



Plan de Acciones

**Determinación y Reducción del
Agua No Facturada en Sector
Piloto -Huaraz**

Huaraz – Perú

2009



INDICE

1	Introducción:	3
2	Objetivos del proyecto	3
3	Justificación del proyecto	4
4	Base Técnica – Metodología de Detección de Fugas	4
4.1	Control de Fugas Visibles	4
4.2	Control de Fugas No Visibles con Medición.....	6
4.3	Control de Presiones en Red de Distribución	11
5	Determinación de la Zona de Estudio	14
5.1	Criterios de Selección	14
5.2	Identificación de la Zona de Estudio,	15
6	Descripción de actividades a realizar	17
6.1	Recopilación de información Existente,	17
6.2	Sectorizar la red.....	17
6.3	Balance Hídrico:.....	17
6.4	Componentes Comerciales.....	17
6.5	Componentes Operativos	18
6.6	Análisis de la Información	18
6.7	Búsqueda de Fugas No Visibles	18
7	Recursos a utilizar	19
8	Cronograma de actividades:	20
	ANEXO I : OPERACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL DE FUGAS	22

1 Introducción:

Ante el problema de mantener por varios años un elevado Índice de Agua No Facturada (ANF = 53%), EPS Chavin S.A. con el asesoramiento del PMRI – GTZ/PROAGUA, ha visto por necesario identificar en base a un estudio analítico y metodologías aplicadas en un sector piloto, cuales son las causas, magnitudes y soluciones que permitan reducir sistemáticamente las pérdidas a un costo eficiente.

Primero planteamos vencer los paradigmas y justificaciones usadas que no han permitido enfrentar al problema sistemáticamente:

- Nosotros no tenemos problemas de fugas, el problema es de consumos ilegales
- No tenemos consumos ilegales, nuestro problema es de fugas
- No tenemos plata para hacer nada, no llegan las inversiones
- No tenemos el personal suficiente
- Mantenemos bajas las pérdidas mediante racionamiento del servicio
- Necesitamos reemplazar todas las tuberías

Para poder lograr el éxito se requiere la participación directa de las Gerencias de Operaciones y Comercial, en un trabajo conjunto a fin de generar experiencias y capacidades tanto de manera individual como en equipo.

El desarrollo de competencias y habilidades que adquieran los participantes a través del desarrollo del presente proyecto, contribuirá de forma eficiente y sostenible a una mejor Gestión Comercial y Operacional de EPS. CHAVIN S.A.

2 Objetivos del proyecto

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología para la reducción y control sistemático de las pérdidas operativas y comerciales de agua aplicada en un Sector Piloto, con la participación colegiada entre la Gerencia Operacional y Gerencia Comercial.

Se espera con el resultado de este proyecto, identificar los componentes principales de las pérdidas, que permitirán direccionar los esfuerzos eficazmente. Asimismo se optimizarán el uso de los recursos disponibles a un mejor costo/beneficio.

El desarrollo de competencias y habilidades que adquieran los participantes, contribuirá a reducir los niveles de Agua No Facturada ANF, y con estas fortalezas replicar al resto de sectores.

3 Justificación del proyecto

Las causas de las pérdidas tienen origen diverso y generalmente se dividen en dos grandes clases: las físicas (operativas) y las comerciales. Las primeras constituyen pérdidas reales de agua, mientras que las segundas son pérdidas por omisión de facturación. En este último caso, el agua ingresó a las instalaciones del usuario, pero una parte o el total no fue detectado por el sistema de determinación de consumos de la empresa. Esto puede deberse a una falla del micromedidor, a su ausencia, o a una conexión ilegal y por lo tanto desconocida para la empresa.

Un programa de reducción de Agua No Facturada es una estrategia para optimizar la capacidad instalada de la EPS porque hace posible que más usuarios dispongan de agua sin aumentar la capacidad de producción. Sin embargo, esto tiene un límite determinado por consideraciones de costo/beneficio.

Respecto a la parte organizacional, no es suficiente para la EPS que se realicen esfuerzos aislados sea por el área operacional o del área comercial, sino se requiere un trabajo conjunto, a fin de efectivizar los resultados y siendo más eficientes en el uso de los recursos disponibles, lo cual mejora la relación beneficio/costo, que es muy importante evaluar para la sostenibilidad de este tipo de proyectos.

4 Base Técnica – Metodología de Detección de Fugas

4.1 Control de Fugas Visibles

Es un control pasivo basado en la detección de fugas visibles, recibiendo informaciones, procesando los datos y acompañando la ejecución del servicio.

Para el éxito del control es pre-requisito:

- a) La participación de la población y de los funcionarios de la Eps informando la ocurrencia de fugas.

Se debe elaborar una campaña de Educación Sanitaria para movilizar a la comunidad, haciéndola participar como informantes de la EPS. Al surgir una fuga de agua, la comunidad debe estar dispuesta a entrar en contacto con el área de Atención al Cliente más próxima para informar a la EPS, o llamar en caso sea viable un programa de atención telefónica gratuito.

La Atención al Cliente debe motivar la participación de la comunidad. Cada informante debe ser tratado como un colaborador y debe ser incentivado a continuar participando difundiendo este ejemplo en su comunidad.

La participación de los funcionarios de la Eps se hará presente en la comunidad mediante su condición de habitante, difundiendo y estimulando la participación de sus miembros en campañas de educación sanitaria, y también como funcionarios encargados de detección de fugas.

Para alcanzar este objetivo deben preverse acciones de movilización y motivación tales como campañas de divulgación, charlas, carteles, etc., contempladas en el Programa de Educación Sanitaria.

- b) La existencia de una sistemática de recepción de informaciones, procesamiento de datos, emisión de órdenes de servicio y control de los servicios generados.

Una central de Atención al Cliente se debe encargar de la ejecución de estas tareas. Se debe analizar la idea de brindar una central de atención por teléfono de manera gratuita. En caso sea viable, el programa debe ser elaborado e implantado.

Al recibir la información de la existencia de una fuga en el Sistema de Abastecimiento, el responsable por la Atención debe emitir una Orden de Servicio estandarizada, de acuerdo con el tipo de servicio que será ejecutado. La estandarización prevé el tipo de equipo que deberá ejecutar el servicio, el tiempo de atención y ejecución, el área de programación que deberá recibir la Orden de Servicio, además de obtener del informante datos de la ubicación de la fuga.

Después del término de la Orden de Servicio, el equipo de mantenimiento de la red informa al área de Atención al Cliente sobre la ejecución de los servicios para el cierre formal del seguimiento de la reparación de la fuga.

- c) La existencia de una sistemática de ejecución de las Ordenes de Servicio generadas.

Un área de programación de la ejecución recibe y evalúa la Orden de Servicio emitida por el área de Atención, ya que eventualmente puede haber duplicidad de informaciones; se consulta en el Catastro Técnico para obtener datos complementarios a los existentes, se programa y controla la ejecución.

Los equipos ejecutan el servicio y registran en la Orden datos sobre la profundidad de la tubería, material, diámetro, tipo de fuga (rajaduras, corrosión, desgaste del material, huecos, asentamientos, tránsito de transporte pesado, etc.), además del tipo de pavimentación. Estas informaciones serán utilizadas en el futuro por el grupo de control de fugas para determinar las áreas críticas de ocurrencia de fugas, analizar sus causas y recomendar acciones correctivas. Adicionalmente, en la Orden de Servicio se registran datos para el levantamiento de costos del servicio y generar indicadores de desempeño.

Después de la ejecución, la Orden de Servicio retorna a la programación, que registra las informaciones para su control, su catastro respectivo (en los casos necesarios) y emite informaciones gerenciales.

- d) La existencia de un sistema de informaciones gerenciales que informe a la Administración de la Eps la situación operacional del Sistema.

Deben introducirse indicadores en el Sistema de Informaciones de la Eps que permitan evaluar la calidad de la atención, la prestación de servicios de reparación de fugas y del índice de pérdidas.

Los plazos de atención a las reparaciones por tipo de fugas deben ser estandarizados para que se haga el acompañamiento de la ejecución del servicio.

Los indicadores de mantenimiento de la red también serán utilizados por el Sistema de Informaciones.

Estas actividades son ejercidas por el área de Atención al Cliente en el Sistema Comercial y Subsistema Mantenimiento (mantenimiento de redes) y estos procedimientos están descritos en los respectivos Manuales, así como los recursos necesarios.

La credibilidad del programa depende de la atención efectiva de los reclamos informados, reparando las fugas detectadas. Para esto, es fundamental la existencia de grupos de mantenimiento equipados, entrenados y controlados para la ejecución de los servicios a corto plazo.

