

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-------------|
| 3. | INVENTARIO, CLASIFICACIÓN DE DAÑOS Y MANTENIMIENTO RED MATRIZ | 3-1 |
| 3.1. | REGISTRO HISTÓRICO..... | 3-1 |
| 3.1.1 | <i>INFORMACIÓN RECOPIADA.....</i> | <i>3-1</i> |
| 3.1.2 | <i>CONFORMACIÓN DEL INVENTARIO DE DAÑOS Y MANTENIMIENTOS</i> | <i>3-3</i> |
| 3.2. | CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS Y MANTENIMIENTOS..... | 3-4 |
| 3.2.1 | <i>CLASIFICACIÓN POR ZONAS DE MANTENIMIENTO</i> | <i>3-4</i> |
| 3.2.2 | <i>CLASIFICACIÓN POR DIÁMETROS.....</i> | <i>3-5</i> |
| 3.2.3 | <i>CLASIFICACIÓN POR MATERIAL</i> | <i>3-6</i> |
| 3.2.4 | <i>CLASIFICACIÓN POR EDAD</i> | <i>3-10</i> |
| 3.2.5 | <i>CLASIFICACIÓN POR CLASE</i> | <i>3-11</i> |
| 3.2.6 | <i>CONCLUSIONES.....</i> | <i>3-12</i> |
| 3.3. | DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN DE DAÑOS Y MANTENIMIENTO | 3-14 |
| 3.3.1 | <i>MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</i> | <i>3-15</i> |
| 3.3.2 | <i>MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....</i> | <i>3-15</i> |
| 3.3.3 | <i>ASPECTOS GENERALES DEL MANTENIMIENTO.....</i> | <i>3-17</i> |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-------------|
| <i>Tabla No. 3.1.1. Relación líneas con mayor número de daños en los últimos 10 años.</i> | <i>3-4</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.1. Clasificación de daños por zonas de mantenimiento.</i> | <i>3-5</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.2. Clasificación de daños por diámetro.</i> | <i>3-6</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.3. Clasificación de daños por material.....</i> | <i>3-7</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.4. Clasificación por diámetros, expresado como daños/año/Km.</i> | <i>3-8</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.5. Clasificación por tipo de material, expresado en daños/año/Km.</i> | <i>3-9</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.6. Clasificación de daños por edad.</i> | <i>3-10</i> |
| <i>Tabla No. 3.2.7. Clasificación de daños por clase de tubería.....</i> | <i>3-12</i> |

INDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|-------------|
| <i>Gráfica No. 3.2.1. Diámetros vs Índice Daños/Año/Km</i> | <i>3-8</i> |
| <i>Gráfica No. 3.2.2. Material vs Daños/año/Km.....</i> | <i>3-10</i> |
| <i>Grafica No. 3.2.3. Daños/Año/Km vs Edad.....</i> | <i>3-11</i> |
| <i>Gráfica No. 3.4.1. Diagrama de flujo del mantenimiento correctivo.....</i> | <i>3-19</i> |

3. INVENTARIO, CLASIFICACIÓN DE DAÑOS Y MANTENIMIENTO RED MATRIZ

3.1. REGISTRO HISTÓRICO

3.1.1 INFORMACIÓN RECOPIADA

Para la realización de la investigación sobre el registro histórico de daños y mantenimientos en la Red Matriz del acueducto se recurrió a la información disponible en el archivo de la Dirección de Operación y Control Acueducto y a entrevistas personales con distintos funcionarios de la Dirección de Mantenimiento Acueducto.

De la Dirección de Operación y Control Acueducto se obtuvo acceso a la biblioteca y en especial para el tema específico de daños y mantenimientos, fueron consultados los siguientes documentos:

1. Informes anuales de Labores, de esta Dirección, correspondientes a los años de 1990 hasta 1999.
2. Informes sobre distintos "operativos" y/o trabajos de mantenimiento realizados entre los años 1996 y 2000.
3. Planillas de Control de Daños de la Red de Acueducto para los años de 1997, 1998, 1999 y 2000, o planillas "F2".

En cuanto a la Dirección de Mantenimiento se tuvo entrevistas con el Ingeniero Director y el Ingeniero Jefe de la división de mantenimiento sur.

La información contenida en los informes anuales de labores de la Dirección de Operación y Control, respecto a daños y mantenimientos en la red matriz, fue extraída y consignada en un formato denominado por la Consultoría como Formato para la Información sobre el

Registro Histórico de Daños de la Red Matriz (Cuadro No. 4 del Anexo 4), corresponde a los años investigados de 1990 hasta 1996 sin incluir 1991.

