

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**PROBLEMATICA EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO EN UN SECTOR DEL DISTRITO  
DE PUEBLO LIBRE**

**INFORME DE INGENIERIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO SANITARIO**

**Clara Flor Mendoza Huamán**

**Lima-Perú  
1996**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre Flor de María maestra forjadora de hijos profesionales, a mi padre Roberto por su dedicación y apoyo, a mis hermanos Wilder, Juliana, Roberto, Christian por su aliento y permanente apoyo; y a mi hermana Jesy a quien le hubiera gustado estar aquí conmigo.

A mi esposo Juan José, por su dedicación y comprensión.

A todos ellos dedico el presente trabajo, que es fruto de la experiencia como profesional en la especialidad de la Ingeniería Sanitaria.

Con aprecio a mi asesor, Ing. Eduardo Arias Govea por su orientación, para lograr la culminación del texto.

A mis maestros, a la Facultad de Ingeniería Ambiental y a la Universidad Nacional de Ingeniería por darme la oportunidad.

**CLARA FLOR MENDOZA HUAMAN**

**“PROBLEMATICA EN LOS SISTEMAS DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO EN UN SECTOR DEL  
DISTRITO DE PUEBLO LIBRE”**

## INTRODUCCION

El presente trabajo corresponde a un informe de las actividades que conjuntamente desarrollé con el equipo técnico de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, a fin de diagnosticar, evaluar y mejorar la calidad del agua potable producida en la Urbanización "El Carmen" del distrito de Pueblo Libre.

El presente informe no describe precisamente el desarrollo de las actividades de rutina que realiza SEDAPAL, si no más bien las que fueron desarrolladas por el Ingeniero encargado del proyecto durante la aparición del problema; con la finalidad de ubicar y erradicar el posible foco de contaminación; proyecto en el cual tuve oportunidad de intervenir.

En el capítulo I del presente informe se describe las actividades de operación y mantenimiento de las redes de agua potable y alcantarillado; la problemática de mala calidad del agua; evaluación del sistema antes y durante la emergencia, causas, diagnóstico, conclusiones, recomendaciones. Medidas preventivas para la solución temporal del problema, medidas correctivas para la erradicación definitiva de la misma, pautas para el desarrollo de las obras.

En el capítulo II, se presenta un resumen de los trabajos realizados por la suscrita en el equipo técnico, asimismo los Términos de Referencia para la elaboración de estudio definitivo para la rehabilitación y

mejoramiento de las redes de distribución y recolección de aguas residuales de los distritos de Lima Metropolitana.

La motivación del desarrollo del tema, nace por las siguientes circunstancias:

- Problemática que sufriera los usuarios de la Urbanización "EL Carmen" del distrito de Pueblo Libre en el año 1992 por el deterioro de la calidad del agua.
- Participación como profesional adjunta del Jefe del Proyecto en las siguientes actividades:
  - . análisis y evaluación de la problemática.
  - . determinación de los posibles puntos de deterioro de la calidad del agua.
  - . determinación de las medidas preventivas y correctivas efectuadas a fin de eliminar el foco.
  - . Expedientes Técnicos, valorizaciones de cada una de las obras.

## 2.0 OBJETIVO

Presentar solución al problema de calidad de agua producido en un sector del distrito de Pueblo Libre denominado "zona de emergencia" y los trabajos desarrollados por la suscrita durante el periodo 1992-1996 en el equipo técnico del Centro de Servicios Breña.

## 3.0 RESEÑA HISTORICA

Pueblo Libre es el nombre con el que el generalísimo Don José de San Martín bautizó a Magdalena Vieja, distrito cercano a Lima, su origen según historiadores data de 1732 cuando un grupo de empresarios dieron el nombre de Marbella a los terrenos de la hacienda Orbea.

Al fundar Francisco Pizarro la ciudad de Lima, poco tiempo después se estableció la parroquia dedicada a Santa María Magdalena como un centro de evangelización que comprendía a todos los indígenas habitantes del valle a quienes se les denominó indios de la Magdalena.

Magdalena Nueva se funda en el mismo siglo designándola con el nombre de Magdalena Vieja a la antigua población. Torre Tagle firmó el decreto por el cual denominaba Pueblo Libre al Poblado de Magdalena el 10 de Abril de 1822, acogándose al deseo del Libertador don José de San Martín. El nombre de Pueblo Libre fué ratificado por ley N° 9162 del 5 de Setiembre de 1940.

LA MAGDALENA o PUEBLO LIBRE, tiene como núcleos vitales la "QUINTA DE LOS LIBERTADORES", llamada antes que ellos la habitaran "EL PALACIO"; la Iglesia de Santa María Magdalena, valiosa por su artístico interior colonial y la casa hacienda Orbea, que también conserva primorosas muestras del pasado colonial : Entre estos monumentos, tiene

singular importancia histórica la mansión que sirvió de albergue a los Libertadores, que venidos de las márgenes del Plata y del Orinoco, culminaron sus heroicos esfuerzos en pro de la emancipación americana precisamente en este escenario henchido de tradición hoy sirve de sede al Museo Nacional de Historia del Perú.

### MUSEO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA Y ARQUEOLOGIA

El Museo Nacional nace en 1822 pero desaparece posteriormente durante la guerra con Chile. En 1905 se crea el Museo de Historia Natural pero al adquirir el Estado las colecciones de Víctor Larco Herrera en 1924 se funda el Museo de Arqueología Peruana cuya dirección se le encarga al Dr. Julio C. Tello. Años después, en este mismo museo se crea el Instituto de Investigaciones Antropológicas y el Museo de Antropología en el mismo lugar donde funciona hoy. El local que ocupa actualmente el museo fue originariamente parte del Museo Bolivariano que data de 1924.

Desde hace años este Museo tiene bajo su alta responsabilidad la custodia, estudio y exhibición de las colecciones arqueológicas del Estado, incorporada a él por Decreto Supremo de 30 de Enero de 1945. La organización técnica responde a las demandas educacionales del país y a las exigencias científicas de contar con un solo archivo de antigüedades peruanas, como medio de propender a investigaciones más amplias y alcanzar un mejor conocimiento de la historia peruana.

Tres Museos han sido fusionados es este Museo Nacional de Antropología y Arqueología : el de Arqueología Peruana; el de Arqueología de la Universidad Mayor de San Marcos y el de Antropología de Magdalena Vieja, todos ellos fundados y organizados por el Profesor Tello. Las colecciones proceden, casi en su totalidad, de excavaciones efectuadas en los más importantes centros arqueológicos del país, por lo

cual tienen el singular mérito de contar con la documentación gráfica e informativa que acredita la historia de sus hallazgos.

Tres clases de materiales conserva el Museo : arqueológicos, antropológicos y etnológicos.

a) **Arqueológicos.** Comprenden los materiales correspondientes a las dos divisiones de la pre-historia peruana : pre-incaica e incaica.

Existe en el Museo una oficina de registro de las antigüedades que ingresan en concepto de excavaciones; y otra de Catalogación y de inventario ilustrado.

b) **Antropológicos.** Incluye los materiales osteológicos procedentes de diversos lugares del país, cuyo estudio ha sido abordado en forma activa durante los dos últimos años.

Especial importancia tiene las colecciones de craneos trepanados y deformados artificialmente. Cuenta el Museo con craneométrico y un Seminario de Antropología Física.

c) **Etnológicos.** Comprende colecciones de utensilios, herramientas y muestras de las artes é industrias aborígenes modernas como medio de comparación con los métodos tecnológicos empleados en la antigüedad.

#### 4.0 ANTECEDENTES

El río, Rímac, principal fuente de abastecimiento de la ciudad de Lima, en 1992 por tercer año consecutivo presentó caudales por debajo de los niveles considerados normales, afectando así la producción de la planta de tratamiento de agua "La Atarjea".

Esta aguda sequía trajo como consecuencia un fuerte racionamiento en el servicio de abastecimiento de agua en todo Lima Metropolitana y por ende en el sector de estudio el mismo que en aquel entonces y en la actualidad es abastecido por la misma.

Los sistemas de alcantarillado cuentan con 45 años de antigüedad y fueron instalados de acuerdo al proceso de urbanización alcanzado en aquel entonces . Algunos colectores fueron instalados a la misma profundidad de las tuberías de agua y en otros casos instalados a distancias cortas; encontrándose en algunos casos estos dentro de los predios debido a que los usuarios inconsultamente utilizaron los retiros municipales construyendo diversas edificaciones tales como garages, cuartos, tiendas, etc.

Por otro lado, cuando el sistema era desabastecido las tuberías trabajaban como un canal transportando el agua que quedaba atrapada en ellas.

Este hecho aunado al deterioro de los sistemas de agua potable y alcantarillado facilitaron los medios necesarios para la producción de conexiones cruzadas (sifonaje), deteriorando así la calidad del agua potable provocando así una "emergencia de salud pública".

## **5.0 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA**

### **5.1 UBICACION:**

La zona que contempla el presente está ubicada en la Urb. "El Carmen" en el Distrito de Pueblo Libre al sur-oeste de la ciudad de Lima.

### **5.2 EXTENSION Y LIMTES**

### **EXTENSION:**

La zona en estudio tiene las siguientes características con respecto a su área:

Area Bruta Total = 15.940 Ha. (límite perimétrico)

Area Util (vivienda) = 10.520 Ha.

### **LIMITES:**

Está limitada:

Por el Norte: con la Av. Bolívar

Por el Sur: con la Av. Gral. Clement

Por el Este: con la Av. Sucre.

Por el Oeste: Con el Jr. Baca Flor.

### **5.3 TOPOGRAFIA:**

La zona presenta una topografía uniforme , favorable para la instalación de tuberías de agua potable y para el establecimiento de un sistema de drenaje de aguas servidas por intermedio de colectores que corren por gravedad

### **5.4 ESTUDIO DE SUELOS:**

El área presenta una estratigrafía uniforme constituida superficialmente por terrenos de cultivos alcanzando profundidades de 0.80 a 1.00 m. continuando en algunos casos con cantos rodados empacados en arena ( conglomerado de gravas 2", con arena bien graduada, limos y arcillas) y en otros casos un estrato constituido por grava angulosa empacada en arena limosa no plástica húmeda o arena arcillosa medianamente plástica y húmeda ; el porcentaje de grava varía de 60% a 35 % y el contenido de humedad de 7% a 15%.

De acuerdo a las características del terreno es posible la excavación manual, de tipo superficial, a cielo abierto, siendo la estabilidad de los taludes de regular a buena.

En lo referente a la agresividad del suelo, el contenido de sulfato es de 140 ppm.

### 5.5 CLIMA:

El clima de la zona en estudio es variado, templado y húmedo y con alta nubosidad en invierno, con precipitaciones escasas que se producen generalmente en forma de "garúas" o "lloviznas" solo en años excepcionales y durante el invierno, se producen a veces lluvias de poca intensidad que generalmente son de corta duración.

La acción de los vientos predominantemente son de sur a sur-oeste con velocidades que varían de 25 a 30 Km/h en los meses de invierno y de 20 a 25 Km/h en los meses de verano.

Datos proporcionados por la Estación de Meteorología Hipólito Unanue - Pontificia Universidad Católica del Perú.

### 5.6 TEMPERATURA:

De acuerdo a la información proporcionada por la Estación Meteorológica Hipólito Unanue de la facultad de Geografía de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Las temperaturas que presenta la zona en estudio son:

	INVIERNO	VERANO
Temperatura máxima media	18.1 C	25 C
Temperatura mínima media	15.3 C	20.3 C
Temperatura media diaria	16.8 C	22.6 C
Temperatura máxima absoluta	17.7 C	27.2 C

### 5.7 HUMEDAD RELATIVA:

Es la cantidad de gramos de agua , que existen en una parcela de aire húmedo, dividido con la cantidad de gramos de agua que pueden existir en esta parcela multiplicada por cien (100).

$$H.R = \frac{\text{Grs. de H}_2\text{O que existen}}{\text{Grs. De H}_2\text{O que podrían existir}} \times 100$$

Las humedades relativas que se presentan en la zona en estudio son:

	VERANO	INVIERNO
Humedad Relativa Máxima Media	88	91
Humedad Relativa Mínima Media	67	72
Humedad Relativa Media Diaria	78	82

Estación Metereológica "Hipólito Unanue"

### 5.8 INFORMACION SOCIO ECONOMICA

La población económicamente activa en la zona en estudio representa el 42.07 % de la población total, de los cuales el 92% corresponde a la población ocupada y el 8% a la desocupada.

La actividad principal que ocupa la mayor parte de la población económicamente activa de la zona en estudio es el grupo en el que se encuentra los profesores, científicos e intelectuales con un 24% de la P.E.A. , siguiendo en orden descendente el grupo de jefes y empleados de oficina con un 16% de la P.E.A. y en tercer lugar los trabajadores no calificados en servicio como peones, vendedores ambulantes y afines con un 13% de la P.E.A.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática(INEI)

## 6.0 SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES

La zona en estudio es urbana, con servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad y teléfono.

Cuenta con servicios indispensables como: tres centros de compras (locales comerciales), un centro de salud, un local religioso, un parque infantil, cinco locales recreativos (clubes, restaurants, etc.), cuatro colegios(nido, jardín, primaria, secundaria), cinco parques.

## 7.0 DESCRIPCION DE LA POBLACION.

### 7.1 POBLACION:

En la actualidad el Distrito de Pueblo Libre presenta un gran decrecimiento poblacional. Los datos del último censo nos demuestran que la población disminuye en 14,660 habitantes.

La población está compuesta en un 14% por niños con edades entre menores a un año a 9 años; en un 18% por personas de 10 años a 19 años; 26% de 20 años a 34 años; 27% de 35 años a 59 años, y 15% entre los 60 años y mas. El 13% de parejas que residen en la zona cuentan con 1 o 2 hijos, otras han emigrado a otras zonas residenciales de mayor nivel o al extranjero a estudiar o residir dado el nivel económico, intelectual y educacional de los habitantes, por otro lado la zona no ha sufrido crecimiento vertical ni expansión horizontal conciderable; siendo estos factores determinantes en el crecimiento poblacional.

DISTRITO PUEBLO LIBRE	1981	1993
POBLACION	88,714 hab	74,054 hab
URBANIZACION PARQUE EL CARMEN		1995
POBLACION		1,075 hab

### **7.1.1 DENSIDAD DE SATURACION**

La densidad de saturación del Distrito de Pueblo Libre para el año 1995 es de 4.71 hab/lote (datos proporcionados por la Unidad de Información Gerencial de la Oficina de Sistemas - SEDAPAL con datos tomados del IX Censo de Población y Vivienda 1993).

Dado el decrecimiento poblacional que ha tenido la zona consideraremos esta densidad de saturación.

### **7.1.2 LOTIZACION**

La Urbanización "El Carmen" cuenta con 239 lotes.

## **8.0 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

He creído conveniente presentar un resumen de lo que es la operación y mantenimiento de los sistemas, que la Empresa SEDAPAL desarrolla habitualmente a fin de mejorar el servicio en todos los distritos de Lima Metropolitana. La finalidad del resumen es de describir los trabajos de reparación, reposición y limpieza de redes de agua potable y alcantarillado; así como aspectos básicos de corrosión en los sistemas; esto como una base teórica de los fenómenos sucedidos en el área en estudio.

### **8.1 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE REDES DE AGUA**

#### **8.1.1 OBJETIVO:**

Abastecer de agua a los usuarios a través de las redes de distribución, constituidas por tuberías matrices,

secundarias y conexiones domiciliarias, cumpliendo con las condiciones siguientes:

- Buena calidad
- Suficiente cantidad
- Servicio continuo
- Presión mínima necesaria

### 8.1.2 OPERACION DE REDES

La operación es una maniobra que se realiza en el sistema de redes sin que ello altere su constitución y/o estructura.

**Regulación de válvulas.-** Tiene el propósito de lograr un reparto equitativo del agua, previamente se realizan movimientos periódicos de las válvulas para observar su estado de funcionamiento, siendo aconsejable en ciclos de seis meses como máximo.

**Revisión de hidrantes,** para verificar su funcionamiento y hermetismo.

**Puesta fuera de servicio.** Cuando por razones de interrupciones del abastecimiento se tenga que afectar a los usuarios, se debe tomar las providencias del caso para que ellos estén informados.

En lo posible se debe evitar que las tuberías se queden vacías. Como procedimiento, debemos comenzar por cerrar las válvulas pequeñas. Si se trata de roturas de tuberías, al aislar el tramo sólo se vaciará ese sector.

**Puesta en servicio.-** Para esta acción es muy importante la purga permanente y así evitar golpes de ariete. Las tuberías deben llenarse lentamente desde el punto más bajo. Así el agua empuja el aire hacia los puntos más altos

donde es expulsado por medio de válvulas de aire o hidrantes.

Un llenado lento evita que el agua y el aire se mezclen, si el llenado es rápido, la mezcla de agua, y aire se produce después de cierto tiempo localizándose las burbujas de aire en los puntos altos de la tubería. Con la turbulencia los sedimentos o incrustaciones existentes de tuberías antiguas se desprenden enturbiando el agua.