4.2 Control de Fugas No Visibles con Medición

La investigación de fugas no visibles con medición tiene una etapa anterior a la utilización de los equipos de detección de fugas, que es exactamente la fase de selección de tramos de la red que presentan características indicativas de existencia de fugas. Sólo son investigados con equipos los locales seleccionados por medio de mediciones de caudales que realmente presentan fugas.

Como es una actividad que requiere inversiones, debe analizarse la aplicabilidad de la implantación parcial o total del programa en la EPS.

Para este tipo de control es pre-requisito la existencia de:

- Catastro Técnico de las líneas de aducción, de conducción, de impulsión y de distribución;
- Equipos entrenados en detección de fugas de agua;
- Sectores y subsectores de abastecimiento implantados;
- Microzonas de maniobra que permitan a través de maniobras de válvulas, el aislamiento de los sectores en áreas menores;
- Sistema de macromedición implantado;
- Registro histórico de los caudales mínimos nocturnos, permitiendo el seguimiento operacional del sector y detectando alteraciones significativas que puedan representar fugas;

- Organización en la EPS de una estructura para el control de fugas.

Este método presenta algunas ventajas tales como:

- Control efectivo de la calidad del servicio;
- Estimación de la magnitud de la pérdida;
- La investigación posterior a la detección no corre el riesgo de ser antieconómica.

El control está basado:

- En la medición directa de fugas de agua en líneas de aducción e impulsión de agua tratada y reservorios;
- En la identificación de fugas mediante medición y seguimiento de los caudales de los sectores, subsectores de abastecimiento y tramos menores de la Red de Distribución;
- En la investigación para la ubicación e identificación de estas fugas;
- En la recepción de informaciones, el procesamiento de datos y la supervisión de la ejecución de los servicios.

4.2.1 *Medición e Identificación de Fugas de Agua en Líneas de Aducción*

A partir del Catastro Técnico se proyectan e implantan estaciones de macromedición al inicio y fin de las líneas de aducción y línea de impulsión de aguas. La diferencia obtenida entre los caudales en las estaciones de macromedición a lo largo de los tramos sin derivaciones, permite medir las fugas de agua.

4.2.2 *Medición e Identificación de Fugas de Agua en Reservorios y Pozos de Succión de Estaciones de Bombeo*

Las fugas se producen a través de la estructura del fondo, por las paredes y por la tubería de rebose de nivel máximo.

Para medir las fugas de agua que ocurren a través de la estructura, se deben cerrar las válvulas de entrada y salida del reservorio o parar el bombeo y anotar las variaciones del nivel durante algunos días. Esta prueba debe ser realizada en niveles sucesivos para verificar si las fugas de agua ocurren solamente a partir de determinados niveles.

La variación de los niveles permite calcular la magnitud de la fuga de agua.

Para verificar las fugas de agua que ocurren a través de la tubería de rebose, se debe mantener la válvula de salida cerrada o mantener el bombeo parado y abrir la válvula de entrada, permitiendo que el reservorio o el pozo de succión alcance su nivel de rebose.

Habiendo rebose se determinarán las medidas correctivas para eliminarlo.

Estas mediciones y las citadas en el ítem 4.2.1 deben ser hechas regularmente según un programa de mediciones periódicas desarrollado para evaluaciones de rutina y permanentes de las fugas de agua. Las informaciones generadas permiten al grupo de apoyo técnico del control de fugas proponer acciones correctivas.

4.2.3 *Medición e Identificación de Fugas de Agua en la Red*

La metodología adoptada es una combinación de medición de caudal e investigación de fugas no visibles lo que en realidad es un inventario de toda el agua que está entrando en la red de distribución, en sus sectores y subsectores (distritos) de abastecimiento.

La base del método es el análisis del caudal mínimo nocturno de la red de distribución.

Consumos mínimos altos pueden indicar presencia de fuga en áreas donde no existen razones para el consumo registrado (ver Figura 1).

A pesar de que el método exige adecuación de la red, obligando a la EPS a realizar inversiones en obras; esto beneficia grandemente a la operación de la red de distribución y al consumidor de agua.

Se adquieren beneficios adicionales por el desarrollo de un programa parcial de mantenimiento de válvulas y grifos, ya que muchas de ellas serán operadas durante la investigación de fugas de agua.

Los planos de la red de distribución también serán actualizados y corregidos para incluir datos de la red existente.

a). Identificación de la Existencia de Fugas

En este tipo de método, los caudales suministrados a los sectores y subsectores de abastecimiento (distrito o barrios) de la Red de Distribución, son medidos diaria, semanal o mensualmente.

Los datos tomados son almacenados en recolectores de datos portátiles a batería (data loggers) allí instalados temporalmente. Estos datos son recuperados en intervalos de tiempo convenientes y su procesamiento permite calcular volúmenes proporcionados, máximo caudal diario, mínimo caudal nocturno y mostrar áreas con consumos anormales, identificando subsectores donde están ocurriendo fugas.

Si el caudal mínimo nocturno no desciende por debajo de ciertos valores durante el periodo de menor consumo nocturno, hay una posibilidad de fugas de agua en el distrito (ver Figura 1). En este análisis debe ser considerado el consumo considerando la utilización industrial.

Analizando los registros de todos los distritos o barrios, aquellos con mayor posibilidad de fugas son separados para la próxima fase de la investigación: Subdivisión del distrito.



FIGURA 1 - DIAGRAMA TIPICO DE ABASTECIMIENTO DIARIO DE AGUA A UN DISTRITO

Cada distrito o barrio seleccionado es dividido en áreas menores conteniendo sólo algunas cuadras. En cada una de ellas se practican mediciones de caudal. Habrán casos de utilización de caudalímetros portátiles o tubos pitots y registradores gráficos para la ejecución de mediciones, cuando no se posean macromedidores instalados.

Cualquier área que presente un comportamiento de consumo inusualmente alto es separada e investigada completamente, utilizando las técnicas de investigación acústica.

b) Ubicación de la Fuga

Después de la identificación de la existencia de la fuga a través de mediciones, la ubicación de la fuga de agua es posible a través de:

- Detección Acústica
- Presión Diferencial
- Observaciones Sistemáticas
- Trazadores

La ubicación puede ser hecha también con el uso de equipos que detectan diferencias de temperatura o que detectan las ondas sonoras de forma similar a un radar.

b.1) Detección Acústica

La ubicación se hace mayormente por detección acústica, usando equipos mecánicos y electrónicos que permiten identificar tramos sospechosos, por el sonido de la fuga, en puntos de contacto (válvulas, grifos y medidores) para después ubicarlos por sondeo directo sobre tubería (micrófono). Ver Anexo 1 – Operación de equipos de detección de fugas.

b.2) Presión Diferencial

Una manera práctica de comenzar a localizar fugas de agua en líneas a conducción, impulsión o tramos largos de la red de distribución, es la observación de las variaciones de presión a lo largo de la tubería.

Las variaciones bruscas de presión en puntos aguas abajo de un punto observado, pueden indicar obstrucciones en la tubería, derivaciones no catastradas o fugas de agua. La confirmación de la constatación debe ser hecha a continuación con equipos de detección acústica.

b.3) Observaciones Sistemáticas

Otra manera práctica de localizar las fugas en el área seleccionada es la observación del flujo de agua en tuberías de alcantarillado, tuberías de aguas de lluvia y reclamos de baja de presión no usuales en las conexiones domiciliarias de los clientes.

La observación sistemática puede identificar puntos de fugas. La confirmación de la constatación debe ser hecha a continuación con equipos de detección sónica

b.4) Trazadores

Existe adicionalmente la posibilidad de usar una sustancia denominada trazador para ubicar la fuga.

Consiste en introducir el trazador en la tubería, que sea fácilmente detectable en pequeñas cantidades, soluble en el agua pero que no reaccione con ella; debe ser químicamente inerte sin olor, sin sabor y no tóxico.

En sistemas de agua potable se han utilizado como trazadores el óxido vitroso y el cloro.

El método de detección a través de trazadores en la actualidad es muy poco utilizado.

4.2.4 Planeamiento, Programación y Control

Las tareas de planeamiento, programación, ejecución y control de las actividades involucradas con la identificación y ubicación de fugas de agua son ejecutadas por el Área Técnica - Operacional.

El planeamiento, programación y control de los servicios es función del grupo de programación y control (o Área de Control de Pérdidas)

La ejecución de los servicios es función del grupo de apoyo técnico de la operación (personal técnico de detección de fugas del Área de Control de Pérdidas).

Las tareas de planeamiento, programación y control de las actividades de reparación de las fugas son ejecutadas por el personal de mantenimiento de redes. El Área de Control de Pérdidas emitirá las solicitudes de mantenimiento para su ejecución del Área de mantenimiento.

