MANUALES DE GESTIÓN COMERCIAL

OTASS
ORGANISMO TÉCNICO DE LA ADMINISTRACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

4 PREVENCIÓN Y DETECCIÓN DE HURTOS

MANUALES DE GESTIÓN COMERCIAL

4 PREVENCIÓN Y DETECCIÓN DE HURTOS

MANUALES DE GESTIÓN COMERCIAL.
NÚMERO 4: PREVENCIÓN Y DETECCIÓN DE HURTOS

Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS)
Director ejecutivo: Oscar Andrés Pastor Paredes.
Calle Germán Schreiber 210, oficina 101,
San Isidro, Lima, Perú.
Teléfono: (+51) (1) 5002090.
otass@otass.gob.pe
www.otass.gob.pe

Con el apoyo de la cooperación alemana para el desarrollo y la Cooperación Suiza - SECO, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través del proyecto PROAGUA II
Responsable: Ingmar Obermann

Contenido
Teony Alva Vives, Stefan Ziemendorff.

Coordinación, revisión y edición de contenido
OTASS: Walner Sánchez, Borist Nieves, Gustavo Maldonado, Julio Venero.

Corrección de estilo
Marita Obregón.

Diseño y diagramación
Periférica
www.periferica.com.pe

Fotografías:
©GIZ / Yawar Films

Primera edición
Diciembre 2020.

Tiraje
1000 ejemplares.

HECHO EL DEPÓSITO LEGAL EN LA BIBLIOTECA NACIONAL DEL PERÚ N.° 2020-09162

Impresión
Se terminó de imprimir en diciembre del 2020
en Zona Gráfica del Distrito S.A.C.
Av. Ayacucho Mza. B9 Lote 24, Mi Perú-Callao, Perú.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación, siempre y cuando se cite la fuente.

AGRADECIMIENTOS

El presente manual fue realizado con el apoyo de funcionarios de diversas empresas prestadoras de los servicios de saneamiento (EPS) que han aportado sus conocimientos y experiencias. En específico, se agradece al personal de los bancos de medidores de Emapa San Martín, Emusap (Chachapoyas) y EPS Grau, así como a AKUT Perú por su apoyo con varios trabajos en sus respectivos bancos de medidores, en lo referido a la seguridad de medidores contra intentos de manipulación.

A Electro Oriente y Emusap por su apoyo en la realización del cruce de datos de consumos de electricidad y agua.

Al personal de Gitec Consult GmbH, CTM Tectrol, Hermann Sewerin GmbH, H2O Instrument, EPS Sedacusco, así como a EPS Tacna por brindar apoyo en la investigación de las técnicas de localización de instalaciones ilegales, y a José Luis Pérez por el dibujo isométrico anexo.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS 5
PRÓLOGO 8
INTRODUCCIÓN 9

1. COMBATIR EL HURTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO 10
1.1 Problemática 11
1.2 Factores que influyen en la decisión del cliente y las estrategias resultantes 11
1.3 Efectos del hurto de los servicios 12

2. LA TÍPOLOGÍA DE HURTOS Y LOS PROCESOS DE BÚSQUEDA RESULTANTES 14
2.1 Tipos de hurtos por tipo de usuario 15
2.2 Tipos de hurtos por método 16
2.3 Formas de hurto por tipo de usuario 16
2.4 El proceso de búsqueda de hurtos por tipo de usuario 18

3. MÉTODOS DE PREIDENTIFICACIÓN DE CASOS SOSPECHOSOS DE HURTOS 22
3.1 Los métodos de preidentificación 23
3.2 Formas de incentivo de denuncias 24
3.3 Identificación de clientes con antecedentes fraudulentos 25
3.4 Análisis de historiales de consumo 26
3.5 Clientes activos con consumo registrado cero 29
3.6 Análisis de patrones de consumo 29
3.7 Análisis comparativo de historiales de consumo de agua y electricidad 32
3.8 Preidentificación de no clientes 34
3.9 Preidentificación de clientes inactivos 35
3.10 Preidentificación de clientes no cortables 35

4. INSPECCIONES DE CAMPO PARA CONFIRMAR O DESCARTAR LA PROBABILIDAD DE HURTO 38
4.1 Finalidades de la inspección según tipo de usuario 39
4.2 Verificación de la dirección del predio 39
4.3 Determinación del estado de habitabilidad del predio 40
4.4 Revisión del estado de corte del servicio 40
4.5 Verificación de la conexión 40
4.6 Verificación del número y registro del medidor 41
4.7 Verificación de cambios en el uso del predio 41
4.8 Verificación de fuentes de abastecimiento alternativas 41
4.9 Revisión y contrastación del medidor 42

5. MÉTODOS DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES ILEGALES 44
5.1 Generalidades acerca de la detección y localización de instalaciones ilegales 45
5.2 Detección del uso ilegal de los servicios 45
5.3 La localización con el método electroacústico 47

5.4 La localización con cámaras endoscópicas 50
5.5 La localización con georradar (GPR) 54
5.6 Detección con datalogger de presión 58
5.7 Localización de conexiones ilegales de alcantarillado 61
5.8 Métodos de localización no recomendables 61
5.9 Selección de métodos de localización y detección 63

6. EL TRATAMIENTO A HURTOS DETECTADOS 68
6.1 Involucramiento de las autoridades públicas 69
6.2 Cobro del recupero por los servicios ilegalmente usados 70
6.3 Cobro de costos colaterales causados por el hurtador 72
6.4 Otros cobros 72
6.5 Remediación de las causas del hurto 73
6.6 Registro y análisis de los hallazgos 73
6.7 Difusión en los medios de los hurtos sancionados 74

7. MEDIDAS PARA PREVENIR EL HURTO DEL AGUA POTABLE 76
7.1 Prevención del hurto en redes, conexiones y medidores 77
7.2 Prevención de instalaciones ilegales en obras públicas 77
7.3 Redes y conexiones de HDPE para la prevención de hurtos 78
7.4 Vulnerabilidades del medidor contra el hurto de agua 79
7.5 Lecturas de control fuera de sus fechas 82
7.6 Medidas indicativas para la detección de manipulaciones del medidor en campo 83
7.7 La caja de registro como elemento de seguridad 85
7.8 Dispositivos de seguridad no recomendables o limitados 86
7.9 Dispositivos de seguridad preventiva recomendables 87
7.10 Priorización de la instalación de dispositivos de seguridad del medidor 89

GLOSARIO DE TÉRMINOS 92
ABREVIACIONES 93
MARCO LEGAL Y NORMATIVO 94
BIBLIOGRAFÍA CITADA 94
ANEXOS 95
ANEXO 1: **Dibujos isométricos de dispositivos de seguridad** 96
ANEXO 2: **Ecuaciones estadísticas para el análisis de historiales de consumo** 98
DE LOS AUTORES 100

PRÓLOGO

El Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS) tiene como una de sus funciones principales fortalecer las capacidades de las empresas prestadoras de los servicios de saneamiento (EPS) en las diversas áreas de la gestión empresarial, y así transformarlas en entidades eficientes e innovadoras que brinden un servicio sostenible a todas las peruanas y peruanos, mejorando su calidad de vida en el país.

Dentro de este marco y con miras a contribuir significativamente en el logro del objetivo principal de la Política Nacional de Saneamiento (Decreto Supremo N.° 007-2017-VIVIENDA), que es alcanzar el acceso universal, sostenible y de calidad de los servicios de saneamiento, el OTASS viene desarrollando e implementando diversas actividades, mecanismos e instrumentos que permitan fortalecer a los prestadores.

Entre otros, ha identificado la gestión comercial como uno de los temas clave para garantizar la sostenibilidad económica de las EPS a largo plazo. El OTASS, en un esfuerzo conjunto con la cooperación alemana para el desarrollo y la Cooperación Suiza - SECO, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través del Programa de Modernización y Fortalecimiento del Sector Agua y Saneamiento (PROAGUA II), han elaborado la serie "Manuales de Gestión Comercial".

El presente manual, titulado "Manuales de Gestión Comercial. Número 4: Prevención y detección de hurto", es el cuarto de la serie. Tiene como objetivo principal orientar en la implementación de esta estrategia y contribuir así a la optimización de la gestión de la entidad prestadora.

Oscar Andrés Pastor Paredes
Director ejecutivo del OTASS

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que más afecta a las EPS del Perú es el hurto de los servicios de agua potable y alcantarillado, realizado por clientes y no clientes, a través de la manipulación del medidor de consumo o de instalaciones ilegales como conexiones clandestinas o bypass.

La principal causa de la existencia del problema es la ausencia de estrategias y métodos eficientes para prevenir, identificar y detectar hurtos. Por ello, el presente manual ofrece estrategias y tecnologías adecuadas para la rápida identificación de casos sospechosos, como también para la detección y localización de los hurtos. A la vez expone medidas preventivas efectivas, las cuales en combinación con medidas correctivas pueden contribuir a disminuir de modo sustancial el agua no facturada, reduciendo pérdidas físicas y comerciales de agua e incrementando los ingresos de las EPS.

El presente manual se divide en siete capítulos. El capítulo 1 ubica la problemática y presenta las estrategias que permiten prevenir y combatir los hurtos de los servicios de agua potable y alcantarillado.

El capítulo 2 explica de manera detallada los tipos de hurto, sus formas y la diferenciación de los procesos de búsqueda, detección y localización.

El capítulo 3 presenta los distintos métodos de preidentificación de hurtos, compara el modo de obtener la información necesaria y explica los métodos estadísticos para analizarla.

El capítulo 4 describe la forma de distinguir entre posibles hurtos y aquellos casos de los que se sospecha debido a causas específicas, así como las maneras de identificarlos rápidamente en inspecciones de campo.

El capítulo 5 analiza los métodos y tecnologías para la rápida detección y localización de instalaciones ilegales, propone los métodos más adecuados e indica a la vez las limitaciones de cada uno.

El capítulo 6 expone las medidas necesarias a tomar en caso de hurtos detectados, tendientes a recuperar los costos causados por el hurtador, combatir la reincidencia de estos casos y remediar las causas de los hurtos.

El capítulo 7 trata de la prevención de hurtos, especialmente en casos de manipulación de medidores de consumo, y explica las formas de hurto que se presentan a menudo.

1

COMBATIR EL HURTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

1.	COMBATIR EL HURTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	10
	1.1 Problemática	11
	1.2 Factores que influyen en la decisión del cliente y las estrategias resultantes	11
	1.3 Efectos del hurto de los servicios	12

1.1 Problemática

El hurto de agua en todas sus modalidades, junto con las fugas y el subregistro de medidores, es uno de los tres principales factores del agua no facturada (ANF) en la gran mayoría de las EPS. Muchas veces es el principal problema comercial que causa que los ingresos por los servicios prestados se vean mermados, poniendo en riesgo la estabilidad económico-financiera de las EPS.

Debido a que en la mayoría de los casos la facturación del servicio de alcantarillado está en función a la del agua potable, el hurto de agua afecta también la facturación por el servicio de alcantarillado.

El hurto del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario es un fenómeno de creciente importancia para las EPS. Las principales razones de ello son:

- **El incremento de los índices de micromedición:** En la última década, los índices de medición de la mayoría de las EPS han aumentado sostenidamente, lo cual incrementa el incentivo para hurtar agua mediante bypass, conexiones adicionales o manipulación del medidor.

- **El mejoramiento de la exactitud de los medidores:** La renovación del parque de medidores ha mejorado en muchas EPS, igual que los conocimientos sobre los tipos y dimensiones de medidores a instalar. Ello tiene como efecto que los volúmenes registrados se asemejen más al consumo real, evitando subregistros importantes pero, al mismo tiempo, tentando a los clientes a manipular sus medidores.

- **El incremento del nivel tarifario:** Las tarifas de los servicios de agua potable y alcantarillado se han incrementado en algunas de las EPS de modo paulatino por encima del nivel de la inflación, lo cual indudablemente genera un mayor incentivo para el hurto del agua.

- **El crecimiento de las actividades comerciales e industriales:** Han aumentado los consumos de agua para usos no domésticos, los cuales son facturados con tarifas mayores y, por ende, pueden generar un mayor incentivo para el hurto.

- **La difusión de las modalidades de hurto:** Especialmente de manipulación del medidor, apoyada por la oferta de gasfiteros informales y la difusión por internet.

Para lograr prevenir, controlar y reducir los hurtos es de suma importancia que las EPS cuenten con métodos y tecnologías precisas para combatirlos de manera costo-eficiente. Por ello, a lo largo de este manual, se exponen los diversos métodos y técnicas para prevenir y detectar los hurtos de agua, focalizándose en los clientes de las EPS.

1.2 Factores que influyen en la decisión del cliente y las estrategias resultantes

Existen diferentes factores que pueden influir en la decisión de un cliente de hurtar o no los servicios de la EPS. Según cada factor, resultan estrategias correspondientes que pueden aplicar las EPS para disminuir la incidencia de los hurtos, estas se exponen a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Factores que influyen en la decisión del cliente y las estrategias resultantes para la EPS

FACTOR	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIAS RESULTANTES
Beneficios del hurto	El beneficio del hurto se compone de la cantidad de agua potable hurtada (la que influye proporcionalmente al volumen de desagües eliminados) y de la tarifa. El beneficio es mayor cuando el consumo y la tarifa son mayores, por lo que los hurtos son más frecuentes en clientes medianos a grandes, con tarifas comerciales o industriales.	Las tarifas y los montos consumidos escapan de la intervención directa de las EPS, pero se pueden focalizar esfuerzos en los clientes de facturaciones mayores, los cuales son más propensos a cometer hurtos.
Costos del hurto	Los costos del hurto consisten en los materiales y trabajos que se tienen que pagar; por ejemplo, para una instalación ilegal o para la manipulación del medidor de consumo.	La EPS puede tomar medidas preventivas que dificulten el hurto, incrementando los costos en los cuales tiene que incurrir el hurtador, como por ejemplo dispositivos de seguridad del medidor.
Percepción del riesgo de ser detectado	La percepción del riesgo de ser detectado (y sancionado) no es igual al riesgo real de ser detectado, el cual influye, pero no determina la percepción. Otros factores, como el eco que tuvieron casos similares en los medios de comunicación local o en la sociedad del lugar en su conjunto, son muy importantes.	La EPS debe identificar, detectar y localizar la mayor cantidad de hurtos posibles y difundir los casos de mayor relevancia a través de los medios de comunicación, enfocándolo en el impacto que tienen en sus servicios.
Percepción de las posibles consecuencias	La percepción de las consecuencias de ser detectado es influida por los cobros realizados a los hurtadores por la EPS y las sanciones aplicadas, pero también por los medios de comunicación y otros.	Aplicación de consecuencias severas en el marco de la ley (recuperos de consumos y costos, denuncias en caso de altos consumidores) y la amplia difusión de estas consecuencias en los medios.

Para el caso de los no clientes (factibles), los factores que influyen son completamente diferentes y ya fueron analizados detalladamente en el manual 2: "Captación de nuevos clientes" de la presente serie.

1.3 Efectos del hurto de los servicios

Además de la falta de facturación y cobranza de una parte del consumo de agua y de la eliminación en desagues, existen otros efectos negativos del hurto de los servicios en una EPS:

- **Sobrecostos generados por los daños a la infraestructura de distribución:** Redes y conexiones se pueden ver afectadas por tomas clandestinas y requieren de reparaciones por parte de la EPS, lo cual implica costos de materiales, equipos y recursos humanos.

- **Sobrecostos generados por los daños a los medidores de agua:** La EPS tiene que adquirir medidores para reemplazar lo robado, vandalizado o manipulado (el medidor completo o parte de él) y gastar en la verificación inicial, accesorios e instalación.

- **Sobrecostos generados por el control de los hurtos:** Son todos aquellos costos en los cuales incurren las EPS para evitar que sus servicios sean hurtados, como equipos y recursos humanos para detectar y localizar instalaciones clandestinas, y dispositivos de seguridad del medidor contra manipulación.

- **Mayores pérdidas físicas por fugas:** Una importante fuente de pérdidas físicas son las conexiones clandestinas mal ejecutadas. También la manipulación inexperta de medidores o de cortes causa con cierta frecuencia fugas en las cajas de registro. Como efecto de estas pérdidas físicas se puede incrementar la producción, y con ello los costos, o disminuir la continuidad del servicio.

- **Sobreconsumos de los usuarios que hurtan agua:** Debido a que los hurtos no son medidos, facturados y cobrados a los usuarios, estos no tienen incentivos por economizar el uso del agua, lo cual incide frecuentemente en un consumo mayor que aquel realizado de manera legal. Ello tendrá el mismo efecto indirecto que las fugas, es decir, la necesidad de producir más agua o una mayor producción o una disminución de los consumos legales.