### **8.1.3 CONTROLES DE LA RED**

Se realizan para establecer si la red de abastecimiento funciona bajo condiciones normales.

Las variaciones extraordinarias, de caudal, presión y consumo denotan irregularidades en la red.

#### **Presiones**

Con la ayuda de los manómetros se toman presiones en distintos puntos de la red, registrándolos en el tiempo. La frecuencia y regularidad de estos registros permiten definir las condiciones del funcionamiento de la red. Una fuerte caída de presión durante el consumo diario denota alteración en la capacidad de conducción, originado por incrustaciones, taponamiento, o defectos de válvulas.

La disminución permanente de la presión puede ser originado por la rotura de tubería o la apertura de la válvula de un punto bajo del sistema de abastecimiento.

#### **Protección catódica**

Revisión continua de la protección catódica contra la corrosión, midiendo la corriente de protección así como la tensión de salida y el potencial.

### **Vigilancia de calidad del agua**

Toma periódica de un determinado número de muestras de agua de la red para análisis físicoquímico y bacteriológico de acuerdo a la norma presentada por la Organización Internacional de Normalización (ISO 5667-2:1982).

No debe exceder los límites admisibles y permisibles establecidos para los microorganismos y las sustancias químicas presentes en el agua, según las normas presentadas por la OMS.

## **8.1.4 DAÑOS DE LAS TUBERIAS Y SUS CAUSAS**

### **ROTURA DE TUBERIAS**

Se originan cuando la resistencia del material es sobrepasada o es disminuida por efectos extraordinarios.

Movimiento del terreno, errores de instalación, maltrato, sobrepresión, procesos químicos y electroquímicos.

#### **Tipos de rotura**

##### **Circular**

Se debe a esfuerzos longitudinales y de flexión, si una rotura es causada por una carga continua entonces el punto de ruptura está abierto o al final de la tubería está desplazado en la dirección axial. Al no cambiar la posición de la tubería, se puede pensar que las causas de la ruptura fueron vibraciones en el terreno.

El proceso de ruptura se favorece cuando se presentan fuerzas de reacción, las que aparecen en las paredes,

zanjas, soportes de tuberías y en fondos de zanja no uniformes o rocosos.

### **Longitudinal**

Se presenta principalmente en tuberías de gran diámetro, que normalmente son resistentes a la flexión. En el sentido longitudinal es desfavorable la relación diámetro/espesor de pared para la resistencia transversal en el eje de la tubería, en comparación de las tuberías de pequeños diámetros nominales.

Al presentarse una falla longitudinal se corta la resistencia anual de la tubería, la precisión de trabajo y la carga del terreno conduce a una segunda ruptura en la pared de la tubería.

### **8.1.5 CORROSION**

Las causas de este tipo de daño son procesos químicos y electroquímicos, los que destruyen el material de la tubería ya sea atacándolas en grandes áreas en sectores a través de depresiones o agujeros.

En la tubería se dan los procesos de corrosión, tanto en el lado interno como en el externo, por protección insuficiente.

### **8.1.6 PERMEABILIDAD DE LAS UNIONES DE LA TUBERIA.**

Se presenta de acuerdo al tipo de unión. Las uniones campana con empaque de materiales deformable disminuye la rigidez de la unión, permitiendo el paso del agua.

### **8.1.7 DAÑOS EN LAS VALVULAS Y SUS CAUSAS.**

Frecuentemente las causas de los daños es la excesiva fuerza en el funcionamiento de las válvulas, formación de sarro, corrosión y sedimentación pues estas bloquean el proceso de los elementos de cierre.

Por ejemplo cuando una válvula de compuerta no tiene un cierre hermético y no logra ningún resultado con un lavado, entonces se debe abrir la armadura para una limpieza.

Una norma frecuente de daño se presenta por la permeabilidad de la prensa estopa de las válvulas.

La empaquetadura con el transcurso del tiempo se pudre dejando de ser garantía para un cierre hermético.

### **8.1.8 MANTENIMIENTO DE REDES**

#### **Reparación de tuberías**

Los daños provenientes de rotura o por la formación aislada de agujeros pueden ser reparados con abrazaderas. Las abrazaderas presionan contra una cubierta de jebe en el lugar de la falla, que recubre el daño para impermeabilizar la tubería. Si existe un daño en la unión de la tubería. Si existe un daño en la unión de la tubería, entonces este es renovable en la forma original.

La tubería debe ser reemplazada cuando se presenten fallas longitudinales, desprendimientos de la capa superior o formación de agujeros en una gran área.

#### **Reparación de válvulas**

Los trabajos de reparación en el lugar de instalación, ocurren cuando las varillas de manipulación, ejes, pernos, y juntas pueden ser ejecutadas o cambiadas.

Los posibilidades de reparación provienen de las situaciones particulares de las partes de cambio existentes.

### **8.1.9 LIMPIEZA DE TUBERIAS DE AGUA**

Si el agua que se proporciona para el consumo humano se ve afectada en su condición higiénica o se perjudica las líneas de abastecimiento para conducirla, puede ser remediado con el lavado o procesos especiales de limpieza de tuberías.

#### **LAVADO DE LINEAS DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE**

Puede ser necesario por múltiples razones.

- Lavado previo a la puesta en funcionamiento.
- Lavado de tramos de tuberías con poca circulación de agua.
- Lavado para eliminar sustancias extrañas.
- Lavado después de la desinfección.

#### **CON INSTRUMENTOS**

Los instrumentos para limpieza son halados dentro de las tuberías por el cable de un cabrestante. El tipo de instrumento para limpieza y la calidad de los procesos están condicionados al espesor de la capa y la resistencia de las incrustaciones. Los cables deben ser manejados de tal forma que no ocasionen daños en las tuberías.

Los accesorios más comunes son:

- Los cepillos.
- Raspadores de presión.
- Cortadores.

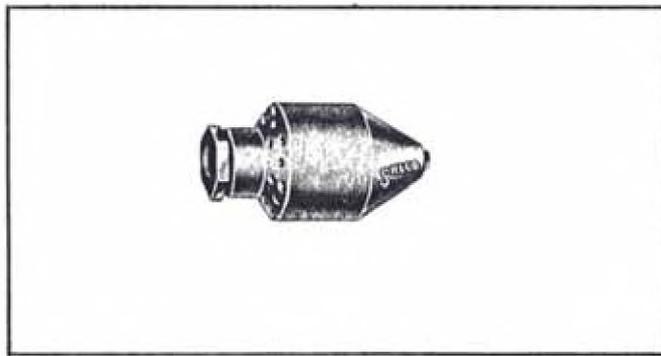
## CON ALTA PRESION

Consiste en arrastrar mediante descarga de agua incrustaciones y raíces a lo largo de la tubería.

Una manguera de alta presión con una cabeza de lavado es introducida en la línea de tubería que se desea limpiar.

Esta manguera expulsa agua con una presión de 1,000 a 1,500 lb/pulg<sup>2</sup>.

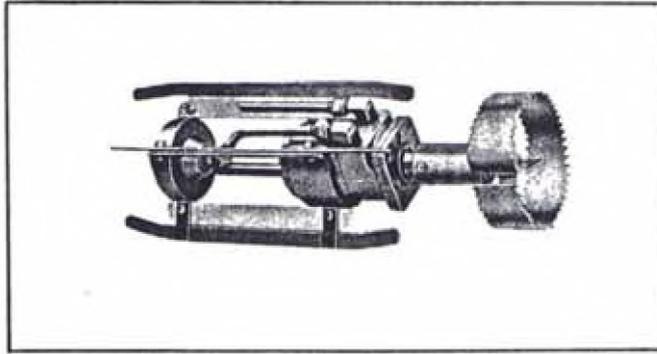
La sobre presión y la velocidad del agua lograda disuelve a través del impacto, las incrustaciones adheridas a las paredes interiores de las tuberías.



### CABEZA DE LAVADO (VOQUILLA DE ANGULO VARIABLE)

La ubicación de los orificios de la cabeza de lavado permite al mismo tiempo el desplazamiento de esta a lo largo de la tubería como la limpieza de la misma.

Cuando las raíces no han sido removidas eficientemente, se procede a cambiar la cabeza de lavado por una cortadora de raíces hidráulica la cual cuenta con una cierra circular en la parte delantera la cual se desplaza a través de la tubería de la misma forma que la cabeza de lavado.



#### CORTADOR DE RAICES HIDRAULICO

Para finalizar el proceso de limpieza, se hace pasar por el interior de la tubería un elemento cilíndrico de goma, el que extrae todo el material remanente suelto. De esta forma la tubería queda lista para su rehabilitación.

#### 8.1.10 REHABILITACION DE TUBERIAS DE AGUA.

Revestimiento interior con mortero de cemento.

- **Método de desplazamiento.**

Un equipo se desplaza en el interior de la tubería, esparciendo uniformemente el mortero de cemento.

- **Método de centrifugación.**

Un equipo con cabeza rotativa de distribución es accionado por presión de aire o por corriente eléctrica, centrifugando el mortero de cemento a la pared de la tubería.

#### Revestimiento interior con manguera o tubería plástica.

Previamente las tuberías deben ser limpiadas con los procedimientos que indican los fabricantes. Se aplican las

mangueras o tuberías plásticas, mejorando las condiciones hidráulicas y eliminando los procesos de corrosión y la permeabilidad.

## **8.2 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ALCANTARILLADO**

### **8.2.1 OBJETIVO**

Obtener las mejores condiciones de funcionamiento y estado físico de toda la infraestructura.

### **8.2.2 LABORES OPERATIVAS**

Con el objeto de facilitar la operación de las redes, ellas deberán dividirse en sectores, abastecimiento en cada un programa de limpieza en ciclos no mayores a 6 meses.

Las revisiones y limpieza deberán en un punto alto de cada sector, verificando al término de estas labores, el escurrimiento satisfactorio en las tuberías.

En caso de detectar obstrucciones en un tramo de colector, se procederá de inmediato a su remoción desde el buzón más cercano, con los elementos usuales de varillas, a fin de evitar posibles inundaciones. Si no es posible remover los obstáculos, el Inspector determinará el personal necesario y el equipo de mayor efectividad para eliminar definitivamente las destrucciones.

La reposición de elementos deteriorados, tales como marcos y tapas de buzones, cuya falta constituye un peligro para el público, deberá efectuarse con la mayor urgencia.

### 8.2.3 CONTROL DE OPERACIONES

Todas las operaciones que se efectúan en los distintos sectores de la red deberán quedar registrados en documentos de control estadísticos, que especifiquen, ubicación, fecha, labor efectuada, defectos que se han presentado, personal, equipos y tiempo empleado.

Deberá establecer también en esa documentación, a la vista de la periodicidad indicada por revisiones precedentes, la fecha de la próxima inspección a efectuar. Así hacemos efectivo el mantenimiento preventivo.

Deberá establecer además un control y registro eficiente de las piezas utilizadas en las reposiciones, indicando sus características, fecha y lugar de colocación.

Será necesario determinar oportunamente la cantidad de todos los elementos de reposición de buzones, cámaras y tuberías de manera de mantener en almacén la existencia permanente de todos ellos.

#### **8.2.4 INSPECCION**

Los puntos de descarga de las redes cloacales deberán ser sometidos a continuas inspecciones para establecer que la disposición de las aguas servidas se hace en condiciones satisfactorias.

En circunstancias especiales, como en épocas de estiaje de los cursos a los que se vierten los desagües o en épocas de crecida en que pueden deteriorarse las obras de desembocadura, las inspecciones deben ser más frecuentes a fin de efectuar oportunamente las reparaciones.

#### **8.2.5 CONTROL DE CAUDALES**

Será necesario efectuar mediciones horarias de gasto total de las redes en las épocas que se produzcan las mínimas de caudal y registrar los valores en los formularios respectivos.

Deberá investigarse la entrada de aguas subterráneas a la red, en aquellas zonas en que la variación del nivel de la napa pueda afectar a los colectores.

#### **8.2.6 CONTROL SANITARIO**

Se deberá obtener de los organismos componentes los datos del gasto de curso al cual se vierten las aguas servidas del sistema, para establecer el grado

de dilución obtenido, uno de los factores que indicará en las disposiciones futuras de las aguas.

Cuando las condiciones de auto depuración de la corriente no receptora sea insuficiente para eliminar la contaminación se deberá proponer el tratamiento.

#### **8.2.7 DESRATIZACION**

La red del alcantarillado constituye una guarida para las ratas. Para evitar que se difundan o para mantenerlas en límites aceptables, se requiere un combate sistemático con cebos. Se trata de lograr que la totalidad de la red de alcantarillado sea alcanzada uniformemente y de ser posible, en forma simultánea en un corto periodo.

#### **8.2.8 DAÑOS EN LAS TUBERIAS Y SUS CAUSAS ROTURA DE TUBERIAS**

Se origina cuando la resistencia del material es sobrepasada o es disminuida por efectos extraordinarios.

Movimientos del terreno, errores de instalación, mal trato, procesos químicos.

#### **8.2.9 CORROSION**

La superficie interna de las tuberías de alcantarillado son frecuentemente afectadas de una rápida corrosión que algunas veces termina en la completa

destrucción del tubo. este proceso destructivo es conocido como "Corrosión biogénica por ácido sulfúrico".

Esta particular forma de corrosión ocurre generalmente, donde el desagüe y la atmósfera del colector contiene una apreciable concentración de  $H_2S$ ; en otros casos las tuberías sufren el mismo tipo de corrosión pero mucho más lenta, producto de los años de uso de las tuberías.

Cuando el proceso corrosivo se encuentra bien establecido, prosigue rápidamente descomponiendo el cemento del concreto y dejando al agregado grueso embebido en una masa blanda.

## EL PROCESO DE CORRROSION

Cuando el ácido sulfídrico escapa en fase gaseosa a la atmósfera del colector, es en parte absorbido por el agua condensada en la pared interior de la tubería, para luego ser microbiológicamente oxidada por bacterias del tipo *Thiobacillus* a  $H_2SO_4$ . Inicialmente la corona de la tubería es colonizada por thiobacilos facultativos tipo *T. intermedius* y *T. novellus* los cuales son capaces de crecer en ambientes de pH neutro o ligeramente alcalino. A medida que el proceso corrosivo continúa y el pH cae por debajo de 7.0, los thiobacilos *T. thioparus* y *T. neapolitanus* prevalecen; hasta esta etapa la ruta de oxidación a través del thiosulfato a sido la predominante. La actividad bacteriana está limitada por el abastecimiento tanto del thiosulfato como de los otros nutrientes.

A medida que el pH sigue cayendo la conversión química y biológica del tiosulfato a azufre ( $S^{\circ}$ ) es más rápida, depositándose  $S^{\circ}$  sobre la superficie. Cuando el pH se hace menor que 5, los thiobacilos *T. thiooxidans* y *T. concretivorus* comienzan a crecer, causando mayor acidificación. Al bajar el pH a 3 estos thiobacilos fuertemente acidofilicos crecen vigorosamente, este bajo pH favorece la formación de azufre elemental ( $S^{\circ}$ ) el cual es rápida y directamente oxidado a  $H_2SO_4$  por acción del *T. thiooxidans*. La actividad de las otras especies de thiobacilos es limitada por el bajo pH, haciéndose dominante el *T. thiooxidans*, el pH continúa bajando hasta valores menores a 1, donde el ambiente se hace inhibitorio aún para el *T. thiooxidans*.

#### 8.2.10 MANTENIMIENTO DE REDES DE ALCANTARILLADO

##### **Reparación de Tuberías**

Cuando se presenten daños longitudinales en las tuberías, estas deberán ser reemplazadas por tuberías nuevas.

##### **Reposición de Tuberías**

Este tipo de trabajo se realiza cuando la tubería se encuentra deteriorada, no permitiendo el estado en el que se encuentra realizar una reparación. se procede el cambio total de los tramos de tuberías.

Los trabajos de reparación se realizan, desviando el flujo de aguas servidas mediante bombeos, permitiendo realizar el trabajo en seco.

#### **8.1.11 LIMPIEZA DE TUBERIAS**

Cuando la tuberías de alcantarillado, cuentan con poca pendiente, produce baja velocidad del flujo permitiendo el asentamiento de sólidos en su interior, siendo necesario una limpieza.

La limpieza de tuberías se realiza con máquinas de “Valde” y con sistemas de succión de sólidos.

#### **MAQUINAS DE VALDE**

Es un medio efectivo para limpiar las tuberías de alcantarillado de buzón a buzón, y proporcionan además una forma económica y fácil de mantener las tuberías libres y limpias.

Está constituido por una máquina de arrastre y un cargador de camiones. Cada máquina está equipadas con un motor de 10 CV (caballos de vapor) para trabajos livianos y con motores de 18 CV (caballos de vapor) para trabajos pesados, cuentan con reductores de potencia para velocidades de arrastre de hasta 37 metros por minuto.

El trabajo consiste en hacer pasar a través de la tubería un valde de acero que cuenta con un diseño especial, el cual está unido a ambas máquinas a través de una cadena.

La máquina de arrastre hace ingresar al valde al interior de la tubería y cumple la función de que los

sólidos queden atrapados dentro del valde. La máquina cargadora retira el valde de la tubería y desliza los sólidos a través de una tolva hacia un camión.