En los informes sobre "operativos" y/o trabajos de mantenimiento se indica, en general, la descripción de los trabajos a ejecutar, incluyendo la suspensión del servicio y la operación del sistema durante el mismo, el cronograma de trabajo y la programación de los recursos a utilizar.

Las planillas de control de daños de la red de acueducto o "F2", son diligenciadas diariamente y en ellas se encuentra relacionado el reporte diario recibido de daños de toda la red de acueducto incluyendo redes matrices y redes menores; de igual forma se registran, en su parte inferior y de manera ascendente, la programación diaria de reparaciones, cierres, nuevas conexiones o algún otro trabajo.

La investigación se adelantó sobre las planillas obtenidas en medio impreso y para cada uno de los daños reportados se consigna en ella, entre otra información, la que se consideró de interés para el estudio y relacionada a continuación:

1. Zona que atendió, según la zona de mantenimiento a que corresponda.
2. Fecha (indicando día, mes, año)
3. Localización (en general calles, carreras)
4. Diámetro de la tubería.
5. Cierre (se indica fecha, hora y unidad que lo realizó)
6. Reestablecida (se indica fecha, hora y unidad que la realizó)
7. Zona sin Servicio.

La anterior información, en lo referente a red matriz ($\phi \geq 16"$), ha sido transcrita a un formato definido y denominado por la Consultoría como, Formato para la Información sobre Registro de Daños de la Red Matriz (Cuadro No. 5), el cual se presenta en el Anexo 5, con información para los años de 1997, 1998, 1999 y 2000 investigados. (Ver Plano JR-052-GEN-006-E del Anexo 16).

No se encontró, en las planillas de control de daños, información relacionada con el tipo de reparación ejecutada e inconvenientes presentados durante la reparación.

De las entrevistas con los distintos funcionarios de LA EMPRESA, se tienen indicios, que para el caso de redes matrices el daño más frecuente se debe a perforaciones de la tubería relacionada a efectos de corrosión local y presentada en las paredes exteriores de la tubería.

3.1.2 CONFORMACIÓN DEL INVENTARIO DE DAÑOS Y MANTENIMIENTOS

Con la recopilación de la información contenida en los documentos consultados y anteriormente mencionados se consiguió completar una serie histórica de diez (10) años de registro, correspondientes a la última década de funcionamiento de la red matriz.

Posteriormente se procedió a identificar cada uno de los daños y mantenimientos reportados, en los diferentes informes y planillas, sobre la línea de tubería afectada; para lo anterior se utilizó principalmente, el inventario de líneas realizado y los datos de localización, diámetro y zona afectada, obtenidos de las planillas F2 e informes.

Una vez quedaron plenamente identificados cada uno de los daños sobre las líneas de tubería y determinada su localización exacta se procedió a su incorporación al sistema.

De lo anterior se pudo concluir que existen algunas líneas que en los últimos diez (10) años han presentado un número significativo de daños como las que se relacionan en la Tabla No. 3.1.1.

Tabla No. 3.1.1. Relación líneas con mayor número de daños en los últimos 10 años.

| CÓDIGO | NOMBRE | DIÁMETRO (Pulg) | No. DE DAÑOS |
|---------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| CC9005 | La Regadera- Vitelma | 36 | 19 |
| | Vitelma – Diana Turbay | 20 | 17 |
| CC9012 | La Laguna – Monte Blanco | 20 | 16 |
| RD2624040 | Vitelma – Jalisco | 24 | 10 |
| CC9007 | San Diego – Vitelma | 24 | 9 |
| CC9016 | Línea Calle 100 - Av. Suba | 16 | 8 |
| RM24107 | Alpes – Quindío | 24 | 6 |
| CC9014 | Tanque Egipto a Cra. 9 x Cl. 12 | 16 | 6 |
| CC9008 | Zona Baja Sur - Brazo Oriental | 24 | 6 |
| RD2524039 | Vitelma – Santa Lucía - San Carlos | 24 | 5 |
| RD3A24019 | Conducción Estación de Bombeo Suba | 24 | 4 |
| CC9003 | Tibitóc- Usaquén | 60 | 4 |
| RM78001 | Tibitóc- Casablanca | 78 | 4 |

3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS Y MANTENIMIENTOS

3.2.1 CLASIFICACIÓN POR ZONAS DE MANTENIMIENTO

Con la localización de cada uno de los daños sobre las líneas respectivas también se pudo obtener que, la zona de mantenimiento sur con el 62.35% del total de los daños es la zona más afectada por éste fenómeno y especialmente las líneas tales como La Regadera - Vitelma (agua cruda), Vitelma - Diana Turbay, La Laguna Monte Blanco, Vitelma - Jalisco, San Diego - Vitelma, Línea Calle 100 - Av. Suba y Alpes - Quindío.