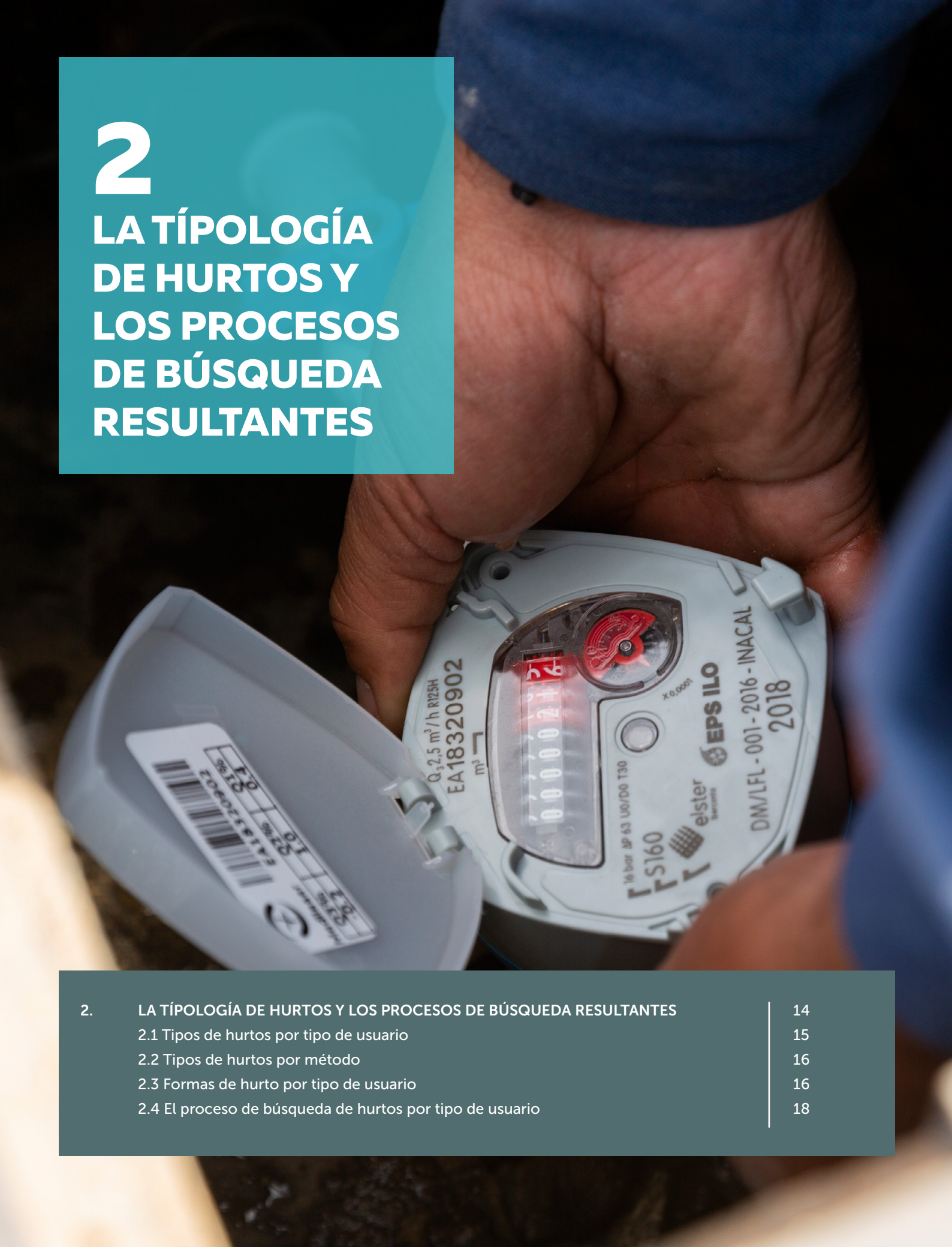
En resumen, los efectos negativos de los hurtos tienen impacto en dos dimensiones de máxima importancia en una EPS:

1. En los **estados económico-financieros**, al impactar tanto en los costos como en los ingresos, el hurto de los servicios puede ser un factor decisivo en la sostenibilidad de la EPS.

2. En el **balance hídrico**, donde los hurtos afectan tanto a las pérdidas aparentes (comerciales) como a las pérdidas reales, y también al consumo facturado. Por dichos motivos, los hurtos tienen consecuencias en la calidad y cobertura del servicio. Con respecto a la calidad, especialmente en la continuidad y la presión.

2

LA TÍPOLOGÍA DE HURTOS Y LOS PROCESOS DE BÚSQUEDA RESULTANTES



2.	LA TÍPOLOGÍA DE HURTOS Y LOS PROCESOS DE BÚSQUEDA RESULTANTES	14
	2.1 Tipos de hurtos por tipo de usuario	15
	2.2 Tipos de hurtos por método	16
	2.3 Formas de hurto por tipo de usuario	16
	2.4 El proceso de búsqueda de hurtos por tipo de usuario	18

Para poder combatir en forma eficaz y eficiente el hurto de los servicios de agua potable y alcantarillado es necesario conocer primero los diferentes tipos de hurto, tanto por tipo de usuario que hace un uso no autorizado de los servicios como por los métodos (técnicas) usados para hurtar el agua. Como se verá a lo largo del presente manual, de ello se desprenden las medidas para la identificación y detección, como también las estrategias para combatir los delitos de hurto.

2.1 Tipos de hurtos por tipo de usuario

Una primera forma de clasificar los tipos de hurtos es por el tipo de usuario:

- **Hurtos de usuarios potenciales:** Son predios donde las redes matrices de la EPS aún no llegan, pero que se encuentran dentro del ámbito que debería ser abastecido por la EPS. En estas zonas se ubican a veces redes ilegales con conexiones clandestinas o conexiones clandestinas a líneas de inducción de piletas u otras redes que no son previstas para conexiones domiciliarias. Son más o menos frecuentes cuando la zona sin servicios está cerca de las redes formales de agua. Son menos frecuentes en el servicio de alcantarillado.

- **Hurtos de usuarios factibles:** Se trata de usuarios que tienen la red de la EPS frente a su predio, pero no son clientes registrados de la EPS, por ello no cuentan con medidor ni se les factura. Se han conectado de forma ilegal por los altos costos, las pocas facilidades de pago o las barreras administrativas. Las formas de cómo prevenir y regularizar a este tipo de usuarios, como clientes formales, se ha tratado ampliamente en el manual 2: "Captación de nuevos clientes".

- **Hurtos de clientes inactivos de la EPS:** Los clientes pueden estar en estado inactivo por cuatro razones: a) estuvieron inactivos desde la contratación de los servicios porque el predio no estaba en uso en ese momento; b) han solicitado su corte temporal; c) no han pagado el servicio y fueron cortados, o d) no han pagado el servicio, pero no fueron cortados, por ejemplo, por la imposibilidad de encontrar la conexión, pero su facturación tuvo que ser desactivada (artículo 113 del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento o Rcpss, de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento o Sunass). En el último de los cuatro casos, es muy probable que el cliente realice consumos, mientras que en los primeros tres casos pueden existir hurtos siempre y cuando los predios respectivos se encuentren habitados. Cuando los clientes inactivos poseen conexiones para los dos servicios, hurtan ambos casi siempre.

- **Hurtos de clientes activos de la EPS:** En este caso, los hurtos son realizados para disminuir la facturación, en específico para disminuir la cantidad de metros cúbicos facturados, así el cliente evita que el agua consumida sea registrada por el medidor de consumo. Por el contrario, los clientes que no cuentan con medidor de consumo no tienen motivo de hurtar agua ya que pueden consumir tanta agua como deseen sin tener incrementos en su facturación. El único tipo de hurto que puede ocurrir en clientes sin medidor es el no pago por el servicio de alcantarillado, servicio no facturado por no tener el contrato de este servicio.

2.2 Tipos de hurtos por método

Otra forma de clasificar los tipos de hurto es por los métodos con los que se realizan:

- **Redes ilegales:** La primera forma consiste en la colocación de redes ilegales en zonas no abastecidas, cercanas a las redes formales de la EPS. De cómo prevenir, adecuar e incorporar este tipo de redes se ha tratado exhaustivamente en el manual 2: "Captación de nuevos clientes". Por ello, en el presente manual solo se tratan de manera secundaria.

- **Conexión ilegal a la red matriz:** Estas son las usualmente llamadas conexiones clandestinas. La conexión puede ser la única en el caso de usuarios que no son clientes. También puede ser una conexión adicional a la legal en el caso de los clientes activos a fin de burlar el consumo real medido de la conexión formal o clientes inactivos de la EPS que no pueden conseguir agua a través de la conexión cortada.

- **Derivación de una conexión vecinal:** Nuevamente puede tratarse de la única conexión del usuario que no es cliente o de una derivación que es adicional a la conexión legal de los clientes activos o inactivos. Existen también casos en los cuales el alcantarillado es conectado a una conexión o inclusive caja de registro de un vecino.

- **Bypass:** También deriva de una conexión legal como en el caso anterior, pero esta no se hace de una conexión vecinal, sino va a la conexión del mismo cliente para evitar que el agua consumida sea registrada por el medidor de consumo. Este tipo de instalación se halla en clientes activos con medidor y en ocasiones también en clientes inactivos (cortados).

- **Manipulación del medidor de consumo:** Se trata de todas aquellas acciones del cliente para que su micromedidor no registre su consumo real, pero que no implica ningún tipo de instalación clandestina. Puede consistir en la vandalización, autorrobo, la inversión o manipulación física del medidor y muchas maneras más, las cuales serán detalladas en el capítulo 7 del presente manual. Esta forma de hurto solo es aplicada por clientes activos con medidor.

- **Servidumbre de paso:** Esta forma consiste en obtener el agua mediante instalaciones interiores en la casa de un vecino, lo cual está prohibido a los clientes, igual que la venta de agua sin autorización expresa de la EPS (artículo 49 del Rcpss). En este caso, solo existe un hurto que afecta a la EPS, si el vecino no cuenta con un medidor o si se le factura con una tarifa menor.

- **Habilitación ilegal del servicio inactivo:** Consiste en violar el corte (cierre) del servicio (normalmente del agua) de tal forma que se puedan realizar consumos. Mientras la EPS no se dé cuenta de ello, el servicio o los servicios siguen figurando en el sistema como inactivos lo que genera consumos no autorizados que no son facturados.

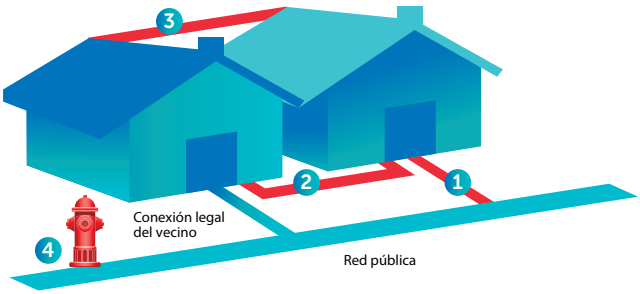
- **Abastecimiento de una fuente externa servida por la EPS:** Una última forma consiste en hurtar agua de una fuente externa que también es abastecida por la EPS, por ejemplo, llenar camiones cisterna en forma ilegal en hidrantes. Este tipo de hurtos solo ocurre en conexiones inactivas a lotes vacíos que no fueron cortados bien y que por ello sirven a algunos usuarios como punto de abastecimiento ilegal.

2.3 Formas de hurto por tipo de usuario

Es importante destacar que no todo tipo de usuario puede cometer cualquier tipo de hurto. Por ello, se deben precisar las formas técnicas de hurto según los tipos de usuarios que cometen los hurtos (expuestas en el acápite 2.2). Esta precisión es sumamente importante ya que de ello dependen las medidas preventivas

y correctivas adecuadas. En las siguientes ilustraciones se muestran todas las formas de hurto por tipos de usuarios, con excepción de los usuarios potenciales con redes ilegales.

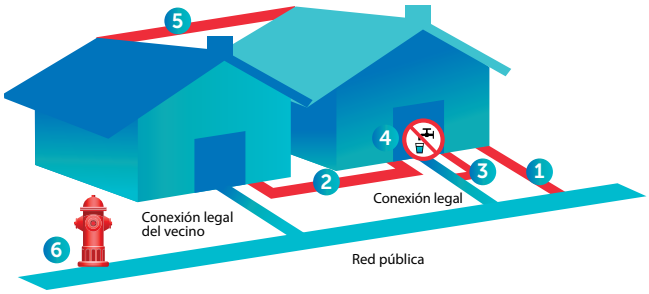
Ilustración 1. Formas de hurto de usuarios factibles



1. Conexión ilegal a la red.
2. Derivación de una conexión del vecino.
3. Servidumbre de paso al interior del predio.
4. Uso de fuente externa abastecida por la EPS.

En la ilustración 1 se observan las cuatro formas que un no cliente (factible), en una zona abastecida por la EPS, puede obtener agua de modo ilegal.

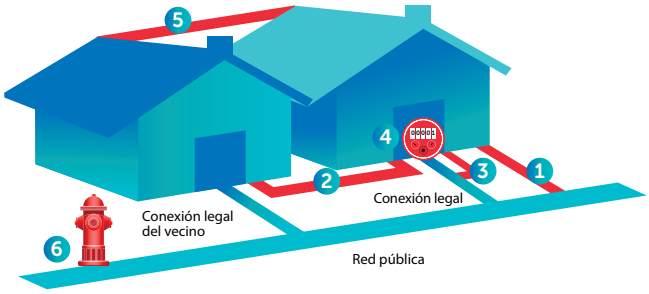
Ilustración 2. Formas de hurto de clientes inactivos



1. Conexión adicional ilegal a la red.
2. Derivación de una conexión del vecino.
3. Bypass de la conexión legal propia.
4. Reapertura ilegal del servicio cortado.
5. Servidumbre de paso al interior del predio.
6. Uso de fuente externa de la EPS.

En la ilustración 2 se ve cómo aumentan considerablemente las formas de hurto de los clientes inactivos (cortados).

Ilustración 3. Formas de hurto de clientes activos con medidor



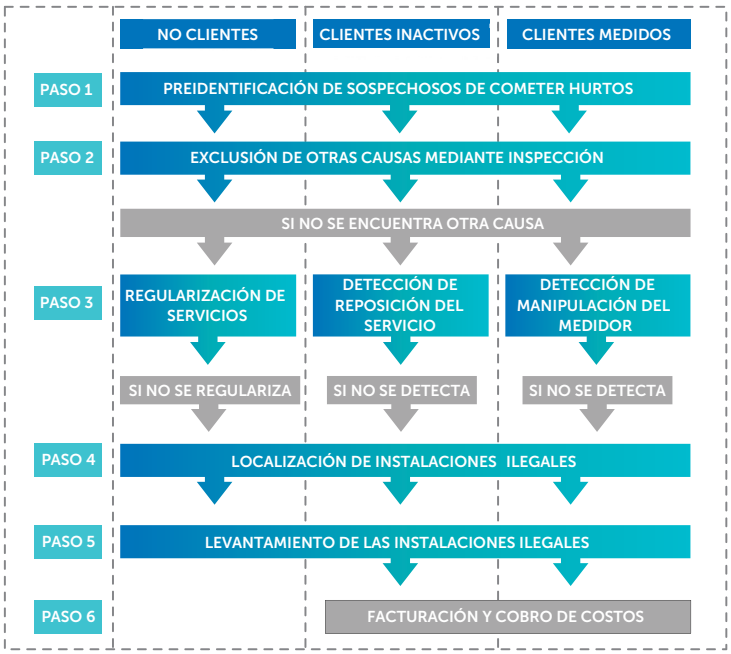
1. Conexión adicional ilegal a la red.
2. Derivación de una conexión del vecino.
3. Bypass de la conexión legal propia.
4. Manipulación del medidor.
5. Servidumbre de paso al interior del predio.
6. Uso de fuente externa de la EPS.

En la ilustración 3 se aprecia la principal forma de hurto, la manipulación de un medidor de los clientes activos con medidor. Aunque también son frecuentes las conexiones adicionales, derivaciones o bypass.

2.4 El proceso de búsqueda de hurtos por tipo de usuario

Del análisis efectuado se desprenden tres procesos para detectar y gestionar los hurtos de agua; si bien tienen alguna similitud entre ellos, son bastante diferenciados para clientes activos con medidor (clientes medidos), para conexiones inactivas (clientes inactivos) y para factibles (no clientes). A continuación, se muestran los tres en la ilustración 4 en forma comparativa:

Ilustración 4. Procesos de búsqueda y tratamiento frente a hurtos de agua por tipo de usuario



Paso **1.** Preidentificación de sospechosos de cometer hurtos

Esta tiene particularidades según el tipo de usuario, es relativamente sencillo para los casos de clientes inactivos y, dependiendo de la actualización catastral, también para los no clientes, pero sumamente complejo para los clientes activos con medidor. Los métodos para los tres tipos de clientes son tratados en el capítulo 3.