### **SISTEMAS DE SUCCION DE SOLIDOS**

El trabajo es realizado con una máquina succionadora, la cual cuenta con un motor de 175 HP a 210 HP, una cisterna de 7 m<sup>3</sup> y una manguera de 40 ml de longitud y 4" de diámetro.

La manguera es introducida al interior de la tubería succionando los líquidos represados y sólidos sedimentados tanto en los buzones como en la tubería misma, almacenándolos en la cisterna para su posterior evacuación.

Esta máquina es usada solo para trabajos livianos.

## **9.0 DESARROLLO BACTERIANO EN LAS REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE**

El agua debe satisfacer determinadas exigencias en lo que a calidad de agua se refiere. Debe entregarse al consumidor de forma que su uso no dañe la salud, particularmente a través de organismos patógenos.

Esto significa, que solamente determinadas sustancias en determinadas concentraciones deben estar presentes en el agua para consumo humano. esto es válido también para el campo microbiológico, en el que la reglamentación para agua potable ha fijado límites guía.

Por desarrollo bacteriano se entiende el aumento de microorganismos unicelulares también llamados bacterias, que se encuentran en cualquier tubería tanto de agua potable como de desagüe puesta en funcionamiento.

El desarrollo bacteriano se favorece en medios de cultivo. En las redes, se presenta en los puntos donde existe un flujo mínimo.

Por diferentes motivos pueden llegar a las líneas de abastecimiento de agua potable sustancias contaminantes, las que contienen organismos patógenos. Estos son productos de contaminación fecal (excrementos humanos o de animales), al introducirse aguas residuales en las líneas de tuberías o cuando por presiones negativas son succionadas aguas residuales.

## **EXAMENES BACTERIOLOGICO DEL AGUA POTABLE**

Las bacterias coliformes, se encuentran presente en gran cantidad en las heces del hombre y animales de sangre caliente, por tanto el agua que haya entrado en contacto con residuos fecales, también los contiene y se deduce entonces la presencia de organismos patógenos.

Las bacterias coliformes por si mismas no constituyen ningún peligro para la salud. Son indicadores de contaminación, utilizado en los análisis en el laboratorio.

El análisis bacteriológico debe llevarse a cabo de preferencia en un laboratorio equipado con las instalaciones básicas. Si las muestras no pueden ser procesadas en un laboratorio dentro de las 24 horas siguientes a su recolección, deberá utilizarse equipos portátiles.

## **10.0 PRESENTACION DE LA PROBLEMÁTICA**

El día 29 de Octubre de 1992 llega a SEDAPAL, (SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA), una carta dirigida por usuarios del Jr. Baca Flor cuadro 1, de la Urbanización "El Carmen" del distrito de Pueblo Libre; manifestando que el agua potable en un sector contenía residuos en suspensión y mal olor.

La Gerencia Zonal Centro, toma las medidas necesarias, a fin de confirmar lo mencionado por los usuarios.

Se realizan muestreos de detección de cloro residual en el jirón mencionado, dando los muestreos como resultado cero de cloro residual. De inmediato se realizan evaluaciones de las redes del sector tanto de agua potable como de alcantarillado, exteriores e interiores a los predios. Se realiza un programa de muestreo de cloro residual y de muestras de agua a fin de determinar el foco de contaminación y el tipo de contaminante.

Con los partes diarios de atención de atoros con que cuenta la Unidad de Recolección - SEDAPAL; se elaboran planos de incidencia de atoros de los últimos días.

Se toman medidas correctivas a fin de eliminar momentáneamente la contaminación y la proceder a la evaluación y diagnóstico.

Luego del diagnóstico, se toman medidas correctivas, que son las que erradicaron los posibles puntos de contaminación.

## **11.0 ESTUDIOS, PARA LA IDENTIFICACION DEL PROBLEMA Y DESARROLLO**

A fin de poder determinar con certeza el foco de contaminación y obtener con ello una pronta eliminación del problema; se tomaron

diversas medidas en lo que respecta a la evaluación del sistema. Todas estas medidas actúan interrelacionadas.

A continuación describiremo cada una de ellas.

### **11.1 TOMA DE MUESTRAS DE REDES DE AGUA Y DESAGUE**

Para realizar un mejor análisis del estado y condiciones de funcionamiento de las tuberías de agua potable y alcantarillado, se vio por conveniente realizar piques exploratorios en los sectores críticos.

A continuación mostramos las siguientes fichas técnicas.

DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 02/11/92

### FICHA TECNICA

#### MUESTRA No. D-01

- 1.0 UBICACION : Jr. Baca Flor Cdra. 1 a 17 m del cruce con la Av. Gral. Clement.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION
- Pista de concreto
- Pavimento deteriorado
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP
- Arena limosa, compacta que empaca grava de 2" a 4" de diámetro con 20% de porcentaje. Alto contenido de humedad.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA
- 1.35 m. Tubería de concreto simple con uniones rígidas
- Diámetro = 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA
- En mal estado, con agujeros laterales, picaduras tipo flauta.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA
- Mal estado con disminución del espesor del tubo en los costados y en la cresta (carcomida).
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA
- Velocidad lenta. Se aprecia gran cantidad de sedimento en el fondo

DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 02/11/92

### FICHA TECNICA

#### MUESTRA No. D-02

- 1.0 UBICACION : Jr. Gral. Clement Cdra. 15 a 116 m del cruce con el Jr. Valle Riestra.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION  
Pista de concreto  
Pavimento deteriorado.
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP  
Arena limosa, compacta que empaca grava de 2" a 4" de diámetro con 20% de porcentaje. Alto porcentaje de humedad.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA  
1.45 m. Tubería de concreto con unión rígida.  
Diámetro = 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA  
Presenta una superficie compacta con ciertas manchas concentradas en los costados del tubo.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA  
Espesor de paredes disminución en los costados en 25% (carcomidos).
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA  
Flujo retenido por encontrarse atorado.

DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 02/11/92

### FICHA TECNICA

#### MUESTRA No. D-03

- 1.0 UBICACION Jr. Parque El Carmen Cdra. 15 a 12 m del cruce con el Jr. Baca Flor
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION  
Pista de concreto  
Pavimento en buen estado
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP  
Grava de 2" a 6" (60%) empacada en arena con bajo porcentaje de Limo (20%). Alto porcentaje de humedad.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA  
1.42 m. Tubería de concreto simple con uniones rígidas.  
Diámetro = 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA  
Regular estado de conservación
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA  
Superficie compactada con manchas concentradas en los costados.
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA  
Velocidad lenta, represado.



DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 04/11/92

### FICHA TECNICA

#### MUESTRA No. D-05

- 1.0 UBICACION : Jr. Gral. Clovis Cdra. 7 a 60 m del cruce con la Av. Clement.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION  
Pista de concreto  
Pavimento en buen estado
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP  
Arenilla arcillosa, baja plasticidad, humedad que empaca grba sub angulosa (10%-20%) de baja a mediana plasticidad. Alto porcentaje de humedad.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA  
1.38 m. Tubería de concreto simple con uniones rígidas. Diámetro = 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA  
Mal estado, con fisuras visibles, presenta manchas marron claro en los costados y cumbre del tubo.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA  
Mal estado, costado carcomidos.
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA  
Poco flujo con velocidad lenta debido al gran contenido de sedimentos.

DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 04/11/92

FICHA TECNICA

MUESTRA No. D-06

- 1.0 UBICACION : Jr. Daniel Hernández Cdra. 6 a 30 m del cruce con el Jr. Gral. Artigas.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION  
Pista de concreto  
Pavimento en buen estado
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP  
Grava de 2" a 6" (60%) empacada en arena con bajo porcentaje de Limo (18%), humedad incipiente.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA  
1.40 m. Tubería de concreto con unión rígida. Diámetro : 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA  
Aparentemente en buen estado.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA  
Regular estado, disminución del espesor del tubo. Las paredes internas presentan un recubrimiento con materia orgánica nitrificada color nугresco.
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA  
Velocidad lenta. Se aprecia gran cantidad de sedimentos en el fondo.

DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 04/11/92

### FICHA TECNICA

#### MUESTRA No. D-07

- 1.0 UBICACION : Jr. Abraham Valdelomar Cdra. 6 a 126 m del cruce con la Av. Bolivar.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION  
Pista de concreto  
Pavimento reparado en buen estado.
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP  
Grava de 2" a 6" (60%) empacada en arena con bajo porcentaje de Limo (20%), humedad incipiente.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA  
1.50 m. Tubería de concreto con unión rígida. Diámetro : 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA  
Aparentemente en buen estado de conservación.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA  
Regular estado, disminución del espesor del tubo. Las paredes internas presentan un recubrimiento con materia orgánica nitrificada color nugresco.
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA  
Poca circulación del agua, debido a que la tubería se encuentra totalmente cubierta de sedimentos sólidos.

DISTRITO : PUEBLO LIBRE

FECHA : 04/11/92

### FICHA TECNICA

#### MUESTRA No. D-08

- 1.0 UBICACION : Jr. Gral. Clovis Cdra. 6 a 112 m del cruce con la Av. Bolivar.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION
- Pista de concreto
- Pavimento en buen estado
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP
- Relleno constituido por canto rodado, terreno de cultivo, ladrillos rotos, etc. Humedad incipiente.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA
- 1.43 m. Tubería de concreto con refuerzo de fierro, uniones rígidas, concreto hasta mitad del diámetro. Diámetro = 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA
- Aparentemente en buen estado.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA
- Internamente disminución del espesor del tubo, presenta incrustaciones de material orgánico nitrificado.
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA
- Flujo con velocidad lenta y con tirante del 60% del diámetro. El buzón agua abajo se encuentra obstruido.

FICHA TECNICA

MUESTRA No. D-09

- 1.0 UBICACION : Jr. Andalucía Cdra. 6 a 126 m del cruce con la Av. Bolívar.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION  
Pista de concreto  
Pavimento deteriorado.
- 2.2 TIPO DE SUELO GW/SP  
Relleno constituido por terrenos de cultivo, cascotes, piedra, etc. Alto contenido de humedad.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA  
1.30 m. Tubería con concreto simple con uniones rígidas. Cuenta con solado de concreto, hasta la mitad del tubo. Diámetro : 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA  
Mal estado
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA  
Mal estado, costados de la tubería carcomida.
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA  
Flujo con baja velocidad, represado. Tubería totalmente cubierta con sedimentos sólidos.

DISTRITO: PUEBLO LIBRE

FECHA : 25/11/92

### FICHA TECNICA

MUESTRA No. D-10

- 1.0 UBICACION : Av. José M. Egúsqiza Cdra. 10 (antes Gral. Córdova), a 35 m de la Av. Bolívar.
- 2.0 DESCRIPCION
- 2.1 TIPO DE PAVIMENTO Y ESTADO DE CONSERVACION
- Pista de concreto  
Pavimento deteriorado
- 2.2 TIPO DE SUELO SC/GP
- Relleno constituido por terrenos de cultivo, cascote, piedra, etc. Alto contenido de humedad.
- 2.3 PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA
- 1.33 m. Tubería con concreto simple con uniones rígidas. Diámetro = 8"
- 2.4 ESTADO EXTERNO DE LA TUBERIA
- Mal estado.
- 2.5 ESTADO INTERNO DE LA TUBERIA
- Mal estado, costados de la tubería carcomida
- 2.6 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS AL MOMENTO DE EXTRAER LA MUESTRA
- Velocidad lenta. Se aprecia gran cantidad de sedimentos, sistema represado.

## 11.2 EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DESAGUE

### ANTIGÜEDAD

La zona denominada "zona de emergencia", comprende la circunscripción de la Urb. "El Carmen" en el distrito de Pueblo Libre, uno de los más antiguos de Lima Metropolitana.

Las redes de agua y desague de la zona han sido instaladas de acuerdo al proceso de urbanización alcanzado. Se inicia en 1,945 durante el Gobierno del Presidente José Luis Bustamante y Rivero, siendo estas obras recepcionadas por la Superintendencia de Agua Potable y Alcantarillado de la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, pasando a ser administrado en 1962 por COSAL (Corporación de Saneamiento de Lima), en 1,969 a ESAL (Empresa de Saneamiento de Lima) y posteriormente en 1,981 pasa a ser administrada por SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima) .

El abastecimiento de agua potable en la zona de estudio correspondía a agua "Clement", el cual había sido paralizado por desperfectos mecánicos y bajo caudal. La zona era abastecida por aguas provenientes de la Planta de tratamiento "La Atarjea", mediante una tubería de 16" de diámetro ubicada en la Av. Bolívar cerca de la cámara reductora de presión Bolívar, ubicada en la cota 85.00 m.s.m.

### REDES DE AGUA POTABLE

Las redes de agua del sistema se encontraban instaladas dentro de los predios.

- Se mencionan a continuación la relación de tuberías de servicio que se encuentran dentro de las propiedades usuarias y que integran la red general del sistema de agua potable existente:
  - Jr. Baca Flor cdra. 1 (lado par)
  - Jr. Daniel Hernández Cdras. 6 y 7 (lado par)
  - Jr. A. Valdelomar Cdras. 6 y 7 (lado par)
  - Jr. Gral. Clovis Cdras. 6 y 7 (lado par)
  - Av. Bolívar Cdras. 8-17 (lado impar)
  
- El sistema de distribución de agua está compuesto de tuberías antiguas de fierro fundido de 4" de diámetro, exceptuando algunos tramos que fueron reubicados e instalados con tuberías de asbesto cemento durante la emergencia.
  
- Las válvulas, accesorios y grifos contra incendio son de fierro fundido de 4" de diámetro
  
- Las conexiones domiciliarias antiguas son de plomo con abrazaderas de fierro fundido; las conexiones instaladas posteriormente y las reubicadas durante la emergencia son de plástico, con diámetros de 1/2", 3/4" y 1".
  
- Las cajas para conexiones de agua potable eran de concreto simple con tapas de fierro fundido y las

instaladas posteriormente de concreto simple con tapas de fierro galvanizado.

### REDES DE ALCANTARILLADO

Como ya se indicó algunos tramos en la red de alcantarillado en la zona queda dentro de los predios. A continuación mostramos la relación de calles que cuentan con este problema:

- Jr. Baca Flor cdra. 1 (lado par)
- Jr. Daniel Hernández Cdras. 6 y 7 (lado par)
- Jr. A. Valdelomar Cdras. 6 y 7 ( lado par)
- Jr. Gral. Clovis Cdras. 6 y 7 (lado par)
- Av. Bolívar Cdras. 8-17 (lado impar)

Este sistema cuenta con tuberías antiguas de concreto con uniones rígidas y de 8" de diámetro con uniones rígidas y con tuberías más recientes de concreto simple normalizado de 8" de diámetros con uniones flexibles, instaladas durante la emergencia.

Las conexiones domiciliarias son de concreto con uniones rígidas de 6" de diámetro con uniones rígidas las más antiguas y las más recientes de concreto simple normalizado con uniones flexibles y de 6" de diámetro.

- Las cajas de registro estaban instaladas en algunos casos dentro del inmueble funcionando así como cajas ciegas, estas eran de concreto y en otros casos de ladrillo con tapas de fierro fundido o de concreto armado.
- En otros casos la caja de registro cumplía las funciones de un buzón ya que al pasar la tubería dentro de los predios, estas cajas eran instaladas sobre el colector para su mejor descarga, dificultando así las labores de operación y mantenimiento del sistema.
- Los buzones son de concreto (en algunos casos se encuentran deteriorados) con tapas de Fierro fundido y con canaletas que por su antigüedad se encuentran en malas condiciones.

## ESTADO DE CONSERVACION

### REDES DE AGUA POTABLE

- Durante los trabajos de campo se ejecutaron piques exploratorios con la finalidad de tomar muestras de tuberías para su evaluación y verificación del estado de conservación y de funcionamiento en la que se encontraban.

- Los estudios indicaron, que las tuberías de fierro fundido en la red han experimentado un severo ataque de corrosión, produciendo una tuberculización, que se transforma en un aumento de las pérdidas de carga del sistema.

Las tuberías presentan señales de deterioro, lo que compromete la calidad del servicio que presta a los usuarios y eleva los costos de operación y mantenimiento.

- Durante la evaluación se determinó un gran porcentaje de incrustaciones que las tuberías de fierro fundido poseen. Se detectó dentro de las tuberías lodo de color ferro-amarillento, el cual tenía la particularidad de adherencia en las paredes.

- Las válvulas de interrupción del sistema, en su mayoría se encuentran oxidadas y deterioradas. Para efectuar reparaciones se cierran varios circuitos, por no alcanzar el cierre total.

- Se ubicaron los denominados "puntos muertos" en la red, dados por el cierre perpetuo de algunas válvulas y por la existencia de tapones.

- En lo que respecta a los grifos contra incendio, estos se encuentran en mal estado.

- Se pudo observar la oxidación producida en las abrazaderas dejando posibles caminos de acceso al interior de las tuberías de servicio a cualquier tipo de fluido.

