y tamaño, puedan dañar los aditamentos perforados o ranurados que presentan algunos modelos de estas válvulas.

2.3.5 VÁLVULAS DE MULTICHORRO.

2.3.5.1 PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

Estas válvulas son empleadas para reducción de presión y de caudal, presentando una protección contra la cavitación; los agujeros taladrados en el cilindro interior de la válvula, permiten que las burbujas se formen en el eje de los elementos metálicos, lejos del contacto con las paredes, al mismo tiempo la energía creada por el choque de los chorros enfrentados, permite la rotura de las burbujas de gas sin que se presenten daños en la estructura metálica.

Otra característica importante en estas válvulas es la reducción de vibración y de ruido durante el funcionamiento de la línea.

2.3.5.2 RECOMENDACIONES PARA LA BUENA OPERACIÓN

Una condición importante en este tipo de válvulas es que el fluido transportado debe estar libre de materiales en suspensión que puedan dañar por su dureza y tamaño las canastas que forman el cuerpo de control de estas válvulas.

2.3.6 PROBLEMAS TÍPICOS, CAUSAS Y SOLUCIONES EN VÁLVULAS DE VENTOSA

Se presenta en la Tabla 2.3.4 la relación de los problemas más comunes en las válvulas de ventosa, sus causas y soluciones propuestas; este tabla constituye una ayuda para los funcionarios encargados de estas actividades.

Tabla No. 2.3.4. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Ventosa

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DE VÁLVULAS DE VENTOSA.		
Problema.	Causa.	Solución.
Goteo en orificios de Venteo.	Daño en placa de orificio.	Pulida del asiento en la placa.
	Mugre entre el flotador y El asiento de sello.	Limpiar asiento y flotador.
	Daño en el flotador.	Cambio de flotador.
No entra aire en la operación de drene.	Válvula de compuerta cerrada.	Abrir válvula.
	Flotador pegado al anillo de sello.	Despegar flotador y cambiarlo
	Agujeros obstruidos.	limpiar los agujeros.
No sale aire en el llenado.	Válvula de compuerta cerrada.	Abrir válvula.
	Flotador pegado al anillo de sello.	Despegar flotador, limpiar anillo.
	Agujeros obstruidos.	Limpiar agujeros.

De acuerdo con la tabla 2.3.4 se comenta lo siguiente:

Si la válvula de ventosa presenta goteo en orificios de venteo, podría deberse a un daño en la placa del orificio, a la presencia de mugres entre el flotador y el asiento de sello o a daños en el flotador; como solución a estos problemas se recomienda realizar el pulimento del asiento en la placa, realizar la limpieza del flotador y si es necesario realizar el cambio del flotador.

Si a la válvula de ventosa no le entra aire durante las operaciones de drenaje puede deberse a que la válvula de compuerta este cerrada, el flotador se encuentre pegado al

anillo del sello o los agujeros se encuentren obstruidos; por lo que se recomienda en estos casos abrir la válvula de compuerta, despegar el flotador y cambiarlo o limpiar los agujeros, según el caso que corresponda.

Si la válvula de ventosa presenta obstrucción en la salida de aire durante las operaciones de llenado, estos problemas pueden deberse a que la válvula de compuerta este cerrada, el flotador se encuentre pegado al anillo del sello o los agujeros se encuentren obstruidos; por lo que se recomienda en estos casos abrir la válvula de compuerta, despegar el flotador y cambiarlo o limpiar los agujeros, según el caso que corresponda.

2.4. RUTINAS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS

Como resultado de las investigaciones adelantadas en el presente estudio, se puede mencionar que la falta de mantenimiento en las válvulas es una causa determinante de su mal funcionamiento y del mal estado en que se encuentran. Lo anterior debido a que el rápido y descontrolado crecimiento de la ciudad en los últimos cincuenta años a llevado a que la EAAB oriente sus limitados recursos a la instalación de nuevas redes de acueducto en aras de satisfacer la demanda y a realizar mantenimiento correctivo, dejando de lado la ejecución de programas de mantenimiento preventivo y rutinario.

En vista de esta situación se incluyen en éste numeral una serie de recomendaciones generales y particulares sobre las rutinas de mantenimiento que LA EMPRESA debe adoptar con el fin de garantizar la estabilidad y buen funcionamiento del sistema.

2.4.1 RECOMENDACIONES PARA ESTABLECER RUTINAS DE INSPECCIÓN

Para la ejecución de un programa de mantenimiento rutinario para válvulas, se deberá tener en cuenta la importancia del elemento desde el punto de vista operativo la cual se encuentra definida por la importancia de la línea sobre la cual esta instalada, el efecto sobre una zona de servicio y el grado de problema.

Previo a las labores de mantenimiento es necesario realizar una ubicación en campo de la válvula y llevar a cabo una inspección del elemento con el fin de determinar el tipo y alcance del mantenimiento requerido. A continuación se presenta brevemente y de manera general, la descripción de los procedimientos para realizar la inspección de una válvula.

- Revisar condiciones de accesibilidad.
- Para operar o revisar la válvula, haga movimientos en el sentido de abrir o cerrar, indicado en la válvula, empleando solo el volante de operación sin ningún elemento de ayuda. Normalmente el torque es alto cuando se termina de cerrar la válvula o cuando se comienza a abrir.
- Cuando la válvula no cierra completamente, no la obligue por la fuerza, abra y cierre repetidamente para permitir el lavado del asiento; cuando no cierra la válvula es posible que un elemento extraño este obstaculizando la operación.
- Se debe observar si se presenta goteo en los prensaestopas, en las uniones de cuerpo o en las uniones con la tubería, para proceder a corregirlas. Si los goteos persisten se debe estudiar la necesidad de cambiar empaques, tornillos o la válvula, si el goteo es por el cuerpo de la válvula esta se debe cambiar en forma inmediata.

La inspección rutinaria de las válvulas, que se propone para que LA EMPRESA implemente como medida de acción, debe tener en cuenta la verificación de elementos esenciales que hacen parte integral de su funcionamiento como son las bridas, los prensaestopas, los indicadores de posición y en general el cuerpo de la válvula.

2.4.2 RECOMENDACIONES PARA ESTABLECER LA SECUENCIA DE LAS RUTINAS DE INSPECCIÓN (PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO).