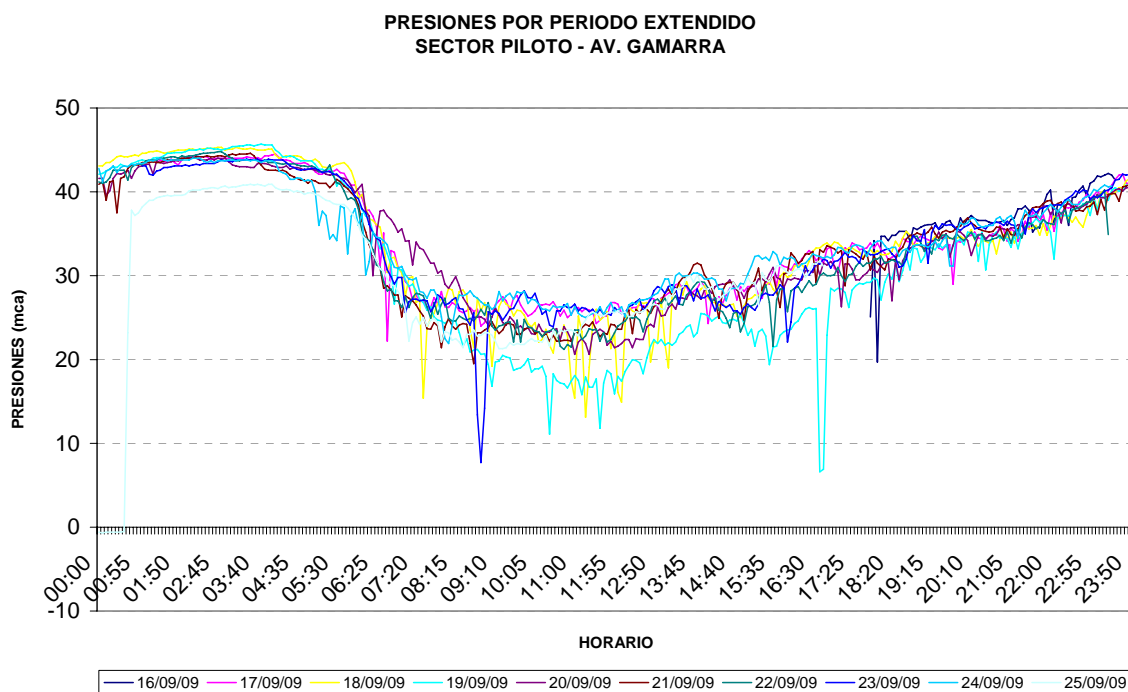
4.3 Control de Presiones en Red de Distribución

Los altos indicadores de agua no facturada de una ciudad con marcadas diferencias de nivel topográfico, tienen como una de las causas frecuentes las altas presiones en las redes de distribución.

Ante esto muchas EPS utilizan como práctica frecuente la “regulación” de válvulas de seccionamiento (compuertas), con lo cual buscan controlar las presiones en forma más o menos eficaz durante el día, pero por la noche las presiones aumentan considerablemente. La existencia de fugas provoca que en la noche se mantengan caudales altos en la red a diferencia de sectores donde no presentan fugas y tienen caudales nocturnos bajos.

Esto significa que una reparación de fugas en estos sectores disminuiría los flujos nocturnos y aumentaría las presiones que a su vez provocarían mayores fugas en las roturas no reparadas y, peor aún, por la aparición de nuevas roturas.

Como ejemplo, en la red del sector piloto de la ciudad de Huaraz, el desnivel entre el tanque de abastecimiento (Reservorio Batán) y los puntos mas bajos de la red es de 60 m. En un punto medio dentro del sector piloto se midieron las siguientes presiones:

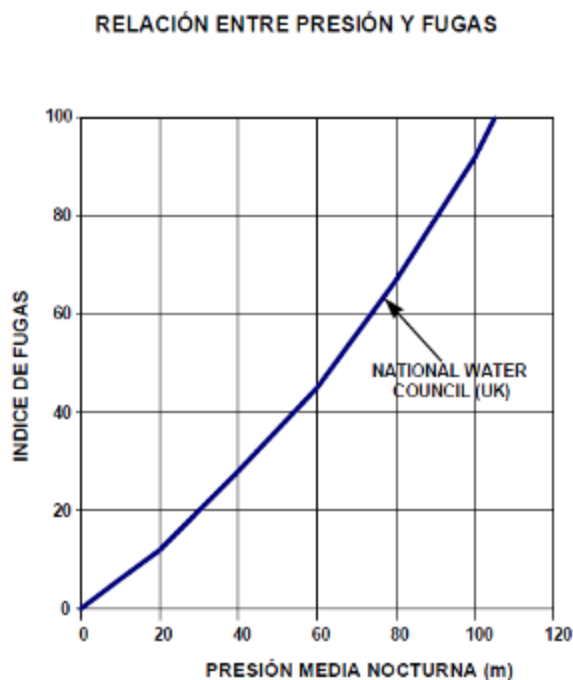


Como se ve en la gráfica, las presiones mínimas son de 20 mca y crecen hasta 45 mca cuando los flujos nocturnos se reducen y por lo tanto las pérdidas se incrementan sobre todo por las válvulas “reguladas” para la consigna del horario diurno.

Una parte considerable de los flujos nocturnos se debe a las fugas, que deben ser mayores por la noche al aumentar las presiones. Si estas fugas fueran reparadas y se redujeran, por tanto los consumos en la red, las presiones aumentarían para acercarse a 60 mca que es la carga del tanque sobre el sector piloto.

La forma de romper este círculo vicioso y lograr que la reparación de fugas sea eficaz, consiste en instalar un control de presiones mediante regulación nocturna en los reservorios y/o implementación de válvulas reductoras de presión, delimitando las zonas de control de presión en cada uno de los sectores. Se logrará así una reducción de fugas por el solo hecho de controlar las presiones e impedir que aumenten durante la noche y que al reparar las fugas no se generen nuevas por el aumento de presiones.

La influencia que tienen las presiones sobre el nivel de fugas se puede ver en una gráfica determinada por el British Water Council a partir de un estudio en varias redes del Reino Unido. En esta gráfica influyen tanto los gastos de fugas debidos a la presión como la incidencia de roturas de la red.



Para este tipo de control es pre-requisito la existencia de:

- Catastro Técnico de las líneas de aducción y de distribución;
- Equipos entrenados en operación de equipos registradores de datos (caudal, nivel y presión);
- Sectores y subsectores de abastecimiento implantados;
- Microzonas de maniobra que permitan a través de maniobras de válvulas, el aislamiento de los sectores en áreas menores;
- Sistema de macromedición implantado;
- Registro histórico de los caudales mínimos nocturnos, operación de nivel de reservorios, permitiendo el seguimiento operacional del sector y detectando alteraciones significativas que puedan representar fugas;
- Organización en la EPS de una estructura para el control de fugas.

Este método presenta algunas ventajas tales como:

- Reducción efectiva de las pérdidas en redes por consumos nocturnos;
- Estimación de la magnitud de la pérdida;
- La investigación posterior al control (regulación) no corre el riesgo de ser antieconómica;
- Reducción de roturas en horarios nocturnos, que son altamente antieconómicas;
- Se reducen las paralizaciones de servicio por mantenimientos correctivos mejorando la calidad de servicio;
- Mayor vida útil de la infraestructura sanitaria al dejar de someterse a altas presiones

El control está basado:

- En la medición directa de consumos nocturnos líneas de aducción y distribución de agua tratada y reservorios;
- Determinación de consignas de operación de reservorios y en válvulas reguladoras de presión, diferenciadas para horarios diurnos y nocturnos;
- Análisis comparativo de los registros de caudal, nivel y presión a fin de identificar los efectos y coincidencias entre estos parámetros hidráulicos durante periodos extendidos;

5 Determinación de la Zona de Estudio

5.1 Criterios de Selección

Como la investigación está basada única y exclusivamente en la utilización de equipos de detección, es fundamental hacer un levantamiento de datos para definir las áreas críticas o prioritarias para la investigación de fugas.

Para esta definición, es necesario confeccionar planos de la red identificando los tramos con elevado número de ocurrencias de fugas, áreas con presiones elevadas, redes con antigüedad superior a 30 años y área críticas bajo el aspecto geotécnico.

Así para la priorización de la investigación en la Red de Distribución se deberá considerar:

- Registros históricos de fugas reparadas;
- Areas de tránsito intenso de vehículos automotores;
- Características del suelo;
- Catastro de la red (en función de la antigüedad, presión, material, diámetro, topografía y estado de conservación).
- Registro Histórico de Fugas Reparadas

Una importante fuente de información para definir las áreas críticas son los datos generados por las fugas de agua reparadas por las cuadrillas de mantenimiento de redes. Por lo tanto es muy importante mantener un banco de datos con el registro histórico de las reparaciones hechas.