### REDES DE ALCANTARILLADO

- Se ejecutaron piques exploratorios con la finalidad de tomar muestras de las tuberías de alcantarillado para su evaluación .
- Las tuberías de concreto tipo existentes en la zona de estudio han sufrido los estragos de la oxidación bacteriana durante su vida de servicio produciéndose picaduras tipo "flauta"
- Los colectores se encontraban deteriorados como consecuencia de la acción bacteriana y reacción química , corrosión producto de la antigüedad y falta de mantenimiento del sistema.
- Existen tramos colapsados producto del fuerte deterioro provocando de este modo el paso del fluido a través de estos por filtración.
- Los buzones presentan deterioro, se puede apreciar que el represamiento generado en los buzones acelera el deterioro, esto producido por corrosión del concreto del cuerpo y canaleta del buzón.

## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

### REDES DE AGUA POTABLE

El abastecimiento de agua potable en la zona fue restringido esto como consecuencia de la sequía que se presentaba en la sierra central.

Las horas de dotación del servicio de agua en la zona de emergencia correspondía al intervalo : de 8.00 p.m. a 3.00 p.m., determinados por SEDAPAL mediante un sistema de racionamiento, en todo Lima Metropolitana.

Se observaron fugas en las cajas por medio de los elementos de control. También se observaron fugas por medio de las abrazaderas de fierro fundido manteniendo así el suelo húmedo.

Algunas válvulas se encontraban inoperativas y otras en mal estado de funcionamiento.

Los grifos contra incendio se encuentran inoperativos.

### REDES DE ALCANTARILLADO

Se pudo observar el represamiento de los colectores en algunos tramos, provocados en ciertos casos por el

colapso de los mismos y en otros por la falta de capacidad, bajas pendientes y de una limpieza adecuada de ellos.

- El deterioro de las canaletas impide el paso continuo de los desagües, provocando el almacenamiento de desechos en su interior.
  
- Al realizar piques exploratorios se pudo determinar zonas húmedas provocadas por la filtración de los desagües.
  
- En algunos tramos donde la red de alcantarillado a colapsado, el transporte del desagüe se realizaba por filtración.

### 11.3 PROGRAMA PUNTO NOTABLE

La inesperada desaparición del cloro residual indica que había entrado en el sistema de distribución de agua potable algún material tal vez de origen fecal.

El programa punto notable consistía en la toma de muestras de agua.

Las muestras eran tomadas de las redes, conexiones domiciliarias y de los sistema interiores de los predios; tanto para determinar el cloro residual como para ser llevado al laboratorio para la determinación de la procedencia del material contaminante.

Las variaciones de los resultados de cada muestreo nos daba una idea acerca de la eliminación o aparición de otra zona de contaminación.

**Parámetros que consideran las cartillas de toma de muestra:**

**(a) Código distrito y fuente**

Se coloca el código correspondiente, que SEDAPAL le asigna a cada distrito. Además de la fuente de abastecimiento.

**(b) Dirección**

Nombre de la calle, jirón o avenida y el número del predio en el cual se toma la muestra

**(c) G**

Es el punto de toma de muestra y pueden ser los siguientes:

- J - grifo del jardín
- L - lavandería
- C - lavadero de cocina
- B - lavadero de baño

**(d) Cl2 - R Libra**

Representa el contenido de cloro residual expresados en libras.

Datos determinados In Situ.

**(e) CONDUCTIVIDAD**

Determinó si el agua abastecida por las tuberías es proveniente de la Planta la Atarjea si la conductividad varía entre 580 umhos/cm a 760 umhos/cm, de algún pozo si la conductividad varía de 830

umhos/cm a 920 umhos/cm o de una combinación de ambas, con conductividad que varía entre 760 umhos/cm a 830 umhos/cm.

**(f) COLIFORMES TOTALES**

Contenido de coliformes totales hallados en la muestra. Datos hallados en el laboratorio.

NOTA: Las cartillas de toma de muestra no se presentan, son documentos internos y confidenciales de la Empresa.

**ANALISIS DEL PROGRAMA**

Los puntos de toma de muestra como jardines, lavanderías, lavaderos de cocina y lavaderos de baño; tenían la intención de determinar si la contaminación era producida por el sistema público o por alguno de los sistemas interiores.

Durante la evaluación, la toma de muestra se realizaban diariamente.

El horario diario de toma de muestras correspondía a tomas de 8:00 a 10:00 a.m. y otras entre 12:00 a 1:00 pm aproximadamente, demostrándose que la mayor cantidad de muestras con cloro residual cero (0), correspondía al horario de 12.00 a 1.00 pm ; siendo en este momento la presión baja en el sistema.

**11.4 LEVANTAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS INTERNAS**

Las instalaciones internas que mantienen un servicio indirecto de abastecimiento de agua, tienen un gran riesgo de contaminarse. Tanto, si son deficientes los diseños , el proceso constructivo o el mantenimiento sanitario que le puedan dar los usuarios.

Tomando en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior; se programó hacer un levantamiento de las instalaciones sanitarias internas de los sectores críticos, con la finalidad de poder ubicar el foco de contaminación.

La evaluación consistía en verificar el cumplimiento de las normas técnicas de construcción en cada uno de los sistemas; así como el estado de funcionamiento y las condiciones sanitarias en las que se encontraban.

### EVALUACION

- \* Se evaluó el funcionamiento de los reboses, de la cisterna y de los tanques elevados; tanto operativos como inoperativos.
- También se evaluó la existencia de válvulas chekc en la tuberías de impulsión y su instalación en el lugar adecuado.
- Las condiciones sanitarias en que se encontraban en su mayoría eran regulares.
  
- Se presentó un listado de los predios evaluados que contaban con sistemas indirectos operativos, a la Oficina de Control de Calidad de SEDAPAL, a fin de que tomen muestras en esos puntos.
  
- Los resultados obtenidos en el muestreo demostraron deficiencias en algunos de los sitemas; los cuales no eran muy incidentes como para deteriorar el agua en toda la red.

LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS INTERNAS				
CALLES	TOTAL CONEX DOMC	TOTAL SISTEMA INDIRECTOS	SISTEMAS INDIRECTOS <sup>1</sup>	
			OPERAT	INOPER
JR. BACA FLOR CDRA. 1	21	11	6	5
JR. VALLE RUESTRA CDRA. 7	15	4	2	2
JR. DANIEL HERNANDEZ CDRA. 7	17	12	2	10
JR. VALDELOMAR CDRA. 7	16	12	6	6
JR. GRAL CLOVIS CDRA. 7	14	5	1	4
AV. CLEMENT C/12,13,14,15	77	22	16	6
JR. P. MURILLO CDRAS. 9 Y 10	45	24	10	14
JR. ANDALUCIA CDRAS. 6,7 Y 8	62	16	6	10
JR. GRAL CORDOVA CDRA. 10	3	3	1	2
TOTAL	270	109	50	59

<sup>1</sup> Se denomina así al abastecimiento de agua potable que tiene un predio a través de cisterna y tanque elevado o solo tanque elevado.

EVALUACION DE LAS INSTALACIONES INTERNAS Y CONDICIONES SANITARIAS						
CALLE	SIT OPER	CONDICION SANITARIA			CONDICION ESTRUCTURA	
		B	R	M	C	I
JR. BACA FLOR CDRA. 1	6	3	3	0	3	3
JR. VALLE Riestra CDRA. 7	2	2	0	0	1	1
JR. D. HERNANDEZ CDRA. 7	2	2	0	0	1	1
JR. VALDELOMAR CDRA. 7	6	4	2	0	6	0
JR. GRAL CLOVIS CDRA. 7	1	0	1	0	0	1
AV. CLEMENT CDRAS.12,13,14,15	16	7	7	2	9	7
JR. PEDRO MURILLO CDRA. 9 Y 10	10	7	2	1	6	4
JR. ANDALUCIA CDRA. 6,7 Y 8	6	3	3	0	2	4
JR. GRAL CORDOVA CDRA. 10	1	1	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	<b>21</b>

B = BUENO  
 R = REGULAR  
 M = MALO  
 C = COMPLETO  
 I = INCOMPLETO

- Del cuadro podemos observar que de los 270 predios evaluados en el sectores, 109 contaban con abastecimiento indirecto; de los cuales el 46% de estos se encuentran operativos.

De los sistemas operativos el 58% se encuentra en buenas condiciones sanitarias, el 36% en regulares condiciones y el 6% en malas condiciones. Además en lo que respecta a la estructura del sistema el 58% tiene el sistema completo y 42% restante incompleto.

## 11.5 CUADRO DE DETALLES DE FRECUENCIA DE ATOROS

### DETALLE DE FRECUENCIA DE ATOROS EN LOS MESES DE AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1992

El análisis de la información estadística de los atoros ocurridos durante los meses de agosto, setiembre , octubre, noviembre y diciembre de 1992, permitió focalizar los tramos críticos que luego han sido confirmados con los estudios de campo. Los tramos que contaban con mayor número de atoros eran los siguientes:

#### **1er. grupo**

- Jr. Baca Flor Cdra. 1
- Av. Gral. Clement Cdras. 12,13,14 y 15
- Jr. Valle Riestra Cdra. 7
- Jr. Daniel Hernández Cdra. 7
- Jr. Valdelomar Cdra. 7
- Jr. Gral. Clovis Cdra. 7
- Jr. Pedro Murillo Cdra. 9 y 10
- Jr. Andalucía Cdras. 6,7 y 8
- Jr. Gral. Córdoba Cdras. 9 y 10

#### **2do. grupo**

- Av. Bolívar Cdra. 14
- Jr. Valle Riestra Cdra. 6
- Jr. Olmedo Cdra. 1
- Jr. Santa Inés Cdra. 1
- Jr. Arnaldo Panizo Cdras. 1,2 y 3

La finalidad de separarlos en dos grupos, es debido a que solo se trabajó durante la emergencia con el primer grupo. El segundo grupo fue estudiado posteriormente.

#### **ANALISIS :**

De la lámina No. 4 podemos observar que la mayoría de atoros ocurridos en el mes de julio; se producían en el Jr. Baca Flor Cdra. 1, Jr. gral. Clovis Cdra. 7, Jr. Pedro Murillo Cdras. 9 y 10; y Jr. Andalucía Cdras. 6 y 7.

En el mes de agosto la mayor incidencia de atoros se produjo en la Av. Gral. Clement Cdras. 13,14 y 15; y en el Jr. Daniel Hernández Cdra. 7.

En el mes de octubre el Jr. Baca Flor Cdra. 1 Jr. Clovis Cdra. 7; Jr. Pedro Murillo Cdras. 9 y 10; y Jr. Andalucía Cdras. 6 y 7.

Durante el mes de noviembre la mayor frecuencia de atoros se produjo en el Jr. Andalucía cuerdas 5 y 6; y Jr. Gral. Córdoba Cdra. 9.

El análisis del mes de diciembre nos demuestra que el número de atoros en la zona es cero; esto debido a que las medidas correctivas tomadas en los jirones definidos anteriormente los habían eliminado.

Los análisis de frecuencia de atoros durante los meses de noviembre y diciembre son elaborados debido a que

A continuación presentamos el reporte emitido por el  
Equipo de Operación y Mantenimiento Breña :

AÑO	MES	AVENIDA Y/O CALLE N° Y/O CUADRA	FECHA
1992	JULIO	Jr. Baca Flor	169 4
		Jr. Salamanca	286 4
		Av. Clement	1440 4
		Jr. Valle Riestra	724 5
		Jr. Baca Flor	153 7
		Av. Clement	1302 8
		Jr. Baca Flor	104 10
		Jr. Córdova	1048 12
		Jr. Andalucía	c/6,7 y 8 12
		Jr. Olmedo	140 13
		Jr. Santa Fé	c/1 15
		Av. Gral. Clement	1458 16
		Jr. Santa Rosa	283 17
		Jr. Gral. Clovis	725 20
		Av. Sucre	135 20
		Jr. Andalucía	c/6 26
		Jr. Andalucía	730 26
		Av. Clemente	1553 26
		Jr. Andalucía	703 30
		Jr. Daniel Hernández	650 31

AÑO	MES	AVENIDA Y/O CALLE N° Y/O CUADRA	FECHA
1992	AGOSTO	Av. Gral. Clement	338 3

AÑO                    MES            AVENIDA Y/O CALLE N° Y/O CUADRA    FECHA

---

1992	AGOSTO	Av. Gral. Clement	338	3
		Jr. Andalucía	703	5
		Jr. Valle Riestra	978	6
		Jr. José Morales	132	8
		Av. Gral. Clement	1548	12
		Jr. Daniel Hernández	716	13
		Av. Bolívar/Jr. Valle Riestra	-	13
		Jr. Valdelomar	627	14
		Jr. Daniel Hernández	716	19
		Av. Gral. Clement	1336	22
		Jr. Salamanca	250	22
		Jr. José Morales	150	22
		Av. Bolívar	c/14 y 15	22
		Av. Gral. Clement	1495	23
		Jr. Gral. Artigas	721	23
		Av. Bolívar	1463	24
		Jr. Santa Inés	173	24
		Jr. Santa Inés	c/1	24
		Jr. Salamanca	275	26
		Av. Sucre	614	29
		Jr. Valdelomar	c/7	30
		Jr. Andalucía	130	30

AÑO                    MES            AVENIDA Y/O CALLE N° Y/O CUADRA    FECHA

---

1992	SETIEMBRE	Jr. Valdelomar	715	2
		Jr. Santa Inés	180	2
		Jr. Baca Flor	126	3
		Jr. José Morales	140	3
		Jr. Daniel Hernández	728	4

Jr. Jose Morales	150	5
Jr. Daniel Hernández	712	5
Jr. Gral. Clovis	741	6
Jr. Gral. Artigas	725	6
Jr. Baca Flor	c/1	7
Jr. Valle Riestra	712	7
Av. Gral. Clement	1455	9
Pque. El Carmen	1577	9
Av. Bolívar	1050	9
Av. Gral. Córdoba	c/10	11
Pque. Seoane	208	11
Jr. Arnaldo Panizo	347	12
Av. La Mar	1205	14
Jr. Andalucía	684	14
Av. Gral Córdoba	1936	15
Pque. El Carmen	1577	16
Jr. Baca Flor	163	16
Av. Bolívar	1075	24
Jr. Baca Flor	174	25
Jr. Andalucía	808	26
Jr. Gral. Clovis	736	27
Av. Sucre	226	28
Av. Gral. Clement	1195	28
Av. Gral. Córdoba	1038	30
Av. Gral. Clement	c/7	30

AÑO	MES	AVENIDA Y/O CALLE	Nº Y/O CUADRA	FECHA
-----	-----	-------------------	---------------	-------

1992	OCTUBRE	Av. Bolívar	1145	3
		Av. Gral. Clement	1195	4
		Jr. Andalucía	656	5
		Jr. Pedro Murillo	956	7

Jr. Daniel Hernández	784	7
Jr. Santa Inés	145	7
Jr. Pedro Murillo	1054	9
Jr. Baca Flor	161	9
Jr. Andalucía	780	10
Jr. Arnaldo Panizo	357	13
Av. Sucre/Jr. Olmedo		14
Pque Manuel Coane	178	15
Jr. Valle Riestra	650	16
Av. Gral. Clement/Jr. Baca Flor		16
Jr. Andalucía	687	16
Jr. Valdelomar	932	17
Jr. Pque El Carmen/Jr. Baca Flor		17
Jr. Baca Flor/ v. Gral. Clement		18
Av. Sucre	833	19
Jr. Valle Riestra	654	20
Jr. Andalucía	687	20
Jr. Gral. Clovis	c/7	20
Jr. Pedro Murillo	971	23
Jr. Pedro Murillo/Jr. Clovis		25
v. Gral. Clement	1550	26
Jr. Valle Riestra	650	27
Av. Gral. Clement/Av. Sucre		27
Av. La Mar	209	27
Av. Sucre	825	31
Jr. Andalucía	730	1
Jr. Arnaldo Panizo	235	1
Jr. Santa Inés	141	2
Av. Gral. Clement	1195	3
Jr. Arnaldo Panizo	253	4
Av. Bolívar	1425	12
Jr. Valdelomar	657	14
Jr. Valle Riestra	654	15

Av. Gral. Córdova	959	16
Av. Bolívar	1331	17

AÑO	MES	AVENIDA Y/O CALLE N° Y/O CUADRA	FECHA	
1992	NOVIEMBRE	Av. Bolívar	1237	18
		Jr. Gral. Artigas	504	18
		Av. Bolívar	1331	19
		Av. Bolívar	1001	20
		Av. Bolívar	1275	21
		Av. La Mar/D. Hernández	-	23
		Jr. Andalucía	630	29
		Av. Bolívar	1001	30

AÑO	MES	AVENIDA Y/O CALLE N° Y/O CUADRA	FECHA	
1992	DICIEMBRE	Av. Sucre	154	1
		Jr. Andalucía	c/8	4
		Pje. Santa Rosa	291	7
		Av. Clement/Av. Sucre	-	8
		Av. Bolívar	1451	9
		Jr. Daniel Hernández	611	12
		Av. Sucre	872	14
		Jr. Daniel Hernández	612	14
		Av. Bolívar	1075	23
		Jr. Gral. Artigas	540	25
		Av. Sucre	845	27
Av. Sucre	872	31		

## CONCLUSIONES DE LOS MUESTREOS

El análisis de la información estadística de los atoros ocurridos durante los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1992, permitió focalizar los tramos críticos.