Todas las válvulas de la red matriz son importantes y todas ameritan mantenerse en buen estado de funcionamiento pero es necesario jerarquizarlas para tomar decisiones y ordenar su mantenimiento. En tal sentido existen unas prioridades para algunas válvulas

ya sea por servicio que prestan según la línea en la que están instaladas, o por su ubicación dentro del sistema.

Con base en lo anterior y como resultado de las investigaciones adelantadas se recomienda la siguiente secuencia para iniciar un programa de mantenimiento preventivo.

1. Válvulas automáticas de control antisísmico.
2. Válvulas instaladas sobre las líneas sometidas a problemas externos latentes, es decir problemas geotécnicos, problemas de suelos, de soporte y estructurales.
3. Válvulas instaladas sobre las líneas de difícil operación hidráulica.
4. Válvulas instaladas sobre una línea matriz instalada muy cerca de una línea de mayor diámetro y que hayan presentado o se conozca de problemas de operación.
5. Válvulas en estructuras de control.
6. Válvulas en interconexiones.
7. Otras válvulas.

Como el sistema de acueducto de la ciudad se encuentra dividido en 37 sectores de operación se puede determinar también un orden de mantenimiento en este sentido así:

1. Válvulas que separan los principales servicios de la red matriz, son 13 en total.
2. Válvulas de aislamiento total de un sector.
3. Válvulas de aislamiento al interior de un sector.
4. Válvulas para alternativas de servicio.

Lo anterior puede ser un ordenamiento general y la mayoría de estas válvulas son de diámetros menores a 16 pulgadas, pero que se recomienda establecer antes de entrar en operación los sectores en forma particular.

2.4.3 RUTINAS DE INSPECCIÓN PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS.

Para realizar el mantenimiento más adecuado de una válvula y garantizar su buen funcionamiento, las válvulas deben ser sometidas a inspecciones rutinarias de acuerdo con las recomendaciones presentadas en las Tablas 2.4.1 a 2.4.5; estas rutinas son de suma importancia en el desempeño normal de una válvula y están en función del tipo de válvula tal como se hace mención en las correspondientes tablas.

Los principales aspectos a observar son:

1. Goteos.
 - En los prensaestopas
 - En las conexiones de partes de la válvula
 - En las juntas de la válvula con la tubería, sean estas soldadas, de brida o de campana.
 - A través del cuerpo de la válvula.

2. Generación de ruido.
 - De la propia válvula.
 - De vibraciones de la tubería.
 - Que no haya tornillería floja.

3. Confirmación visual.
 - Que la válvula este en su correcta posición.
 - La tornillería correctamente apretada.
 - Que los prensaestopas estén correctamente lubricados.

2.4.3.1 INSPECCIÓN DETALLADA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE COMPUERTA.

Se relaciona en la Tabla 2.4.1 una guía para válvulas de compuerta, que permite tener una rutina de inspección, teniendo en cuenta las partes a inspeccionar, el detalle relevante a tener en cuenta, el periodo de revisión y el método empleado, para que con base en el resultado obtenido se tomen las acciones pertinentes de control, mantenimiento, reparación o cambio del elemento inspeccionado.

Tabla No. 2.4.1. Rutinas de Inspección para Válvulas de Compuerta.

INSPECCIÓN Y DESEMPEÑO EN OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE COMPUERTA					
Inspeccionar	Detalle	Periodo	Método	Resultado	Recomendación
Cuerpo de la Válvula	Vibración y/o Ruido	Mensual	Manual y Oído	Vibra y/o hay ruido	Inspección Detallada
	Pintura	Anual	Visual	Herrumbre y Descascars	Pintar
	Grietas / Fisuras	Anual	Visual	Goteos	Cambio de Válvula
	Abrir / cerrar	Anual	Operar	Operación Incorrecta	Inspección Detallada
Bridas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar pernos, Cambio empaque
Caja de Engranaje	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Ajustar operador, Apretar tornillos, Cambio empaque
Prensaestopas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar tornillos, Cambio empaque
Indicadores de Posición	Visibles	Mensual	Visual	No visible	Limpiar
	Torcidos	Mensual	Visual	Torcidos	Reparar / Cambiar
	Lubricación	Mensual	Visual	Seco	Lubricar

Según lo establecido en la Tabla No. 2.4.1, se tiene lo siguiente:

Si el cuerpo de la válvula de compuerta presenta vibración o ruido se debe hacer una detección manual o de oído del problema, inspeccionando detalladamente sus

manifestaciones con una frecuencia mensual, para prevenir los riesgos que este fenómeno pueda ocasionar.

Si el cuerpo de la válvula de compuerta presenta herrumbre y descascars de la pintura, se debe pintar adecuadamente y hacia el futuro se debe programar una inspección visual de la misma con una frecuencia máxima de un año.

Si el cuerpo de la válvula de compuerta presenta grietas y fisuras las cuales generan goteos y estos pueden ser detectados visualmente, se recomienda realizar el cambio de la válvula y simultáneamente realizar la inspección visual periódica con una frecuencia anual.

Si el cuerpo de la válvula de compuerta presenta dificultades en las operaciones de abrir y cerrar, su causa es debida a una operación incorrecta, se debe corregir el procedimiento operativo y programar una inspección detallada anual realizando operaciones de apertura y cierre.

Si la brida de la válvula de compuerta presenta goteo o manchas que pueden ser detectados visualmente, se deben apretar los pernos y de ser necesario realizar el cambio del empaque programando inspecciones visuales que sean de frecuencia mensual.

Si la caja de engranaje de la válvula de compuerta presenta goteos y manchas se recomienda ajustar el operador, apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los prensaestopas de la válvula de compuerta presentan goteos y manchas se recomienda apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los indicadores de posición no presentan claridad en su lectura por falta de visibilidad, se deben limpiar y revisar periódicamente con una frecuencia mensual, si los indicadores de posición se encuentran torcidos se debe proceder a realizar la reparación o el cambio correspondiente y programar verificaciones visuales con frecuencia mensual, si los

indicadores de posición no tienen la adecuada lubricación se debe proceder a lubricarlos y programar una verificación visual con frecuencia mensual de el estado de su lubricación.

2.4.3.2 INSPECCIÓN DETALLADA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE MARIPOSA.

Se relaciona en la Tabla 2.4.2 la guía para válvulas de mariposa, que permite tener una rutina de inspección, teniendo en cuenta las partes a inspeccionar, el detalle relevante a tener en cuenta, el periodo de revisión y el método empleado, para que con base en el resultado obtenido se tomen las acciones pertinentes de control, mantenimiento, reparación o cambio del elemento inspeccionado.