La zona de mantenimiento norte, con el 22.35% de los daños y mantenimientos ocurridos durante la última década, ocupa el segundo lugar, en especial se resaltan las líneas Calle 100 - Avenida Suba, Conducción estación de Bombeo Suba y Tibitóc- Usaquén y Tibitóc-

Casablanca como las más afectadas.

El 15.29% de los daños y mantenimientos sucedidos en la última década se presentaron en la zona de mantenimiento centro, aunque aquí se resalta la línea Tanque Egipto a Cra. 9 x Cll. 12, se destaca también, que en esta zona el fenómeno se presentó de manera más distribuida entre las distintas líneas que hacen parte de esta zona.

Los resultados anteriores se indican en la Tabla No. 3.2.1.

Tabla No. 3.2.1. Clasificación de daños por zonas de mantenimiento.

| ZONA DE MANTENIMIENTO | NUMERO DE DAÑOS | PORCENTAJE |
|------------------------------|------------------------|-------------------|
| SUR | 106 | 62.35 |
| CENTRO | 38 | 22.35 |
| NORTE | 26 | 15.29 |
| TOTALES | 170 | 100 |

3.2.2 CLASIFICACIÓN POR DIÁMETROS

Respecto al número de daños y mantenimientos por diámetro tenemos que en las tuberías de 24" con el 36.47%, se presenta el mayor índice de ocurrencia, seguidas por las de 20", 16" y 36" respectivamente.

Los resultados obtenidos, en cuanto al número de daños y mantenimientos ocurridos y clasificados por diámetros se indican en la Tabla No. 3.2.2.

Tabla No. 3.2.2. Clasificación de daños por diámetro.

| DIÁMETRO | NUMERO DE DAÑOS | PORCENTAJE |
|----------|-----------------|------------|
| 78" | 4 | 2.35 |
| 60" | 5 | 2.94 |
| 48" | 0 | 0.00 |
| 42" | 4 | 2.35 |
| 36" | 20 | 11.76 |
| 34" | 2 | 1.18 |
| 30" | 0 | 0.00 |
| 24" | 62 | 36.47 |
| 20" | 37 | 21.76 |
| 16" | 36 | 21.18 |
| TOTALES | 170 | 100 |

3.2.3 CLASIFICACIÓN POR MATERIAL

En cuanto a la característica física del tubo, respecto al tipo de material del que está fabricado o norma de fabricación que cumple, se obtuvo que el 77.65% de los daños y mantenimientos de los últimos diez años se presentaron sobre la tubería con norma de fabricación AWWA C303 o tubería CCP; se debe tener en cuenta que el 65.60% del total de la longitud de tubería instalada en red matriz es de este tipo y en diversos diámetros.

El 13.53% de los daños y mantenimientos de la última década se presentaron en la tubería en la AWWA C200 - C203, o tubería de acero con revestimiento en esmalte; sobre la AWWA C110 o fundición y la AWWA C301 o PCCP el porcentaje de ocurrencia de daños o mantenimientos en los últimos diez años fue del 6.47% y 2.35% respectivamente, del total de fallas presentadas en toda la red matriz de distribución. (Ver Tabla No. 3.2.3.)

Tabla No. 3.2.3. Clasificación de daños por material.