Los atoros en las redes traen represamientos los que son analizados a fin de determinar alguna relación con el problema.

El análisis de frecuencia de atoros nos demuestra; que conforme se tomaban las medidas correctivas del caso; la incidencia de atoros en los jirones desaparecían.

### 12.0 CAUSAS

Los propietarios de los predios en la zona en estudio inconsultamente no respetaron los límites de propiedad de los terrenos asignados por la municipalidad del distrito.

Ganaron terreno construyendo múltiples edificaciones, tales como garages, ampliaciones, departamentos, etc. quedando de este modo las redes de agua potable y alcantarillado dentro de los predios, dificultando aún más las labores de mantenimiento, que la empresa de saneamiento está obligada a ejecutarlas.

Al ganar terreno las cajas de registro tanto de agua potable como de desagüe quedaron dentro de los predios, impidiendo las revisiones y en el caso del agua la medición del consumo.

Las redes de agua potable y alcantarillado fueron instaladas casi al mismo nivel y a distancias cortas; debido a que en aquel entonces los reglamentos así lo establecían.

### 13.0 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR RIESGOS DE CONTAMINACION EN LA ZONA PROBLEMA

La comprobación repetida de la presencia de bacterias coliformes o su aparición en grandes cantidades, indican que se está produciendo contaminación del agua y es preciso tomar de inmediato medidas correctivas, especialmente en relación con el cloro residual.

A fin de eliminar la contaminación momentáneamente se tomaron las siguientes medidas :

- Intensificación de tomas de muestra para el control del cloro residual

- Para solucionar en forma provisional el deterioro de la calidad del agua, se opto por un abastecimiento continuo en la zona.

- Se mantuvo una presión continua en el sistema de distribución, evitando que una baja aumentara considerablemente el riesgo de ingreso del contaminante

- Se instaló un sistema de reflotamiento de dosificación de cloro, inyectando en forma directa cloro gas. De esta forma se reforzó el contenido de cloro residual, obteniendo un cloro residual de 1.5 ppm.

Se utilizo el sistema de cloración en el punto de quiebre. El proceso de inyección se realizó a través de abrazaderas, en puntos donde se encontraba presencia de coliformes.

- A los usuarios de los sectores afectados, se les recomendó que no utilizaran el servicio. El abastecimiento en este sector fue a través de camiones cisterna con grandes volúmenes de agua. Se agregó cloro en cantidades suficientes para asegurar que la concentración residual libre fuera de 0.2 mg/lit en el lugar de entrega.
- Para una mejor evaluación de la calidad del agua se aislaron sistemas. Las válvulas existentes se encontraban deterioradas no permitiendo el cierre hermético para el aislamiento del sistema.

Se cambiaron válvulas e instalaron tapones en forma correspondiente.

-Con respecto a los sistemas interiores de los predios; la detección de bacterias coliformes en los tanques de almacenamiento y cisternas nos señaló la necesidad de reparaciones y limpieza de las estructuras. Así, mismo, se aplicó cloro en la boca de la salida del tanque, como medida de emergencia.

-Se informó a los usuarios acerca de las medidas correctivas a tomar. Se solicitó la colaboración de los mismos, indicándoles lo siguiente:

- Evitar dejar mangueras extendidas en zonas inundables o de aguas estancadas.
- Eliminar los reboses de tanques y cisternas que están conectados directamente al desagüe.

- Elevar el nivel de la boca de salida de los grifos de riego que se encuentran a flor de la tierra.
- Asegurar que no se produzcan interferencias entre las instalaciones interiores de agua potable y las de desagüe.
- Mayor frecuencia en la limpieza y desinfección de tanques y cisternas.
- Como medida precautoria y mientras duró el programa se recomendó hervir el agua para bebida.

#### **14.0 MEDIDAS CORRECTIVAS PARA ELIMINAR EL FOCO DE CONTAMINACION**

En el control de la calidad del agua de las redes aledañas al Jr. Baca Flor se observó que aún cerrando el servicio en los dos jirones donde se presumía el ingreso de la contaminación, la calidad del agua en la Av. Clement cuadras 13,14 y 15; jirón Valdelomar, Pedro Murillo cuadras 10 y 11, Parque El Carmen cuadras 13,14 y 15; y jirón Valle Riestra cuadra 7, presentaban un alto índice de contaminación, por lo que se hizo necesario dividir el problema de la contaminación existente en dos frentes de operación siendo necesario la ejecución de las siguientes obras.

## PRIMERA ZONA DE MALA CALIDAD DEL AGUA

### Av. Gral. Clement, Jr. Baca Flor, Jr. Parque El Carmen y Jr. Gral. Clovis

- Se reubicaron las matrices y conexiones domiciliarias de los sistemas de desagüe del jirón Baca Flor cuadra 1, jirón Daniel Hernández cuadra 7, jirón Parque El Carmen cuadra 15, y avenida Clement entre los jirones Clovis y Baca Flor.
- Se cambió el colector y conexiones domiciliarias del jirón Valle Riestra cuadra 7 (lado impar), jirón Clovis cuadra 7 y Abraham Valdelomar cuadra 7.
- Se reubicaron las tuberías de agua potable, desagüe y conexiones domiciliarias que se encontraban dentro de los predios; en los jirones Daniel Hernández cuadra 7 y General Clovis cuadra 7.
- Se realizó la limpieza de las tuberías de agua potable a fin de retirar los sólidos; en el jirón Parque El Carmen, jirón Valle Riestra.
- Se estableció abastecer al circuito ubicado en el jirón Baca Flor, mediante la interconexión con la tubería par de jirón Baca Flor, previo aislamiento, con tapones del ingreso de agua por la avenida Clement y jirón Parque El Carmen.

## SEGUNDA ZONA DE MALA CALIDAD DEL AGUA

### Pedro Murillo, Jr. Andalucía y Jr. Gral. Córdoba

- Se realizó la limpieza de matriz en el jirón General Córdoba.
- Se cambio el colector y conexiones domiciliarias en el jirón Andalucía cuadras 6 y 7, y jirón general Córdoba cuadra 10.
- Se cambio el colector y conexiones domiciliarias del jirón Pedro Murillo cuadra 9.
- \* Una vez erradicado el problema se vio por conveniente ejecutar la reposición de colectores y tuberías de agua potable con sus correspondientes conexiones domiciliarias en el jirón Daniel Hernández cuadra 6, Abraham Valdelomar cuadra 6 y jirón Clovis cuadra 6

### 15.0 CONCLUSIONES

- La falta de mantenimiento de las tuberías de agua potable y colectores, concatenado con la restricción del servicio de agua originaron problemas de mala calidad del agua.
- El desabastecimiento, en el sistema de agua potable, hacia trabajar a las tuberías como canales permitiendo la producción de vacío en el medio, facilitando la absorción de cualquier fluido externo.

- Los estudios indicaron que algunos de los problemas de mala calidad del agua, se debían a condiciones inusuales de flujo y también a matrices ciegas.
- La mala instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado, facilitaron los medios necesarios para la producción de conexiones cruzadas.
- La destrucción de las tuberías de desagüe producto de la corrosión, actuaron como un medio de contaminación.
- La corrosión de las tuberías de agua potable, abrazaderas, elementos de toma, permitieron el ingreso de fluidos contaminantes en su interior.
- La materia orgánica almacenada en los puntos muertos disminuía el cloro residual.

## **16.0 RECOMENDACIONES**

**Para la operación del sistema de distribución, se hacen las siguientes recomendaciones:**

- Instalar nuevas tuberías de agua potable ubicadas en la vía pública, a fin de reemplazar a las que se encontraban instaladas dentro de los predios, para poder realizar el mantenimiento de ellas.
- Instalar conexiones domiciliarias nuevas con ubicación de su caja en las veredas, a fin de poder controlar el consumo.

Se deberán limpiar las tuberías de fierro fundido para eliminar los sólidos adheridos a la pared del tubo, pues así cualquier contaminante que ingrese será propagado fácilmente.

Realizar limpieza de las tuberías de un circuito después de una ruptura, para reducir el riesgo de contaminación. Para reducir la desinfección es más apropiado el proceso de tiempo de contacto.

Instalar válvulas adecuadamente para reducir el tamaño de los circuitos.

Compilar un listado de "válvulas críticas" y mantener las válvulas en forma regular.

Listar todas las cañerías ciegas, eliminar si es posible o instalar elementos, para su lavado en el extremo de aguas abajo.

**Para la operación del sistema de alcantarillado se hace las siguientes recomendaciones:**

Reponer las canaletas a fin de que el flujo por ellas sea continuo.

Mejorar las pendientes del colector donde se requiera, para lograr un flujo continuo y evitar represamientos.

Los diseños de reposición de colectores con cambios de pendiente deberán contemplar cotas que permitan la mejora posterior de colectores adyacentes a este.

- Por ser una zona con servicios existentes se deberá contemplar en el diseño, la ubicación de redes eléctricas, telefónicas, canales, etc, a fin de no dañarlas, durante la ejecución de las obras.
  
- Cuando el sistema así lo requiera, se deberá realizar la limpieza de los sedimentos acumulados, para evitar represamientos.
  
- En lo que respecta a las instalaciones internas de agua potable y las de desagüe:
  - Mayor frecuencia en la limpieza y desinfección de tanques y cisternas.
  
  - Como medida precautoria y mientras duró el programa se recomendó hervir el agua para bebida.

## 17.0 ANEXOS

## PRESUPUESTO

En este anexo presentamos un resumen de lo que fueron los presupuestos por cada obra ejecutada con respecto a las dos fases. Los presupuestos que se presentan están actualizados al 31 de diciembre de 1996.

En la primera fase :

Presup. de reposición de red de agua potable : S/. 81,769.28  
Presupuesto de reposición de redes de desagüe: S/. 456,920.58  
S/. 538,689.86

En la segunda fase :

Presup. de reposición de redes de agua potable : S/. 127,496.88  
Presupuesto de reposición de redes de desagüe: S/. 174,198.52  
S/. 539,964.74

## AGUA POTABLE

### REPOSICION DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICI- LIARIAS

	UND.	METRADO	P.U.	TOTAL
Reposicion de tuberías de agua en el Jr.				
Baca Flor dra. 1 Ø 4"	ML	18.00	79.96	1,439.28
Reposición de conexiones domi-				
ciliarias en el Jr. Baca Flor Cdra. 1	UN	11	482.94	5,312.34
Reposicion de tuberías de agua en el				
Jr. Daniel Hernández Cdra. 7 Ø 4"	ML	100.50	79.96	8,035.98
Reposición de conexiones domi-				
ciliarias en el Jr. D. Hernández cdra. 7	UN	17	482.94	8,209.98
Reposicion de tuberías de agua en el Jr.				
Abraham Valdelomar Cdra. 7 Ø 4"	ML	111.50	79.96	8,915.54
Reposición de conexiones domi-				
ciliarias en el Jr. Valdelomar Cdra. 7	UN	16	482.94	7,727.04
Reposicion de tuberías de agua en el Jr.				
Clovis Cdra. 7 Ø 4"	ML	113.00	79.96	9,035.48
Reposición de conexiones domi-				
ciliarias en el Jr. Clovis Cdra. 7	UN	14	482.94	6,761.16
COSTO DIRECTO				55,436.80
MAS GASTOS GENERALES Y UTILIDAD				13,859.12
				69,296.00
MAS IGV 18% DE (2)				12,473.28
				81,769.28
-MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO				81,769.28

## ALCANTARILLADO

REPOSICION DE COLECTORES Y CONEXIONES DOMI ILIARIAS	UND.	METRADO	P.U.	TOTAL
Reposicion de colectores en el Jr. Baca Flor Cdra. 1 Ø 8"	ML	78.00	101.26	7,898.28
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. Baca Flor Cdra. 1	UN	21	720.56	15,131.76
Reposicion de colectores en el Jr. Valle Riestra dra. 7 Ø 8"	ML	89.00	101.26	9,012.14
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. Valle Riestra Cdra. 7	UN	15	720.56	10,808.40
Reposicion de colectores en la Av. Clement cdra. 12,13,14,15 Ø 12"	ML	412.00	134.87	55,566.44
Reposición de conexiones domi- ciliarias en la Av. Gral. lement Cdra. 12,13,14,15	UN	77	720.56	55,83.12
Reposicion de colectores en el Jr. Daniel Hernández Cdra. 7 Ø 8"	ML	104.00	101.26	10,531.04
Reposición de conexiones domi- ciliarias Jr. Daniel Hernández cdra. 7	UN	17	720.56	12,249.52
Reposicion de colectores en el Jr. Abraham Valdelomar Cdra. 7 Ø 8"	ML	122.00	101.26	12,353.72
Reposición de conexiones domi- ciliarias Jr. A. Valdelomar Cdra. 7	UN	16	720.56	11,528.96
Reposicion de colectores en el Jr. Clovis Cdra. 7 Ø 8"	ML	107.00	101.26	10,834.82
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. Clovis Cdra. 7	UN	14	720.56	10,087.84

<b>Reposicion de colectores en el Jr.</b>				
Pedro Murillo Cdra. 9 Ø 8"	ML	58.00	101.26	5,873.08
<b>Reposición de conexiones domiciliarias en el Jr. P. Murillo Cdra. 9</b>				
	UN	20	720.56	14,411.20
<b>Reposicion de colectores en el Jr.</b>				
<b>Gral. Cordova Cdra. 10 y Jr. Andalucía Cdras. 6,7,8 Ø 8"</b>				
	ML	358.50	101.26	36,301.71
<b>Reposición de conexiones domiciliarias en el Jr. Gral. Cordova</b>				
Cdra. 10 y Jr. Andalucía cdras. 6,7	UN	44	720.56	31,704.64
				<u>309,776.67</u>
				<u>77,444.17</u>
				387,220.84
				<u>69,699.75</u>
				<u>456,920.58</u>
				<b>MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>

## AGUA POTABLE

### REPOSICION DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICI- LIARIAS

	UND.	METRADO	P.U.	TOTAL
Reposicion de tuberías de agua en el Jr. Daniel Hernández Cdra. 6 Ø 4"	ML	174.00	79.96	13,913.04
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. D. Hernández cdra. 6	UN	24	482.94	11,590.56
Reposicion de tuberías de agua en el Jr. Abraham Valdelomar Cdra.6 Ø 4"	ML	171.50	79.96	13,713.14
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. Valdelomar Cdra. 6	UN	24	482.94	11,590.56
Reposicion de tuberías de agua en el Jr. Clovis Cdra. 6 Ø 4"	ML	276.50	79.96	22,108.94
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. Clovis Cdra.6	UN	28	482.94	13,522.32
				<hr/>
				COSTO DIRECTO
				86,438.56
				MAS GASTOS GENERALES Y UTILIDAD
				21,609.64
				<hr/>
				108,048.20
				MAS IGV 18% DE (2)
				19,448.68
				<hr/>
				MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO
				127,496.88

## ALCANTARILLADO

REPOSICION DE COLECTORES Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	UND.	METRADO	P.U.	TOTAL
Reposicion de colectores en el Jr. Clovis Cdra. 6 Ø 8"	ML	276.00	101.26	27,947.76
Reposición de conexiones domi- ciliarias en el Jr. Clovis Cdra. 6	UN	28	720.56	20,175.68
Reposicion de colectores en el Jr. Daniel Hernández Cdra. 6 Ø 8"	ML	174.00	101.26	17,619.24
Reposición de conexiones domi- ciliarias Jr. D. Hernández cdra. 6	UN	24	720.56	17,293.44
Reposicion de colectores en el Jr. Abraham Valdelomar Cdra. 6 Ø 8"	ML	175.50	101.26	17,771.13
Reposición de conexiones domi- ciliarias Jr. A. Valdelomar Cdra. 6	UN	24	720.56	17,293.44
COSTO DIRECTO				<u>118,100.69</u>
MAS GASTOS GENERALES Y UTILIDAD				<u>29,525.17</u>
				147,625.86
MAS IGV 18% DE (2)				<u>26,572.66</u>
				174,198.52
MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO				174,198.52

## CAPITULO II

### 1.0 DESARROLLO DE TRABAJOS ESPECIFICOS EN EL EQUIPO TECNICO DEL CENTRO DE SERVICIOS BREÑA

El Centro de Servicios Breña esta conformado por una Sub-Gerencia y tres Equipos; Técnico, Operación y Mantenimiento y Comercial además también cuenta con una Oficina Administrativa.

Tiene bajo su jurisdicción la administración de todos los sistemas de agua potable y alcantarillado de los distritos: Breña, Jesús María, La Victoria, Lima, Magdalena, Pueblo Libre y San Miguel.

De tal modo que todos los trabajos desarrollados por la suscrita corresponden a la elaboración de proyectos de reposición de tuberías de agua potable y colectores en esos distritos.

Por ser los distritos más antiguos de Lima Metropolitana, cuentan con tuberías de agua potable y alcantarillado que han rebasado el periodo de servicio; es por esto que en este Centro de Servicios casi todo el Presupuesto de cada año en un mayor porcentaje está destinado a la ejecución de obras de reposición.