Tabla No. 2.4.2. Rutinas de Inspección para Válvulas de Mariposa

INSPECCIÓN Y DESEMPEÑO EN OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE MARIPOSA					
Inspeccionar	Detalle	Periodo	Método	Resultado	Recomendación
Cuerpo de la Válvula	Vibración y/o Ruido	Mensual	Manual y Oído	Vibra y/o hay ruido	Inspección Detallada
	Pintura	Anual	Visual	Herrumbre y Descascas	Pintar
	Grietas / Fisuras	Anual	Visual	Goteos	Cambio de Válvula
	Abrir / Cerrar	Anual	Operar	Operación Incorrecta	Inspección Detallada
Bridas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / M anchas	Apretar pernos, Cambio empaque
Caja de Engranaje	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Ajustar operador, Apretar tornillos, Cambio empaque
Prensaestopas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar tornillos, Cambio empaque
Indicadores de Posición	Visibles	Mensual	Visual	No visible	Limpiar

De acuerdo con la tabla 2.4.2 a continuación se comentan los detalles a tener en cuenta en cada caso y se recomiendan las acciones correspondientes:

Si el cuerpo de la válvula de mariposa presenta vibración o ruido se debe hacer una detección manual o de oído del problema, inspeccionando detalladamente sus manifestaciones con una frecuencia mensual, para prevenir los riesgos que este fenómeno pueda ocasionar.

Si el cuerpo de la válvula de mariposa presenta herrumbre y descascos de la pintura, se debe pintar adecuadamente y hacia el futuro se debe programar una inspección visual de la misma con una frecuencia máxima de un año.

Si el cuerpo de la válvula de mariposa presenta grietas y fisuras las cuales generan goteos y estos pueden ser detectados visualmente, se recomienda realizar el cambio de la válvula y simultáneamente realizar la inspección visual periódica con una frecuencia anual.

Si el cuerpo de la válvula de mariposa presenta dificultades en las operaciones de abrir y cerrar, su causa es debida a una operación incorrecta, se debe corregir el procedimiento operativo y programar una inspección detallada anual realizando operaciones de apertura y cierre.

Si la brida de la válvula de mariposa presenta goteo o manchas que pueden ser detectados visualmente, se deben apretar los pernos y de ser necesario realizar el cambio del empaque programando inspecciones visuales que sean de frecuencia mensual.

Si la caja de engranaje de la válvula de mariposa presenta goteos y manchas se recomienda ajustar el operador, apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los prensaestopas de la válvula de mariposa presentan goteos y manchas se recomienda apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los indicadores de posición no presentan claridad en su lectura por falta de visibilidad, se deben limpiar y revisar periódicamente con una frecuencia mensual.

2.4.3.3 INSPECCIÓN DETALLADA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE CONO.

Se presenta a continuación la Tabla 2.4.3, que contiene la guía para válvulas de cono, la cual permite tener una rutina de inspección, teniendo en cuenta las partes a inspeccionar, el detalle relevante a tener en cuenta, el periodo de revisión y el método empleado, para que con base en el resultado obtenido se tomen las acciones pertinentes de control, mantenimiento, reparación o cambio del elemento inspeccionado.

Tabla No. 2.4.3. Rutinas de Inspección para Válvulas de Cono

INSPECCIÓN Y DESEMPEÑO EN OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE CONO					
Inspeccionar	Detalle	Periodo	Método	Resultado	Recomendación
Cuerpo de la Válvula	Vibración y/o Ruido	Mensual	Manual y Oído	Vibra y/o hay ruido	Inspección Detallada
	Pintura	Anual	Visual	Herrumbre y Descascares	Pintar
	Grietas / Fisuras	Anual	Visual	Goteos	Cambio de Válvula
	Abrir / Cerrar	Anual	Operar	Operación Incorrecta	Inspección Detallada
Bridas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar pernos, Cambio empaque
Caja de Engranaje	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Ajustar operador, Apretar tornillos, Cambio empaque
Prensaestopas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar tornillos, Cambio empaque
Indicadores de Posición	Visibles	Mensual	Visual	No visible	Limpiar

De acuerdo con la tabla 2.4.3 a continuación se comentan los detalles a tener en cuenta en cada caso y se recomiendan las acciones correspondientes:

Si el cuerpo de la válvula de cono presenta vibración o ruido se debe hacer una detección manual o de oído del problema, inspeccionando detalladamente sus manifestaciones con una frecuencia mensual, para prevenir los riesgos que este fenómeno pueda ocasionar.

Si el cuerpo de la válvula de cono presenta herrumbre y descascas de la pintura, se debe pintar adecuadamente y hacia el futuro se debe programar una inspección visual de la misma con una frecuencia máxima de un año.

Si el cuerpo de la válvula de cono presenta grietas y fisuras las cuales generan goteos y estos pueden ser detectados visualmente, se recomienda realizar el cambio de la válvula y simultáneamente realizar la inspección visual periódica con una frecuencia anual.

Si el cuerpo de la válvula de cono presenta dificultades en las operaciones de abrir y cerrar, su causa es debida a una operación incorrecta, se debe corregir el procedimiento operativo y programar una inspección detallada anual realizando operaciones de apertura y cierre.

Si las bridas de la válvula de cono presentan goteo o manchas que pueden ser detectados visualmente, se deben apretar los pernos y de ser necesario realizar el cambio del empaque programando inspecciones visuales que sean de frecuencia mensual.

Si la caja de engranaje de la válvula de cono presenta goteos y manchas se recomienda ajustar el operador, apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los prensaestopas de la válvula de cono presentan goteos y manchas se recomienda apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los indicadores de posición no presentan claridad en su lectura por falta de visibilidad, se deben limpiar y revisar periódicamente con una frecuencia mensual.

2.4.3.4 INSPECCIÓN DETALLADA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE PASO ANULAR.

Se relacionan a continuación la Tabla 2.4.4, que contiene la guía para válvulas de paso anular, la cual permite esta establecer una rutina de inspección, teniendo en cuenta las partes a inspeccionar, el detalle relevante a tener en cuenta, el periodo de revisión y el método empleado, para que con base en el resultado obtenido se tomen las acciones pertinentes de control, mantenimiento, reparación o cambio del elemento inspeccionado.