Después de reparar las fugas (visibles o no visibles), además de cumplir las etapas previstas en la metodología, la Orden de Servicio también debe ser encaminada al control de fugas del Subsistema Operaciones. Un grupo de apoyo técnico procesará los datos registrados en ella, analizando las áreas críticas de ocurrencia de fugas, sus causas y proponiendo medidas correctivas.

Las siguientes informaciones deben estar previstas en este banco de datos:

- a) Dirección;
- b) Fecha de reparación de la fuga;
- c) Plano de localización en el Catastro Técnico;
- d) Tipo y antigüedad de la tubería;
- e) Material y diámetro de la tubería;
- f) Tipo de falla que causó la rotura de la tubería;
- g) Tipo de uniones;
- h) Estado de conservación de la tubería;
- i) Tipo de pavimento y condiciones de tránsito de carga pesada sobre él;
- j) Existencia de napa freática;
- k) Profundidad de la tubería en relación al pavimento.

Obviamente muchas de estas informaciones pueden no figurar en el contenido de la Orden de Servicio, siendo tarea del Control de Fugas capacitar a los equipos de mantenimiento para obtenerlas.

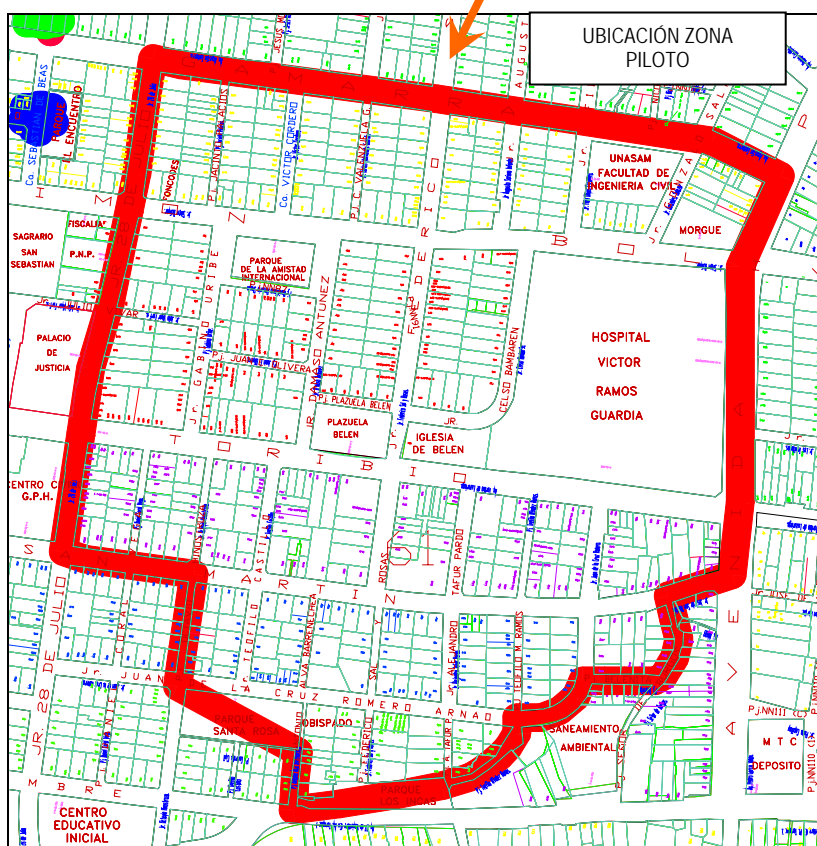
El banco de datos debe generar informaciones respecto a la causa de roturas como por ejemplo:

- Corrosión;
- Incrustaciones internas en las tuberías;
- Fallas de asentamiento de tuberías;
- Fallas en uniones;
- Calidad del material;
- Antigüedad.

Este debe también brindar informaciones sobre las áreas con incidencia anormal de fugas causadas, por ejemplo, por presiones inadecuadas de la Red de distribución.

5.2 Identificación de la Zona de Estudio,

Teniendo en cuenta los criterios de selección para la zona de estudio se determinó al Sector R. Batán – Sistema Bellavista, perteneciente al Casco Urbano de la ciudad de Huaraz.



6 Descripción de actividades a realizar

6.1 Recopilación de información Existente,

Con esta información se determina la Línea Base con la cual compararemos los resultados al final del proyecto. La información a levantar será:

- Planos catastrales existentes
- Fichas Catastrales de puntos relevantes (verificar estado de válvulas, verificar empalmes en perímetros e ingresos al sector)
- Plano de presión. Estado inicial.
- Plano de continuidad. Estado inicial.
- Plano de lotización y conexiones domiciliarias.
- Micromedición del sector (cantidad, tipos, antigüedad)
- Estado de las conexiones.

6.2 Sectorizar la red

Con la información recopilada se procede a validar la información para su actualización. Asimismo se busca a través de pruebas de cierre de válvulas no afectar los sectores vecinos, por lo que la implantación se hará gradualmente con apoyo de personal especialista de la EPS.

Esta actividad requerirá realizar las siguientes sub actividades:

- Insertar o cambiar válvulas
- Mantenimiento de válvulas
- Construcción de estación pitométrica e Instalación de Macromedidor
- Prueba de Estanqueidad de válvulas límite de sector

6.3 Balance Hídrico:

Esta es una evaluación que se realiza a fin de determinar la eficiencia de la red, con ello se establecerá un balance inicial y luego se volverá a ejecutar cada vez que se realice una medida (operativa o comercial), a fin de evaluar su impacto. Para realizar el cálculo de eficiencia se requiere:

- Registro con Logger de volumen distribuido (macromedidor con salda de pulsos)
- Cálculo del consumo facturado del sector (volumen microleído y volumen asignado)

6.4 Componentes Comerciales

Son las medidas que ejecutará directamente la Gerencia Comercial a fin de evaluar sus pérdidas. Cada medida debe ser evaluada aisladamente, a fin de medir su efectividad. Las medidas a ejecutar son:

- Instalación de medidor testigo (conexiones directas)
- Instalación de medidor patrón en serie al medidor existente (sub medición)
- Verificación de estado de conexión - Revisión catastro comercial (cortados, inactivos, asignados)
- Evaluación de precisión del parque medidores por segmentos y antigüedad

6.5 Componentes Operativos

Son las medidas que ejecutará directamente la Gerencia de Operaciones a fin de evaluar sus pérdidas. Cada medida debe ser evaluada aisladamente, a fin de medir su efectividad. Las medidas a ejecutar son:

- Inventario de Fugas Visibles
- Prueba Caudal mínimo nocturno
- Prueba Consumo nocturno domiciliario
- Control y Regulación de Presiones Nocturnas

6.6 Análisis de la Información

Esta actividad consolida la información de campo obtenida, y luego la trabaja en base a un análisis por segmentos que permitirá identificar el peso de cada componente del volumen de Agua No Facturada del Sector Piloto. Los componentes a analizar son:

- Pérdidas por Sub medición
- Pérdidas por Conexiones directas
- Pérdidas por Conexiones inactivas
- Pérdidas por fugas no visibles
- Pérdidas por fugas visibles

6.7 Búsqueda de Fugas No Visibles

Al identificar en el análisis de la información los componentes de mayor % de pérdidas, se determinarán las acciones correctivas a ejecutar para reducir el volumen de ANF. Dentro de estas actividades estará el de encontrar las fugas (pérdidas físicas en red) para lo cual se realizarán las siguientes sub actividades:

- Patrullaje de red con icrome electrónico
- Reparación de fugas visibles y no visibles
- Balance Hídrico

7 Recursos a utilizar

- Recursos Humanos, los trabajos serán realizados por el mismo personal del staff de la EPS. La asistencia técnica por parte de GTZ/PROAGUA será de un Consultor Itinerante y de un Ing. Ambiental a tiempo completo.
- Materiales y herramientas, Se utilizaran las herramientas propias del personal operativo de la EPS. Los accesorios serán solicitados de acuerdo a la necesidad de los trabajos.
- Equipos, se emplearan los dataloggers, medidor ultrasónico de caudal, icromed, manómetros propios de la EPS. A esto se incluirá un equipo de icromedición tipo woltmann con salida de pulsos, así como los materiales para la construcción de la caja de icromedición.

De acuerdo a la evaluación de estanqueidad de las válvulas límite se solicitará la reparación o cambio de válvulas.