Después del problema presentado en el capítulo anterior, empezaron a presentarse situaciones similares en los distritos arriba mencionados, problemas de colapso de colector o rotura de tuberías, produciéndose grandes aniegos. Sedapal, a fin de controlar este problema ejecutaba reparaciones en los casos más simples y reposiciones de colector en los casos extremos. La continuidad con que se presentaban estos problemas obligó a la empresa a contratar compañías constructoras a fin de que estas ejecutaran con mayor rapidez y efectividad las reposiciones.

La poca experiencia en este tipo de trabajos y la falta de personal no permitía un estudio integral del funcionamiento de los sistemas de las tuberías tanto de agua como de alcantarillado casi siempre se cambiaban por el mismo diámetro y en otros casos se mejoraban pendientes

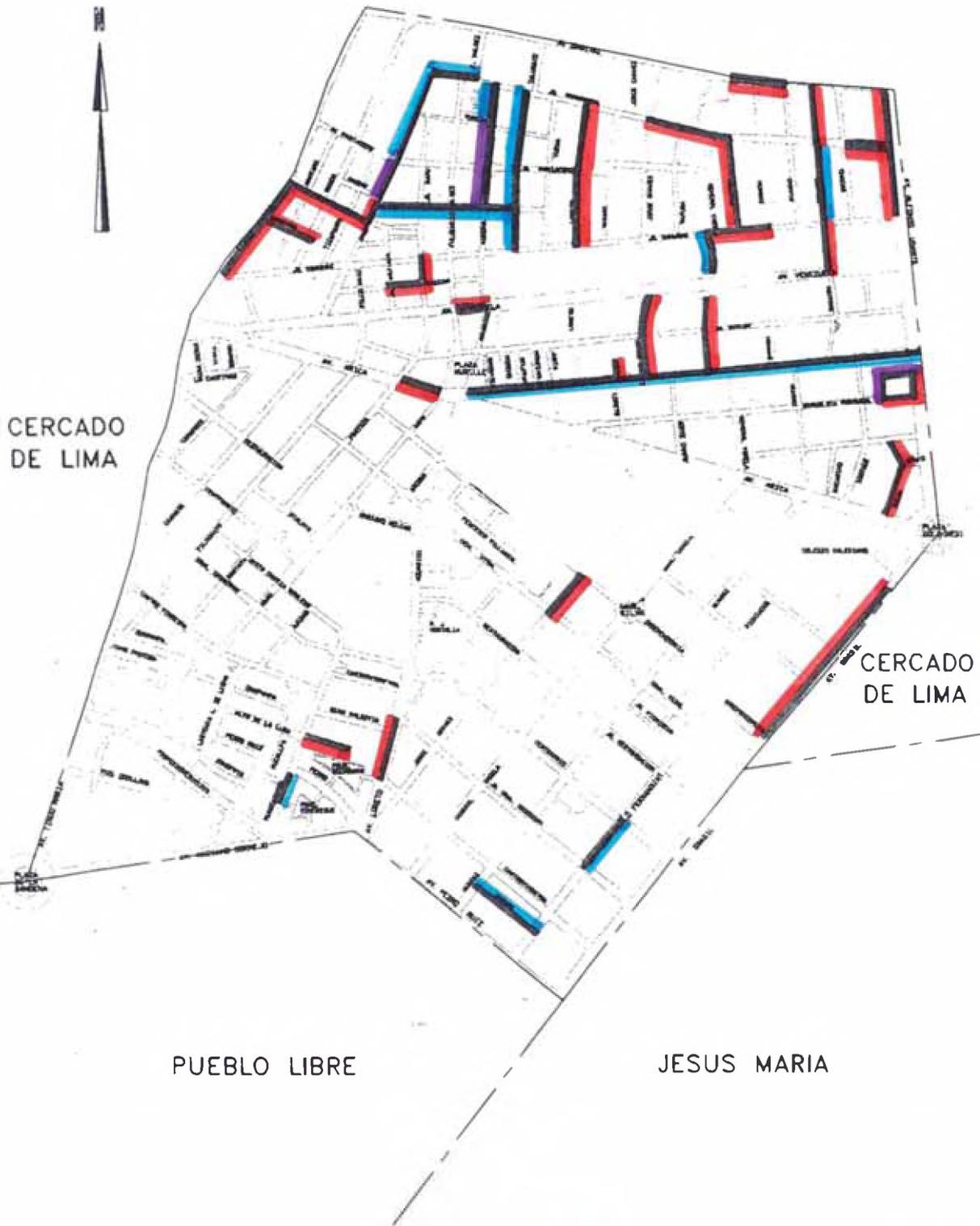
Desde setiembre de 1992 hasta - noviembre de 1996 se han desarrollado 128 Adjudicaciones Directas entre proyectos de agua y alcantarillado. Reponiéndose un total de 28,770 ml de tuberías de agua y 62,744 ml de tuberías de desagüe.

<i>N</i>	<i>DISTRITO</i>	<i>REPOSICION DE TUBERIAS DE AGUA (ml)</i>	<i>REPOSICION DE TUBERIAS DE DESAGUE (ml)</i>
37	BREÑA	4,580	7,010
38	JESUS MARIA	160	4,340
39	LA VICTORIA	8,360	15,240
40	LIMA	10,240	17,980
41	MAGDALENA	-	9,124
42	PUEBLO LIBRE	5,430	6,650
43	SAN MIGUEL	-	2,400
	<b>TOTAL</b>	<b>28,770</b>	<b>62,744</b>

## 2.0 PRESUPUESTO DE INVERSIONES

Cada año en los meses de octubre, noviembre y diciembre, se procede a la elaboración del Presupuesto de Inversiones del siguiente año. El Equipo de Operación y Mantenimiento en

CERCADO DE LIMA



CERCADO DE LIMA

CERCADO DE LIMA

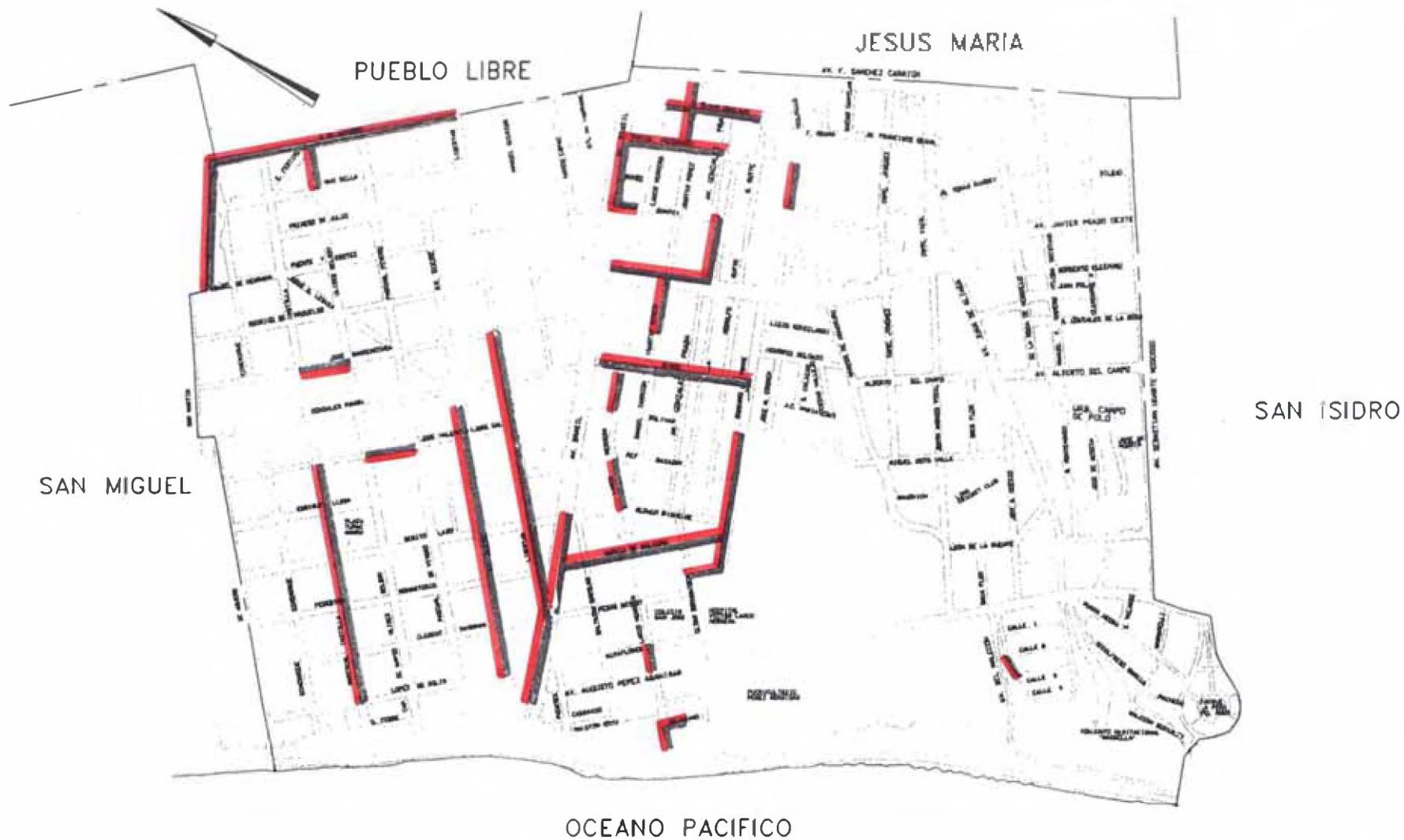
PUEBLO LIBRE

JESUS MARIA

OBRAS



BREÑA 37



coordinación con la suscrita evalúa de acuerdo a la incidencia de avaros cuales son los colectores con mayor cantidad de problemas, elaborando un listado en el cual en orden descendente se indica la prioridad de reponer cada colector. Así mismo se procede con las tuberías de agua potable; de acuerdo a la incidencia de roturas de las tuberías; seleccionando las de mayor prioridad para ser programadas.

Estos listados son evaluados y reagrupados en proyectos los que son presentados en el Presupuesto de Inversiones.

También se ejecutan obras civiles y conversión de reservorios de flotante a cabecera, los que son desarrollados por consultoría mediante Concursos o Licitaciones Públicas y supervisados por la Gerencia de Ingeniería.

### 3.0 ELABORACION DE PROYECTOS Y EXPEDIENTES TECNICOS DE REPOSICION DE REDES

El desarrollo de los trabajos se pueden dividir en cinco etapas

- Estudios de campo
- Elaboración del Proyecto
- Elaboración del Expediente Técnico
- Convocatoria
- Ejecución de obra

A continuación describiré las actividades desarrolladas en cada una de las etapas

**Estudios de campo**, consiste en el replanteo de los sistemas obteniendo datos de campo del sistema existente, tales como esquineros, acotaciones, verificación de los diámetros, ubicación de válvulas y grifos contra incendio para el caso de las tuberías de agua potable y nivelación topográfica, revisión de buzones y número de salidas de tuberías para el caso de las tuberías de alcantarillado; se presenta en lo anexos una ficha de reporte de la inspección del alcantarillado.

**Elaboración del Proyecto**; con los datos tomados se elaboran los proyectos tratando de mejorar el sistema existente de tal forma que no se perjudique durante la ejecución de la obra el servicio de los usuarios. Así mismo, se mejoran pendientes si estos lo requieren dejando prevista la mejora de descarga de colectores adyacentes. En el caso del agua potable la nueva el diseño de la línea es en forma paralela y a 0.50 ml como mínimo de la tubería antigua; también el trazo de las conexiones es en forma paralela a las antiguas.

Antes de elaborar el proyecto, se realizan coordinaciones con las empresas eléctricas y telefónica acerca de la ubicación de sus redes en la zona a desarrollar el trabajo, estos nos sirven para poder definir algunos cambios y no sufrir interferencias con dichas redes durante la ejecución de las obras.

**Elaboración del Expediente Técnico**; el Expediente Técnico está constituido por los siguientes documentos:

- 1.- Invitación
- 2.- Bases de Adjudicación
- 3.- Memoria Descriptiva

- 4.- Formulario de Carta Propuesta
- 5.- Formato de Metrado Base
- 6.- Presupuesto Base
- 7.- Análisis de Precios de las partidas
- 8.- Consideraciones que el Postor deberá tener en cuenta al presentar las partidas de su Propuesta Económica.
- 9.- Fórmula Polinómica
- 10.- Cronograma de Ejecución
- 11.- Cronograma de Desembolsos
- 12.- Proforma de Contrato
- 13.- Disposiciones Específicas
- 14.- Especificaciones Técnicas para la Reparación y Reposición de Redes y Conexiones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado
- 15.- Anexos:
  - a) Documentos de Recepción de Obra
  - b) Planos del Proyecto
  - c) Cartel de Identificación de obra, carteles de señalización,
  - d) Diseño de cartel de identificación, diseño de señalización y protección para el control del tránsito peatonal y vehicular.

A continuación describiremos cada uno de los documentos:

#### **Invitación.-**

En este documento se presenta un resumen de todo el expediente técnico, metrados de la obra, ubicación, sistema de adjudicación, financiamiento, monto del presupuesto, plazo,

fecha del presupuesto, lugar del acto de adjudicación, calendario de consultas, etc.

**Bases de Adjudicación.-**

Las Bases y sus documentos complementarios norman el proceso de concurso de adjudicación directa, y constituyen documentos contractuales en la ejecución de las obras motivo de la ejecución.

**Memoria Descriptiva.-**

En ella se presentan los metrados a ejecutar; así como los antecedentes que ocasionaron el proyecto.

**Formulario de Carta Propuesta.-**

Es un formulario de carta en la que el contratista deberá escribir en números y en letras su propuesta económica, y deberá presentarse firmada y sellada por el Postor.

**Formato de Metrado Base.-**

Como su nombre lo dice, es un formato en el cual el postor deberá llenar sus precios unitarios para lograr su propuesta económica.

**Presupuesto Base.-**

Es el presupuesto base de la obra.

**Análisis de Precios Unitarios**

Se presentan los análisis de precios de cada uno de las partidas que conforman el presupuesto.

**Consideraciones que el Postor deberá tener en cuenta en la Elaboración de su Propuesta económica.-**

En ella indica las consideraciones que se han tomado en cuenta para la elaboración de cada precio unitario y que el postor deberá tomar en cuenta.

**Fórmula Polinómica.-**

Es la fórmula polinómica de la obra

**Cronograma de Ejecución.-**

Es el cronograma de ejecución para el desarrollo de la obra

**Cronograma de Desembolsos.-**

Es el cronograma de desembolsos de la obra.

**Proforma de Contrato.-**

Es una proforma del contrato que firmará el ganador de la Buena Pro; esta se presenta con la finalidad de que el postor conozca y acepta las condiciones en la que se firmará.

**Disposiciones Específicas.-**

Las disposiciones específicas, modifican o amplían las disposiciones contenidas en cualesquiera de los documentos presentados en el Expediente Técnico, cualquier discrepancia entre las disposiciones específicas y cualquier otro documento es válido únicamente lo contenido en estas.

**Especificaciones Técnicas de Reparación y Reposición de Redes y Conexiones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado.**

## Especificaciones Técnicas de SEDAPAL para la reparación y reposición de redes de agua potable y alcantarillado

### **Convocatoria:**

En la Convocatoria por Adjudicación Directa a diferencia del Concurso Público de Precios y Licitación Pública los Postores los Postores no se presentan libremente, si no que son invitados.

Se invitan un número de ocho participantes y en un acto público se realiza el otorgamiento de la Buena Pro; siendo esta otorgada a la propuesta más conveniente ( la más baja). Se procede luego a la firma del contrato.

### **Ejecución de Obra:**

Es el desarrollo de la obra.

## **4.0 ESTUDIOS DEFINITIVOS DE MEJORAMIENTO:**

Como ya lo indicamos anteriormente dada la problemática y la necesidad de estudios completos para una mejora de los sistemas de agua potable y alcantarillado es que actualmente la República del Perú ha recibido del Banco Mundial Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) un préstamo para sufragar parcialmente el costo de proyectos de Rehabilitación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Lima y Callao.

A fin de establecer un nivel de servicio deseado a prestarse en las redes de distribución de agua potable y alcantarillado es que se sugieren los siguientes puntos:

Evaluar el estado estructural de los sistemas y sus componentes, incluyendo la probabilidad de colapso y sus consecuencias.

Se debe medir los rendimientos de presiones y caudales del sistema de agua potable deben ser estimados para las áreas localizadas aguas abajo de los puntos. Así mismo el caudal del sistema de alcantarillado debe ser evaluado para las áreas localizadas aguas arriba y aguas abajo de las fronteras de cada distrito y dentro de ellos

También deben de evaluarse todos los factores que contribuyan al deterioro de ambos sistemas.

Así mismo se requiere de una ejecución de obra que priorice la rehabilitación y reposición en base al mejoramiento del nivel del distrito en el siguiente orden

- 1) Calidad del agua
- 2) Aspectos estructurales
- 3) Aspectos hidráulicos.