Tabla No. 2.4.4. Rutinas de inspección para Válvulas de Paso Anular

INSPECCIÓN Y DESEMPEÑO EN OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE PASO ANULAR					
Inspeccionar	Detalle	Periodo	Método	Resultado	Recomendación
Cuerpo de la Válvula	Vibración y/o Ruido	Mensual	Manual y Oído	Vibra y/o hay ruido	Inspección Detallada
	Pintura	Anual	Visual	Herrumbre y Descascares	Pintar
	Grietas / Fisuras	Anual	Visual	Goteos	Cambio de Válvula
	Abrir / Cerrar	Anual	Operar	Operación Incorrecta	Inspección Detallada
Bridas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar pernos, Cambio empaque
Caja de Engranaje	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Ajustar operador, Apretar tornillos, Cambio empaque
Prensaestopas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar Tornillos, Cambio Empaque

De acuerdo con la tabla 2.4.4 a continuación se comentan los detalles a tener en cuenta en cada caso y se recomiendan las acciones correspondientes:

Si el cuerpo de la válvula de paso anular presenta vibración o ruido se debe hacer una detección manual o de oído del problema, inspeccionando detalladamente sus manifestaciones con una frecuencia mensual, para prevenir los riesgos que este fenómeno pueda ocasionar.

Si el cuerpo de la válvula de paso anular presenta herrumbre y descascos de la pintura, se debe pintar adecuadamente y hacia el futuro se debe programar una inspección visual de la misma con una frecuencia máxima de un año.

Si el cuerpo de la válvula de paso anular presenta grietas y fisuras las cuales generan goteos y estos pueden ser detectados visualmente, se recomienda realizar el cambio de la válvula y simultáneamente realizar la inspección visual periódica con una frecuencia anual.

Si el cuerpo de la válvula de paso anular presenta dificultades en las operaciones de abrir y cerrar, su causa es debida a una operación incorrecta, se debe corregir el procedimiento operativo y programar una inspección detallada anual realizando operaciones de apertura y cierre.

Si las bridas de la válvula de paso anular presentan goteo o manchas que pueden ser detectados visualmente, se deben apretar los pernos y de ser necesario realizar el cambio del empaque programando inspecciones visuales que sean de frecuencia mensual.

Si la caja de engranaje de la válvula de paso anular presenta goteos y manchas se recomienda ajustar el operador, apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

Si los prensaestopas de la válvula de paso anular presentan goteos y manchas se recomienda apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones mensuales para verificar su estado.

2.4.3.5 INSPECCIÓN DETALLADA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE VENTOSA.

En la Tabla 2.4.5 se relaciona la guía para válvulas de ventosa, que permite tener una rutina de inspección, teniendo en cuenta las partes a inspeccionar, el detalle relevante a tener en cuenta, el periodo de revisión y el método empleado, para que con base en el

resultado obtenido se tomen las acciones pertinentes de control, mantenimiento, reparación o cambio del elemento inspeccionado.

Tabla No. 2.4.5. Rutinas de Inspección para Válvulas de Ventosa

INSPECCIÓN Y DESEMPEÑO EN OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTOSA					
Inspeccionar	Detalle	Periodo	Método	Resultado	Recomendación
Cuerpo de la Válvula	Pintura	Anual	Visual	Herrumbre y Descascares	Pintar
	Grietas / Fisuras	Anual	Visual	Goteos	Cambio de Válvula
Bridas	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar pernos, Cambio empaque
Tapa de Flotador	Goteos	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Apretar tornillos
Bola de sello	Goteo	Mensual	Visual	Goteo / Manchas	Cambiar bola, Ajustar anillos.
Conexión Válvula de Cierre	Abrir / Cerrar	Anual	Operar	No Opera Correctamente	Inspección Detallada

De acuerdo con la tabla 2.4.5 a continuación se comentan los detalles a considerar en cada caso y se recomiendan las acciones correspondientes:

Si el cuerpo de la válvula de ventosa presenta herrumbre y descascares de la pintura, se debe pintar adecuadamente y hacia el futuro se debe programar una inspección visual de la misma con una frecuencia máxima de un año.

Si el cuerpo de la válvula de ventosa presenta grietas y fisuras las cuales generan goteos y estos pueden ser detectados visualmente, se recomienda realizar el cambio de la válvula y simultáneamente realizar la inspección visual periódica con una frecuencia anual.

Si las bridas de la válvula de ventosa presentan goteo o manchas que pueden ser detectados visualmente, se deben apretar los pernos y de ser necesario realizar el cambio del empaque programando inspecciones visuales que sean de frecuencia mensual.

Si la tapa del flotador de la válvula de ventosa presenta goteos y manchas se recomienda limpiar los asientos, apretar los tornillos y cambiar el empaque; se deben programar inspecciones visuales mensuales para verificar su estado.

Si la bola de sello de la válvula de ventosa presenta goteos y manchas se recomienda ajustar los tornillos y cambiar bola; se deben programar inspecciones visuales mensuales para verificar su estado.

Si la conexión con la válvula de cierre no opera correctamente y presenta dificultades en las operaciones de apertura y cierre, se debe realizar una inspección detallada y operarla para verificar su funcionamiento se deben programar inspecciones anuales.

2.5. RECOMENDACIONES GENERALES PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS

2.5.1 ANÁLISIS OPERATIVO ANTES DEL MANTENIMIENTO

Simultáneamente con las inspecciones de las válvulas indicadas anteriormente, se recomienda adelantar un análisis operativo de la válvula el cual consiste en la preparación de todas las medidas necesarias para minimizar los efectos de los trabajos de mantenimiento sobre la operación del sistema. El procedimiento a desarrollar en este análisis puede estar definido por las siguientes etapas:

1. Identificación de la válvula a realizar mantenimiento.
2. Conocer si la válvula objeto de mantenimiento es la única instalada sobre la tubería de alimentación.
3. Estudiar alternativas de solución.
4. Recopilar información sobre la válvula, fecha de instalación, últimas operaciones.
5. Identificar las afectaciones a la calidad del servicio que generará un retiro de la válvula.

6. Determinar tiempo de las investigaciones y de los trabajos.
7. Con base en las inspecciones de campo determinar tipo de trabajo.
8. Planear las necesidades de materiales, equipo y personal requeridos para el mantenimiento.
9. Programar cortes y reestablecidas del servicio.
10. Llevar control de las actividades y ordenar la secuencia.