8 Cronograma de actividades:

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES – SECTOR PILOTO

Actividad	Responsable	Participantes	Cronograma															
			Junio				Julio				Agosto				Setiembre			
			1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
INVENTARIO																		
Recopilación de información Existente																		
Planos catastrales existentes	H. Olaza																	
Fichas Catastrales de puntos relevantes (verificar estado de válvulas, verificar empalmes en perímetros e ingresos al sector)	C. Coral	A. Rincón																
Implementación de los puntos de control de presión y continuidad																		
Instalación y puesta en marcha de equipos datalogger																		
Plano de presión. Estado inicial.	C. Coral	Y. Guillermo																
Plano de continuidad. Estado inicial.	C. Coral	Y. Guillermo																
Plano de lotización y conexiones domiciliarias.	J. Broncano	Y. Guillermo																
Micromedición del sector (cantidad, tipos, antigüedad)	J. Broncano	Y. Guillermo																
Estado de las conexiones.	J. Broncano	Y. Guillermo																
Sectorizar la red																		
Insertar o cambiar válvulas	C. Coral	Y. Guillermo																
Mantenimiento de válvulas	C. Coral	Y. Guillermo																
Construcción de estación pitométrica e Instalación de Macromedidor	C. Coral	Y. Guillermo																
Instalación de macromedidor y accesorios	C. Coral	Y. Guillermo																
Prueba de Estanqueidad	C. Coral	Y. Guillermo																
Balance Hídrico																		
Registro con Logger de volumen distribuido	A. Rincón	Y. Guillermo																
Cálculo del consumo facturado del sector	C. Coral	J. Broncano																
Componentes Comerciales																		
Instalación de medidor testigo (conexiones directas)	J. Broncano	J. Broncano																

ANEXO I : OPERACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL DE FUGAS

(REF. MANUAL DE SECTORIZACION Y CONTROL DE FUGAS – PRONAP)

EQUIPOS EMPLEADOS EN LA DETECCION DE FUGAS

Los principales equipos empleados son:

1. Localizador de tuberías metálicas;
2. Localizador de masas metálicas;
3. Equipos de detección sónica:
 - Geófono Mecánico
 - Geófono Electrónico
 - Correlador de Ruidos de Fugas

1 LOCALIZADOR DE TUBERIAS METALICAS

1.1 DESCRIPCION

El localizador de tubos es un instrumento electrónico usado para detección y localización precisa de tubos enterrados, conductores y diversos objetos metálicos. Está compuesto de 2 partes principales: una transmisora y otra receptora.

El transmisor produce un campo electromagnético que envuelve al conductor (objeto metálico que se desea localizar), propagándose a lo largo del mismo. El receptor capta las ondas electromagnéticas emitidas por el transmisor y conducidas por el objeto metálico, indicando a través de la intensidad de recepción, la dirección y lugar de la pieza buscada.

La intensidad de recepción es indicada de modo visual o sonoro por el aparato receptor del localizador.

En el modo sonoro, puede ser captada por el operador del equipo, a través de audífonos o directamente a través de un altoparlante.

1.2 PRINCIPIOS DE OPERACION

Los dos métodos de operación son por inducción o conducción. En cualquiera de los casos, cargando el transmisor (inducción) o manteniendo al mismo fijo (conducción), su posición deberá ser siempre vertical y paralela a la supuesta dirección del objeto metálico que se desea localizar.

Hasta el momento, es usada la palabra “objeto metálico”, exactamente para fijar la idea de que el equipo localiza no sólo la red de agua si no también cualquier conductor que exista en el local, como por ejemplo cables telefónicos, cables y alambres de energía eléctrica y

hasta una rejilla que exista en las proximidades, debiendo por esto, tomarse el cuidado necesario para que no haya distorsión del resultado obtenido.

La distancia entre el receptor y el transmisor es muy importante, pues si fuera pequeña podría haber transmisión de ondas a través del propio aire, accionando el receptor e interfiriendo en la investigación.

La manipulación del receptor es realizada durante la localización y la magnitud de la señal recibida es graduada por el dispositivo de control de sensibilidad del aparato para controlar su volumen.

También la potencia de recepción está controlada en función de la distancia entre el transmisor y el receptor. Un dispositivo de control de intensidad permite la selección de potencia de recepción, con 10 metros entre ellos, se comienza con potencia de recepción LOW (bajo) y a medida que se alejan debe ser usado MEDIUM (mediano) y HIGH (alto).

1.3 METODO DE LOCALIZACION POR INDUCCION

En la figura siguiente se presenta esquemáticamente el principio de funcionamiento. En la operación podrá usarse el audífono o el propio altoparlante del receptor. La localización del tubo estará dada en los dos casos por la señal más fuerte, sonora o visual.

La máxima eficiencia se consigue cuando el transmisor y el receptor están en posición vertical y paralelos al tubo.

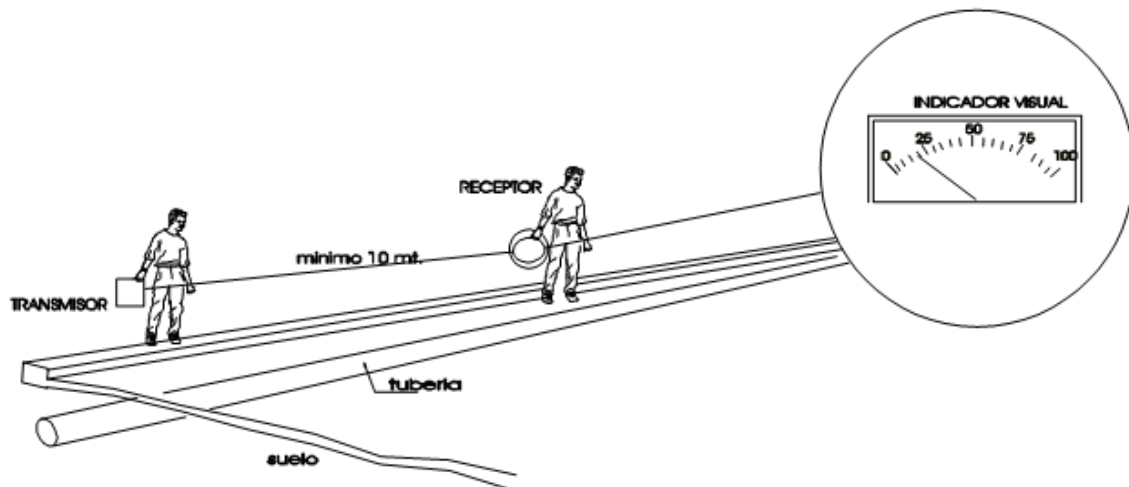


FIGURA 1 - METODO DE LOCALIZACION POR INDUCCION

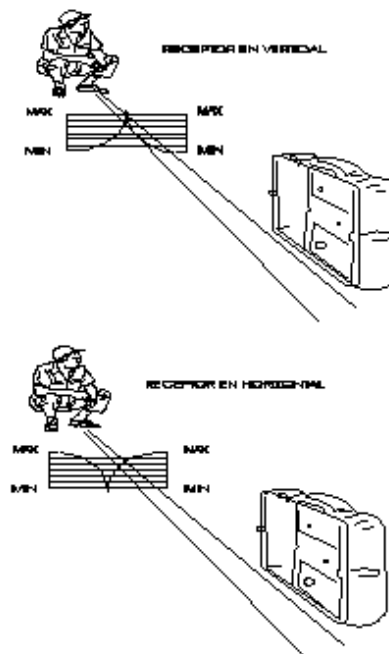
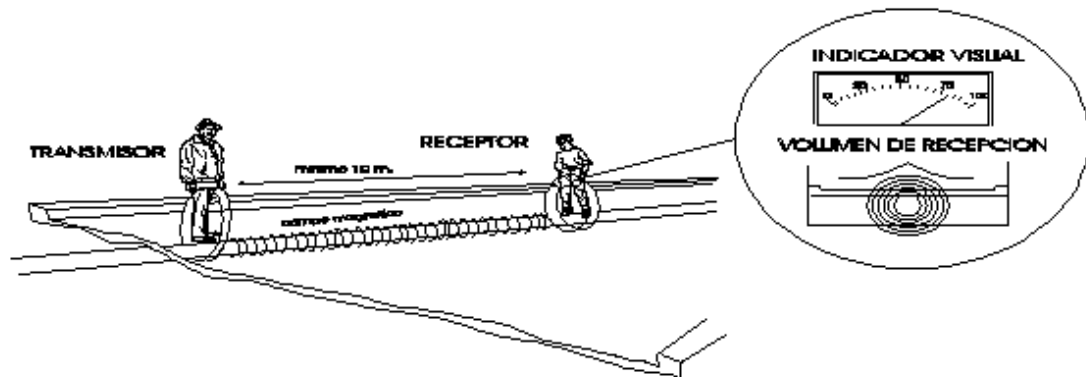


FIGURA 2 - METODO DE LOCALIZACION POR INDUCCION

1.4 METODO DE LOCALIZACION POR CONDUCCION

En este caso, el transmisor está conectado directamente al objeto metálico que será localizado en alguna pieza ligada a él (en el caso de tuberías de agua, pueden usarse ventosas, grifos ligados a la conexión domiciliaria, registros, válvulas contra incendio o la propia tubería).