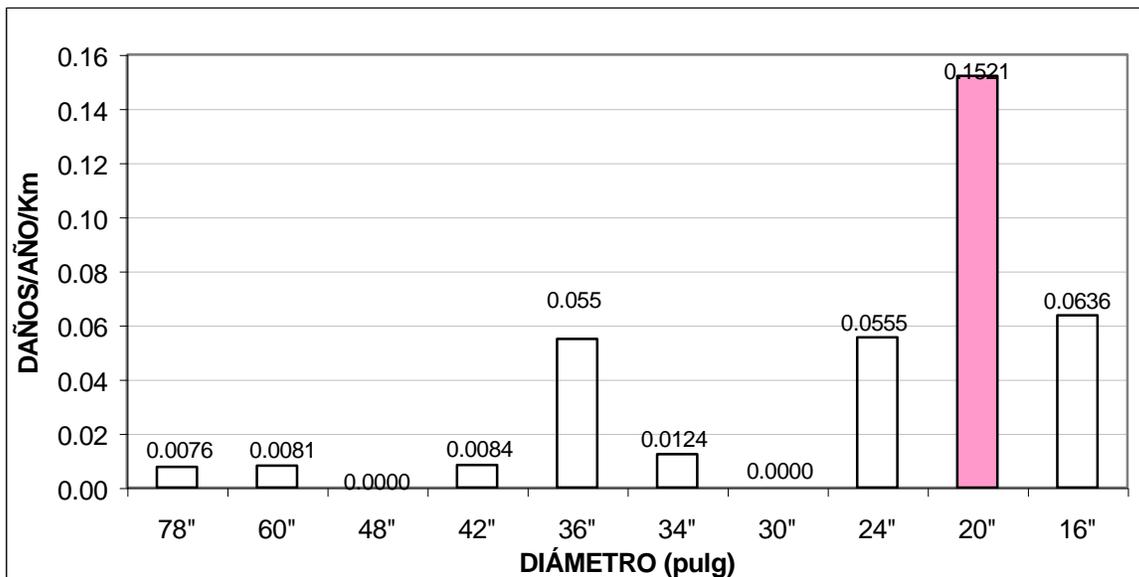
| TIPO DE MATERIAL | NUMERO DE DAÑOS | PORCENTAJE |
|------------------|-----------------|------------|
| AWWA C303 | 132 | 77.65 |
| AWWA C200 -C203 | 23 | 13.53 |
| AWWA C110 | 11 | 6.47 |
| AWWA C301 | 4 | 2.35 |
| AWWA C200 - C205 | 0 | 0.00 |
| AWWA C400 | 0 | 0.00 |
| TOTALES | 170 | 100 |

Para indicar de una manera más representativa y comparativa los resultados hasta ahora obtenidos y en vista de que las cantidades de tubería, en cuanto a longitud, varían de manera considerable entre cada uno de los distintos diámetros y tipos de material, los porcentajes anteriores se vincularon con la longitud de tubería instalada según cada clasificación, es decir según diámetro y tipo de material. Igualmente para usar una medida estadística más apropiada se ligó la anterior frecuencia de ocurrencia de daños y mantenimientos al periodo anual, por lo que se tendrá un indicador de Número de Daños por tiempo y por longitud, dado como Daños / Año / Kilómetro. (Ver Tablas Nos. 3.2.4 y 3.2.5, Gráficas 3.2.1 y 3.2.2).

Tabla No. 3.2.4. Clasificación por diámetros, expresado como daños/año/Km.

| DIÁMETRO | LONGITUD (mts.) | No. Daños | No. Años | Daños / Año / Km. |
|----------------|-------------------|------------|-----------|-------------------|
| 78" | 52.694,83 | 4 | 10 | 0.0076 |
| 60" | 61.557,32 | 5 | 10 | 0.0081 |
| 48" | 10.028,55 | 0 | 10 | 0.000 |
| 42" | 47.752,28 | 4 | 10 | 0.0084 |
| 36" | 36.510,72 | 20 | 10 | 0.055 |
| 34" | 16.136,53 | 2 | 10 | 0.0124 |
| 30" | 19.779,79 | 0 | 10 | 0.000 |
| 24" | 112.240,93 | 62 | 10 | 0.0552 |
| 20" | 24.325,74 | 37 | 10 | 0.1521 |
| 16" | 56.611,61 | 36 | 10 | 0.0636 |
| TOTALES | 437.638,30 | 170 | 10 | 0.0388 |

Gráfica No. 3.2.1. Diámetros vs Índice Daños/Año/Km



Nótese que el indicador daño /año / km, es más representativo, ya que el número de daños se encuentra directamente relacionado con la longitud de tubería instalada. El mayor valor para este indicador lo obtienen las tuberías de 20" con el 0.1521 de daños por año y por kilómetro el cual representa el 21.76 % del total de daños presentados en la última década, según la clasificación por diámetros. A los diámetros de 20" le siguen las tuberías de 16" con un índice de 0.0636 daños/año/km. (Tabla No. 3.2.4 y Gráfica No. 3.2.1).