En resumen el análisis operativo consiste en investigar y trabajar una red, se refiere a como se desempeñará el sistema ante la presencia de un evento, como puede ser la falla en la operación de una válvula o su retirada del servicio, en un determinado sector o sectores, si se cuenta con posibilidades de suministro alternativo y si el daño es preocupante.

2.5.2 MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS SOBRE LAS LÍNEAS.

Para el mantenimiento de las válvulas directas sobre la línea se recomienda:

- Se debe implementar la rehabilitación de cajas y su respectivo programa de mantenimiento sostenido y continuo en el tiempo.
- Lavar y gratar todas las partes metálicas dentro de la caja incluyendo el cuerpo de la válvula, para aplicar una pintura anticorrosiva resistente a la humedad y de un espesor que garantice la protección adecuada del elemento.
- La tortillería que presente descascamiento metálico por corrosión debe ser cambiada, esto es posible sin suspender servicio, pues se puede ir cambiando elemento por elemento alternándolos y controlando la presencia de fugas.

En los puntos de entrada de la tubería a las paredes de las cajas, se debe regatear el concreto, gratar la tubería y aplicar una capa anticorrosiva al tubo y una mezcla impermeable para el resane del concreto.

2.5.3 MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE VENTOSA

La actividad de mantenimiento sobre válvulas de ventosa debe contemplar como mínimo lo siguiente:

- Es necesario aclarar que cuando un fabricante de equipos, manifiesta en sus catálogos que el equipo no requiere mantenimiento, esta aseveración no se debe tomar al pie de la letra.
- Todo equipo y como tal las válvulas requieren de un seguimiento, un control y un mantenimiento que garantice su durabilidad en el tiempo.
- Todos los equipos dentro de cajas deben limpiarse perfectamente y luego determinar según su grado de afectación, el procedimiento de mantenimiento correspondiente.
- Reinstalar los protectores sobre las cámaras, retirar estos elementos no garantiza una mejor entrada de aire ni una más rápida salida; lo que sí origina es una mayor cantidad de depósito de tierra y mugre sobre los flotadores y una mayor obstrucción en los orificios de venteo.
- Verificar la estanqueidad de la válvula y entre las diferentes piezas.
- Cerrar la válvula de compuerta y destapar las cámaras y limpiar los flotadores y los asientos con un cepillo de cerda blanda y un jabón de tipo vegetal; con chorro de agua de baja presión lavar el interior de la o las cámaras y luego soplarlas con aire para secarlas. Se coloca el flotador, la empaquetadura de la tapa de la cámara, todos los tornillos y se aprietan correctamente, se coloca el protector de las cámaras, se abre la válvula de compuerta, se verifica el sello de los flotadores y se tapa adecuadamente la caja.
- Si los flotadores de bola presentan daño como reblandecimiento del material (en los de caucho), pérdida de esfericidad (en los metálicos), se deben cambiar.
- Si los flotadores de campana presentan daños que afectan el adecuado sello, se deben cambiar.
- Como es difícil encontrar repuestos originales para los flotadores, se deben tomar muestras de los existentes y mandarlos fabricar con las características adecuadas; no

se debe cambiar el tipo de material del flotador, los repuestos deben ser del mismo material que el original o del que esta en uso.

- Si las condiciones requieren el cambio de válvula, se deben emplear las válvulas de ventosa montadas sobre cierre de válvula de globo, estas tienen la ventaja de hacer la función de cierre y la de evacuación / aspiración de aire con una sola válvula. Instalando este tipo de equipo se economiza el valor de una junta bridada, con sus tuercas tornillos y empaques, porque este nuevo equipo se instala directamente sobre la salida de tubo de la red. Es absolutamente indispensable que la nueva válvula coincida con el acople bridado existente.
- Si no se conoce la norma de la brida de salida, para la compra de la nueva válvula se debe anexar la geometría detallada de la brida existente, indicando diámetro nominal de la salida, diámetro exterior de la brida existente, diámetro del círculo de centro de perforaciones, diámetro y número de las perforaciones, el espesor de la brida existente y el tipo de material de la misma si es posible de identificar.
- El mantenimiento a las válvulas de ventosa debe hacerse como mínimo una vez por año.

2.5.4 MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE PURGA Y DE SALIDAS LATERALES.

Para realizar el mantenimiento de las válvulas de purga y salidas laterales se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Debe eliminarse la pintura original, grateando las válvulas completamente y efectuar una inspección visual si aparecen fugas, goteos o daños reportarlos inmediatamente a mantenimiento; si no se encuentra nada anormal pintar de nuevo las válvulas.
- Si hay goteos en los prensaestopas, se aprietan estos, si los goteos persisten se cambia el empaque.
- Reconstruir los dados de acople con los elementos de cierre, de tal forma que al operar no se presenten juegos en las llaves de accionamiento.
- Cuando se haga mantenimiento de la ventosa y se destape, verificar el sello de la válvula de compuerta.

- Como la política de la empresa es cambiar válvulas de \varnothing 30” y menores, se debe implementar un programa de cambio de las válvulas de compuerta de más de 20 años de instaladas, debido al mal estado de las válvulas ocasionado por la humedad, la corrosión y la falta de mantenimiento en las cámaras.
- En el momento de desocupar las tuberías, se debe implementar un programa de limpieza de sellos y asientos en las válvulas de purga, esto mejora las condiciones de sellado durante el funcionamiento de la tubería a presión.
- Para el cambio de válvulas se debe considerar la posible utilización de válvulas de compuerta de sello elástico, estos accesorios presentan un cuerpo liso interior, que por no tener anillos de asiento, no facilita el depósito de sedimentos, minimizando la posibilidad de paso a través del sello cuando la válvula esta cerrada.
- Estas válvulas se instalan para permanecer abiertas o cerradas según su función dentro del sistema, pero deben ser operadas como mínimo una vez al año.

2.5.5 MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS PARA PITÓMETRO.

Para adelantar el mantenimiento de estas válvulas se dan las siguientes recomendaciones:

- Revisar estanqueidad
- Mantener seca y limpia la caja.
- Reparar las tapas de las cajas.
- Reinstalar los tapones en las salidas.
- Operar como mínimo una vez cada año

2.6. REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS.

Asociados a los problemas generados por la falta de un programa de mantenimiento preventivo, están los causados por la falta de movilidad de las válvulas principalmente por que la mayoría no se operan durante varios años continuos, presentándose que cuando,

por alguna circunstancia, se requiere maniobrar el elemento no se deja operar o no da cierre, entonces la válvula obligatoriamente deberá revisarse; en primer lugar su mecanismo de operación y de ser necesario desmontarla para repararla.