Paso **2.** Exclusión de otras causas mediante inspección

En este paso se trata de averiguar la consistencia de la sospecha para confirmar si realmente hay hurto o no. Este paso es de nuevo más complicado para los clientes activos con medidor, en todo caso para ello se requiere una inspección in situ al predio en cuestión. Todas las causas posibles y la forma de inspección para los tres tipos de clientes son tratados en el capítulo 4.

Paso **3.**

Mientras que en los no clientes se recomienda intentar la regularización de la situación ilegal para captar un nuevo cliente (ver manual 2: "Captación de nuevos clientes"), en el caso de los clientes inactivos siempre se revisa primero si el estado inactivo (el corte) realmente persiste. De no ser así, se procede a un corte más drástico (ver manual 5: "Gestión de la cobranza e inactivos"). En el primer caso, solo se sigue con el proceso descrito cuando el usuario no acepta la oferta de regularización y, en el segundo caso, si el corte de la conexión sigue intacto. Para el caso de los clientes con medidor, primero se revisa si el medidor ha sido manipulado, reemplazándolo y asegurándolo acorde con las indicaciones dadas en el capítulo 7, pasando en este caso directamente a los pasos 5 y 6.

Paso **4.** Localización de instalaciones ilegales

La localización de instalaciones ilegales es el paso más difícil y trabajoso, por lo que se inicia recién al haber descartado todas las demás posibilidades en los primeros tres pasos. La principal diferencia entre los tipos de usuarios en este paso es que los no clientes no pueden tener un bypass. En las situaciones de las conexiones regularizadas de no clientes, este paso ya no aplica. Los métodos y técnicas de detección y localización son tratados en el capítulo 5.

Paso **5.** Levantamiento de las instalaciones ilegales

Este paso trata de las actividades a ejecutarse una vez localizada y descubierta la instalación ilegal. En el caso de las conexiones regularizadas de no clientes, este paso ya no aplica. Los detalles de estas actividades se describen en el capítulo 7.

Paso **6.** Facturación y cobro de costos

Se trata de los costos en los cuales ha incurrido la EPS a raíz del hurto, así como del consumo ilegal. Sus componentes, así como las formas de cálculo de los montos precisos son tratados en el capítulo 7. Si bien en teoría este paso también podrá ser aplicado a los no clientes, se verá en el mismo capítulo las dificultades de aplicarlo y las razones por las que en ocasiones no es recomendable.

2

LA TÍPOLOGÍA DE HURTOS Y LOS PROCESOS DE BÚSQUEDA RESULTANTES

Resumen

- Los tipos de usuarios que cometen hurtos pueden dividirse en cuatro: potenciales, factibles, inactivos y activos con medidor.
- El proceso de búsqueda de hurtos depende en alto grado del tipo de usuario al que se está investigando.

Preguntas

- ¿Cuáles estima que son las formas de hurtos, según tipo de usuario, que se dan con mayor frecuencia en su EPS? ¿Cuáles son aquellas donde más éxito se tiene en su detección?

Tareas

- Grafique y compare los procesos de búsqueda y tratamiento de casos de hurtos de agua en su EPS con los propuestos.

Recomen-daciones

- Uniformice dentro de la Gerencia Comercial de su EPS la terminología acerca de las diferentes formas y tipos de hurtos, ello facilitará de modo considerable un trabajo sistemático.

3 MÉTODOS DE PREIDENTIFICACIÓN DE CASOS SOSPECHOSOS DE HURTOS

3.	MÉTODOS DE PREIDENTIFICACIÓN DE CASOS SOSPECHOSOS DE HURTOS	22
	3.1 Los métodos de preidentificación	23
	3.2 Formas de incentivo de denuncias	24
	3.3 Identificación de clientes con antecedentes fraudulentos	25
	3.4 Análisis de historiales de consumo	26
	3.5 Clientes activos con consumo registrado cero	29
	3.6 Análisis de patrones de consumo	29
	3.7 Análisis comparativo de historiales de consumo de agua y electricidad	32
	3.8 Preidentificación de no clientes	34
	3.9 Preidentificación de clientes inactivos	35
	3.10 Preidentificación de clientes no cortables	35

3.1 Los métodos de preidentificación

Con el fin de asegurar que la EPS tome las medidas adecuadas es necesario aprovechar la información existente, ordenarla y ejecutar un análisis que permita dirigir sus acciones de manera focalizada. Para hacer este trabajo sostenible y eficiente es recomendable prever en el sistema informático reportes automatizados. De no ser posible, se puede realizar esta labor en hojas de Excel. Dependiendo del tamaño de la EPS y de la incidencia de hurtos, puede ser necesario implementar el puesto de analista de la información.

Para analizar la información se requiere, en primer lugar, preidentificar en gabinete aquellos casos donde existe una sospecha justificada de hurto de agua y en ciertos casos también del servicio de alcantarillado. Las metas específicas de la preidentificación son dos:

1. Lograr que el porcentaje de usuarios preidentificados con sospechas de hurto, pero que en realidad no hurtan el agua, sea lo más bajo posible. Con esto se busca evitar sobrecostos en las inspecciones de campo y en los trabajos de detección y localización.

2. Determinar que el porcentaje de usuarios no preidentificados, pero que en realidad hurtan el agua, sea lo más bajo posible. Ello con la finalidad de que los responsables de hurtos de los servicios no salgan impunes.

A continuación, se refieren los siguientes métodos de preidentificación, los cuales serán descritos en los próximos ítems:

1. Recepción de denuncias.
2. Identificación de clientes con antecedentes fraudulentos.
3. Análisis de historiales de consumo.
4. Clientes activos con consumo registrado cero.
5. Análisis de patrones de consumo.
6. Análisis comparativo del consumo de agua y electricidad.
7. Preidentificación de no clientes.
8. Preidentificación de clientes inactivos.
9. Preidentificación de clientes con imposibilidad de efectuarles el corte.
10. Identificación de usuarios con alto consumo.

La selección de los métodos más adecuados que logran cumplir con las dos metas depende de los factores siguientes:

- **Disponibilidad de la información:** Ciertas fuentes de información, que pueden ser de utilidad para las EPS, no son de acceso público y depende muchas veces de la voluntad de entidades externas a la EPS si se pueden obtener o no. Por ejemplo, no siempre es factible obtener datos de las empresas de electricidad.

- **Actualización y calidad de la información:** Muchos de los datos a los cuales las EPS tienen acceso frecuentemente están desactualizados o no son de buena calidad; como en el caso de los datos proporcionados a través de las Direcciones Regionales de Turismo y Comercio Exterior, sobre establecimientos de alojamiento y alimentación.

- **Índice de hurtos en la localidad:** Dependiendo de si los índices de hurtos en una localidad son muy altos, puede justificarse el empleo de métodos más sofisticados, y a la vez más demandantes en recursos humanos y tiempo para recolectar, procesar y analizar datos para la preidentificación. Si los índices son bajos bastaría con algunos ejercicios más simples.

- **Tipos de hurtos analizados:** Ciertos tipos de hurtos son de muy fácil detección, mientras otros requieren de mucho trabajo. Es posible que por falta temporal de recursos humanos y equipos adecuados una EPS priorice la intervención en los primeros.

- **Recursos humanos disponibles para el análisis de la información:** Algunos de los métodos requieren un trabajo mucho más detallado que otros y solo pueden ser aplicados cuando se cuenta con personal calificado y con dedicación exclusiva. Con esto se busca no llegar a conclusiones apresuradas o equivocadas que incidan luego en el empleo de recursos de campo y en el éxito de la detección.

Los listados completos que se obtienen con los distintos métodos forman parte posteriormente de una base de datos única de aquellos predios que tienen que ser inspeccionados en la forma que se detalla en el capítulo 4, que permite confirmar o descartar el uso fraudulento de los servicios de la EPS.

3.2 Formas de incentivo de denuncias

El primer método de preidentificación de casos sospechosos de hurtos consiste en incentivar las denuncias. Para esto, existen distintas formas efectivas según los grupos de posibles informantes, como se verá a continuación.

Trabajadores de campo de las gerencias comerciales y operacionales (que no están en planilla en la EPS):

En el caso de que los trabajadores sean contratados a través de terceros o en cualquier modalidad que no sea en planilla, se pueden incorporar bonificaciones por denuncia efectiva (es decir, que resulte correcta) en sus respectivos contratos o términos de referencia (TDR).

Los demás trabajadores y funcionarios de la EPS (los que están en planilla en la EPS):

Los trabajadores y funcionarios de una EPS suelen darse cuenta con más frecuencia cuando ocurre algún tipo de hurto. Para incentivarlos a reportar casos sospechosos de hurtos, se pueden otorgar premios por el Día del Trabajo, un reconocimiento oficial o bienes de valor a los trabajadores con el mayor número de denuncias efectivas por gerencia. Para ello es importante establecer un sistema de puntajes transparente, el cual podrá incorporar las denuncias efectivas de clandestinos y otras modalidades de hurto de los servicios.

Además, se recomienda establecer adecuados canales de comunicación interna para reportar hurtos, realizar capacitaciones para mejorar la identificación de casos de hurtos y organizar entrevistas regulares a todo el personal sobre casos de hurtos.

Los usuarios/clientes con hurtos detectados:

A menudo, hurtadores detectados son mucho más proclives a denunciar hechos parecidos. Por ende, se podría incrementar las denuncias efectivas por parte de este grupo otorgando rebajas en el recupero por el uso ilegal del servicio. Esto es posible debido a que la reglamentación para establecer el recupero es bastante flexible, entonces el funcionario de la EPS puede negociar el monto. Para garantizar el orden y la transparencia se puede normar vía directiva interna de la EPS.

Los gasfiteros externos de la entidad:

En muchas EPS se encuentran gasfiteros externos alrededor de las oficinas ofreciendo todo tipo de servicio legal (desatoros, reparación de fugas) e ilegal (reapertura de servicios cortados, conexiones clandestinas). Ellos conocen a perfección la ubicación de muchos bypass, derivaciones y otros tipos de instalaciones dedicadas al hurto del agua, por lo cual es posible contratarlos al destajo para el servicio de detección y localización de clandestinos.

Sin embargo, antes de seleccionar a los gasfiteros hay que averiguar su modus operandi, conocido con frecuencia por personal de la EPS gracias a informaciones de usuarios detectados anteriormente. Esto es necesario porque se ha visto que en ocasiones su negocio no solo consiste en la instalación de clandestinos, sino también en la extorsión posterior de los usuarios ilegales.

Caso de ejemplo:

En una EPS de la costa norte, los gasfiteros que instalaron conexiones ilegales cobraban a los hurtadores mensualmente una tarifa menor que la tarifa de la EPS. Para obligarlos a pagar los amenazaban con denunciarlos ante la EPS.

La población en general:

Los vecinos inmediatos a las personas que cometen hurtos suelen ser los primeros en darse cuenta. Por dicho motivo, si bien es legalmente complicado que la EPS pueda otorgarles algún beneficio directo a estos usuarios por denunciar casos de hurto, puede hacerlo en forma indirecta. Una de estas formas consiste en contratar a un proveedor de servicios que tenga entre sus tareas localizar hurtos. A este proveedor se le puede permitir u obligar a entregar una recompensa por denuncia efectiva. Del mismo modo, la EPS puede entregar premios no monetarios, pero de valor, preferiblemente relacionados a los servicios que presta (cisternas, grifería, etc.). Estos pueden adquirirse con una partida específica dentro de un programa de concientización, educación sanitaria u otro parecido. En este último caso es muy importante contar con suficientes premios, porque de no entregarlos se generará una reacción adversa entre los denunciantes.

3.3 Identificación de clientes con antecedentes fraudulentos

Aquellos clientes que han hurtado anteriormente los servicios de la EPS en una o varias oportunidades son mucho más propensos a reincidir. Por ello es importante registrar esta información de manera debida en forma electrónica y hacerla fácilmente accesible a través de reportes en el sistema informático comercial.

La manera más fácil de ubicar información sobre antecedentes fraudulentos es filtrando en el sistema informático comercial a aquellos clientes a quienes se les ha facturado un recupero por servicios indebidamente usados. En este listado deberán aparecer aquellos clientes que:

- Han realizado una reapertura indebida alguna vez, sin importar si el corte ha sido ejecutado por deuda o a pedido del usuario.
- Han manipulado alguna vez su medidor de consumo de agua.
- Han tenido una instalación ilegal aparte de la conexión legal como un bypass o una conexión adicional.

Sin embargo, este primer listado podrá resultar incompleto por varios motivos:

- Porque la política de la EPS o por una incompleta aplicación no se ha facturado recupero alguno en cualquiera de las situaciones anteriormente descritas. En este caso los antecedentes fraudulentos podrían hallarse en los informes de campo, sin embargo, esto requiere que sean registrados en el sistema informático comercial.
- Con relación a la manipulación del medidor es difícil responsabilizar al cliente que se beneficia con ella, debido a que la mayoría de veces el medidor se encuentra en la vía pública al acceso de todos. En estos

casos, las principales fuentes de información son las actas de contrastación de medidores y los códigos de observación de los tomadores de lectura.

- Por reclamos de los clientes afectados por los recuperos ya facturados que fueron declarados fundados por la EPS por no contar con la sustentación completa del caso o porque los reclamos fueron declarados fundados en el Tribunal Administrativo de Solución de Reclamos (Trass) por errores administrativos. En este caso, el sistema informático comercial debe haber guardado la información del recupero inicialmente facturado, es necesario incluir a estos clientes en un listado de antecedentes fraudulentos.

Aparte de esta información que sale de los registros propios de la EPS, es posible intercambiar información con las empresas locales de distribución de electricidad (mediante convenio), ya que existe la probabilidad de que los clientes con antecedentes fraudulentos en un servicio hurten también el otro.

3.4 Análisis de historiales de consumo

Un método, que abarca a la totalidad de clientes con medidor, consiste en el análisis estadístico de los historiales de consumo para determinar cuáles son los clientes que presentan caídas importantes en su consumo registrado a lo largo del periodo analizado. Para aplicar el método de preidentificación de clientes sospechosos mediante historiales se deben dar los pasos siguientes:

Paso 1. Recolección de la información

Se debe obtener el historial de los clientes facturados por diferencia de lectura o promedio de consumo con una antigüedad mínima de dos años. Sin embargo, es preferible que tengan una antigüedad de cinco años a más porque pueden existir clientes que hurtan agua desde mucho tiempo atrás y ya no presentan variaciones sospechosas en su consumo posterior. Esta base de datos debe contener igualmente la fecha de instalación del medidor actual y, en caso haya sido cambiado en el periodo analizado, también las fechas de instalación de los anteriores medidores. Para un análisis posterior se sugiere además incluir códigos de observación de lecturas.

Sugerencia:
Si bien no se recomienda analizar el historial de diferencias de lectura, porque podría guardar una serie de incoherencias que distorsionarían el resultado, sí es recomendable obtenerlo para el análisis posterior de aquellos casos que resultan sospechosos.

Paso 2. Primera depuración de la información

En este paso se trata de eliminar a todos los clientes cuyo primer medidor ha sido instalado recién en los últimos seis meses, pero no eliminando las conexiones nuevas con medidor en cuanto estas son independizaciones de otras conexiones. Igualmente se elimina a los clientes en estado inactivo por más de dos meses. Además, es necesario corregir los volúmenes refacturados (principalmente por reclamos resueltos a favor de los clientes relacionados con errores de lecturas). De esta manera no se generan distorsiones estadísticas que produzcan falsos positivos, es decir, que se identifique a un cliente como sospechoso cuyo consumo facturado ha bajado repentinamente solo por refacturaciones justificables.

Paso 3. Análisis estadístico

Consiste en comparar entre los consumos actuales y antiguos. Por dicho motivo se recomienda:

- Comparar el promedio de consumo de los últimos seis meses con el promedio de consumo de todo el historial, hasta antes de estos últimos seis meses, siendo la diferencia de los dos, el porcentaje y los m3, el consumo de un cliente que ha bajado con respecto al anterior periodo.
- Calcular la pendiente de la regresión lineal a lo largo del historial. Si la pendiente es negativa significa que la tendencia del consumo registrado va a la baja –a mayor pendiente negativa significa que el consumo ha bajado más–. Para efectos de comparación de varios clientes es necesario mencionar que solo se deben comparar líneas de pendiente del mismo periodo de análisis.

Tanto para la primera depuración de la data como para los cálculos se recomienda el uso de una herramienta informática, la cual puede ser externa al software comercial usado o, mejor aún, incorporada a este. Las fórmulas recomendadas para ello se exponen en el anexo 2.

Paso 4. Priorización de los casos de caídas de consumo

La priorización de las caídas de consumo se puede hacer en función a tres variables, pudiendo combinarlas:

1. La caída absoluta en m3 en los últimos seis meses comparada con el promedio histórico anterior a los seis meses.
2. La caída porcentual en los últimos seis meses comparada con el promedio histórico anterior a los seis meses.
3. La máxima pendiente negativa a lo largo del historial disponible.