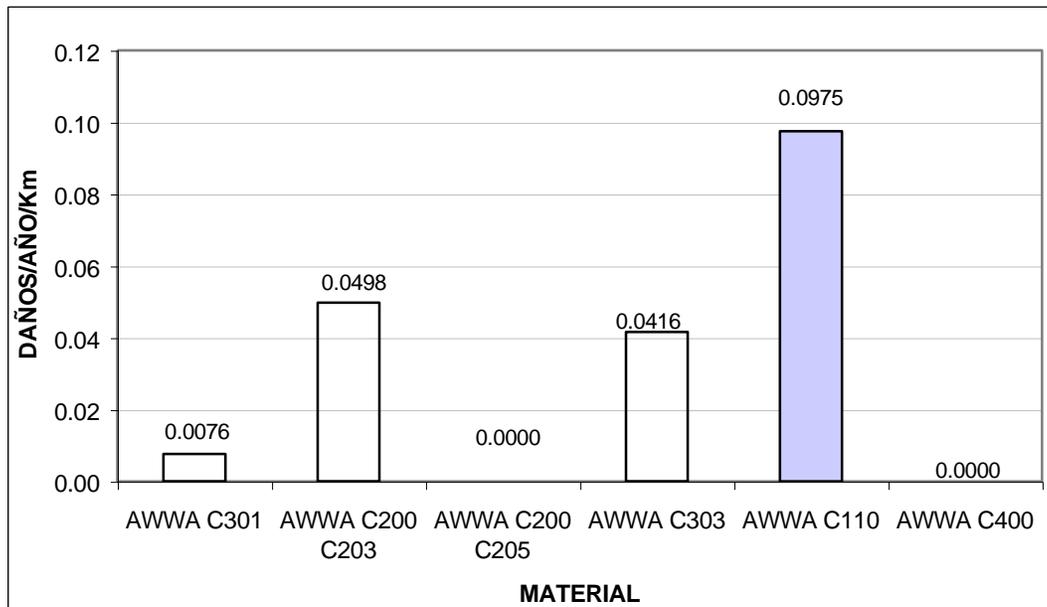
Tabla No. 3.2.5. Clasificación por tipo de material, expresado en daños/año/Km.

| TIPO DE MATERIAL | LONGITUD (mts.) | No. Daños | No. años | Daños /Año /Km |
|------------------|-----------------|-----------|----------|----------------|
| AWWA C303 | 317.173,02 | 132 | 10 | 0.0416 |
| AWWA C200 -C203 | 46.097,28 | 23 | 10 | 0.0498 |
| AWWA C110 | 11.280,19 | 11 | 10 | 0.0975 |
| AWWA C301 | 52.694,83 | 4 | 10 | 0.0076 |
| AWWA C200 - C205 | 9.258,66 | 0 | 10 | 0.000 |
| AWWA C400 | 1,134 | 0 | 10 | 0.000 |
| TOTALES | 437.638,30 | 170 | | 0.0388 |

De la Tabla No. 3.2.5 y la Gráfica No. 3.2.2 se tiene, que las tuberías con norma de fabricación AWWA C110 presentan el mayor índice de daños promedio anual por kilómetro, para la última década con un índice de 0.0975, seguidas de las tuberías con Norma de fabricación AWWA C200 - C203.

Se destaca que las tuberías con norma AWWA C110 en su gran mayoría son de diámetro de 16", mientras que para las AWWA C200 - C203 su diámetro varía entre 16" y 60".