En vista de que LA EMPRESA no adelanta un programa de mantenimiento preventivo, se hace necesario desarrollar en primera instancia un programa de mantenimiento correctivo, el cual se puede comenzar por aquellas válvulas sobre las que se han detectado e identificado problemas.

Como resultado de las investigaciones adelantadas se encontró un grupo particular de válvulas las cuales requieren de una intervención prioritaria ya que están presentado algún problema de funcionamiento, estas son:

2.6.1 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE MARIPOSA.

La red matriz cuenta con cinco (5) válvulas automáticas. Estas válvulas se instalaron para proteger los túneles de Usaquén y Los Rosales de una descompresión incontrolada.

Tres (3) de las válvulas automáticas se encuentran en la conducción de Usaquén, éstas se encuentran pinadas, es decir su mecanismo de emergencia está bloqueado y no trabaja. Las otras dos (2) se encuentran a la salida del túnel de Los Rosales en las líneas expresas Silencio - Vitelma y Silencio - Casablanca. A estas válvulas se les debe hacer un mantenimiento que incluya los actuadores automáticos que las activan y el sistema de acumuladores de Nitrógeno.

2.6.2 VÁLVULAS DE PASO ANULAR.

Estas válvulas de control ubicadas aguas arriba del tanque El Silencio y del tanque Casablanca, presentan daños en el difusor a continuación del embolo; estos daños son causados por gravas y basuras dentro de la vena líquida.

En el caso de las válvulas de control Silencio el material arrastrado puede provenir del lavado de filtros de la planta Wiesner o de daños en las dóbelas de concreto que recubren el túnel Los Rosales. Por lo tanto el daño de los émbolos de las válvulas no es solucionable cambiándolos, es claro que esta situación es generada por causas mucho más delicadas que merecen especial atención.

Se hace prioritario encontrar la causa de la presencia de estos materiales dentro de la red de distribución, tratando de detener este problema por arreglo de túneles, por colocación de filtros aguas arriba de las válvulas afectadas.

Si continua la presencia de sólidos dentro de las redes desplazándose distancias tales que les permiten llegar al tanque de Casablanca, el poder abrasivo de ellos esta dañando los revestimientos interiores de las tuberías y es muy posible que ese deterioro, este exponiendo la pared de acero a procesos corrosivos altamente riesgosos para la estabilidad de las tuberías. También debe considerarse el daño que se puede estar causando a otros accesorios en la red.

2.6.3 LÍNEA TIBITÓC - CASABLANCA, VÁLVULA V 44.

Es una válvula que por su accionamiento continuo y por su tiempo de servicio requiere de un mantenimiento en sus accesorio de operación, ajuste en los topes de abierto-cerrado y verificación del sello de empaque. Si los repuestos son muy costosos o demorado su consecución, la solución sería un cambio del accesorio.

2.6.4 PURGAS Y VENTOSAS.

Estas válvulas aunque de diámetros pequeños son de vital importancia en el control y funcionamiento de la tubería. En las inspecciones realizadas, se encuentra un estado de abandono en el mantenimiento de cajas y accesorios, originando un proceso de corrosión

casi generalizado en todos los accesorios. Los problemas planteados en los operativos de drenaje o llenado de tubería, por estas válvulas, han causado demoras en la restitución del servicio y riesgos a la tubería que pueden degenerar en problemas mayores, como la EAAB no rehabilita válvulas de diámetros menores a 30", la solución es rehabilitar cajas, cambiar válvulas en las líneas de mas edad y tener una política sostenida de mantenimiento de cajas y accesorios.

2.6.5 REHABILITACIÓN POR EDAD Y DIÁMETRO

Otro punto de partida para adelantar un programa de rehabilitación y mantenimiento correctivo de válvulas, pueden ser las cajas; como ya se ha mencionado, el mal estado de estas y el deficiente mantenimiento que se les esta dando, son causas de daños algunas veces irreparables sobre las válvulas que irónicamente protegen.

Una primera aproximación al orden de trabajo para adelantar mantenimiento correctivo sobre las cajas y válvulas es de acuerdo a la edad y al diámetro de las redes, la lista de prioridad inicial sería:

- Línea Tibitóc - Usaquén. ZBN / SBS. 60"
- Línea Av. Ferrocarril Cra. 50 a 112. ZBN. 42" y 36"
- Línea Usaquén-La Bella Suiza- Cedritos. ZBN. 24"
- Av. 39 U. Nacional al Parque Nacional. ZBS. 42"
- Av. 78 Av. Américas. ZBS. 42"
- Centro Nariño - Cama vieja. ZBS. 42"
- AV. Quito -Santa. Lucía. ZBS. 36"
- Vitelma - Diana Turbay. VIT. GRAV. 20"
- La Laguna - Monte blanco. La Laguna. 20"
- Zona Intermedia Santa. Lucía. Control. Santa Fé. 24"
- Silencio-San Diego - Parque Nacional. Silencio Grav. 42".

2.6.6 REHABILITACIÓN POR LA IMPORTANCIA DE LA VÁLVULA DENTRO DEL SISTEMA

La forma como la EAAB, utiliza las válvulas de la red matriz, permite clasificarlas por su ubicación la cual determina de alguna manera un grado de importancia dentro del sistema de la siguiente manera:

- Válvulas de salidas de plantas de tratamiento.
- Válvulas de entrada y salida a estaciones de bombeo.
- Válvulas de entrada y salida a tanques de almacenamiento. Se consideran de mayor importancia los tanques de mayor capacidad.
- Válvulas de las estructuras de control.
- Válvulas que al fallar, las zonas de servicio afectadas no pueden ser suplidas por otras líneas.
- Otras válvulas sobre las líneas que al fallar pueden afectar el servicio.

Las válvulas de estos sitios son de diámetro grande, accionamiento poco frecuente y en la actualidad se les hace mantenimiento de tipo correctivo, cuando se operan estas válvulas y se presentan dificultades en su operación, entonces se procede a realizar un mantenimiento para corregir los problemas encontrados.