Se sugiere que la posibilidad de ordenar y combinar estos parámetros esté incorporada en la herramienta informática usada.

Paso 5. Segunda depuración y clasificación de los clientes preidentificados

Las caídas importantes en el consumo registrado pueden ser explicadas casi siempre por alguno de los tres factores siguientes:

Subregistro del medidor:

Los medidores de velocidad tienen la tendencia de subregistrar el consumo aun en el tiempo de su vida útil y mucho más fuera de este. Esto ocurre porque ha superado la cantidad de metros cúbicos recomendables, y a partir de esta cantidad comienza a subregistrar. Si bien estos valores pueden variar acorde a la calidad del agua y la continuidad, se presentan a continuación en la tabla 2 los valores referenciales de vida útil utilizados por Sedapal:

Tabla 2. Vida útil de medidores de chorro único y múltiple según m3 registrados (Sedapal, 2015)

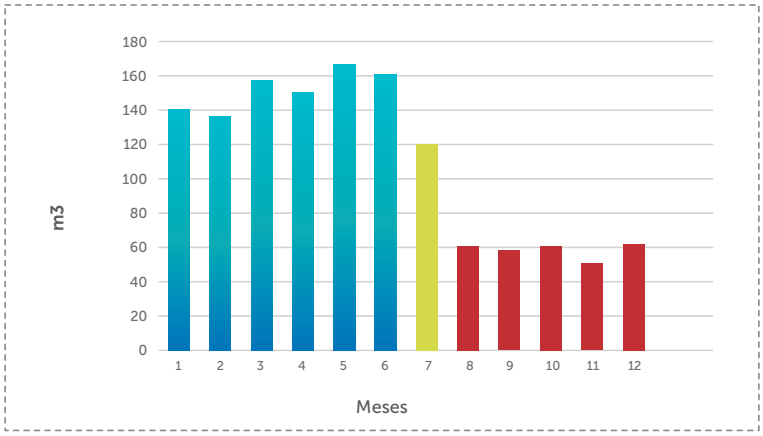
	DIMENSIÓN DEL MEDIDOR SEGÚN CAUDAL PERMANENTE Q3			
Tipo de medidor	Q3 = 2.5 m3/h	Q3 = 4 m3/h	Q3 = 6.3 m3/h	Q3 = 16 m3/h
	m3	m3	m3	m3
Chorro único	3,125	5,000	7,875	20,000
Chorro múltiple	3,125	5,000	7,875	20,000

Aparte de considerar la vida útil de los medidores se deben tomar en cuenta varios factores para preidentificar las caídas de consumo que pueden pertenecer a este grupo: clientes con subregistros. Por un lado, los subregistros, a cambio de los hurtos y las caídas reales en el consumo, tienden a presentarse con mucha frecuencia (aunque no siempre) en forma sucesiva a lo largo del tiempo y en la mayoría no llegan a superar el 40 %, aproximadamente, salvo los también casos frecuentes donde el medidor se paraliza.

Hurto de agua:

Los hurtos de agua de clientes con medidor representan un porcentaje importante del agua debido a que las consecuencias administrativas, legales y otras, son prácticamente iguales si un cliente reduce el 10 % o el 90 % de su consumo registrado. Por ello, se estima que se hurta mínimo el 40 % del consumo real, por lo cual los casos con probabilidad de hurto pueden ser distinguidos en este punto de los subregistros, especialmente cuando el medidor aún está lejos de haber alcanzado su vida útil. Otro punto que hace ver diferente el historial de consumo es que en su mayoría presentan caídas repentinas y fuertes en el consumo que posteriormente se mantienen. En la ilustración 5 se muestra un comportamiento típico de un historial con hurto.

Ilustración 5. Comportamiento típico de un historial de consumo de un cliente con hurtos



Las barras azules presentan el consumo regular anterior al hurto. La barra amarilla representa el consumo en el mes que comienza el hurto. La caída total por el hurto se reparte en dos meses, el 7 y 8, debido a que ocurre en algún momento entre dos lecturas. Quiere decir que en este mes una parte del registro corresponde aún al consumo real. Las barras en rojo representan ya los consumos manipulados inferiores al real.

Caída real en el consumo:

El cierre de un negocio, la disminución drástica de la cantidad de inquilinos o habitantes, la independización de conexiones u otras razones similares pueden causar caídas repentinas importantes y permanentes. Algunos de estos casos podrán ser depurados directamente en gabinete (el cambio de una tarifa comercial a doméstica indicaría el cierre de un negocio y la aparición de una nueva conexión en la misma dirección, una independización). En los demás casos no es posible distinguir entre la caída real y una caída por hurto, a menos que se realicen comparaciones con el consumo de electricidad (ver ítem 3.7) o se haga una inspección ocular en campo (ver capítulo 4).

Sin embargo, la problemática en la realidad muestra muchos casos donde se combinan dos o tres factores a la vez, por ejemplo, un medidor manipulado que ya tenía anteriormente un importante subregistro. Ello dificulta una clasificación precisa en casos sospechosos de hurto y probables subregistros. En casos de duda se recomienda realizar inspecciones de campo, priorizando las inspecciones según la disminución en los montos facturados.

Además de las imprecisiones implícitas en el método de análisis de historiales de consumo, existe una limitación importante que impide detectar a todos los clientes que hurtan agua. Consiste en que en algunos casos la manipulación del medidor o la colocación de una instalación clandestina (frecuentemente un bypass) se efectúa en el mismo momento de la instalación del primer medidor. Ello ocurre cuando el personal encargado de la instalación de medidores acepta o solicita un soborno a cambio de bajar el consumo registrado. Por consiguiente, no contar con registros históricos del consumo premanipulación para efectos de contrastación hace imposible detectar el hurto del agua con este método.

3.5 Clientes activos con consumo registrado cero

Aquellos clientes activos que cuentan con un medidor cuyo registro de consumo ha sido nulo en más de un mes consecutivo conforman una subcategoría de los preidentificados con caídas de consumo sospechosas. Se debe incluir a todos los preidentificados en esta condición, en forma automática, para que se indague con una inspección de campo las causas de la ausencia del registro, tal como se detalla en el ítem 4.3.

3.6 Análisis de patrones de consumo

Es posible que ciertos tipos de clientes eviten las limitaciones que presenta el método de historiales de consumo, mencionadas en el ítem 3.4, al evaluar solamente el consumo promedio actual (de los últimos seis meses por ejemplo) y compararlo con otros clientes de rubros parecidos. Este método es el análisis de patrones de consumo.

Para iniciar el análisis de patrones de consumo, se deben establecer indicadores de consumo comparables entre diferentes clientes de características similares, por ejemplo:

1. **m3/mes/estudiante:** Para el caso de instituciones educativas. Si bien las instituciones educativas públicas normalmente tienen poca tendencia a hurtar el agua es de utilidad incluirlas en el análisis para obtener una data comparable con las instituciones privadas. Es de utilidad distinguir entre instituciones educativas de nivel inicial, primario y secundario e instituciones de educación superior cuyos perfiles de consumo pueden variar un tanto.
2. **m3/mes/comensales:** Para el caso de restaurantes o locales semejantes son estimados en función del número de sillas.
3. **m3/mes/cama:** Para el caso de hoteles, hostales u otros tipos de alojamientos, preferiblemente deben ser clasificados por categoría.

4. **m3/mes/habitante:** Para el caso de clientes domésticos que viven en zonas con características de abastecimiento (horas de servicio y presión) o características socioeconómicas similares o por lo menos parecidas. Al respecto, aún no existen experiencias en el Perú, principalmente debido a la dificultad de obtener información fidedigna sobre el número de habitantes por predio. Sin embargo, se cuenta con experiencias alentadoras en otros países (Monedero I. et al., 2015) por lo cual podrá ser una opción a futuro.

Después de haber establecido indicadores, para el análisis de patrones de consumo se siguen los pasos siguientes:

Paso 1. Recolección de la información

Consiste en solicitar la data a las instancias correspondientes que se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. Recolección de la información para la elaboración del análisis de patrones de consumo

RUBRO DE CLIENTES	FUENTE	INFORMACIÓN SOLICITADA	PROBLEMAS FRECUENTES
Alojamiento	Dircetur	Nombre, dirección, número de camas, número de alojados.	Las informaciones de las respectivas DIRCETUR presentan la actualización muy variada, lo cual es más grave para el rubro de restaurantes donde existe una mayor fluctuación. Además la información omite locales informales.
Restaurantes	Dircetur	Nombre, dirección, número de mesas y sillas.	
Educación	DRE	Nombre, dirección, tipo de institución educativa y de nivel educativo, número de alumnos.	Se ha encontrado que las DRE requieren de un mayor seguimiento para la entrega completa de la información, pero esta resulta bastante precisa.
Doméstico	INEI	Dirección, número de unidades domésticas, número de habitantes.	La información de los censos resulta muchas veces deficiente, la definición de unidades domésticas deficiente y, dependiendo del tiempo que pasó desde el último censo, la data no se encuentra desactualizada.

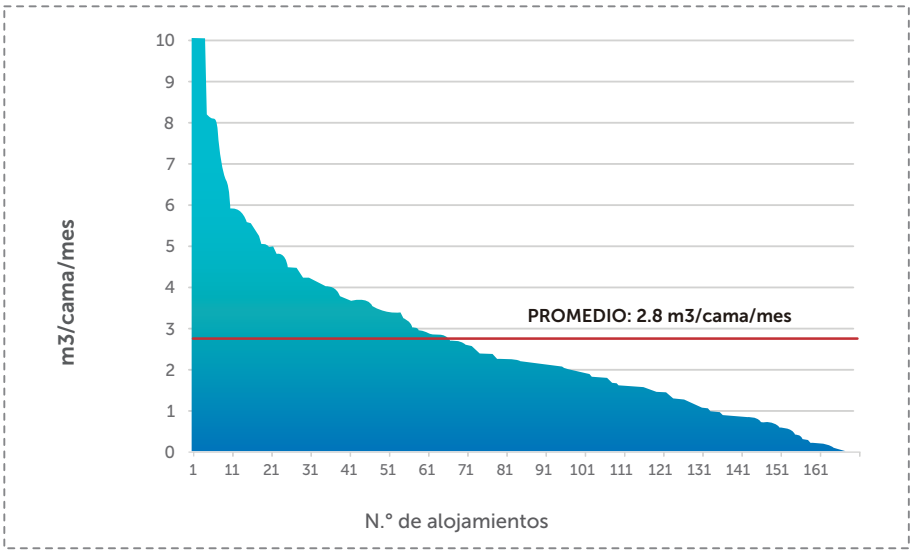
Paso 2. Cruce y depuración de la información

A continuación, se cruza la información obtenida con la de la EPS, asignando los códigos de identificación de clientes de la EPS a las direcciones/nombres de los establecimientos u hogares consignados por la fuente externa. Ello resulta con frecuencia muy dificultoso por las imprecisiones tanto en la data de las instituciones externas (señaladas en la tabla 3) como en la proporcionada por la misma EPS, no coincidiendo con frecuencia las direcciones y los nombres. Por ello en ciertos casos será necesario realizar inspecciones de campo para poder despejar dudas, especialmente cuando se tienen reportados clientes comerciales, que en el catastro de la EPS aún no figuran como tales, ameritando en este caso un cambio en la categoría tarifaria. Asimismo, es necesario depurar aquella información que ya resulta desactualizada como alojamientos o restaurantes que ya cerraron sus negocios o que se encuentran fuera del ámbito abastecido por la EPS. Una vez asignado a todos o la gran mayoría de los clientes su código catastral o de cliente, se procede a importar el consumo de los últimos meses o el promedio de consumo calculado por el sistema informático comercial.

Paso 3. Análisis estadístico

Consiste primero en calcular los indicadores correspondientes (m3/unidad analizada/mes, respectivos) para cada uno de los clientes de las listas depuradas. Con ello se obtiene un promedio y una curva de distribución de consumos mensuales comparables entre ellos (ver ilustración 6) y, por consecuencia, un listado de los clientes con consumos comparativamente bajos y muy bajos.

Ilustración 6. Curva de distribución de consumos por cama, por mes, en 169 hoteles de Tarapoto



El siguiente paso del análisis consiste en separar el listado de los clientes con consumos sospechosamente bajos. Para esto, se sugiere seleccionar al tercio de más bajo consumo/unidad evaluada/mes. Sin embargo, en localidades donde el hurto de agua es muy frecuente hay que tomar en cuenta que el promedio ya está afectado por estas acciones. En estos casos, es mejor seleccionar un grupo más grande para establecer valores confiables (los 40 % a 50 % más bajos). Antes de emprender una inspección en campo, se deben revisar los posibles causales que se desprenden de la información del sistema informático comercial, en específico:

- El cliente con un consumo sospechosamente bajo identificado es facturado por volumen asignado, es decir, nunca contó con un medidor. En este caso, lo más recomendable es la instalación de un medidor, ya que es de esperar que se obtenga una facturación bastante mayor.
- El cliente con un consumo sospechosamente bajo identificado es facturado por volumen promedio; no cuenta actualmente con un medidor. Debido a que existen abundantes razones por las cuales el consumo promedio se encuentra frecuentemente debajo del consumo real, se sugiere instalar rápidamente un nuevo medidor.
- El cliente con un consumo sospechosamente bajo identificado es facturado por volumen medido con un medidor que ya puede haber pasado su vida útil, expresada en el registro de m3 y, por ende, debería ser renovado (ver tabla 2 en el ítem 3.4).

Existen otras razones que pueden explicar un consumo sospechosamente bajo, como el cierre de un restaurante u hotel o la instalación de un pozo propio, etc., por lo cual se debe averiguar la situación por medio de inspecciones de campo. Por ello, la lista de clientes a ser inspeccionados previa a la búsqueda de posibles hurtos consiste en la lista ya preidentificada, solamente quitando aquellos casos con las explicaciones que pueden darse en gabinete. Para la realización de las inspecciones consulte el capítulo 4.

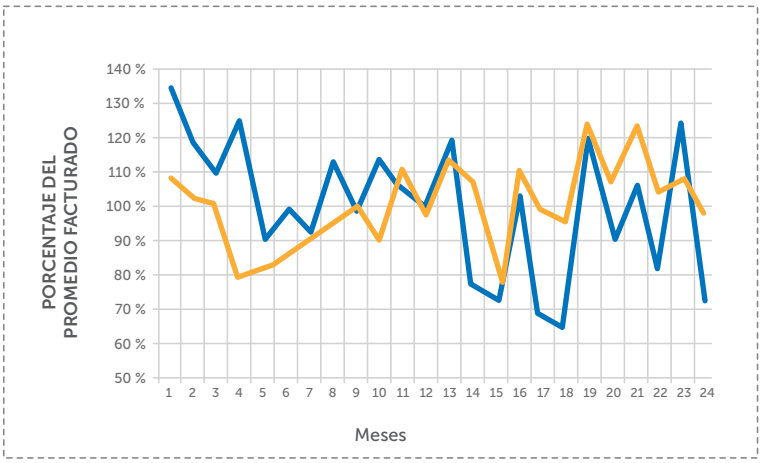
Finalmente, cabe recalcar que para ciertos tipos de consumidores (por ejemplo, industriales) es imposible establecer un patrón de consumo realista debido a la diversidad de ellos. Por dicho motivo, el método de patrones de consumo tiene que ser completado necesariamente con otros métodos.

3.7 Análisis comparativo de historiales de consumo de agua y electricidad

En algunos países de América Latina se ha cruzado la información de los historiales de consumo de los servicios de agua y electricidad, esto posibilita detectar caídas de consumo importantes en uno de los dos servicios que no corresponden con el consumo del otro. La razón de ello es que hay una cierta correspondencia entre ambos servicios, porque si bien las fluctuaciones mensuales del consumo en el servicio de electricidad son menores que las del servicio de agua, la mayoría de veces presentan la misma tendencia de subida o bajada (ver ilustración 7).

Las entidades prestadoras en el Perú y las empresas de electricidad se manejan a nivel nacional en forma independiente. Si bien podrían cruzar información entre ambas, se ha encontrado en un ensayo piloto en Chachapoyas que este método tiene muchas limitaciones, como:

Ilustración 7. Variaciones mensuales en porcentaje del consumo promedio de un hotel (electricidad: amarillo; agua: azul). En algunos meses las bajadas y subidas se presentan con un retraso en el servicio de electricidad debido a que la fecha de lectura es una semana posterior al servicio de agua



Divergencias de los datos catastrales de ambas empresas prestadoras de servicio:

Se ha encontrado que los titulares de las conexiones varían con frecuencia en un mismo predio, tal como las direcciones. Asimismo, hay variaciones ortográficas tanto en los nombres como en las calles (Jr. en vez de Jirón, etc.) lo cual dificulta corresponder los historiales de ambos servicios, especialmente cuando se desea hacer cálculos automatizados con bases de datos de muchos clientes. Esta limitante no puede ser siempre superada con una actualización catastral de la EPS, porque las diferencias pueden ser causadas también por el catastro de la entidad que administra el sistema eléctrico.