#### **4.1 TERMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACION DE UN ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACION Y MEJORA DE LAS REDES DE DISTRIBUCION Y RECOLECCION.**

Estos términos de referencia fueron elaborados por una comisión integrada por representantes de la Gerencia de Distribución Norte, Distribución Sur y Gerencia de Ingeniería en el año 1995, a fin de convocar la elaboración del estudio definitivo para la rehabilitación y mejora de las redes de distribución y recolección del distrito de Breña en 1995 y Lima-Pueblo Libre en 1996.

A continuación presentamos los términos de referencia:

## I. RECOPIACION DE LA INFORMACION EXISTENTE

La utilización de la información existente para el desarrollo de este proyecto es considerada bien importante por las siguientes razones:

SEDAPAL ha recopilado una biblioteca organizada, accesible, comprensiva y completa con información existente. Esta información debe considerarse con el fin de obtener el beneficio realizado por estudios y análisis anteriores.

La información existente puede utilizarse para agilizar el proyecto. Los recursos del proyecto pueden de esta forma más eficientemente en importantes funciones de análisis de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Un proyecto que sea lo bastante comprensivo y completo, debe considerar toda información y

regulaciones de todas las entidades que tengan jurisdicción como las compañías telefónicas y eléctricas, y la Alcaldía Municipal. Las soluciones planteadas técnicas y económicas deben considerar el impacto sobre estas entidades públicas y deben cumplir con la planeación de la municipalidad.

Se realizará un análisis de la información recopilada, con el objetivo de determinar la utilidad de la misma dentro del proyecto. Se verificará en el campo toda información que necesite una investigación más detallada para el cumplimiento exitoso del diseño de la obras del proyecto. Se anticipa que esta verificación se requerirá donde el reemplazo de tuberías de distribución y recolección puede crear cualquier clase de conflictos con otros servicios públicos aledaños.

Los datos del sistema de distribución de agua potable que serán requeridos (de estar éstas disponibles) incluyen:

- Datos de redes: ubicación, diámetros, materiales y antigüedad de las líneas de conducción y laterales; ubicaciones y configuraciones de las válvulas reductoras y nivelación de presión; ubicación de todas las bombas y estanques; válvulas de fronteras de cerramiento de zona.

- Datos operacionales: aforos de presiones en tantas ubicaciones y tiempos como sea posible; aforos de caudales en tantas ubicaciones y tiempos como sea posible; configuraciones de bombas y estanques; registro de control de fugas; medidas de calidad del agua en tantas

ubicaciones como sea posible (por ejemplo, pH, iones de sulfatos, iones de hierro, bacteriología, etc).

Registro de reparaciones: ubicaciones, fechas, materiales, diámetros, antigüedades, tipo de falla, tipos de material de relleno en las reparaciones; calicatas de tubería obtenidas en reparaciones.

Quejas de los usuarios: ubicaciones, fechas, tipos de quejas, acciones realizadas de mejoramiento.

Los datos del sistema de recolección de aguas residuales que serán requeridos (de estar éstos disponibles) incluyen:

Datos del sistema de recolección: diámetros, materiales y antigüedad de los desagües accesorios; profundidades y elevaciones de solera de los desagües.

## II. VERIFICACION DEL ESTADO SITUACIONAL DE LAS REDES (EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE LAS TUBERIAS DE AGUA Y DESAGUE)

Las condiciones actuales de las tuberías de distribución y recolección serán verificadas utilizando un programa similar a realizado y culminado anteriormente bajo dirección de SEDAPAL. Las tuberías a ser muestreadas serán excavadas, sus condiciones físicas evaluadas, muestras de material serán extraídas para analizarlas en el laboratorio cuando sea requerido,

se repararán las tuberías, y se restaurará la excavación a su condición original.

Se le dará preferencia a los desagües “críticos” para la ubicación del muestreo. Desagües críticos son aquellos cuya falla ocasionaría problemas serios financieros, económicos y políticos. Estos desagües normalmente comprenden aquellos que son más profundos que lo normal; tendidos sobre suelos de condición pobre; diámetros grandes; instalados bajo edificaciones, canales, avenidas o carreteras principales; ubicados en lugares sensitivos tales como edificios públicos; o desagües principales. Se verificarán los registros de desagües para determinar estas condiciones. Las ubicaciones de los muestreos se concentrarán en estos desagües.

Las tuberías de conducción de agua potable críticas serán evaluadas con una metodología similar a la utilizada para los desagües. Las ubicaciones de los muestreos se concentrarán sobre aquellas tuberías que presenten los mayores problemas si ocurre una falla en las mismas.

Las ubicaciones de los muestreos serán coordinados con SEDAPAL después de revisar los registros que indiquen las ubicaciones de las reparaciones y frecuencias, de tal forma que se identifiquen aquellas tuberías que presenten malas condiciones.

. Un programa de muestreo será establecido por el grupo de trabajo, en conjunto con SEDAPAL. El grupo de trabajo inspeccionará los planos de redes de distribución y recolección, evaluará los registros de reparación e inspeccionará las condiciones actuales. Un programa preliminar de muestreo será formulado y revisado con SEDAPAL. El plan de evaluación y muestreo incluirá tuberías matrices de agua potable, tuberías de desagüe, conexiones de servicio de agua potable y desagüe. El plan de muestreo considerará dónde se obtendrán las muestras, con base en la antigüedad, materiales e historial de reparación de las tuberías y cuando se obtendrán las mismas (con base en la minimización de interrupción de los servicios). El número de grupos de clasificación estructural probablemente dependerá principalmente del material, diámetro, antigüedad y tipo de suelo de suelo de la tubería. Otros grupos adicionales de clasificación serán definidos de acuerdo a las condiciones de carga. se considerará las probabilidades y consecuencias de fallas como un aspecto importante de las líneas principales de tuberías. Una vez el programa de muestreo haya sido aprobado por SEDAPAL, se preparará una lista de los materiales de reparación y trabajos requeridos, de tal forma que SEDAPAL pueda obtener por SEDAPAL, se preparará una lista de los materiales de reparación y trabajos requeridos, de tal forma que SEDAPAL pueda obtener los materiales de reparación y trabajos requeridos, de tal forma que SEDAPAL pueda obtener los materiales necesarios antes de iniciar los trabajos. Se anticipa que la

excavación de tuberías y servicios, muestreo y reparación de tuberías y servicios, y restauración de las excavaciones y pavimentos sea realizado por SEDAPAL. Esta actividad será coordinada entre los distintos especialistas.

Además del programa de muestreo de las tuberías y conexiones de servicio, se obtendrá información adicional para los sistemas de desagüe por medio de la evaluación de las cámaras de inspección en el sistema de aguas residuales. Se abrirá e inspeccionará cada cámara localizada en el desagüe crítico para establecer su condición física, presencia de sedimentación, etc. Esta actividad será documentada con la ayuda de cámaras fotográficas. De esta manera, se puede obtener económicamente una idea del tipo de tubería, sus condiciones, presencia de sedimentación, presencia de corrosión, entre otros, para completar la información obtenida en el programa de muestreo de tuberías. Adicionalmente, se realizarán muestreos en otras cámaras de inspección dentro del distrito para verificar las condiciones generales de las tuberías. Los defectos serán anotados en una carpeta de campo y documentos con fotografías a color. Durante la inspección de las cámaras de inspección, se anotará lo siguiente: profundidad del flujo, profundidad de sedimentación o arenillas; profundidad de las cámaras de inspección. Para aquellos desagües construidos ó revestidos con mortero, se extraerán muestras y ubicaciones apropiadas y se analizará la demanda bioquímica de oxígeno, temperatura

y sulfito total. Estos datos serán utilizados en la predicción de la tasa de corrosión de los materiales de las tuberías revestidas con mortero.

El grupo de trabajo establecerá un procedimiento y formulario para los trabajos de evaluación y muestreo que será sometido a la aprobación de SEDAPAL. Este procedimiento y formulario será utilizado en todos los trabajos de muestreo, de tal manera que la información obtenida sea consistente.

Además del muestreo estructural de las tuberías de agua potable, se extraerán muestra de calidad de agua. El número de muestra se establecerá de tal forma que se obtenga una representación estadística del área proyectada. Los parámetros del sistema de agua podría incluir Ph, hierro, sulfato, dureza total, alcalinidad, calidad bacteriológica, cloruros, conductividad y oxígeno disuelto. Estos parámetros del agua serán recolectados en las entradas al distrito y en los extremos finales de las tuberías matrices. Se extraerán muestras varias veces durante el día para determinar las variaciones diurnas.

Se extraen muestras de materiales de tuberías para analizar en el laboratorio si así fuese necesario. Se determinará la necesidad de esta actividad de acuerdo a casos específicos. Se anticipa que el número de evaluaciones en laboratorio de los materiales de tubería que puede reducirse si se requiere que estas actividades se realice sólo para tipos diferentes de materiales.

Una vez se finalice la evaluación en campo y los análisis de laboratorio, se preparará un informe de evaluación y se someterá a la revisión y aprobación de SEDAPAL. El objetivo de este informe

es establecer las recomendaciones específicas en cuanto al grado de servicios y vida útil de las tuberías de agua potable y aguas residuales dentro del distrito. El informe incluirá la evaluación del factor de fricción "C" de la ecuación de Hazen-Williams para tuberías de agua potable y del factor Mannig de fricción "n" para desagües.

El informe, los formularios de evaluación de campo, documentación, resultados de laboratorio y similares serán archivados y luego entregados a SEDAPAL una vez se concluya el proyecto.

### III. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y ESTUDIOS DE SUELOS

#### Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico será realizado utilizando métodos tradicionales, con los equipos necesarios para producir una precisión igual a lo establecido por normas peruanas para los sistemas de distribución y recolección. La utilización de métodos tradicionales de levantamiento topográfico se considera lo más apropiado debido a la gran disponibilidad de topógrafos y equipos que permitirán grupos múltiples que trabajarían simultáneamente.

El distrito entero será levantado. aunque la posibilidad de que algunas de las vías no requieran de la rehabilitación ni la instalación de tuberías nuevas o de remplazo. La experiencia obtenida en trabajos similares de diseño de instalaciones de agua potable y desagüe ha demostrado que es mucho más eficiente obtener un levantamiento a base de toda el área donde se requiera

rehabilitación y/o remplazo. El levantamiento puede entonces servir como base de datos para la definición de zonas de presión para el sistema de agua potable y zonas de recolección para el sistema de aguas residuales. Además, una evaluación preliminar indica que es muy probable que se requiera algunos trabajos en todas las áreas del distrito.

Se incluirá lo siguiente en el levantamiento de instalaciones de agua, ubicación de tuberías de distribución excavadas como parte del levantamiento de las mismas, ubicación de todas las válvulas visibles, ubicación de todos los accesorios visibles tales como hidratantes. En general, se enfatizará en la ubicación de los accesorios visibles por medio de la verificación del catastro existente del sistema de agua de SEDAPAL.

Se incluirá lo siguiente en el levantamiento de las instalaciones de aguas residuales: Ubicación de las cámaras de inspección en los desagües, incluyendo la solera de las tuberías principales y conectadas al desagüe; ubicación de desagüe excavados como parte del levantamiento de tuberías y la ubicación de todo accesorio visible de los desagües. En general, se enfatizará en la verificación del catastro del sistema de aguas residuales de SEDAPAL.

Se incluirá lo siguiente en el levantamiento aplicable a ambas instalaciones de agua potable y aguas residuales ; ubicación (y solera donde sea aplicado) de canales de irrigación; ubicación de los accesorios visibles de los servicios públicos eléctricos y telefónicos y la ubicación de líneas centrales de las vías. Adicionalmente, se realizarán suficientes levantamientos de las vías existentes para plotear contornos a intervalos de 0,5 m. En general, la infraestructura existente que tenga un impacto directo en el

diseño de procedimiento de rehabilitación y reemplazo de los sistemas existentes de agua potable y aguas residuales serán levantados topográficamente para la verificar la información actual de esta infraestructura.

Se conseguirán y digitalizarán los planos catastrales municipales para producir planos base computarizados (Autocad 12) a una escala de 1:1000. La información del levantamiento de servicios públicos será también dibujada en Autocad 12, y utilizada con las hojas base computarizadas para producir los planos de los sistemas existentes de agua potable y aguas residuales a una escala de 1:1000. Se dibujarán en Autocad 12 los perfiles de las líneas de desagüe a una escala de 1:50 verticales y 1:1000 horizontales.

El proceso y verificación de datos se realizará electrónicamente, para facilitar la transferencia de los mismos a los planos en Autocad 12.

Los trabajos de levantamiento topográfico serán resumidos en un informe que será sometido para la revisión y aprobación de SEDAPAL. El informe incluirá una descripción metodología utilizada, datos los planos producidos.

### **Estudios de Suelo**

La información sobre suelos será obtenida en las mismas ubicaciones establecidas para el muestreo de tuberías. En ausencia de una excavación par el muestro de tuberías, se obtendrá información de suelos donde sea necesario. El objetivo es el de establecer las características de los suelos en el distrito entero.

Se obtendrá las características geotécnica del distrito aunque la existe la posibilidad de que algunas vías no permitan rehabilitación de tuberías ni la instalación de tuberías nuevas o de

reemplazo. La experiencia obtenida en trabajos similares de agua potable y aguas residuales ha demostrado que es mucho más eficiente obtener la información geotécnica de toda área que requiera rehabilitación o reemplazo de tuberías.

Se obtendrá las siguientes pruebas geotécnicas en cada ubicación, prueba de clasificación de suelos en campo y laboratorio, pruebas de penetración estándar, permeabilidad, comprensibilidad, valores de soporte y corrosividad.

Se analizará los resultados de suelos obtenidos en el laboratorio y campo. Se preparan planos en Autocad que indiquen las ubicaciones de las pruebas de suelos. Se producirán mapas que ilustren los valores de los parámetros de suelos por zonas. Se prepara un informe que incluya lo siguiente: descripción del trabajo, resultados de las pruebas y mapas de zonificación. Este informe incluirá recomendaciones en cuanto a si los suelos existentes son aceptables para propósitos de tendido de tuberías, o en caso contrario, recomendaciones en mejoras de los suelos; recomendaciones para la protección de tuberías contra suelos agresivos o corrosión. Este informe se someterá a la revisión de SEDAPAL una vez se haya finalizado.

#### **IV.EVALUACION DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LOS SISTEMAS PRIMARIOS DE DISTRIBUCION Y RECOLECCION**

La evaluación de funcionamiento actual de los sistemas de distribución y recolección consistirá de un proceso de dos etapas. En la primera etapa, se realizarán aforos físicos de caudales y

presiones para el sistema de distribución, y de caudal para el sistema de recolección. En la segunda etapa, los datos recopilados durante la primera etapa, más los datos pertinentes a las características y condiciones físicas de sistemas de redes, descritos anteriormente, se utilizarán para evaluar la condición de las mismas y el nivel de servicios que actualmente prestan. Se utilizarán como herramientas de trabajos, modelos hidráulicas computarizados para construir el sistema distribución y recolección del distrito. Los datos recopilados también se utilizarán en la verificación de los consumos de agua y contribuciones de aguas residuales, como se describe en el estudio de demandas.

### **Aforos de caudales y Presiones en Sistemas de Distribución**

Se realizará aforos de caudales y presiones en el sistema de distribución de los distritos. El propósito de estos aforos es el de establecer el nivel de servicios que actualmente se desempeña en el distrito. Una vez se establezca el nivel de servicios existentes, es posible realizar decisiones racionales acerca de las prioridades de rehabilitación y reemplazo de tuberías dentro del distrito. Estos aforos de flujo y presión serán utilizados junto con los modelos hidráulicos en la determinación del estado hidráulico del sistema de tuberías del distrito.

El levantamiento de presiones tendrá una cobertura de las redes y se realizará con el fin de establecer el nivel de servicio prestado a los usuarios. Se programarán registradores de datos electrónicos y se recolectará información de presiones en aproximadamente 25 ubicaciones con una duración no menor a 3 días. Los registradores de datos estarán ubicados en las áreas con

presiones bajas, de acuerdo con SEDAPAL. La información obtenida de los aforos de presiones se utilizará en el establecimiento de las áreas que no cumplan con los requisitos mínimos establecidos anteriormente.

Los aforos de caudales se realizarán en intervalos de 10 minutos por un período de 7 días. Estos aforos se ubicarán en las entradas principales de flujo del sistema de distribución de Breña, y en puntos selectos agua abajo del mismo. La información obtenida de estos aforos de caudal será utilizada para cuantificar la demanda dentro de la red de distribución.

### **Aforos de Caudal en el Sistema de Recolección**

Los caudales serán aforados en los desagües claves o principales del distrito. Estos desagües están definidos como aquellos desagües que entran o salen del distrito, o los cuales transportan grandes caudales (mas de 10 litros por segundo). Los desagües clave se pueden definir también como aquellos que producen consecuencias negativas si los mismos fallan, como se describe anteriormente en esta sección de la propuesta. Los caudales se determinan en cámaras de inspección ubicadas a lo largo de los desagües clave, por medio de la medición de la velocidad y profundidad del flujo.

Estos caudales serán utilizados en la verificación del modelo hidráulico realizado en el sistema de desagüe.

Se construirán modelos hidráulicos computarizados de los sistemas de distribución y recolección.