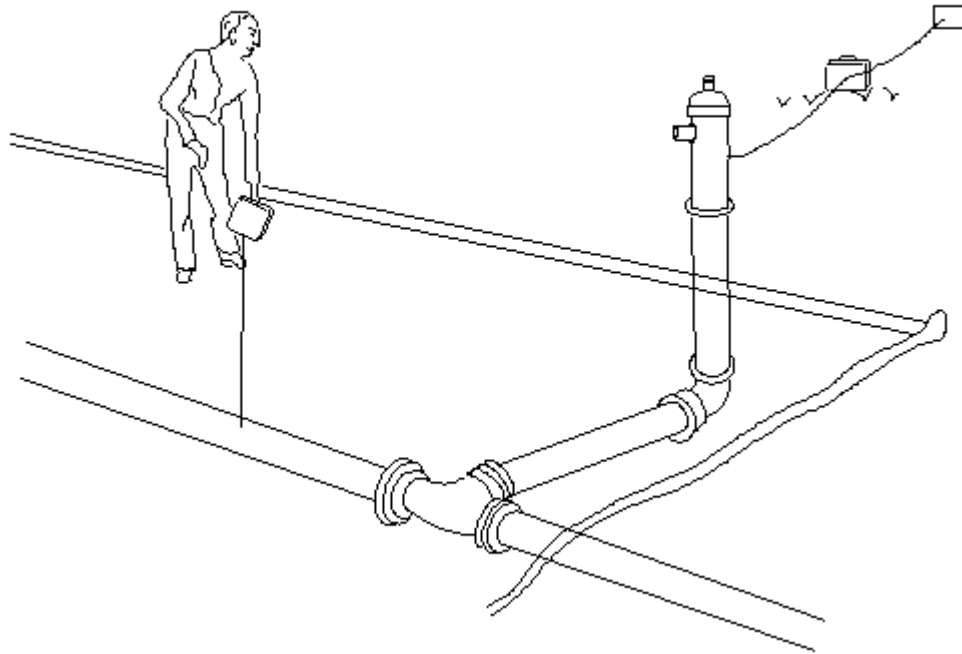


FIGURA 3 - METODO DE LOCALIZACION POR CONDUCCION

1.5 DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DEL OBJETO METALICO

Una vez determinada la localización de la red, podemos determinar su profundidad, a través de un proceso de triangulación (FIG. 4) como el siguiente:

- Instale el transmisor en posición vertical (inducción) exactamente sobre un punto por donde pase la tubería, o haga la conexión (conducción) dejando el aparato prendido.
- Deje el receptor prendido a una distancia de aproximadamente 25 metros del transmisor, inclinado 45° (use la burbuja de nivel para conseguir esta posición) y con una altura de 10 a 15 cms. del suelo.
- Muévase despacio, perpendicularmente a la dirección de la red siempre con el receptor inclinado 45° hasta el punto en que la señal de recepción sea nula o mínima.
- Mida la distancia entre ese punto y el transmisor. La profundidad de la red será igual a esa distancia menos la altura existente entre el receptor y el suelo (Fig. 4).

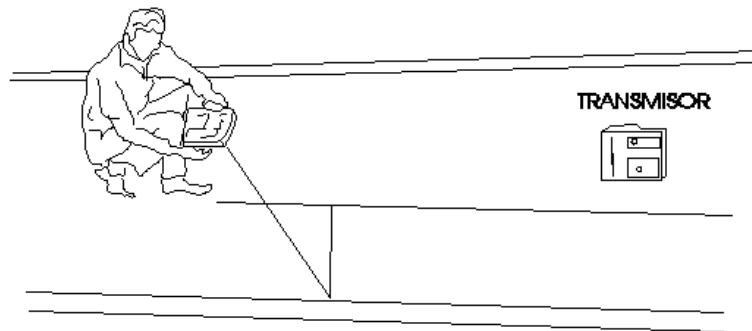


FIGURA 4 - DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA

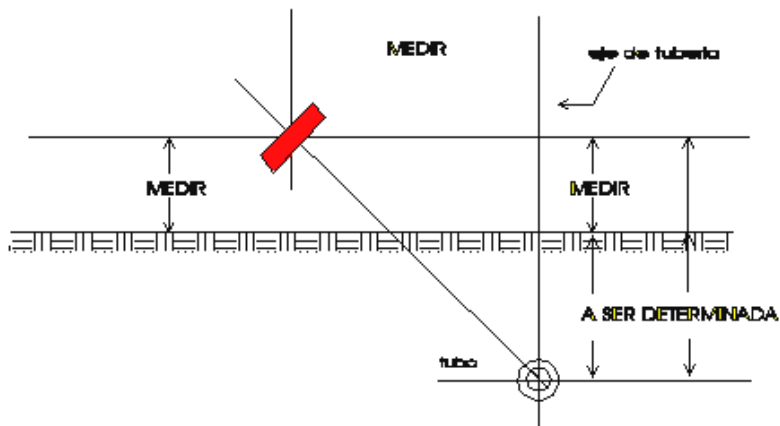
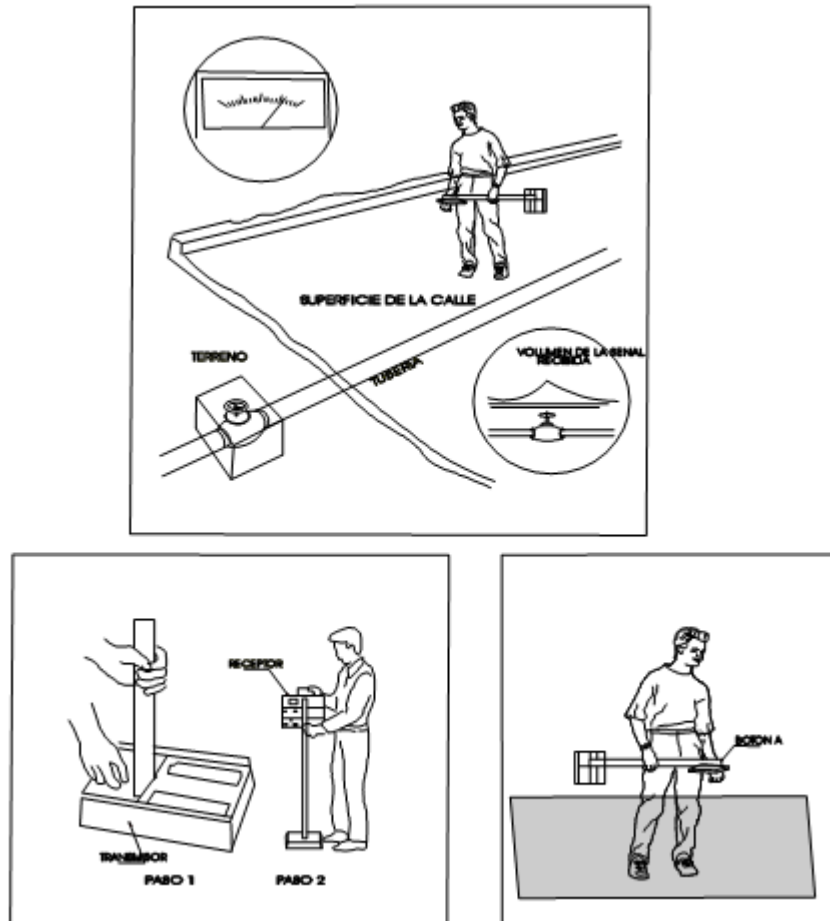


FIGURA 5 - DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA

2. LOCALIZADOR DE MASAS METALICAS

Este instrumento fue proyectado especialmente para localizar objetos metálicos de tamaño pequeño y medio que estén enterrados en profundidades hasta de 1,50 m . El instrumento es usado para localización de tapones cubiertos por la pavimentación, cajas de registros, investigación de metales o hitos de propiedades y redes delgadas, en fin, prácticamente todo objeto cuya conductibilidad sea mucho mayor que el medio en que se encuentra. El rango de detección varía un poco debido a las diferencias del tipo de suelo o material envolvente, debido al tamaño del objeto, forma y áreas externa del objeto metálico enterrado (Fig. 6).