Multiplicidad de conexiones en uno de los servicios:

Otra dificultad no menor consiste en que hay con frecuencia varias conexiones de electricidad en predios con una sola conexión de agua y viceversa (con menor frecuencia). En muchos casos es aún más complejo (ver ilustración 8).

Ilustración 8. Predio con 7 medidores de electricidad, 5 de agua potable y 1 conexión de alcantarillado

Divergencias de las fechas de lectura:

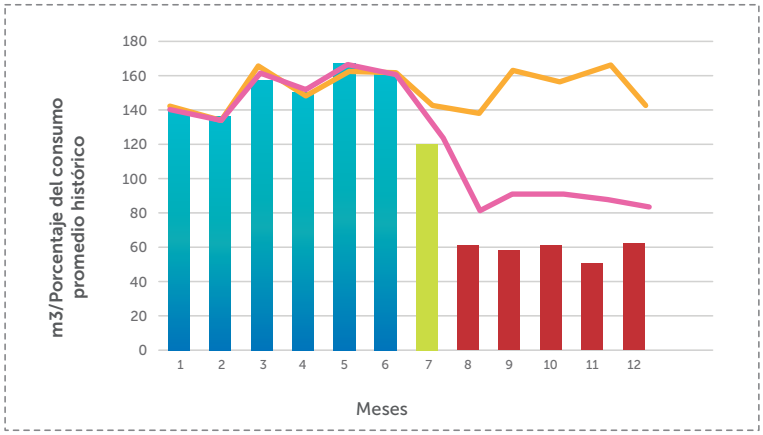
Las fechas de lectura entre ambos servicios coinciden pocas veces. Si bien se realizan casi siempre hacia el final del mes pueden divergir hasta por 10 días. Se pueden calcular los consumos parciales para este periodo de tal forma que la data es más comparable, pero de todas formas se pierde algo de precisión.

Aun no pudiendo realizar un trabajo en forma automatizada y masiva con la data de todos los clientes, un cruce de información sí podrá ser recomendado para otros fines. De hecho ello es también de interés para las empresas de energía donde ocurren al igual que en los servicios de saneamiento muchos hurtos. Así la data del sector de electricidad podrá servir a las EPS para lo siguiente:

1. Identificar aquellos predios en el ámbito de las redes, con conexión de electricidad y consumo actual, es decir, habitados, pero que no son clientes de la EPS.
2. De la misma forma identificar conexiones en corte, pero con consumo actual de electricidad.
3. Identificar medidores con consumo 0 (o muy cercanos a 0) del servicio de agua, pero con consumo actual de electricidad.
4. Identificar aquellos predios que tienen varias conexiones de energía, pero una sola de agua (y alcantarillado) para saber dónde puede ser de utilidad realizar independizaciones de los servicios o aplicar más unidades de uso.
5. Para los casos de bajas súbitas y permanentes en el consumo, preidentificados con el método expuesto de historiales de consumo, la contrastación con el historial de consumo de electricidad puede servir a perfección para averiguar la razón de la baja.

Sobre este último caso es necesario precisar: Hacer este análisis tiene como finalidad poder distinguir entre caída en el consumo real y hurtos. Para ello solo se analizan aquellos tramos en el historial de un cliente que resultaron sospechosos: caídas repentinas que se mantienen en el tiempo. Luego este tramo se compara con el desarrollo del consumo de electricidad, para lo cual se recomienda aplicar variaciones mensuales porcentuales en función del promedio de consumo y sobreponer ambos datos como se muestra en la ilustración 9. El gráfico indica que se estaría ante un muy probable caso de hurto de agua, si el consumo de electricidad no varía sustancialmente ante una caída del consumo medido de agua, si este se mueve en la misma dirección.

Ilustración 9. Las barras representan el historial de consumo de agua en m3 con una caída súbita repartida entre los meses 7 y 8, que se prolonga de modo permanente. La línea rosada representa la caída del consumo de agua para el mismo periodo (en este caso, se sospecha una caída real del consumo de agua, mientras la línea naranja muestra que no hubo caída en el consumo de electricidad), lo cual confirma que se está ante un caso de hurto de agua.



3.8 Preidentificación de no clientes

Para el tratamiento de este grupo de usuarios se ha dedicado el manual 2: "Captación de nuevos clientes". Cabe acotar que apenas se detecten hurtos de este grupo, lo principal es convertirlos en clientes regulares. Sin embargo, siempre quedan unos pocos usuarios clandestinos que son reacios a la regularización. Para estos casos específicos muchas veces es necesario localizar la conexión clandestina (o la derivación de una conexión vecinal) por lo cual estos usuarios deben ser incorporados en el listado de posibles o probables hurtadores y proseguir con la localización de la conexión ilegal con uno de los métodos propuestos en el capítulo 5 del presente manual.

3.9 Preidentificación de clientes inactivos

En los clientes inactivos, cortados por falta de pago o baja voluntaria indeterminada, ocurre normalmente la mayor cantidad de hurtos. La principal forma de hurtar es rehabilitando el servicio ilegalmente al violar el corte de alguna manera. Para prevenir esto, se puede revisar el manual 5: "Gestión de la cobranza e inactivos". Sin embargo, también existen casos en los cuales el cliente inactivo no rehabilita el servicio sino que lo obtiene a través de conexiones adicionales o bypass. En consecuencia, se recomienda incluir los clientes con servicio cortado por más de un mes y sin corte violado en el listado de clientes sospechosos de cometer hurtos. Para aquellos clientes inactivos que se encuentran con un corte violado, se aconseja aplicar un corte más drástico.

3.10 Preidentificación de clientes no cortables

Una de las principales razones por las cuales no se les puede cortar el servicio a los clientes morosos es que sus conexiones, incluyendo las cajas del medidor, no se pueden ubicar a pesar de identificar correctamente el predio en cuestión. Ello tiene como efecto que la EPS deje de facturar por los servicios después del vencimiento de las fechas de pago del segundo recibo mensual, es decir, el cliente se convierte en inactivo en el sistema comercial de la EPS a pesar de que su servicio queda activo. Por consiguiente, la tarea de la EPS es localizar rápidamente estas conexiones para evitar que sigan recibiendo los servicios en forma gratuita.

La información de estos casos aparece en los reportes mensuales de los técnicos de corte y reapertura como código de observación por no haber realizado el corte. Debe tomarse en cuenta que la no ubicación de la caja de registro de la conexión se debe muchas veces a causas de impedimento temporales (un montículo de desmonte, un carro estacionado en la caja, etc.) que se solucionan al poco tiempo. Por ende, solamente se debe incluir en el listado de conexiones a inspeccionar y localizar a aquellas que aparezcan de forma reiterada con la imposibilidad de cortar por la causa "conexión no ubicable".

Asimismo, es necesario que las EPS especifiquen las causas de no haber podido realizar el corte, si ha sido que el predio o la conexión misma no se ha podido localizar, con el fin de solucionar la primera con una inspección catastral y la segunda con técnicas de localización de tuberías enterradas.

3

MÉTODOS DE PREIDENTIFICACIÓN DE CASOS SOSPECHOSOS DE HURTOS

Resumen

- Hay muchas maneras de identificar casos sospechosos de hurto de los servicios. Es preferible usar varios o todos los métodos para hacer un trabajo tanto preciso como exhaustivo.
- La labor de identificar casos sospechosos es muy trabajosa y requiere de mucha información como insumo.

Preguntas

- De qué manera se identifican hasta la fecha posibles casos de hurto en su EPS?
- ¿Las actas de contrastación son vaciadas completamente al sistema informático comercial de su EPS?

Tareas

- Elabore el patrón de consumos de los hoteles de la localidad principal de su EPS.
- Entreviste uno por uno a los operarios de campo, tanto de la Gerencia Comercial como de la Gerencia de Operaciones, para identificar casos de hurtos o de sospechas de ello.

Recomen-daciones

- Intercambie datos con la empresa local de distribución de electricidad en provecho de ambas entidades.
- Encuentre formas inteligentes de incentivar la denuncia efectiva de los trabajadores y la población en general sobre casos de hurto.

4 INSPECCIONES DE CAMPO PARA CONFIRMAR O DESCARTAR LA PROBABILIDAD DE HURTO

4.	INSPECCIONES DE CAMPO PARA CONFIRMAR O DESCARTAR LA PROBABILIDAD DE HURTO	38
	4.1 Finalidades de la inspección según tipo de usuario	39
	4.2 Verificación de la dirección del predio	39
	4.3 Determinación del estado de habitabilidad del predio	40
	4.4 Revisión del estado de corte del servicio	40
	4.5 Verificación de la conexión	40
	4.6 Verificación del número y registro del medidor	41
	4.7 Verificación de cambios en el uso del predio	41
	4.8 Verificación de fuentes de abastecimiento alternativas	41
	4.9 Revisión y contrastación del medidor	42

4.1 Finalidades de la inspección según tipo de usuario

Las inspecciones de campo tienen como finalidad principal averiguar en el sitio la existencia de un hurto, la situación del predio y el uso de los servicios de agua potable y el alcantarillado sanitario. Sobre ello se puede confirmar la sospecha del hurto o excluir aquellos casos sospechosos que en realidad no tienen como causa un hurto.

Dependiendo del tipo de predio/cliente preidentificado con los métodos descritos en el capítulo anterior, los objetivos específicos de la inspección de campo varían ampliamente como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Información a ser obtenida mediante la inspección domiciliaria, acorde al tipo de predio o cliente preidentificado como sospechoso de cometer el hurto de los servicios.

	NO CLIENTES (factibles)	CLIENTES INACTIVOS	CONEXIONES QUE NO SE PUEDEN CORTAR (inubicables)	CLIENTES CON REGISTRO DE CONSUMO CERO	CLIENTES CON REGISTROS MUY BAJOS
VERIFICACIÓN DE LA DIRECCIÓN	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE HABITABILIDAD	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO
REVISIÓN DEL ESTADO DE CORTE	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
VERIFICACIÓN DE LA CONEXIÓN O CONEXIONES	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
VERIFICACIÓN DEL MEDIDOR	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
VERIFICACIÓN DE CAMBIOS DE USO	NO	NO	NO	NO	SÍ
VERIFICACIÓN DE FUENTES ALTERNAS	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
REVISIÓN O CONTRASTACIÓN DEL MEDIDOR	NO	NO	NO	SÍ	SÍ

Como se puede apreciar, el grado de complejidad en la inspección es mucho mayor en clientes activos con medidor y en clientes en estado de corte, y menor en factibles y conexiones no cortables. A continuación, se describen las variables a inspeccionar haciendo hincapié en cómo obtener información fehaciente.

4.2 Verificación de la dirección del predio

La inspección de campo siempre se iniciará verificando que el predio se ubique en la dirección indicada. Como resultado se puede, a veces, disipar las sospechas en el caso de que la referencia catastral resulte demasiado imprecisa para ubicar el predio. Casos parecidos puedan ocurrir también con aquellos usuarios cuya conexión (con o sin su medidor) no está asignada correctamente al predio. Catastros georreferenciados permanentemente actualizados ayudan sobremanera a eliminar esta fuente constante de errores.

4.3 Determinación del estado de habitabilidad del predio

Saber si un predio está actualmente habitado es primordial para determinar si la causa de sospecha de hurto es simplemente que no hay consumo. Ello es específicamente importante para los predios factibles, los sin consumo y los inactivos.

Establecer si un predio está en uso puede hacerse de formas diferentes:

- **Observación de signos externos:** Personas entrando y saliendo, puertas abiertas, ropa colgada, luces encendidas, sonidos perceptibles fuera del predio, etc.
- **Entrevistas:** Normalmente los vecinos pueden dar razón si un predio está en uso o no.
- **Revisar el consumo de electricidad**: Verificar in situ si el medidor de luz del predio está registrando en el momento de la inspección. Caso contrario, se puede realizar la lectura del medidor con dos fechas diferenciadas, salvo que ya se cuente con una lectura registrada en el anterior catastro.

4.4 Revisión del estado de corte del servicio

Para el caso de los clientes inactivos desde hace más de un mes se verifica primero si el corte del servicio sigue intacto o, de lo contrario, ha sido rehabilitado en forma indebida. En el caso de rehabilitación ilegal se procede a notificar al cliente y realizar un corte más drástico, acorde a las indicaciones expuestas en el manual 5: "Gestión de la cobranza e inactivos". En caso el corte persista, y si no existe otra de las causas descritas en el presente capítulo que pueden dar lugar a descartar el hurto del agua, se procede con la detección y localización de instalaciones clandestinas, acorde a lo descrito en el capítulo 5.

4.5 Verificación de la conexión

Una de las razones más frecuentes para una sospecha no justificada es la existencia de otra conexión legal en el mismo predio. En específico:

Usuarios factibles

Es frecuente que los usuarios cuenten con una conexión subregistrada (o ambas conexiones), ejecutada por algún proyecto, con todos los accesorios. En este caso lo importante es averiguar si la conexión, sea la de agua o desagüe, ya está empalmada al predio y en uso. Si la conexión está en uso se recomienda proceder según los procedimientos expuestos en el manual 2: "Captación de nuevos clientes".

Clientes cortados durante mucho tiempo

En caso el cliente disponga de otra conexión no tiene ninguna razón para reaperturar la conexión inactiva (en corte). Ello ocurre, por ejemplo, cuando hay un cambio de propietario en un predio y el antiguo tiene una deuda pendiente de importancia, la que no quiere asumir el nuevo dueño, quien prefiere dejar sin pagar la deuda, y solicita e instala una conexión nueva.

Clientes con conexiones inubicables

En este caso la inspección de campo puede tener como resultado que la inubicabilidad de la conexión sea por una causa temporal como, por ejemplo, obras públicas. Ante esta situación, muchas veces solo queda la posibilidad de esperar hasta que la causa del problema desaparezca o, en casos que lo ameritan, remediarla.

Clientes activos con consumo cero o sospechosamente bajos

En ambos casos existe la posibilidad de que el cliente en cuestión tenga más de una conexión legal, teniendo que asegurar que todas sus conexiones cuenten con medidor y que eventualmente se anule una de las conexiones.

4.6 Verificación del número y registro del medidor

Consumos registrados sospechosamente bajos o nulos no solamente pueden deberse al hurto del agua, sino también a lecturas mal tomadas. Para ello se debe verificar primero si el número de medidor coincide con el predio correspondiente. Además, existe la posibilidad de que un medidor sea reemplazado sin que se reporte en el sistema, sea por equivocación de la EPS o porque un cliente usa temporalmente un "medidor fantasma".

A continuación se debe verificar la lectura, la cual puede haber estado mal tomada o puede tratarse de una lectura ficticia o fraudulenta. Para evitar la ocurrencia masiva de estos tipos de errores, se sugiere consultar el manual 3: "Gestión de la facturación".

Igualmente, es oportuno revisar la lectura del medidor en el caso de las conexiones inactivas con medidor, ya que en muchas ocasiones una rehabilitación ilegal del servicio se puede evidenciar por una diferencia de lectura desde el momento del corte hasta el momento de la inspección. Es incluso posible que el corte aparezca intacto, pero que sea activado ilegalmente en forma temporal.

4.7 Verificación de cambios en el uso del predio

Una de las razones por las que un cliente tiene bajas repentinas en su consumo, la cual luego persiste, puede deberse a un cambio en el uso del predio en cuestión, como el cierre de un negocio o la disminución de sus habitantes. El mismo inspector puede investigar el cambio tanto por signos externos como entrevistando a los propios usuarios o sus vecinos.

4.8 Verificación de fuentes de abastecimiento alternativas

Otro de los factores que el inspector tiene que investigar es la posibilidad de que los usuarios estén haciendo uso parcial o total de fuentes alternativas de consumo como lo son manantes, sistemas paralelos o pozos propios. La evaluación dependerá en alto grado de las condiciones de la localidad, por ejemplo, hay zonas con sistemas paralelos cercanos, barrios con presencia de manantes y localidades con napas freáticas muy altas que facilitan la perforación de pozos propios. Asimismo, es necesario conversar con el usuario y acceder a su predio para alcanzar mayor certeza de la situación. La negación de la solicitud de acceso al inspector es una razón para incrementar la sospecha de que se trata de un caso de hurto. Si la baja del consumo es por el uso de fuentes alternativas, se debe considerar que el agua consumida de dichas fuentes, en la mayoría de casos, va al servicio de alcantarillado y debe ser facturado acorde al artículo 91 del Rcpss.