Los datos de entrada al modelo corresponderán a los datos de estos sistemas, y se verificarán por medio de los aforos en campo y las evaluaciones dirigidas como parte de este proyecto.

El modelo apropiado a ser utilizado se discutirá con los funcionarios de SEDAPAL. Se prefieren, sin embargo, los modelos que poseen una interfaces con Autocad, ya que de esta manera se dispone de una herramienta que permita una rápida modificación de la configuración del modelo.

La modelación del comportamiento de los sistemas de distribución y recolección se considera como una etapa esencial ya que permite la identificación de los componente críticos del sistema, al mismo tiempo que se identifica aquellos componentes que poseen una capacidad inadecuada que contribuya a un servicio también inadecuado. La modelación también se utilizará para la identificación de las secciones de tuberías que posean problemas estructurales u otro tipo de problema que contribuya en la ausencia de la capacidad adecuada.

## V. ESTUDIOS DE POBLACION, DEMANDA Y CAUDALES CONTRIBUYENTES

El objetivo de esta actividad es el definir el consumo de agua requerido y los caudales de aguas residuales resultante, de manera que puedan conectarse con las tuberías de distribución y recolección para las capacidades hidráulicas necesarias durante los períodos de diseño.

El enfoque de esta actividad no estará dirigido hacia la reinversión de los parámetros de población consumo de agua, y distribución de aguas residuales. Se analizarán los datos y estudios existentes.

Se modificarán si así fuese necesario, y utilizarán para detalles los factores de cada zona de tal forma que las tuberías de

distribución y recolección sean dimensionadas adecuadamente para cada zona.

Se analizarán los datos de consumo de agua disponible en SEDAPAL y de los estudios anteriores.

Además se analizará el aforo y monitoreo de caudales en el sistema de distribución de agua descrito anteriormente. El objetivo de este análisis es el de pronosticar el consumo actual y futuro de municipales, nacionales e internacionales. Un factor importante que será considerado en la evaluación del consumo de agua es el uso comercial e industrial dentro del distrito, el cual afecta considerablemente la demanda general y la demanda de zonas específicas.

Las contribuciones de aguas residuales serán evaluadas de acuerdo a lo siguiente:

- Datos existentes de SEDAPAL y estudios anteriores.
- Normas municipales, nacionales e internacionales, y aquellas definidas por SEDAPAL.
- El programa de aforos de aguas residuales en el sistema de recolección, descritos anteriormente. Estos aforos apoyarán en la verificación de los porcentajes de consumo doméstico de agua el cual es normalmente descargado en el sistema de recolección de aguas residuales.

Una vez más, se considerará la presencia de usuarios industriales que poseen sus propios sistemas de disposición de aguas residuales, a los que podrán grandes caudales.

Se proponen las siguientes actividades para alcanzar estos objetivos:

- Recopilación de los datos existentes de población incluyendo: datos de censos, estudios demográficos regulaciones y planeación de zonas municipales, estadísticas de población municipal y cualquier otro tipo de dato pertinente que ayude a definir la tendencia de crecimiento de población. Estos datos serán utilizados y analizados para pronosticar la población del distrito dentro del horizonte de diseño y, para pronosticar la población por zonas dentro del mismo. Se considera los cambios posibles de planeación de zonas o consumos que produzcan dentro del distrito.
- Recopilación y análisis de los datos de consumo de agua dentro del distrito. Si se requiere se realizará un levantamiento de los grandes consumidores industriales y comerciales para determinar si los mismo utilizan o no pozos privados de abastecimiento de agua. Estos datos serán utilizados para pronosticar el consumo de agua para habitantes para uso doméstico. Estos datos también serán utilizados para pronosticar el uso comercial o industrial, ya sea por usuario o por área. según sea más apropiado. Los datos existentes serán suplementados y/o verificados con lo resultados de los aforos del sistema de agua potable. La recopilación de los datos apropiados de caudales de aguas residuales y análisis de estos datos con el fin de pronosticar el consumo por habitantes. Los consumidores industriales se estimarán por separados si los mismos contribuyen con cantidades de aguas residuales que no corresponden de una manera consistentes con su consumo de agua potable.

El aforo y monitoreo de los caudales en los desagües será utilizado para verificar el factor general de contribución determinado a partir de los datos y normas.

## **VI. PLANEAMIENTO GENERAL DE SECTORES DE SERVICIO Y DE AREAS DE DRENAJE**

Los distritos poseen ambas redes de distribución de agua potable y de recolección de aguas residuales. No se debe asumir que la configuración de las tuberías de distribución definida por el sistema existente de agua potable, ó que el drenaje definida por el sistema existentes de recolección permanecerán iguales. A continuación se describe las causas probables que modificarán estos sistemas:

- Reemplazo de tuberías debido a capacidades inadecuadas o malas condiciones.
- Desagüe de rebosamiento o tuberías de conducción de agua paralelas instaladas para atenuar las deficiencias en capacidad.
- Configuraciones en bucle de tuberías nuevas de agua potable o zonas nuevas de presión requeridas para mejorar el servicio y/o confiabilidad.
- Rutas alternativas requeridas para el reemplazo de tuberías para evitar los altos costos asociados con la instalación de tuberías en área altamente urbanizadas.
- En las áreas que se requieran reemplazo de tuberías, la instalación de tuberías nueva en configuración más lógica que pueden haber sido resultado de instalaciones realizadas en contratos múltiples a través de los años.

- Rutas alternativas para el reemplazo de tuberías requerido por las malas condiciones o agresividad del suelo.
- Cambios requeridos en los sistemas de agua potable y aguas residuales para conectar las tuberías a las líneas principales de distribución a los interceptores primarios de recolección de una manera que sea compatible con el plan maestro de SEDAPAL para la ciudad de Lima.
- Modificaciones en los sistemas de tuberías de distribución y recolección para acomodar los sistemas que se cruzan entre sí en distintos vecinos, o la eliminación de estos cruces.
- Instalación de accesorios en el sistema, tales como válvulas, caudalímetro o estaciones de control de estaciones.

## VII. ALTERNATIVAS DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO PARA LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y RECOLECCION

El objetivo de la rehabilitación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y desagüe es el de suministrar un mejor servicio y salubridad de la manera de más costo-efectivo. Las evaluaciones de las alternativas para la rehabilitación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y desagüe existentes en los distritos deben considerar todas las alternativas técnicas factibles, considerando el costo y recomendar la solución mas apropiada, por su costo efectivo, para cada solución donde se requiera un mejoramiento o rehabilitación del sistema existente.

Un informe será desarrollado que describirá los métodos de rehabilitación, mejoramiento y reemplazo de tuberías.

Se evaluará lo siguiente:

- El hecho requerido para el reposo de una tubería por los métodos de construcción tradicionales.
- Los métodos apropiados de excavación y remoción para tendido de tuberías por el método de construcción tradicional.
- Protección de las líneas de tuberías por acción de los suelos en el distrito.
- Método de rehabilitación y materiales para las tuberías de agua.
- Método y materiales de rehabilitación para desagües
- Métodos y materiales para la construcción de tuberías de agua sin zanja.
- Disponibilidad de equipo para la construcción tradicional y especializada.
- Disponibilidad de materiales para métodos de construcción tradicionales.

Le será dada una especial consideración a los procesos innovadores o a los procesos que no hayan sido utilizados en Lima, de modo que cualquier costo de patente o derecho de invención deba ser considerada. La capacidad de los métodos especiales de construcción o rehabilitación para recuperar la capacidad hidráulica o extender la vida útil de las tuberías de agua y desagües existentes serán tomadas en consideración. Preparan un informe resumido que incluye los criterios de diseño y consideraciones técnicas para el uso de tanto el sistema de instalaciones de tuberías tradicionales y sin zanja, y los criterios de diseño así como las consideraciones técnicas para la rehabilitación de tuberías.

Este informe será utilizado como base para desarrollar una evaluación económica de los diferentes métodos para mejorar el sistema de tuberías de los distritos, se ofrecerá una presentación a SEDAPAL de los métodos para mejorar los sistemas de tuberías.

Las consideraciones generales para la planeación de alternativas de rehabilitación son:

- No todas las reparaciones posibles tendrá una alta prioridad para su financiamiento. Esto puede requerir acarrear el trabajo en un enfoque por fases, requiriendo establecer prioridades para cada problema individualmente.
- Todas las soluciones posibles deberán ser consideradas en un enfoque integral, utilizando los criterios de economía, minimización de interrupciones, facilidad en la división en etapas de acuerdo con la prioridad. Típicamente se cumple estos criterios si se da preferencia a la renovación o reducción de caudal para aliviar sobrecarga hidráulicas, son usados de preferencia al reemplazo o renovación. Sin embargo, los verdaderos costos locales para estos métodos deben de ser evaluados.
- Costos de los diversos métodos de reemplazo y rehabilitación de tuberías debe ser desarrollado en detalles. Los precios unitarios deberán ser desarrollados para la mano de obra calificada (nacionales y extranjeros), mano de obra no calificada, materiales y equipos nacionales, materiales y equipo importado, herramientas, beneficios sociales, impuestos y todos los demás detalles que puedan tener un impacto en la obra.
- Una vez que se conozca los métodos de rehabilitación y reemplazo eficientes en costos, las alternativas para mejorar

el sistema podrán ser evaluadas, con el objeto de elegir la alternativa mas eficiente en costo. Cada sección o tramo de red de tuberías será evaluada, aplicando las consideraciones técnicas y económicas. Los modelos hidráulicos de agua y desagüe serán actualizados balanceados, utilizando el consumo de agua y contribuciones de desagüe de la población, previamente determinado. Los estimados de costos de construcciones serán preparados para las alternativas.

- Un informe será preparado indicando las alternativas recomendadas, basándose en las consideraciones técnicas y económicas. Los planes preliminares presupuestos para las diversas alternativas analizadas, y las alternativas recomendada. Se presentará los modelos hidráulicos de los sistemas de agua y desagüe.

## VIII. EXPEDIENTE TÉCNICO

Esta tarea incluirá los siguientes componentes principales:

- Diseño de las mejoras a los sistemas de agua y desagüe y cálculos métricos.
- Precios unitarios y presupuestos
- Programa de las obras de construcción
- Documentos de licitación.

### **Diseño de mejoras a los sistemas de Agua y Desagüe**

Los diseños finales se basarán en las alternativas desarrolladas en las tareas previas y aprobadas por SEDAPAL. El énfasis que se podrá en el diseño final será desarrollar alternativas

factibles seleccionadas previamente en detalle. Este desarrollo incluirá el diseño detallado y la especificación de los materiales y requerimientos para la construcción de las obras requeridas. La construcción propuesta para el diseño final permitirá la culminación rápida y efectiva en costo de las mejoras.

En caso de la alternativa tecnológica tal como el tendido de la tubería sin zanja, revestimiento interior ó similar, los requerimientos de pagos de patentes y derechos de invención serán investigados y discutidos con SEDAPAL, tal como ha sido mencionado anteriormente. Los expertos en rehabilitación y reemplazo sin zanja proveerán las especificaciones y diseño para estos métodos.

### **Precios Unitarios y Presupuesto**

El desarrollo de presupuestos exactos es un aspectos clave en una licitación exitosa y un proceso de construcción

### **Programación de las Obras de Construcción**

La programación de la construcción de tubería de agua y desagüe es importante por las siguientes razones:

- La construcción deberá estar programada de modo que las obras importantes para el funcionamiento del plan maestro de SEDAPAL tenga prioridad.
- La construcción estará programada de modo que no impacte la infraestructura que esta en una condición aceptable. Esto puede requerir la rehabilitación de los tramos de desagüe que se encuentren agua arriba antes que los tramos que se encuentren aguas abajo de modo de no

introducir desperdicios de construcción en las secciones que se encuentren previamente rehabilitadas.

- La construcción estará propagada de modo que no impacte el tránsito y pueda ser mantenido a través del distrito y desde dentro y otras partes de la ciudad.

La programación será coordinada con las Municipalidades y SEDAPAL de modo que los impactos técnicos y sociales del programa de construcción pueda ser incluidos en la programación. El objetivo de la programación de la construcción será el de construir las obras de reparación tan rápido como sea posible.

#### **Documentos de Licitación**

Los documentos de licitación serán preparados para las obras a ser construidas en concordancia con los requerimientos del Banco Mundial. Los documentos serán preparados así como lo requieren los términos de referencia.

#### **IX. INFORMES DEL AVANCE DEL ESTUDIO.**

Consideramos que es muy importante mantener a SEDAPAL y al Banco Mundial informados en cuanto al progreso del Proyecto. El progreso de trabajo será monitoreado de acuerdo con un aprobado cronograma de actividades, de modo que cualquier acción correctiva pueda ser tomada para evitar demora. Adicionalmente al cronograma el equipo de proyecto presentará los siguientes informes para su aprobación.

Un informe mensual será presentada con un cronograma de actividades. Este informe mensual describirá las actividades que han ocurrido, y como la marcha actual del proyecto concuerda con lo que ha sido planificado. Este informe mensual reviste la mayor importancia por que describirá las áreas donde se refieren información, donde los problemas pueden ocurrir, de modo que estos problemas puedan ser resueltos sin demora para el proyecto.

Este informe mensual será presentado de acuerdo con los requisitos de los términos de referencia.

Se presentarán los siguientes informes preliminares que serán incorporados al informe final con todas las revisiones requeridas por comentarios recibidos de SEDAPAL.

- Los resultados en las pruebas de las tuberías de agua y desagüe.
- Los resultados de las pruebas físico-químicas y bacteriológicas en los sistemas de agua y desagüe.
- Los resultados del levantamiento topográfico realizados en los distritos.
- Los resultados de los análisis Geotécnicos y sus interpretaciones.
- Los resultados del programa de medición del caudal y presión de agua.
- Los resultados de las proyecciones de población, demanda de agua y caudales contribuyentes.
- Los resultados de planificación de las áreas de servicio y áreas de drenaje en el distrito.

- La descripción de las alternativas de rehabilitación y mejoramiento de los sistemas de agua y desagüe en el distrito.
- Los cómputos métricos, presupuestos y programas de obra de proyecto.

El informe final también incluirá los documentos de licitación en conformidad con los requerimientos de los términos de referencia.

**"PROBLEMATICA EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO EN UN SECTOR DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE"**

**INDICE**

**CAPITULO I**

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3.0</b>	<b>RESEÑA HISTORICA.....</b>	<b>3</b>
<b>4.0</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>5.0</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA .....</b>	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>UBICACION .....</b>	<b>6</b>
<b>5.2</b>	<b>EXTENSION Y LIMITES.....</b>	<b>6</b>
<b>5.3</b>	<b>TOPOGRAFIA .....</b>	<b>7</b>
<b>5.4</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS.....</b>	<b>7</b>
<b>5.5</b>	<b>CLIMA.....</b>	<b>8</b>
<b>5.6</b>	<b>TEMPERATURA.....</b>	<b>8</b>
<b>5.7</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA.....</b>	<b>9</b>
<b>5.8</b>	<b>INFORMACION SOCIO ECONOMICA.....</b>	<b>9</b>
<b>6.0</b>	<b>SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES.....</b>	<b>10</b>
<b>7.0</b>	<b>DESCRIPCION DE LA POBLACION.....</b>	<b>10</b>
<b>7.1</b>	<b>POBLACION.....</b>	<b>10</b>
<b>7.1.1</b>	<b>DENSIDAD DE SATURACION.....</b>	<b>11</b>
<b>7.1.2</b>	<b>LOTIZACION.....</b>	<b>11</b>
<b>8.0</b>	<b>OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO - SEDAPAL.....</b>	<b>11</b>
<b>9.0</b>	<b>DESARROLLO BACTERIANO EN LAS REDES.....</b>	<b>27</b>
<b>10.0</b>	<b>PRESENTACION DE LA PROBLEMATICA.....</b>	<b>29</b>
<b>11.0</b>	<b>ESTUDIOS DE IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>29</b>

11.1	TOMA DE MUESTRAS DE REDES DE AGUA Y DESAGUE.....	30
11.2	EVALUACION DE LOS SISTEMAS.....	41
	ANTIGUEDAD.....	41
	ESTADO DE CONSERVACION.....	44
	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.....	47
11.3	PROGRAMA PUNTO NOTABLE .....	48
11.4	LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS INTERNAS.....	50
11.5	DETALLES DE FRECUENCIA DE ATOROS EN LA ZONA.....	54
12.0	CAUSAS .....	61
13.0	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	61
14.0	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	64
15.0	CONCLUSIONES.....	66
16.0	RECOMENDACIONES.....	67
17.0	ANEXOS.....	70

## CAPITULO II

1.0	DESARROLLO DE TRABAJOS ESPECIFICOS EN EL CENTRO DE SERVICIOS BREÑA - SEDAPAL.....	77
2.0	PRESUPUESTO DE INVERSIONES.....	78
3.0	ELABORACION DE PROYECTOS Y EXPEDIENTES TECNICOS DE REPOSICION DE REDES.....	79
4.0	ESTUDIOS DEFINITIVOS DE MEJORAMIENTO.....	84
4.1	TERMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABO- RACION DE UN ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACION Y MEJORA DE LAS RE- DES DE DISTRIBUCION Y RECOLECCION.....	85