Gráfica No. 3.2.2. Material vs Daños/año/Km



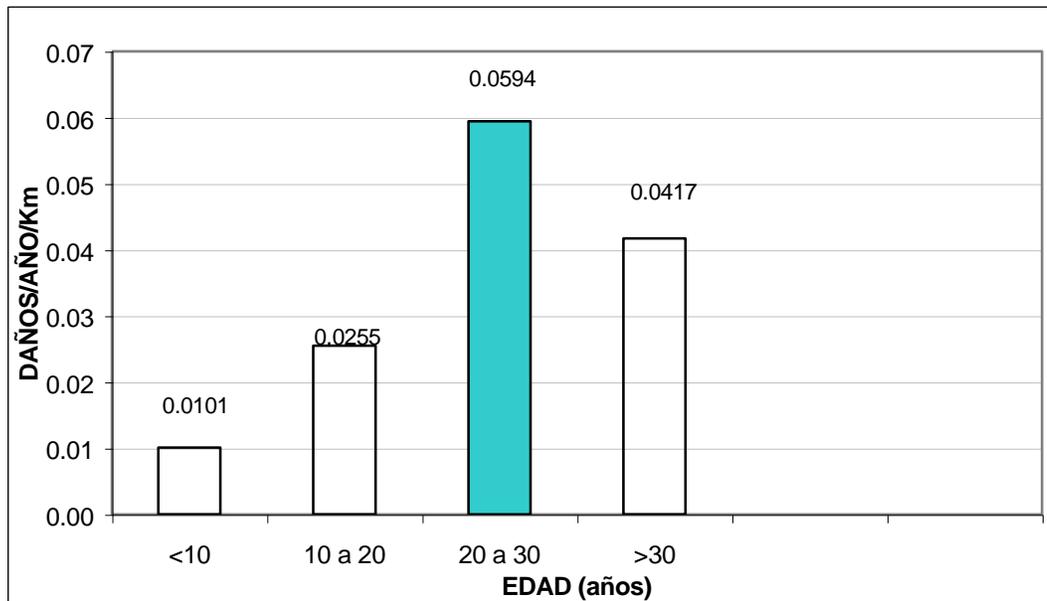
3.2.4 CLASIFICACIÓN POR EDAD

En la Tabla No. 3.2.6 y la Gráfica 3.2.3 se indica, para la clasificación de las tuberías según su edad, la distribución de los daños y mantenimientos ocurrido en la última década.

Tabla No. 3.2.6. Clasificación de daños por edad.

| EDAD | LONGITUD (mts.) | No. Daños | No. años | Daños /Año /Km |
|--------------------|-----------------|-----------|----------|----------------|
| MENOR A 10 AÑOS | 58.923,69 | 6 | 10 | 0,0101 |
| ENTRE 10 Y 20 AÑOS | 82.453,65 | 21 | 10 | 0,0255 |
| ENTRE 20 Y 30AÑOS | 109.386,24 | 65 | 10 | 0,0594 |
| MAYOR DE 30 AÑOS | 186.874,72 | 78 | 10 | 0,0417 |
| TOTALES | 437.638,30 | 170 | | 0.0388 |

Grafica No. 3.2.3. Daños/Año/Km vs Edad



Como se puede observar, las tuberías instaladas entre 1970 y 1980, es decir con edades entre 20 y 30 años, presentan el mayor índice de daños / año / km, con el 0,0594, y para las tuberías con más de treinta años este valor es de 0,0417 daños por año por kilómetro ocurridos en la última década y según esta clasificación.

3.2.5 CLASIFICACIÓN POR CLASE

Para la clasificación de los daños según esta característica, es importante resaltar, que la misma se hizo sobre las líneas en las cuales fue posible identificar la clase de material con el cual fueron construidas, ya que como se indicó en el capítulo del inventario y caracterización de las líneas de la red matriz, la información se encontró parcialmente y no para el total de las líneas registradas en el inventario final.

Considerando la aclaración anterior, se tienen los resultados presentados en la Tabla No. 3.2.7.

Tabla No. 3.2.7. Clasificación de daños por clase de tubería.

| CLASE (Psi) | LONGITUD FINAL (mts) | No. Daños | No. años | Daños / año / Kms. |
|--------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|---------------------------|
| 150 | 236.005,14 | 65 | 10 | 0.0275 |
| 180-150 | 52.694,83 | 4 | 10 | 0.0076 |
| 185 | 2.546,09 | 0 | 10 | 0.000 |
| 200 | 12.626,68 | 24 | 10 | 0.190 |
| 200-150 | 4.734,14 | 0 | 10 | 0.000 |
| 250-150 | 2.242,14 | 0 | 10 | 0.000 |
| 250 | 9.790,59 | 2 | 10 | 0.0204 |
| 350 | 14.650,0 | 0 | 10 | 0.000 |
| N.D | 102.348,64 | 75 | 10 | 0.0732 |
| TOTALES | 437.638,30 | 170 | 10 | 0.0388 |

De lo anterior se deduce que las tuberías con clase de 200 PSI presentan el mayor índice de daños por año por kilómetro instalada con 0.190, en este grupo sobresalen las líneas Vitelma - Jalisco y Alpes - Quindío.

3.2.6 CONCLUSIONES

1. El número total de daños y mantenimientos registrado en la información consultada llegó a 170 para el periodo comprendido entre 1990 y 2000, no se incluyó el año de 1991 para el cual no se encontró información.
2. La zona de mantenimiento sur con el 62.35% del total de daños y mantenimientos ocurridos en la última década, es la zona donde más se requirió de este servicio, la mayoría de las líneas que lo han demandado se localizan en el sector sur oriental de la ciudad.