En estos casos se recomienda realizar una inspección de las válvulas, en la que se debe tener presente los siguientes puntos:

- Ubicación de la caja o emplazamiento de la válvula.
- Verificación de accesibilidad al accesorio.
- Limpieza de la cámara o emplazamiento.
- Identificación de la válvula.
- Verificación de pintura, estanqueidad de la válvula.
- Verificación de estado de accesorios aledaños a la válvula.
- Posición de la válvula.

- Informe sobre inconvenientes y novedades encontradas en las válvulas.

Realizado lo anterior se procede a la selección de las válvulas a intervenir.

El programa de rehabilitación lleva a la implementación de programas de mantenimiento preventivo y en lo posible de mantenimiento predictivo, cuyo objetivo primordial es el correcto funcionamiento de las válvulas en la red de acueducto.

Se debe contar con un grupo interdisciplinario, integrado por funcionarios de los departamentos que tienen que ver con el control de operación, para que se aproveche cualquier oportunidad de suspensión de servicio, para realizar trabajos de inspección y mantenimiento sobre las válvulas de las redes. Este grupo de trabajo debe ser permanente y realizar trabajos normales de mantenimiento preventivo tales como inventario de repuestos, elaboración de programas de renovación, verificación del estado de las cajas, verificar accesibilidad a las cámaras o cajas, verificar estanqueidad de las válvulas y accesorios dentro de las cámaras y verificar rutinariamente el estado exterior de las válvulas.

Para la realización de las actividades planteadas se debe contar con rutas de inspección, determinación de zonas de operación del grupo de trabajo, capacitación permanente a los integrantes del grupo y un apoyo total de las gerencias respectivas.

Todas las actividades deben ser registradas minuciosamente para que esta información retroalimente los lineamientos de trabajo y permita introducir los cambios necesarios para realizar una labor sostenida y cada vez mejor. Llevar este tipo de registro facilitara las operaciones futuras ya que muy fácilmente se puede conocer sobre los desperfectos o daños, el aislamiento de las zonas, tipos de reparaciones efectuadas y los detalles sobre la normalización del servicio.

2.6.7 RENOVACIÓN DE VÁLVULAS.

En el mismo orden de prioridades se requiere hacer renovación de válvulas. Esta renovación no puede ser general e indiscriminada, se debe comenzar por las válvulas de purga, por rehabilitar las válvulas de ventosa y estudiar en detalle las válvulas sobre la línea y las correspondientes a salidas laterales que abastecen sectores de población.

- En el caso de las purgas, se presentan continuamente casos en que es difícil operar este tipo de válvulas, por los daños que presentan; en muchos casos causados por el estado de abandono en que se tienen las cajas y las mismas válvulas.
- Con la rehabilitación de las cajas, con el cambio de válvulas y la aplicación estricta de los programas de inspección y mantenimiento existentes en la empresa, se puede obtener un muy buen funcionamiento operacional.
- Como las purgas no trabajan solas, se hace indispensable rehabilitar simultáneamente las válvulas de ventosa. Se presentan problemas de mantenimiento con las ventosas que tienen incorporada la válvula de cierre, pues obliga ser reparada en sitio, se tendría que unificar el tipo de ventosa y poder tener elementos de recambio, utilizables para facilitar la rehabilitación de las existentes.
- Los daños originados por el mal mantenimiento de las cajas afectan también el estado de las válvulas para pitómetro. Estas válvulas requieren ser rehabilitadas como todas las demás.
- En el proceso de rehabilitación de cajas, quedaran en condiciones de ser utilizadas las bocas de acceso instaladas en las tuberías.

2.7. CONCLUSIONES

- Conocer la función de las válvulas dentro de la línea, permite prevenir daños en las redes.
- Se requiere conocer el funcionamiento de cada tipo de válvula para establecer un plan de inspección.

- Teniendo idea de los despieces de las válvulas se puede comprender mejor el alcance de los trabajos de mantenimiento.
- La operación de las válvulas depende del entrenamiento y capacitación que tengan quienes ordenan las operaciones y quienes las ejecutan. Un desconocimiento del funcionamiento de las válvulas y de sus operadores ya sea manuales, eléctricos o hidráulicos puede ocasionar la salida de servicio de una línea matriz.
- La inspección rutinaria y adecuada de los corredores de las líneas matrices, constituyen un procedimiento que permite detectar daños en los accesorios, generados por falta de mantenimiento, descuido con la parte física de las cajas que protegen a los accesorios, humedad en las cajas y falta de tratamientos anticorrosivos en los accesorios.
- La inspección rutinaria es el punto de partida para la implementación de rutinas de mantenimiento o cambio de accesorios.
- Es conveniente generar la costumbre de llamar a las válvulas por su nombre genérico y no por su nombre de operación o por su marca; por ejemplo las válvulas de paso anular son conocidas como válvulas reductoras, válvulas de pistón, válvulas de biela, válvulas multichorro, válvulas anticavitación y válvulas Balley; lo cual causa confusión dentro de las diferentes divisiones que tengan relación con los accesorios, hecho que incrementa considerablemente el riesgo de daños por mala operación.
- Todo lo anterior, hace necesaria la implementación de rutinas de taller, para rehabilitación de válvulas de mariposa, de compuerta y ventosas, en las que se indican los pasos a seguir desde el momento en que se retira la válvula de línea hasta la prueba hidrostática de la misma y su habilitación para ser reinstalada.
- La rehabilitación de accesorios, está contemplada dentro del programa estructurado de rehabilitación, resultado de la Actividad 6.