Adicionalmente, existe la posibilidad de que el predio en cuestión se abastezca del agua de un predio vecinal vía una derivación interna. Para detectar esta servidumbre de paso, es necesario que todos los clientes cuenten con un medidor de consumo. Otra situación calificada como hurto consiste en el acarreo vía baldes, tanques cisterna o mangueras de agua potable, sacado de puntos accesibles de la red. Ello se da en pocas ocasiones en hidrantes, cuando estos no están debidamente asegurados, pero con mayor frecuencia en conexiones abandonadas en estado inactivo a lotes vacíos. Esta forma de hurto puede ser detectado con relativa facilidad por el inspector, ya que el sacado de agua en estos puntos deja en su mayoría charcos de agua visibles. La única forma de evitarlo consiste en realizar cortes drásticos o levantar estas conexiones.

4.9 Revisión y contrastación del medidor

Otra explicación posible para registros de consumo sospechosamente bajo o nulo es que el medidor de consumo esté subregistrando o se haya paralizado, no necesariamente por su manipulación. En aquellos casos en que los demás resultados de la inspección ocular no lograron descartar la posibilidad de un consumo mayor al registrado, el medidor debe ser desinstalado y llevado al banco de medidores de la EPS para su revisión y contrastación (ilustración 10. Ello se debería hacer aún en el caso de que el medidor muestre signos de haber sido manipulado o vandalizado, apuntando estos signos en el acta de inspección, así como el tipo de actividad que se realiza en el predio y de ser posible su magnitud (número de habitantes, por ejemplo). Ello es de especial importancia ya que, en algunos casos, como cuando el medidor fue invertido, este no muestra signos externos de manipulación. Si el resultado de la contrastación del medidor es que este está paralizado o subregistra porcentajes que pueden disipar la sospecha de hurto, debería ser reemplazado inmediatamente por uno nuevo. De lo contrario, se debería seguir con los siguientes pasos de la búsqueda, descritos en el capítulo siguiente.

Ilustración 10. Contrastación de medidores en un banco de medidores

4

INSPECCIONES DE CAMPO PARA CONFIRMAR O DESCARTAR LA PROBABILIDAD DE HURTO

Resumen

- La inspección domiciliaria del predio determinará si las sospechas de hurto de los servicios se disipan o se confirman.
- Los objetivos de la inspección dependen del tipo de hurto del cual se sospecha.

Preguntas

- ¿Su EPS cuenta con data actualizada acerca del estado de los clientes de consumo 0, inactivos de más de un mes y los predios factibles?
- ¿Su EPS usa o ha usado alguna vez los datos del consumo de electricidad para determinar si un predio está habitado?

Tareas

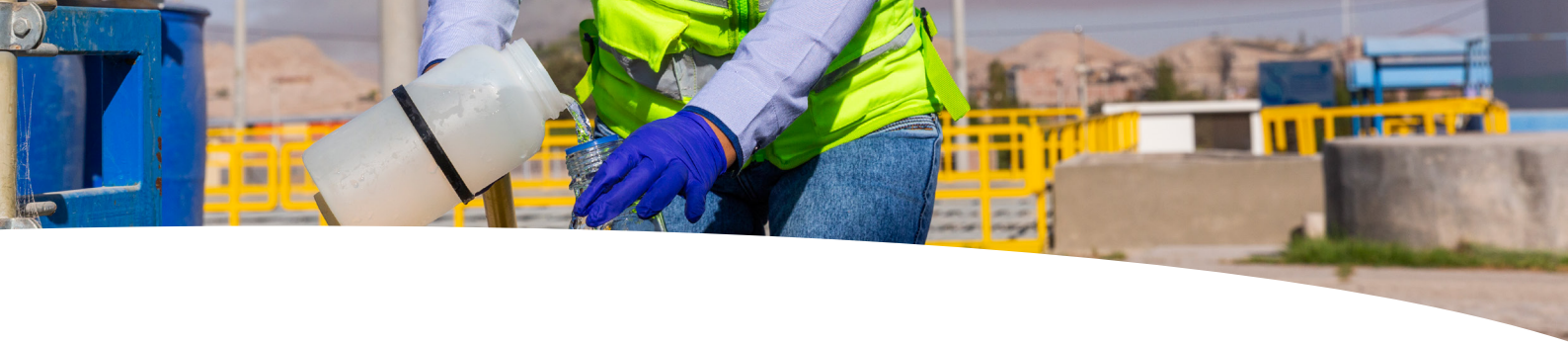
- Realice inspecciones a los clientes de consumo 0, inactivos de más de un mes y a los predios factibles según las indicaciones descritas y anote los resultados.

Recomen-daciones

- Las EPS, específicamente aquellas con alto índices de hurtos, deben contar con formatos precisos y diferenciados para cada caso e inspectores capacitados para realizar las labores de inspección ocular.

5 MÉTODOS DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES ILEGALES

5.	MÉTODOS DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES ILEGALES	44
	5.1 Generalidades acerca de la detección y localización de instalaciones ilegales	45
	5.2 Detección del uso ilegal de los servicios	45
	5.3 La localización con el método electroacústico	47
	5.4 La localización con cámaras endoscópicas	50
	5.5 La localización con georradar (GPR)	54
	5.6 Detección con datalogger de presión	58
	5.7 Localización de conexiones ilegales de alcantarillado	61
	5.8 Métodos de localización no recomendables	61
	5.9 Selección de métodos de localización y detección	63



5.1 Generalidades acerca de la detección y localización de instalaciones ilegales

Antes de emprender la localización en campo de instalaciones clandestinas, se debe tener muy claro lo que se busca y una sospecha fundada, deben haberse seguido los pasos anteriormente descritos; de esta manera, se evitarán sobrecostos y la frustración del personal por haber trabajado en vano.

En el campo es importante distinguir entre lo que es la detección de instalaciones ilegales y la localización de estas. La detección consiste en que la EPS logra averiguar con un alto grado de seguridad que un usuario hurta agua potable o elimina en forma ilegal sus desagües a las redes de alcantarillado. La localización consiste en conocer con precisión dónde se ubican las instalaciones ilegales, lo cual se logra con métodos y tecnologías de localización.

En muchos casos puede ser de utilidad proceder primero a intentar confirmar el uso clandestino de uno o de los dos servicios para erradicar la duda de si realmente hay un uso ilegal, aunque sin poder saber de qué manera se da este, pues aún con la mejor forma de preidentificación de casos sospechosos siempre queda cierta incertidumbre. Algunas de estas formas son descritas en el acápite siguiente.

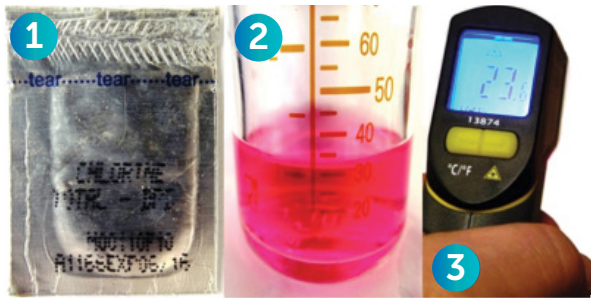
Para que la EPS pueda localizar instalaciones ilegales con bastante precisión, en corto tiempo y a bajos costos, es indispensable que cuente con las tecnologías apropiadas y el personal entrenado en su uso. Para ello debe conocer en primer lugar los métodos disponibles, así como sus ventajas y desventajas. En el presente capítulo se exponen todos aquellos métodos de detección y localización de instalaciones ilegales que están actualmente en uso en el Perú y en otros países, para luego exponer algunas recomendaciones sobre la adecuada selección acorde con las circunstancias locales de cada EPS.

5.2 Detección del uso ilegal de los servicios

Antes de proceder a la localización con cualquiera de las técnicas recomendadas, se puede confirmar en muchos casos si la sospecha del uso ilegal es certera con unos pasos previos de rápida aplicación y con requerimientos de implementos simples, de bajo costo (ver ilustración 11). Ello es especialmente recomendable cuando hay una sospecha no tan firme, porque el intento de localización demora mucho más cuando finalmente no se encuentra nada. Algunas de las formas de detección rápida del uso clandestino son las siguientes:

Posible variante:
Los métodos de detección aquí descritos teóricamente podrán ser aplicados en el marco de la inspección previa a la cual se refiere el capítulo 4, específicamente si el inspector está capacitado para ello y cuenta con tiempo suficiente.

Ilustración 11. Implementos para la detección del uso clandestino



1. Polvo indicador de cloro residual libre.
2. Frasco con agua clorada e indicador de cloro residual.
3. Termómetro infrarrojo digital.

Rebote de agua desde el interior del predio

En algunas ocasiones, instalaciones clandestinas como conexiones adicionales (aunque especialmente los bypass), son conectadas a un circuito interior único. En caso de que no tengan su propia llave o que la llave esté abierta, el agua saldrá desde el predio por la conexión legal. Por ello, es recomendable cerrar primero la llave de paso que va hacia la red y abrir la contratuerca del medidor hacia el predio. Si sale solo un poco de agua, esta es la que ha quedado en la tubería interna; si sale por varios minutos o a una mayor presión es posible que se trate de agua almacenada en un tanque elevado.

En la mayoría de los casos, se distingue fácilmente el agua almacenada por su mayor temperatura que el agua fresca de las redes, se pueden despejar dudas con un termómetro digital (no se recomiendan los analógicos debido a la mayor demora para indicar la temperatura).

En algunas localidades también existe la posibilidad de que se trate de agua de otras fuentes como de manantes o pozos. Esta agua se distingue por sus características organolépticas o, de no ser así, porque no tiene cloro residual o lo tiene en una concentración diferente a aquel de la EPS, lo cual se puede averiguar con un simple comparador visual de cloro residual libre.

Otra forma más sencilla de confirmar el uso clandestino es aplicada por Sedapal y consiste en medir la presión del agua que sale del interior del predio, después de cortar la conexión legal. Ello se realiza con un manómetro simple en la salida auxiliar de la válvula hacia la casa, comparando la presión en este punto con la presión de la red. Si ambas presiones son iguales se sabe que el circuito interior de la casa está conectado de alguna forma a la red pública.

Detección de cloro residual en el desagüe

El mismo indicador de cloro residual podrá ser utilizado en aquellos predios que supuestamente solo cuentan con fuente propia, pero usan el desagüe de la EPS, tomando una muestra del desagüe que sale por la caja de registro, luego de esperar un momento para que no salga muy contaminada.

Inspección interna

Aunque es poco probable que los usuarios del agua en forma ilegal den acceso al predio al personal de la EPS para contrastar si hay agua, aun habiendo cerrado la conexión, existen casos en los cuales la inspección interna es posible, como en edificios de muchos departamentos con una conexión única, donde no todos los usuarios están advertidos de que el edificio se abastece de forma ilegal.

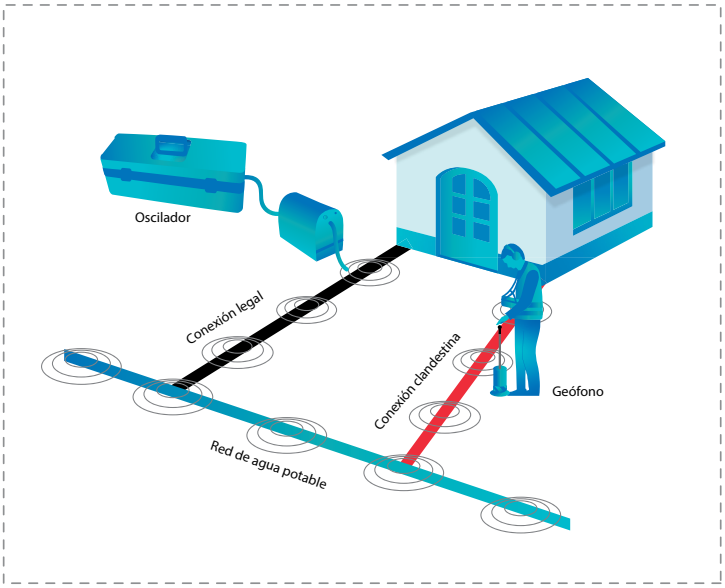
Comparación del registro del medidor con el flujo del desagüe

Si un medidor, cuyo perfecto funcionamiento ya ha sido constatado en los pasos anteriores, (ítem 4.9) no presenta ningún movimiento de su registro mientras sale abundante desagüe en la caja de registro del predio respectivo, se constata igualmente un uso clandestino. Este método es de mucha utilidad en predios de uso industrial con horarios de producción conocidos, teniendo que cuidar que el personal de la EPS que realiza la inspección no sea notado al hacer esta contrastación. Asimismo, hay que descartar las otras opciones ya mencionadas como el uso de agua almacenada en tanques y fuentes propias.

Solamente en el caso de que se detecte o confirme la existencia de una fuente propia se puede abandonar la búsqueda. De modo contrario, se sigue con el paso de la localización propiamente dicha, tanto en el caso donde se confirmó el uso ilegal como también donde no se pudo realizar ninguna prueba de detección inicial.

5.3 La localización con el método electroacústico

Ilustración 12. Esquema básico del funcionamiento de la localización electroacústica de conexiones ilegales



Este método consiste en ubicar las instalaciones clandestinas induciendo un sonido en las tuberías, que posteriormente puede ser localizado desde la superficie con el uso de un geófono, como el que es de muy amplio uso para la localización de fugas de agua potable (ver ilustración 12). Para ello se procede de la siguiente forma:

Paso **1.**

Se busca un punto de la red cercano al predio sospechoso de contar con una conexión ilegal, para instalar un oscilador que induce el sonido a la tubería. El punto óptimo es con frecuencia la caja del medidor de una conexión domiciliaria vecina. El sonido en las tuberías puede ser inducido por osciladores de dos formas:

- Con golpes al exterior de la tubería con una especie de martillo eléctrico (ver ilustración 13).
- Con golpes de ariete a la columna del agua en la red.

Ilustración 13. Colocación del oscilador que emite golpes a la tubería en la caja del medidor de agua

Paso **2.**

Se enciende el oscilador y se regula tanto la fuerza como la frecuencia de los golpes. De esta forma, se propagan los sonidos de los golpes por las tuberías de agua, incluyendo a la red pública y a la conexión clandestina conectada a esta.

Paso **3.**

Se camina lentamente sondeando con el geófono por los bordes del predio sospechoso (ver ilustración 14). Es importante considerar que, al iniciar la búsqueda, no se sabe si la conexión ilegal está conectada a la red o a una conexión vecina, por lo cual es necesario sondear tanto paralelamente el tubo principal de la red de agua, que pasa por el predio en cuestión, como también en ángulo recto respecto a la red hasta los límites del predio sospechoso.

Ilustración 14. Localización de los sonidos trasmitidos por la tubería con un geófono

Paso **4.**

Cuanto más se acerque el geófono a una tubería (legal o ilegal), más fuerte se percibirá el sonido producido por los golpes. En el lugar donde el sonido de los golpes se perciba mejor y donde según los planos de la red no existe ninguna tubería legal, es, por consiguiente, donde se encuentra la conexión ilegal buscada.

Paso **5.**

Se realizan las excavaciones en el lugar identificado hasta encontrar las instalaciones de la tubería clandestina. Luego se procede acorde al reglamento de la EPS (ver capítulo 7).

Para saber cuál de los dos osciladores es el correcto de usar al momento de emprender la búsqueda de conexiones ilegales hay que tomar en cuenta los factores siguientes:

- **Distancia desde el punto donde se conecta el oscilador hasta el predio sospecho de contar con una conexión ilegal:** Debido a que la distancia en la cual aún son audibles los ruidos producidos por las ondas de presión es mayor a la de los golpes al exterior de la tubería, se sugiere usar el primer equipo en los casos donde no haya puntos de agua accesibles muy cercanos al predio sospechoso.

- **Presión del agua:** La fuerza producida al interior de la tubería por los golpes de presión es mayor en sistemas de agua con altas presiones, por lo cual son más fáciles de localizar y a mayor distancia, esta puede ser la opción preferida en sistema de alta presión. Por otro lado, la trasmisión del sonido producido por los golpes externos a la tubería no varía con la presión del agua, por lo que esta puede ser la opción preferida en zonas con muy poca presión (debajo de 10 mca) cuando la distancia de localización es mayor con ese equipo.