3. En la zona de mantenimiento norte se presentó el menor número de daños y mantenimientos durante el periodo analizado.
4. El mayor número de daños / año / kilómetro se presenta en las tuberías de 20" de diámetro, en donde es importante resaltar las líneas Vitelma - Diana Turbay y La Laguna - Monteblanco, localizadas en la zona de mantenimiento sur.
5. Las tuberías con diámetro de 24" presentan el segundo índice más alto de daños / año / kilómetro, en este grupo se resaltan las líneas Vitelma - Jalisco y San Diego - Vitelma. En tercer lugar se encuentran las tuberías de 16" de diámetro en donde se destaca la línea Calle 100 .- Avenida Suba, de la zona norte.
6. Desde el punto de vista del material de la tubería el mayor índice daños / año / kilómetro, se presenta en las tuberías con norma AWWA C110, en donde se resalta la línea de la calle 73 por carrera 53 de 16".
7. Las tuberías con edad entre 20 y 30 años presentan el mayor índice de daños / año / kilómetro, se destacan las líneas Alpes - Quindío de 24", Zona Baja Sur - Brazo oriental de 24" y Tanque Egipto a carrera 9 por calle 12 de 16".
8. Las líneas Tibitóc - Casablanca de 78" y Tibitóc- Usaquen de 60", son las líneas de mayor diámetro de toda la red matriz donde se presentaron daños en la última década.
9. Las líneas con clase 200 Psi presentan el mayor índice de daños por año por kilómetro de longitud instalada, en éste grupo se mencionan las líneas Vitelma - Jalisco, que opera por alta presión, y Alpes - Quindío, de la zona sur de mantenimiento.
10. La clasificación de los daños según las características de diámetro, edad, clase y material no debe verse en forma individual, por cuanto en la aparición de una fuga influyen diferentes factores y las mismas pueden deberse a una combinación de

múltiples causas, entre otras se tienen, las condiciones de operación, de suelos y mantenimiento que se haya efectuado.

En el plano No. JR-052-GEN-006-E del anexo 16 se indica la distribución espacial de los daños y/o mantenimientos de la red matriz ocurrido durante la última década de funcionamiento.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN DE DAÑOS Y MANTENIMIENTO

Durante la investigación adelantada en el presente estudio para la descripción de los procedimientos y atención de las reparaciones por daños y/o mantenimientos ejecutados por LA EMPRESA en la red matriz de acueducto, se recurrió a entrevistas personales con los ingenieros a cargo de estas actividades en la Dirección de Mantenimiento Acueducto y Dirección de Operación y Control Acueducto.

Aunque las labores propiamente dichas y tratadas en este numeral no corresponden, ni están directamente a cargo de la Dirección de Operación y Control Acueducto, su activa y decisiva participación en algunas de ellas, muy importantes, hacen que el aporte de ésta dirección sea tenido en cuenta en el mantenimiento general de la red matriz.

Así mismo la investigación no está concluida porque se encuentran pendientes las entrevistas con algunas otras dependencias involucradas de una u otra manera, directa o indirectamente en el mantenimiento de la red matriz tales como Almacén, Mantenimiento Electromecánico, Contabilidad y Reclamos. Para una mejor interpretación de la descripción de los procedimientos para la reparación y mantenimiento de la red se ha considerado importante presentar las siguientes definiciones.

3.3.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Son todas aquellas labores o actividades llevadas a cabo, sin esperar que se presenten daños y justamente tendientes a evitar que estos se sucedan. Estas mismas acciones deben corresponder a un programa calendario de utilización de recursos y su objetivo es evitar los problemas ocasionados por la destrucción total o parcial de algún elemento (tubería o accesorio) y con ello garantizar el buen funcionamiento.

De las entrevistas con los distintos funcionarios de LA EMPRESA se puede se puede concluir lo siguiente:

1. No existe, ni se adelanta en la actualidad un programa sobre este tipo de mantenimiento.
2. En algunos casos, durante la realización de los denominados "operativos", por parte de la Dirección de Operación y Control Acueducto y en los que la Dirección de Mantenimiento presta apoyo, se llevan a cabo actividades de mantenimiento preventivo, aprovechando la oportunidad del cierre o por necesidad para que el mismo sea exitoso.
3. En algunas ocasiones, especialmente de posibles emergencias, este tipo de mantenimiento es desarrollado por un contratista, que generalmente corresponde al mismo proveedor de las tuberías.