TABLA DE CONTENIDO

ANTECEDENTES.....	1-1
1. INTRODUCCIÓN.....	1-3
2. ANÁLISIS DE LOS ACCESORIOS DE LA RED MATRIZ Y SU FUNCIONAMIENTO	2-1
2.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE VÁLVULAS DE LA RED MATRIZ	2-2
2.1.1 LIMITACIONES HIDRÁULICAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS.	2-2
2.1.2 REQUISITOS BÁSICOS DE LAS VÁLVULAS.....	2-3
2.1.3 GENERALIDADES PARA LA SELECCION DE UNA VALVULA	2-4
2.1.4 MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE VÁLVULAS.	2-6
2.1.4.1 Hierro Fundido. (Cast Iron).....	2-6
2.1.4.2 Fundición nodular. (Nodular Cast Iron)	2-6
2.1.4.3 Fundición de acero. (Cast Steel).....	2-6
2.1.5 ALMACENAMIENTO DE VÁLVULAS.....	2-7
2.1.6 INSTALACIÓN DE VÁLVULAS.	2-8
2.1.7 TIPOS DE VÁLVULAS INSTALADAS EN LA RED MATRIZ.	2-9
2.1.7.1 Válvula de compuerta.....	2-9
2.1.7.2 Válvula de cono.....	2-9
2.1.7.3 Válvula de mariposa.....	2-9
2.1.7.4 Válvula de paso anular.....	2-9
2.1.7.5 Válvula multichorro.....	2-10
2.1.7.6 Válvula de ventosa.	2-10
2.2. INSPECCIONES DE CAMPO REALIZADAS A LAS VÁLVULAS.....	2-10
2.2.1 INSPECCIÓN VISUAL DE LAS VÁLVULAS	2-11
2.2.1.1 Válvulas sobre la línea (de paso o cierre).	2-11
2.2.1.2 Válvulas de purga y válvulas para salidas laterales.	2-12
2.2.1.3 Válvulas de ventosa.	2-16
2.2.1.4 Válvula para pitómetro.	2-17
2.2.1.5 ASPECTOS RELEVANTES SOBRE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL DE VÁLVULAS.	2-18
2.2.2 PRUEBAS Y MEDICIONES DE CAMPO PARA VÁLVULAS.	2-18
2.3. PROBLEMAS, CAUSAS DE FALLA Y RECOMENDACIONES PARA VÁLVULAS.....	2-20
2.3.1 VÁLVULAS DE COMPUERTA.	2-21
2.3.1.1 Problemas en la operación.....	2-21
2.3.1.2 Recomendaciones para la buena operación	2-21
2.3.1.3 Problemas típicos, causas y soluciones	2-22
2.3.2 VÁLVULAS DE CONO.	2-23
2.3.2.1 Problemas en la operación.....	2-23
2.3.2.2 Recomendaciones para la buena operación	2-23



2.3.2.3	Problemas típicos, causas y soluciones.....	2-23
2.3.3	<i>VÁLVULAS DE MARIPOSA.</i>	2-25
2.3.3.1	Problemas en la operación.....	2-25
2.3.3.2	Recomendaciones para la buena operación	2-26
2.3.3.3	Problemas típicos, causas y soluciones.....	2-26
2.3.4	<i>VÁLVULAS DE PASO ANULAR.</i>	2-28
2.3.4.1	Problemas en la operación.....	2-28
2.3.4.2	Recomendaciones para la buena operación	2-28
2.3.5	<i>VÁLVULAS DE MULTICHORRO.</i>	2-29
2.3.5.1	Problemas en la operación.....	2-29
2.3.5.2	Recomendaciones para la buena operación	2-29
2.3.6	<i>PROBLEMAS TÍPICOS, CAUSAS Y SOLUCIONES EN VÁLVULAS DE VENTOSA</i>	2-30
2.4.	<i>RUTINAS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS</i>	2-31
2.4.1	<i>RECOMENDACIONES PARA ESTABLECER RUTINAS DE INSPECCIÓN</i>	2-31
2.4.2	<i>RECOMENDACIONES PARA ESTABLECER LA SECUENCIA DE LAS RUTINAS DE INSPECCIÓN (PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO).</i>	2-32
2.4.3	<i>RUTINAS DE INSPECCIÓN PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS.</i>	2-34
2.4.3.1	Inspección detallada para mantenimiento de válvulas de compuerta.	2-35
2.4.3.2	Inspección detallada para mantenimiento de válvulas de mariposa.....	2-37
2.4.3.3	Inspección detallada para mantenimiento de válvulas de cono.	2-39
2.4.3.4	Inspección detallada para mantenimiento de válvulas de paso anular.....	2-41
2.4.3.5	Inspección detallada para mantenimiento de válvulas de ventosa.....	2-42
2.5.	<i>RECOMENDACIONES GENERALES PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS.</i>	2-44
2.5.1	<i>ANÁLISIS OPERATIVO ANTES DEL MANTENIMIENTO</i>	2-44
2.5.2	<i>MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS SOBRE LAS LÍNEAS.</i>	2-45
2.5.3	<i>MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE VENTOSA</i>	2-46
2.5.4	<i>MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE PURGA Y DE SALIDAS LATERALES.</i>	2-47
2.5.5	<i>MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS PARA PITÓMETRO.</i>	2-48
2.6.	<i>REHABILITACIÓN DE VÁLVULAS.</i>	2-48
2.6.1	<i>VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE MARIPOSA.</i>	2-49
2.6.2	<i>VÁLVULAS DE PASO ANULAR.</i>	2-49
2.6.3	<i>LÍNEA TIBITÓC - CASABLANCA, VÁLVULA V 44.</i>	2-50
2.6.4	<i>PURGAS Y VENTOSAS.</i>	2-50
2.6.5	<i>REHABILITACIÓN POR EDAD Y DIÁMETRO</i>	2-51
2.6.6	<i>REHABILITACIÓN POR LA IMPORTANCIA DE LA VÁLVULA DENTRO DEL SISTEMA.</i>	2-52
2.6.7	<i>RENOVACIÓN DE VÁLVULAS.</i>	2-54
2.7.	<i>CONCLUSIONES.</i>	2-54

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla No. 2.2.1. Relación de Válvulas inspeccionadas visualmente.</i>	<i>2-13</i>
<i>Tabla No. 2.3.1. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Compuerta</i>	<i>2-22</i>
<i>Tabla No. 2.3.3. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Mariposa...</i>	<i>2-27</i>
<i>Tabla No. 2.3.4. Problemas Típicos, Causas y Soluciones en Válvulas de Ventosa</i>	<i>2-30</i>
<i>Tabla No. 2.4.1. Rutinas de Inspección para Válvulas de Compuerta.....</i>	<i>2-35</i>
<i>Tabla No. 2.4.2. Rutinas de Inspección para Válvulas de Mariposa.....</i>	<i>2-37</i>
<i>Tabla No. 2.4.3. Rutinas de Inspección para Válvulas de Cono.....</i>	<i>2-39</i>
<i>Tabla No. 2.4.4. Rutinas de inspección para Válvulas de Paso Anular</i>	<i>2-41</i>
<i>Tabla No. 2.4.5. Rutinas de Inspección para Válvulas de Ventosa</i>	<i>2-43</i>