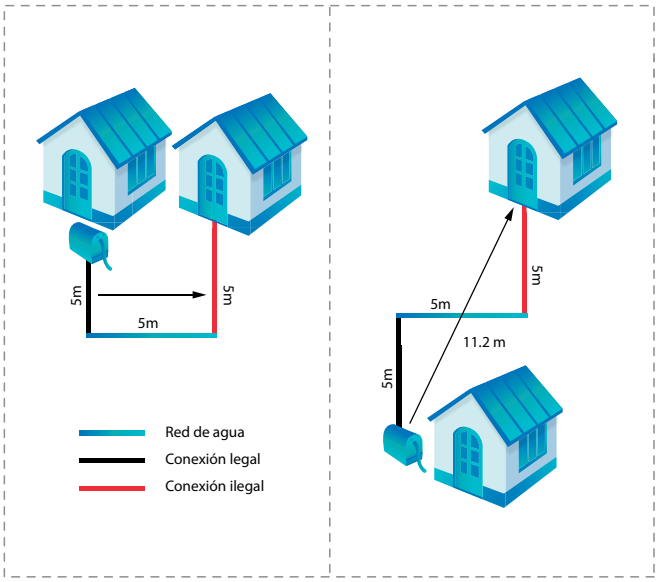
- **Continuidad del servicio de agua potable:** El método electroacústico puede ser usado tanto en tubería llena como en tubería vacía, aunque en el último caso solo podrá usarse la inducción del sonido a través de los golpes externos. Sin embargo, se ha podido comprobar que los los golpes externos a la tubería vacía se propagan inclusive algo mejor que con la tubería llena, por lo cual es un método perfectamente aplicado en sistemas intermitentes de pocas horas de servicio. Lo mismo no aplica, sin embargo, en tubería de polietileno de alta densidad (HDPE), cuya consistencia suave no trasmite bien los golpes en la tubería.

- **Facilidad de uso:** El martillo eléctrico que da los golpes externos a la tubería es de mucho más fácil y rápida colocación que el oscilador que emite los golpes de ariete a la columna del agua. Por ello, si hay dudas sobre cuál de los dos hay que usar, es preferible realizar el primer intento con el martillo eléctrico.

El método electroacústico ha comprobado ser sumamente útil y es de hecho usado en varios países del mundo, tanto para la localización de tuberías de redes en catastros técnicos como para la localización de conexiones clandestinas. Es una técnica de inversión moderada, porque en la gran mayoría de las EPS ya se cuenta con geófonos, mientras el costo de los osciladores no debería superar los US$ 4,000. Sin embargo, tiene también algunas desventajas y límites en su aplicación:

- El sonido producido por los golpes externos a la tubería difícilmente llegan a distancias mayores de 25 metros de recorrido por las tuberías; y en el caso de los golpes de presión, a distancias máximas de 50 a 60 metros. Para los casos que se tengan que localizar conexiones clandestinas en zonas sin puntos de acceso a la red se tiene que usar otro método.

Ilustración 15. Comparación de las distancias que recorre el sonido pasando por el subsuelo y la red cuando el oscilador es instalado en el lado opuesto de la calle



- El sonido se propaga también por subsuelos muy compactos o pedregosos casi igual que por las tuberías, confundiendo así al operador del geófono, especialmente a los operadores no muy especializados, lo que dificulta mucho la localización. Una forma de mitigar en algo el impacto de ello es cambiar el lado de la calle. De esta manera, se incrementa la distancia que por el subsuelo recorre el sonido desde el equipo emisor de golpes, sin aumentar el trayecto que recorre el sonido de la tubería (ver ilustración 15). Por consecuencia, el sonido trasmitido por la tubería se percibe de manera más nítida.
- El hecho de que algunas instalaciones clandestinas se ubican justo por debajo de las conexiones legales (los bypass, principalmente) imposibilita localizarlas con este método. Ello es debido a que el sonido trasmitido a través de las tuberías legales y las ilegales se sobrepone, no pudiéndolas distinguir acústicamente. Por ello, habiendo hecho un intento de localizar una conexión clandestina con este método sin éxito se sugiere emplear otro para detectar si hay un bypass.

5.4 La localización con cámaras endoscópicas

Este método consiste en introducir cámaras de video de pequeño diámetro, guiados por cables rígidos o semirrígidos por la red o la conexión domiciliaria para observar la presencia de acometidas irregulares (ver ilustración 16). Este método también es usado para detectar fugas en las redes de agua y para ubicar daños y obstrucciones en las redes de alcantarillado. Este tipo de cámaras endoscópicas es también llamado boroscopio. Para su uso en la localización de instalaciones ilegales se procede de la forma siguiente:

Paso **1.**

Para que las imágenes captadas por las cámaras endoscópicas puedan ser bien visualizadas es necesario cortar el servicio en el sector donde se realizan las inspecciones. Para evitar que se produzcan estancamientos de agua en ciertos puntos, puede ser necesario drenar el agua que queda en la tubería por las conexiones cercanas.

Aunque existen algunas cámaras que también funcionan con la tubería llena, no son de mucho uso debido a que es difícil colocarlos en tuberías con presión de diferentes materiales y diámetros.

Ilustración 16. Cámara endoscópica para la inspección de conexiones domiciliarias

Paso **2.**

Se tiene que acceder al punto de la red donde se introducirá la cámara. Este punto depende de si se busca una conexión ilegal a la red o una derivación a una conexión domiciliaria. En el primer caso se usan cámaras de mayor diámetro, dirigidos por cables muy rígidos que permiten inspeccionar largos trayectos rectos de la red matriz. Además, se tiene que cavar hasta llegar a la red y perforar un hueco por donde se ingresa la cámara, lo cual podrá conllevar tener que romper pistas asfaltadas o de concreto. En ciertos casos pueden existir válvulas de control que permiten el acceso sin necesidad de cavar ni perforar.

Para la búsqueda de una derivación a una conexión domiciliaria, se usan cámaras de menor diámetro y más flexibles para trayectos más cortos, como en las conexiones domiciliarias, donde pueden pasar por pequeñas curvaturas. Solo se tienen que desarmar los accesorios en la caja del medidor hacia la red. Ambos tipos de cámaras cuentan con luces regulables.

Ilustración 17. Introducción de la cámara endoscópica en la red matriz

Paso **3.**

Se introduce la cámara en la red matriz (ver ilustración 17), se enciende todo el equipo y se comienza a visualizar en una pantalla conectada el interior del tubo. Después, la cámara es empujada lentamente hacia adelante hasta encontrar alguna anomalía en la cual la cámara es jalada y empujada hasta que se tenga seguridad de qué se trata.

Paso **4.**

Al visualizar en la pantalla una acometida, se toma la distancia entre el punto en el cual la cámara fue introducida hasta el cabezal de la cámara. Para facilitar, la mayoría de las cámaras endoscópicas tienen reglas impresas en el mismo cable conductor. Posteriormente se recorre la misma distancia en la superficie con una wincha o mejor con una rueda de medición. En este punto se notará en la mayoría de los casos si la acometida pertenece a una conexión domiciliaria legal, identificable por su caja del medidor, o por defecto a una conexión ilegal.

Paso **5.**

Se realizan las excavaciones en el lugar identificado hasta encontrar las instalaciones de la tubería clandestina. Luego se procede acorde al reglamento de la EPS (ver capítulo 7).

Paso **6.**

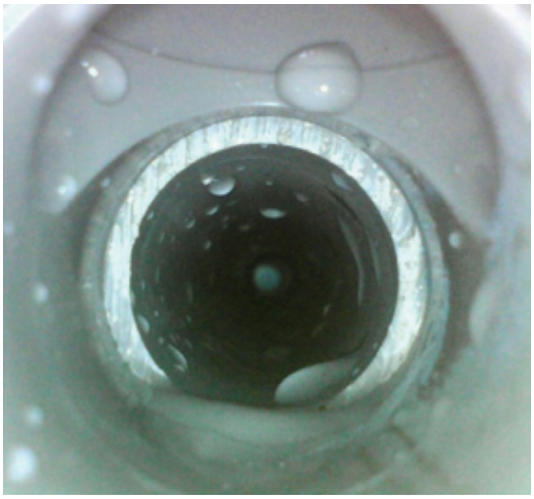
En el caso de que el sondeo con las cámaras endoscópicas se produzca en una conexión solo se tiene que volver a armar los accesorios en la caja del medidor, pero en el caso del sondeo en la red se tiene que sellar

el hueco dejado en la tubería matriz de tal forma que no se produzcan posteriormente fugas y obviamente volver a llenar el hueco y reponer la pista de ser necesario.

Este método de localización de conexiones ilegales ya fue usado con éxito en Sedapal y EPS Sedacusco. Sus principales ventajas son:

1. No se tienen falsos positivos, es decir, casos que erróneamente se identifican como conexiones clandestinas; se evitan así excavaciones en vano, salvo en casos muy específicos (acometidas clandestinas muy cercanas a una o varias acometidas legales, o abrazaderas antiguas).
2. El margen de error en la localización es mínimo, especialmente cuando se compara con los demás métodos, lo cual permite restringir las excavaciones necesarias para descubrir las instalaciones clandestinas.
3. Para predios muy grandes con sospecha de una conexión clandestina, este método tiene la ventaja de poder sondear hasta una distancia de 60 metros en ambas direcciones desde el punto donde se introduce la cámara.
4. Dependiendo de los accesorios de las conexiones domiciliarias (ver siguiente párrafo), el método de inspección con cámaras endoscópicas puede ser usado para encontrar derivaciones y bypass. Como es explicado en los acápites anteriores, estas últimas instalaciones ilegales son sumamente difíciles de hallar con los otros métodos.

Ilustración 18. Toma de agua de un bypass fotografiado por una cámara endoscópica



Sin embargo, el método tiene algunas desventajas importantes y algunas limitaciones en la aplicación para redes:

1. Para garantizar una visibilidad perfecta hay que evitar que las cámaras endoscópicas se empañen, se mojen o se ensucien. Ello es difícil de asegurar cuando se trata de redes con presencia de incrustaciones de cal o tubería de hierro corroídas. Se puede solucionar introduciendo la cámara primero en un punto de la red, y luego sacarla y limpiarla en otro punto a la distancia máxima que permite ser introducida. Posteriormente la cámara es jalada hacia atrás con mucha menos posibilidad de ensuciarse. Ello requiere, sin embargo, un mayor esfuerzo por requerir dos puntos de acceso a la red.
2. Otro problema es que en varios puntos de la red, específicamente en zonas con poca pendiente, el agua tiende a estancarse, debido a que las tuberías de agua se hunden un poco con el paso de los años tanto por el peso del agua que transportan como por la presión de las capas superiores a ellos, por ejemplo por la presión del tránsito o por eventos sísmicos. En estos puntos de estancamiento el

agua puede llegar a llenar la tubería parcialmente y tiene como efecto que gotas de agua se quedan en la cámara, restando visibilidad.

3. La principal limitación es el hecho de que se requieren puntos de acceso directo a la red de agua para introducir las cámaras endoscópicas. Cuando hay presencia de cámaras de válvulas que permiten un acceso directo a la red, sin la necesidad de excavaciones y rompimiento de pistas, ello no es una limitación. Sin embargo, se ha visto que en casi todas las EPS las válvulas de las redes no cuentan con cajas accesibles. Ello implica que necesariamente hay que romper la capa de las pistas, excavar hasta llegar a la red y perforarla para tener un acceso. Posterior a la inspección es preciso reparar la tubería de agua, de tal forma que no se ocasione una fuga, volver a llenar el hueco dejado por la excavación y reponer la pista. El costo y esfuerzo de ello es tan alto que pocas veces es justificable.
4. No se tienen estas dificultades en la aplicación de las cámaras endoscópicas pequeñas para conexiones. Sin embargo, su problema principal es que en muchas ocasiones simplemente no pueden ser introducidas debido a la presencia de accesorios que la obstaculizan. Si bien la flexibilidad del cable permite pasarla por curvaturas, se detiene cuando haya accesorios con bordes como codos de 90°, y la mayoría de las conexiones hechas en el Perú cuenta con este accesorio. Por ello solo pueden ser de utilidad en conexiones que van directo de la caja del medidor a la red, aquellas que profundizan el tubo usando una curva y en conexiones ejecutadas con tubos flexibles de HDPE. Este tipo de cámaras endoscópicas son muy económicas, su costo varía de US$ 300 a US$ 800.

5.5 La localización con georradar (GPR)

El georradar o GPR (Ilustración 19) es una tecnología que emite ondas electromagnéticas de banda ultra ancha al subsuelo y capta los reflejos que se producen en las diferentes capas del terreno, las cuales se propagan o reflejan en menor a mayor grado, dependiendo de la conductividad del material del subsuelo.

A partir del tiempo que transcurre entre la emisión de la señal inducida al subsuelo y la recepción de las señales de reflejo, el georradar calcula las profundidades de los diferentes reflejos, distinguiéndolos por su conductividad electromagnética.

Ilustración 19. Georradar en uso para la detección de conexiones clandestinas

El conjunto de las señales es luego convertido en una imagen que muestra un corte del subsuelo hasta una profundidad máxima de unos 10 metros, mucho más de lo que se requiere normalmente para la localización de conexiones ilegales. En esta imagen se puede observar cambios de conductividad de la señal, los cuales se dan cuando hay objetos enterrados, como tuberías entre otros, en el subsuelo.

Del mismo modo la procesadora interna del georradar puede combinar múltiples cortes en imágenes tridimensionales de un área previamente rastreada (Método de la Rejilla). Para el uso del georradar en la localización de instalaciones ilegales se procede de la forma siguiente:

Paso **1.**

Los tipos de georradar para la detección de conexiones clandestinas consisten generalmente en varias partes: el carrete, el emisor-receptor de las ondas y la unidad de procesamiento de datos con la pantalla. Estas tienen que ser ensambladas, conectadas y encendidas en el lugar donde se realizan los trabajos de localización.

Paso **2.**

Debido al hecho de que en la misma localidad las condiciones del subsuelo (conductividad, densidad, humedad, etc.) son diferentes, el georradar tiene que ser calibrado previamente para que pueda dar resultados óptimos. Salvo que el operador del equipo cuente con experiencia en la zona y conozca de memoria cuál es la configuración perfecta, el mejor método de calibración consiste en ir primero a una conexión legal, cuya ubicación es conocida con precisión y ensayar con las diferentes variables de calibración (tipo de subsuelo, frecuencias, etc.) que varían con el modelo de georradar usado. Se empuja el georradar encima de esta conexión lentamente en forma perpendicular, se repite esto con las diferentes configuraciones hasta encontrar aquella en la cual se nota la conexión más nítidamente y en la profundidad correcta.

Paso **3.**

Se inicia la búsqueda de la instalación clandestina. Para ello es necesario recalcar que el georradar puede localizar tubos cuando es conducido en ángulo recto sobre ellos. Sin embargo, en muchos casos, es desconocido si la conexión ilegal buscada está conectada a la red o a una conexión vecina, por lo cual es necesario (análogamente a la técnica electroacústica) empujar el georradar paralelamente a la red matriz, que pasa por el predio sospechoso, como también en ángulo recto respecto a la red, hasta los límites del predio. Al contrario del método de localización electroacústica, puede ser preferible hacer el rastreo más cercano a la red matriz que al predio, debido a que debajo de la vereda se esconden más objetos enterrados que hacia el lado de la red.

Paso **4.**

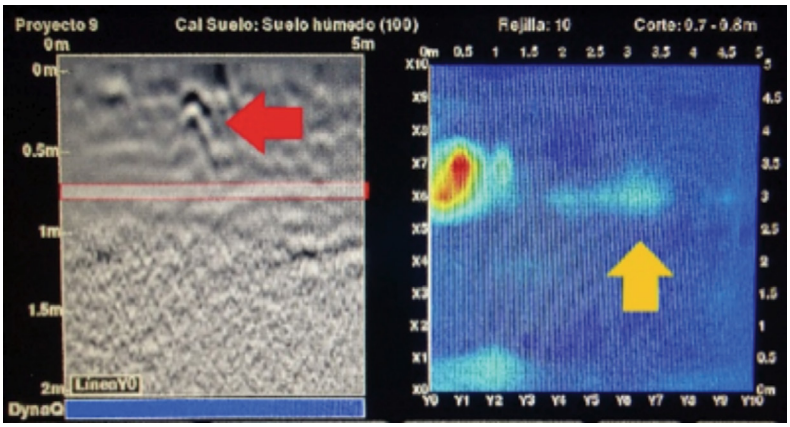
Una anomalía que podría consistir en una instalación clandestina se manifiesta gráficamente en la pantalla del georradar como una parábola y, prácticamente al momento de caminar con el equipo encima de ella, indica con un muy pequeño margen de error la profundidad de esta. En este momento es necesario saber interpretar el resultado acorde a las circunstancias precisas. Específicamente se debe evaluar si la profundidad puede realmente corresponder a una conexión clandestina, para lo cual es de utilidad conocer la profundidad de la red matriz a precisión y realizar el escaneo cerca de esta. Dependiendo de las condiciones del subsuelo también podrá ser posible identificar la zanja que fue cavada para colocar la conexión, por ser esta normalmente menos compacta que el terreno natural. Igualmente se deben excluir otras posibilidades de interpretación, de

modo específico si se trata de una conexión legal de agua, alcantarillado o de otro servicio público (un ducto de cable o de gas) o de la raíz de un árbol, por ejemplo.

Paso eventual

Cuando existen dudas por la presencia de varias anomalías, de las cuales una podría ser la instalación clandestina buscada, se puede usar el método de rejilla ya mencionado. Para ello se tiene que caminar en forma paralela y transversal varias veces entre la red matriz y el predio. La procesadora combina las múltiples franjas escaneadas a una imagen 3D, que puede mostrar hacia dónde va cada anomalía, según su respectiva profundidad (ver ilustración 20). En caso se trate de un ducto de agua este va de manera recta hacia la red matriz o la conexión vecina, pudiendo distinguirlo de objetos más pequeños o de raíces que no van recto y terminan mucho antes.