2.1 RECOMENDACIONES

- Sea sistemático al inspeccionar un área determinada, siguiendo líneas o direcciones definidas en forma cruzada distanciadas unas de otras, aproximadamente 30 cms.
- Mantenga siempre el instrumento para conservar una altura constante entre el disco detector y el terreno o superficie en inspección. Esta operación es importante cuando se trabaja en terreno conductivo.
- El instrumento puede ser usado para localizar objetos metálicos dentro de concreto simple, albañilería, barro, agua salada o dulce, piedra o tierra. No funciona a través de redes de acero, fierro o concreto armado, pues en este caso está detectando tanto la presencia del fierro de las estructuras como de los objetos metálicos contenidos en ellas.
- Nunca introduzca el disco detector en agua pues el aparato puede dañarse aunque éste está hecho para trabajar en ambientes húmedos.

3. EQUIPOS DE DETECCION SONICA

La investigación sónica involucra el uso de equipos que intensifican estos sonidos de manera sistemática para localizar fugas.

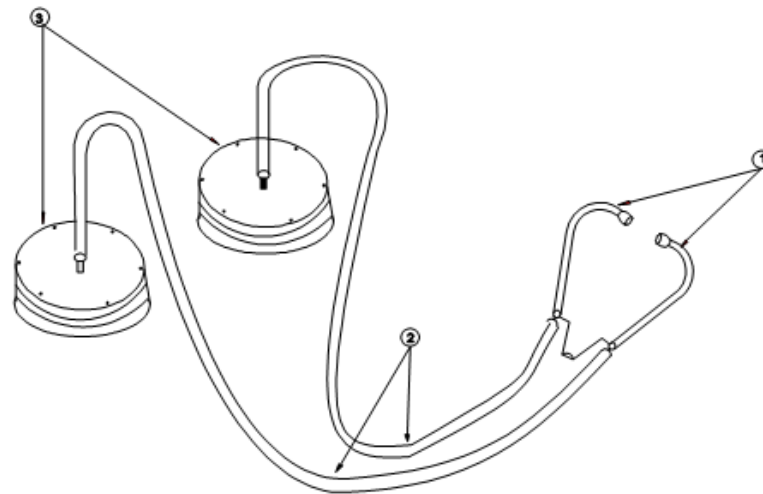
Los equipos recomendados usados para detectar el sonido de las fugas de agua son:

- Geófono Mecánico
- Geófono Electrónico
- Correlacionador de Ruidos de Fugas de Agua

3.1 GEOFONO MECANICO

Es un aparato que utiliza el principio de la estetoscopia en la localización de fugas.

El geófono está constituido por dos zapatas (transductores), de una aleación de bronce y cobre, conteniendo en su interior un núcleo de plomo que funciona como filtro, y dos membranas de bromo fosforoso, conectadas por medio de mangueras a un auricular idéntico al del estetoscopio.



GEOFONO

SIMBOLOGIA
1-AURICULARES
2-GUÍA DE ONDA
3-TRANSDUCTOR

FIGURA 7 - GEOFONO MECANICO

a) Principio de funcionamiento

Este equipo posee dos transductores que colocados sobre el suelo, transforman las vibraciones mecánicas en señales acústicas, que son transmitidas separadamente a los dos canales auditivos del operador por medio de guías de onda.

El transductor mecánico-acústico, consta de 1 sistema resonante mecánico con un grado de libertad, compuesto por una masa cilíndrica presa entre dos resortes circulares. El primero de estos resortes está acoplado rígidamente a la caja que le transmite las vibraciones del campo. El movimiento del resorte superior con relación a la caja, genera una presión sonora en la cavidad. Esa presión es transmitida al oído del operador por medio de una guía de onda.

Este sistema resonante tiene una frecuencia natural de aproximadamente 390 Hz, favoreciendo así la transducción de las vibraciones en el rango de frecuencia en que las señales generadas por la fuga son transmitidas a la superficie con mayor eficiencia.

b) Ventajas :

- Puede ser utilizado en cualquier tipo de pavimento;
- No depende de la humedad local y opera en terreno húmedo sin que eso le provoque daños;
- Es bastante robusto y no necesita de cuidados especiales;
- Es bastante operacional;

c) Desventajas :

- Es incómodo y muy cansador;
- Es menos sensible y exige mayor concentración del operador;
- Sufre influencia de interferencia y de ruido ambiental.

3.2. GEOFONO ELECTRONICO

El Geófono Electrónico, instrumento utilizado en investigación de fugas en tuberías cubiertas, dispone de dos tipos de transductores, cuya sensibilidad y respuesta en frecuencia es ajustada para captar especialmente las vibraciones acústicas provocadas por la fuga de agua.

Su manipulación es simple y requiere del operador sólo para familiarizarse con el tipo de ruido captado por el aparato durante la investigación de fugas.

Las señales eléctricas provenientes de los transductores serán acondicionadas por un amplificador electrónico de bajo nivel de ruido interno, permitiendo auscultar nítidamente el ruido de la fuga.

a) Transductores

Son básicamente sensores piezométricos que captan los sonidos causados por los ruidos de la fuga y los transmiten a los amplificadores.

Los transductores son de dos tipos:

- Sensor piezométrico para contacto directo con el sistema
- Sensor piezométrico para contacto indirecto o de suelo

a.1) Sensor piezométrico de contacto directo

Está acondicionado en una caja de protección construida en resina de poliéster, siendo utilizado normalmente, para contactos directos con la superficie metálica de las tuberías, a través de un asta de longitud variable, en la extremidad de la cual esta la "punta de contacto". El asta puede llegar a la longitud máxima de 1200 mm., mediante el acoplamiento de segmentos de 300 mm. Este sensor también opera con un filtro mecánico con frecuencia de corte inferior de cerca de 500 Hz.

Su forma de construcción es adecuada para su introducción en cajas de válvulas para contacto con el sistema. Está diseñado para captar sonidos de alta frecuencia (500-800 cps).

a.2) Sensor piezométrico de suelo

Está acondicionado en una zapata cónica de acero inoxidable, con una junta elástica de jebe para asentamiento en superficies planas irregulares. Este sensor opera como un filtro mecánico con frecuencia de corte inferior de cerca de 350 Hz.

Este sensor fue diseñado para captar sonidos de baja frecuencia (100-200 cps)

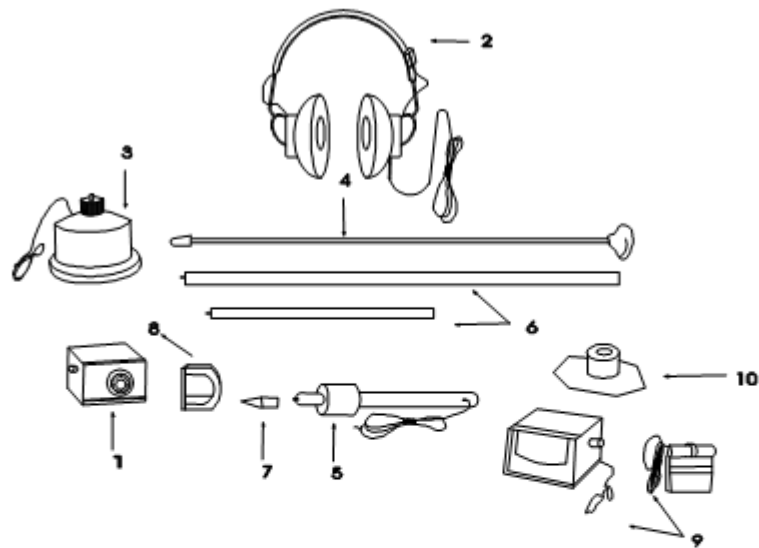
b) Receptores o amplificadores

Este aparato recibe los sonidos captados por los sensores que los condiciona y amplifica.

El receptor o amplificador es transistorizado para que el operador pueda monitorear las señales generadas por los ruidos de fugas sin interferencia de ruidos internos. El amplificador está equipado con filtros para eliminar sonidos de baja frecuencia en la faja de 20-100 cps.

c) Audífono

El tercer componente del geófono electrónico es el audífono para proteger al operador contra ruidos externos del ambiente.



COMPONENTES

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Módulo electrónico del Aqua-Scope | 6. Extensiones |
| 2. Audifono | 7. Extremo desmontable del micrófono de contacto directo |
| 3. Micrófono de piso | 8. Magneto opcional del micrófono de contacto directo |
| 4. Varilla de micrófono de piso | 9. Medidor visual con cargador, opcional |
| 5. Micrófono de contacto directo | 10. Plato resonante opcional |

FIGURA 8- GEOFONO ELECTRONICO

Cuidados que se deben de tomar en cuenta en la operación :

- Se aconseja iniciar el aprendizaje de geofonación en locales donde se sepa de la existencia de fugas. Los técnicos deberán habituarse a reconocer los sonidos característicos de las fugas.
- Las investigaciones de fugas con el sensor de suelo son efectuadas colocándolo en contacto con el suelo, sobre la tubería subterránea. Ese procedimiento podrá llevar eventualmente a detectar las señales características de fuga. Identificadas esas señales, el técnico debe buscar el punto en que su intensidad alcance el valor máximo, moviéndose a lo largo de la tubería.