3.3.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

También llamado mantenimiento de reparación de daños, consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o en cualquier elemento. Este tipo de mantenimiento no puede programarse, por lo que se hace necesario de la disponibilidad permanente e inmediata de todos los recursos para su atención. En la Gráfica No. 3.4.1 se presenta el diagrama de flujo para este tipo de

mantenimiento.

Respecto al mantenimiento correctivo se pudo establecer lo siguiente:

1. No existe un procedimiento especial para atención de los daños de la red matriz; el mismo es similar tanto para red matriz como para redes menores.
2. El reporte de daños es generalmente recibido vía telefónica, en donde se da una primera identificación del problema por medio de un cuestionario aplicado por la persona que recibe la información. Esta labor es efectuada por personal externo vinculado por un contratista de LA EMPRESA.
3. La información es incorporada al sistema de atención de reclamos (SAR) y es direccionada. Debido a la gran cantidad de reportes se hace necesario su verificación en el sitio.
4. La verificación se hace por medio de una persona adscrita a un contratista, la cual cuenta con un equipo esencial de radio y motocicleta.
5. Una vez verificado, identificado y caracterizado en campo la existencia del daño, el mismo es reportado vía radio a la central dos (2).
6. La central dos (2) reporta el daño a la respectiva división de Mantenimiento a cual corresponda su atención, según la localización geográfica del mismo.
7. Un auxiliar operativo especialmente asignado para esta labor, en cada una de las respectivas zonas de mantenimiento, recibe el reporte de la central dos (2) y encarga de su atención y reparación a una de las respectivas "máquinas" dispuestas para reparaciones.
8. Los cortes y restablecimientos del servicio los realiza la Dirección de Operación y Control Acueducto de manera coordinada con la división de Mantenimiento

respectiva.

3.3.3 ASPECTOS GENERALES DEL MANTENIMIENTO

De las entrevistas anteriormente mencionadas, en cuanto al mantenimiento general de la red matriz, se puede establecer lo siguiente:

1. A la Dirección de Mantenimiento Acueducto le corresponde el mantenimiento y reparación de todas las tuberías de la red matriz y sus accesorios de diámetro hasta de doce (12") pulgadas, la Dirección de Electromecánica se encarga del mantenimiento y reparación de los accesorios y válvulas mayores de 12".
2. Para atender la totalidad de la red de acueducto, incluyendo la Red menor de distribución ($\phi < 16"$), la Dirección de Mantenimiento se encuentra dividida en tres zonas de atención del servicio, la zona norte, centro y sur respectivamente.
3. Cada una de las zonas dispone de recursos de personal, equipos y materiales para la ejecución de sus trabajos.
4. A través de la Dirección de Recursos Humanos de LA EMPRESA se da capacitación al personal dispuesto para mantenimiento, en cursos como fontanería, primeros auxilios, seguridad vial, nuevas tecnologías.
5. No se llevan registros, ni estadísticas detalladas sobre la utilización de los recursos físicos, humanos y de inversión económica de cada uno de los mantenimientos y reparaciones ejecutadas.
6. No se cuenta en las distintas zonas de mantenimiento con información suficiente y amplia sobre el inventario de la infraestructura, ni manuales y catálogos de los equipos.

7. Las solicitudes sobre requerimientos de materiales, se hacen directamente al almacén de LA EMPRESA.

Otros aspectos importantes que se pueden concluir son los siguientes:

1. Existe una instrumentación instalada en la red la cual es operada diariamente por la Dirección de Operación y Control Acueducto.
2. Un alto porcentaje de las reparaciones se deben a fallas presentadas en las juntas de las tuberías, la mayoría originadas por corrosión exterior causada especialmente por deterioro del revestimiento cuando hay desplazamientos diferenciales entre el tubo y el terreno.
3. Algunos daños son ocasionados por la construcción de otras obras, especialmente proyectos viales.
4. No es muy claro o no se conoce en detalle un procedimiento preestablecido para el resarcimiento de los costos a LA EMPRESA cuando ésta adelanta las reparaciones de daños causados por terceros.
5. Existe la disponibilidad de 24 horas al día de un grupo de reparaciones que atiende toda la ciudad, en los casos requeridos.

Gráfica No. 3.4.1. Diagrama de flujo del mantenimiento correctivo