- Las investigaciones de fugas con sensor de contactos son efectuadas colocando el sensor con las partes metálicas de la red. Al detectar los sonidos característicos de fugas en un determinado local, el técnico debe inspeccionar otros puntos próximos y hacer un análisis del nivel sonoro. Un aumento de intensidad indica una aproximación al lugar de fuga (Fig. 9).

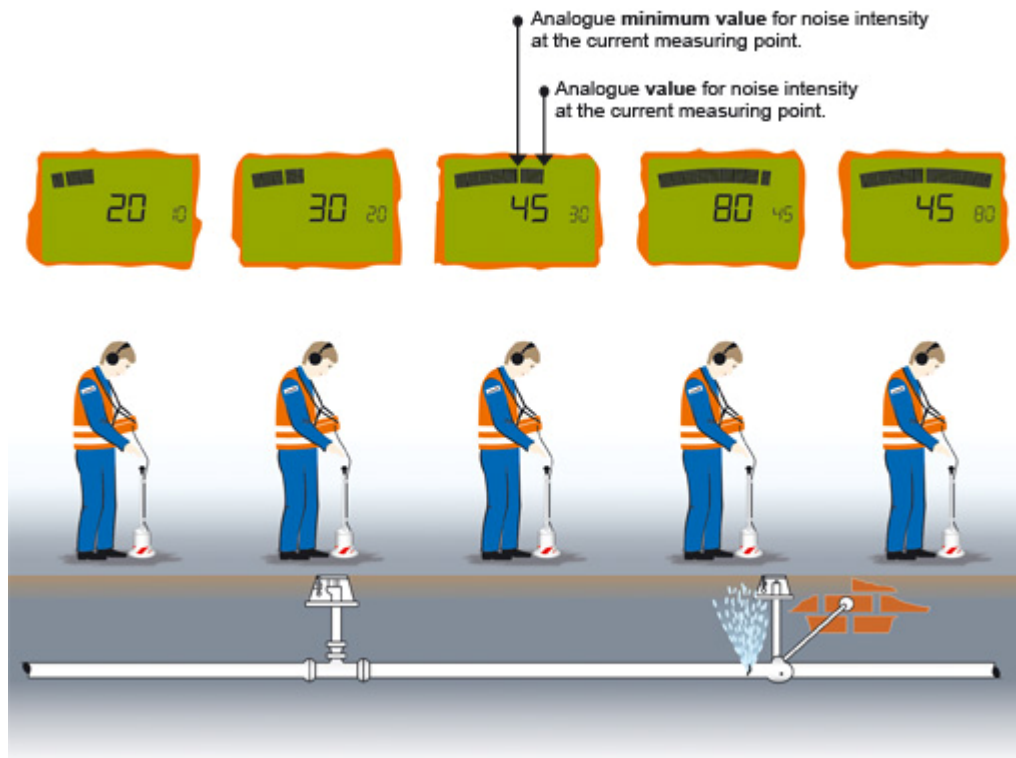


FIGURA 9 - OPERACION DEL GEOFONO ELECTRONICO

d) Ventajas :

- Es más confortable y menos desgastante;
- Es bastante leve;
- Es más sensible;
- Posee accesorios muy eficaces.

e) Desventajas :

- No es adecuado para pavimentos irregulares y tampoco para locales sin pavimento;
- No es recomendable su uso en superficies mojadas;
- En superficies como el concreto, donde la vibración provocada por la fuga se transmite intensamente, es difícil caracterizar la posición de la fuga.

3.3. CORRELADOR DE RUIDOS DE FUGAS

Es un equipo que posee un micro procesador que correlaciona los tiempos de transcurso del sonido entre la fuga y los sensores acoplados a la tubería, indicando la distancia de la fuga en relación a un sensor.

La investigación de fugas con la utilización de este equipo puede ser realizada tanto de noche como durante el día, pues es independiente de auscultación, como es el caso del geófono y de la interferencia de terceros como vehículos, peatones, animales, etc.

La utilización de este equipo se justifica en etapas mas avanzadas del programa de Control de Fugas de una EPS.

Es aplicable en fugas problemáticas donde la investigación acústica normal tiene dificultades de localización. El correlador es usado entonces para determinar la localización precisa de la fuga.

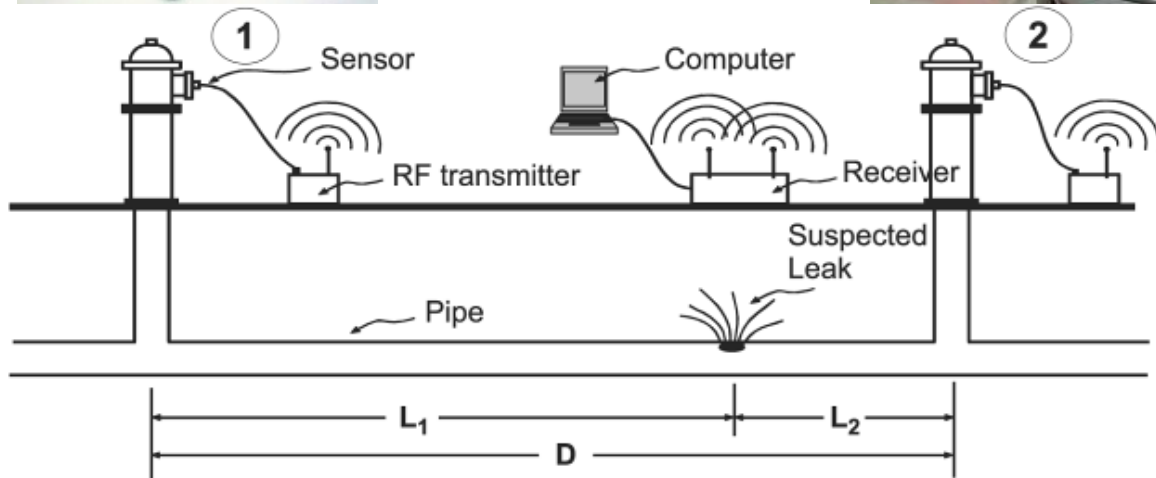


FIGURA 10 - OPERACION DEL CORRELADOR DE FUGAS

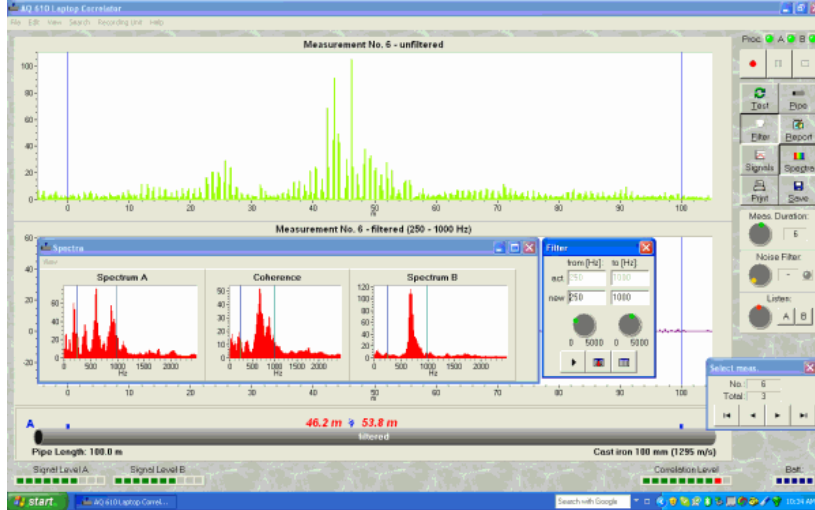


FIGURA 10 - PANTALLAS DEL CORRELADOR DE FUGAS

Los correladores tienen algunas desventajas. Debido a que son complejos, el operador deberá pasar por una considerable capacitación para utilizarlos. Asimismo requiere de preparación de accesorios para utilizarse en conexiones domiciliarias. Las ventajas son su excelente rendimiento de trabajo que según los casos duplican el de la utilización de geófonos. Asimismo por su mejora tecnológica permiten opciones de registro de ruidos, que mejoran considerablemente la eficacia en la detección de fugas respecto a ruidos temporales o puntuales captados por un geófono. Asimismo su opción de reporte permite generar datos históricos de los tramos auscultados.