Ilustración 20. Izquierda: La parábola señalada por la flecha roja podrá indicar un tubo a una profundidad de unos 25 cm a 35 cm. Derecha: La imagen de un corte de una área, obtenida con el Método de la Rejilla, indica que el objeto detectado es recto y largo (ver flecha amarilla), confirmando así la sospecha de que se puede tratar de un tubo



Paso **5.**

Se realizan las excavaciones en el lugar identificado hasta encontrar las instalaciones de la tubería clandestina. Luego se procede acorde al reglamento de la EPS (ver acápite 7).

Este método de localización de conexiones ilegales ya fue usado con éxito en muchas localidades de América Latina y también en el Perú (Sedapal). Sus principales ventajas son:

1. El método no es invasivo: no requiere de trabajos previos de excavación y rotura de tuberías.
2. Para usar el georradar no se requiere de puntos de acceso a la red, ya que la señal es inducida a través del subsuelo. Ello es una gran ventaja cuando no haya puntos de acceso cercanos, como ocurre por ejemplo en áreas industriales donde además se encuentran los principales clientes.
3. El georradar puede ser usado a cualquier hora en sistemas intermitentes, ya que para la localización de la tubería no importa si esta está llena o vacía.

Caso exitoso:

En el 2016, Sedapal comenzó a utilizar un equipo de georradar. Detectaron 132 conexiones clandestinas en el primer medio año y obtuvieron más de S/ 1 millón en recuperos por el uso ilegal. El principal factor de éxito era que las condiciones del subsuelo seco y arenoso en Lima se adecúan al uso de este equipo.

4. El margen de localización es mínimo, en caso se localice una instalación clandestina basta realizar una excavación pequeña para hallar el tubo físicamente. Adicionalmente, el georradar también pronostica con bastante precisión la profundidad del tubo.

Si bien el método de localización de conexiones clandestinas con el georradar ha comprobado ser sumamente útil, en algunos sitios puede, sin embargo, solo ser usado bajo condiciones muy específicas porque tiene algunas desventajas y muchas limitaciones en su aplicación:

1. El georradar no funciona de manera satisfactoria en subsuelos que tienen una conductividad de las señales electromagnéticas muy alta. En este tipo de subsuelo se pierde la señal y no produce los rebotes necesarios para el funcionamiento correcto del georradar. Estos tipos de subsuelos son los salinos, sódicos y los muy arcillosos; la composición de los subsuelos es normalmente conocida por el personal de campo.

2. Por la misma razón, pero en forma temporal, el georradar tampoco opera bien en subsuelos mojados, por lo cual no puede ser empleado durante la época de lluvias ni tampoco en sitios con napas freáticas muy altas.

Ilustración 21. Posibles ubicaciones de instalaciones ilegales no detectables con el georradar (en azul)

3. La conductividad de la tubería buscada es igual o muy parecida a la del subsuelo que la rodea, lo cual imposibilita obtener resultados fehacientes (el georradar se vuelve "ciego" y no puede mostrar la ubicación de la tubería). Ello ocurre en tuberías de PVC enterradas en un suelo de arena eólica o con tubería de asbesto-cemento en un subsuelo pedregoso.

4. Para su funcionamiento el georradar requiere que las ondas electromagnéticas penetren el subsuelo en forma vertical y relativamente uniforme. Ello inhibe la localización de instalaciones clandestinas en aquellos lugares que no cuentan con una superficie plana como en los bordes de las veredas, escaleras y casas (ilustración 21). Esta es una limitación importante, porque en la práctica estos bordes son usados frecuentemente para la colocación de tuberías clandestinas (ilustración 22).

5. Si bien el georradar detecta anomalías de conductividad electromagnética no puede especificar en qué consisten. No puede distinguir tubos de agua de otros objetos enterrados en el subsuelo como ductos de gas, desagüe, drenajes de agua pluvial, cables eléctricos y de telecomunicaciones, fierros

de construcción, raíces o piedras sueltas. Cuando más de estas anomalías hay (objetos enterrados) de menos utilidad es el georradar. En ciertos casos, cuando hay dudas que implican solo dos o tres anomalías se puede usar el método de área descrito anteriormente.

Ilustración 22. Conexión ilegal al borde de la pared (no detectable con georradar) (Fuente: EPS Sedaloreto S.A.)

6. Asimismo, el georradar no puede detectar aquellas tuberías ilegales que van junto a las tuberías legales (sea de agua o de alcantarillado), ya que reflejan las ondas electromagnéticas como un solo objeto, es decir, la tubería ilegal debajo de una legal se encuentra en su "sombra".

7. Finalmente, es necesario mencionar que de todas las técnicas descritas, esta es la más costosa. La inversión por cada equipo aún supera los US$ 20,000.

5.6 Detección con datalogger de presión

El método de detección de bypass y derivaciones mediante los dataloggers de presión consiste en medir las variaciones de presión que se producen en la conexión domiciliaria, luego de un golpe de ariete causado por el cierre abrupto de la válvula de paso en la caja del medidor. Las mediciones de la presión se hacen cada centisegundo pudiendo registrar de esta manera variaciones muy súbitas.

El análisis de las variaciones de las presiones, inmediatamente posteriores al golpe, puede dar como resultado la existencia o no de una acometida clandestina en la conexión domiciliaria. El modo de empleo de este método para la localización de instalaciones ilegales es el siguiente:

Paso **1.**

Para evitar que la presión en el punto de medición varíe por factores externos, como por consumos realizados en predios vecinos en el momento de la toma data, se cierran previamente las válvulas de paso de todas las conexiones de la misma manzana. Como la búsqueda solo toma un par de minutos generalmente pasará desapercibido.

Paso **2.**

Cuando todas las conexiones de la manzana, donde se ubica el predio sospechoso, estén cerradas se toma la presión en una de estas para conocer la presión normal de la red. Se debe evitar hacerlo en una conexión muy cercana a la sospechosa.

Paso **3.**

Se conecta la manguera que conduce el agua desde la conexión al datalogger. Para ello se requiere instalar un accesorio tipo "te" y un adaptador entre la válvula de paso delante del medidor y la entrada del tubo a la caja de registro (ver ilustración 23).

Ilustración 23. Colocación del datalogger de presión con un adaptador a la conexión domiciliaria

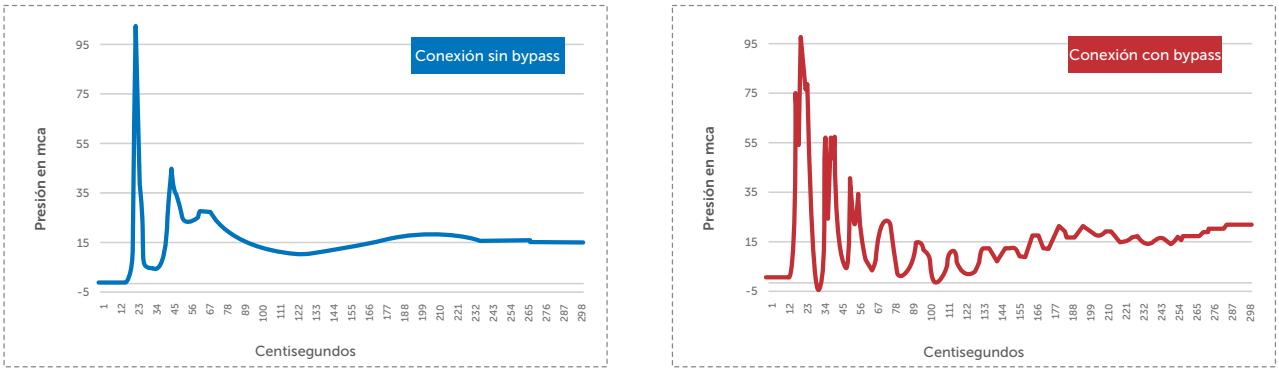
Paso **4.**

En caso el cliente sospechoso consuma agua, justo en el momento que se realiza el ensayo, la presión indicada por el datalogger será muchísimo menor que la presión normal de la cuadra, con esa data se confirma la existencia de un bypass, pudiéndose saltar los siguientes pasos e ir al paso 7. Como ello no ocurre con frecuencia, normalmente se sigue con el paso siguiente.

Paso **5.**

Se abre la válvula de paso, dejando salir el agua por algunos segundos hasta que la presión registrada por el datalogger baje a cero. Luego se cierra "de golpe" la válvula, produciéndose así un golpe de ariete el cual se propaga por la tubería. Para mayor seguridad se repite el procedimiento tres o cuatro veces y para producir resultados estandarizados se puede introducir una válvula con un mecanismo de cierre automático. Una vez obtenida la data se puede retirar el datalogger y adaptador, así como volver a abrir las válvulas de paso de la manzana.

Ilustración 24. Comparación de perfiles de presión en una conexión sin bypass y otra con un bypass a 60 cm antes de la caja del medidor (ejemplo real)



Paso **6.**

Se descarga la data a una computadora y se analiza el perfil de las presiones que se produjeron inmediatamente después del cierre de la válvula (un lapso de tres segundos después). En caso de existir un bypass o una derivación en la conexión, el perfil de presiones mostrará muchas más oscilaciones que uno de conexiones sin tomas de agua (ver ilustración 24). La razón de ello es que se producen rebotes del golpe de ariete en la toma ilegal.

La señal más clara es sin embargo que la presión en el caso de la existencia de un bypass cae debajo de 0 mca.

Paso **7.**

Confirmada la existencia de un bypass o una derivación a la conexión, se procede a excavar desde el borde de la caja hacia la red hasta hallar la toma ilegal. Esta se encuentra con mucha frecuencia a poca distancia de la caja del medidor, por lo cual no se tiene que excavar mucho. Después se sigue el rastro de la tubería ilegal para constatar donde empalma, porque el tubo puede llegar tanto al predio del titular de la conexión (en este caso se trata de un bypass) como hacia un predio vecino (en este caso se trata de una derivación). Luego se procede acorde al reglamento de la EPS (ver acápite 7).

Si bien hasta la fecha solo se han realizado algunos ensayos con el método de los datalogger, queda claro que su gran ventaja frente a todos los otros métodos descritos es que puede detectar la existencia de un bypass. Adicionalmente tiene las ventajas siguientes:

1. Su aplicación es relativamente sencilla, pudiendo ser usado en muchas conexiones en un solo día.
2. Es un método poco costoso, variando el costo de los equipos de US$ 1,000 a US$ 3,000.
3. Puede ser operado por un solo técnico de campo y al ser pequeño y de poco peso no requiere de movilidad propia para llevarlo al campo.
4. También sirve para detectar derivaciones. En este caso se debería aplicar el método en las conexiones cercanas al predio sospechoso.

Sin embargo, también tiene algunas desventajas y limitaciones en su aplicación:

1. Solamente funciona con tuberías llenas, restringiendo su aplicación a las horas de servicio.
2. En sistemas con presiones muy por debajo de la mínima reglamentaria, de 10 mca, solo puede hallar acometidas ilegales que se encuentren muy cerca de la caja del medidor o inclusive no detectarlas.
3. Solo puede detectar si hay o no una acometida ilegal en la conexión, pero no la distancia de esta a la caja del medidor. Ello no es una desventaja muy importante, debido a que el bypass o derivaciones se encuentran en su gran mayoría muy cerca de la caja. Por otro lado, es posible que con mayores experiencias con este método los perfiles de presión ya pueden ser interpretados mejor, de tal forma que pueden dar inclusive una idea aproximada de la ubicación de la toma clandestina.
4. La principal limitación es que este método no puede ser empleado para la detección de conexiones clandestinas directas a la red matriz, para lo cual debería ser complementado con una de las otras técnicas descritas.

5.7 Localización de conexiones ilegales de alcantarillado

Si bien las conexiones ilegales de alcantarillado que no son visibles fácilmente (por la falta de caja de registro y por falta de un empalme visible a una caja de registro vecinal) son la excepción, será de utilidad, para algunos casos aislados, contar con una técnica para localizarlos.

Se recomienda para ello usar el método electroacústico ya descrito en el ítem 5.4, pero con una importante modificación. A diferencia de la localización de conexiones de agua no se requiere un oscilador, solo basta con golpear el tubo de desagüe en sus bordes interiores en las cajas de registro cercanas al predio sospechoso de contar con una conexión ilegal de desagüe. Se golpea el tubo que va desde la caja hacia la red. Se puede usar un martillo, una llave stilson u otra herramienta parecida con la cual un técnico de campo golpea fuerte y continuamente hasta que la conexión sea localizada. Otro técnico será el encargado de tratar de ubicar el sonido producido por los golpes, con el apoyo de un geófono de piso caminando lentamente en frente del predio sospechoso.

Es muy importante que el operador del geófono se acerque lo más que pueda al predio porque es probable que la tubería clandestina de desagüe esté más profunda cuanto más cerca a la red se encuentre, lo cual podrá dificultar su localización. Sin embargo, la localización suele resultar mucho más sencilla que el caso de tuberías de agua, porque la tubería de desagüe es de mucho mayor diámetro y trasmite el sonido de los golpes mucho mejor, más fuerte y a mayor distancia.

Otro método que también funciona, salvo en los casos señalados en el acápite 5.6, es el uso del georradar. Este resulta incluso más eficiente para la localización de tuberías de desagüe que para la localización de las de agua. La primera razón es que la tubería de desagüe es de mucho mayor diámetro por lo cual es más fácil de encontrar con ese método. La segunda razón es que la tubería de desagüe se encuentra muchas veces a una mayor profundidad, en la cual no hay otros objetos (cables, raíces, etc.) que pueden dar un falso positivo. Por ello, cuando se trata de localizar tuberías clandestinas de desagüe con el georradar, el operador debe proceder con el rastreo algo alejado del predio y más cercano a la red matriz, es decir, de forma contraria al método electroacústico descrito líneas arriba.

5.8 Métodos de localización no recomendables

A continuación, se mencionan algunos métodos usados para la localización de instalaciones clandestinas, los cuales han demostrado ser inefectivos, ineficientes o con aplicaciones muy restringidas.

La excavación sistemática

Consiste en excavar todo el frente de un predio con la finalidad de hallar las instalaciones clandestinas (ilustración 25). Si bien es eficaz para localizar las instalaciones clandestinas (cuando la hay), resulta sumamente ineficiente por el gran esfuerzo y costo que implica. Adicionalmente, puede causar efectos colaterales como la interrupción del tránsito o la afectación de la infraestructura urbana. Solo debe considerarse una alternativa válida en predios con frentes de unos pocos metros y sin pavimentos ni veredas, o en lugares donde la instalación clandestina ha dejado alguna huella visible (como marcas en las veredas).

Ilustración 25. La excavación sistemática no es una opción eficiente, especialmente en zonas pavimentadas

La radiestesia

También llamada 'rabdomancia' consiste en que el localizador o rabdomante camina lentamente con varillas metálicas en ambas manos, frente al predio sospechoso de contar con una conexión clandestina (ver ilustración 26). En teoría, los cambios del campo magnético o electromagnético de la Tierra, producidos por un ducto de agua, en este caso la conexión clandestina, tienen como efecto que las varillas se mueven en los manos

Ilustración 26. Búsqueda de una conexión clandestina por un rabdomante

del rabdomante. Sin embargo, en la práctica, ni los más sofisticados equipos han podido percibir cambios del campo magnético, y por otro lado, ensayos realizados con cientos de rabdomantes bajo condiciones controladas, han mostrado reiteradamente lo seudocientífico de este método.

El uso de geófonos solos

La función de un geófono es localizar sonidos. Una conexión clandestina, salvo que tenga una fuga o esté en uso, en el preciso momento de la localización, no emite sonidos por sí sola. Por tal motivo, este equipo debería ser usado obligatoriamente en combinación con los osciladores descritos en el ítem 5.3. sobre la localización electroacústica.

El uso de detectores de metales ferrosos

Si bien es teóricamente posible detectar abrazaderas de fierro galvanizado, las cuales se usan con frecuencia para tomas clandestinas, resulta que el poco volumen de estas, la profundidad mayor de un metro y la corrosión impiden que sean detectables con este tipo de detectores. Tampoco es posible hallar abrazaderas termoplásticas, ni derivaciones o bypass, porque normalmente no tienen elementos ferrosos.

5.9 Selección de métodos de localización y detección

Como se ha visto a lo largo del presente capítulo, no es posible recomendar los mismos métodos de detección y localización para todas las EPS. Por ello es aconsejable hacer una cuidadosa selección acorde a una serie de características y limitaciones, las cuales ya se han señalado en los acápites anteriores y se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 5. Comparación de las limitaciones de las técnicas de localización y detección de instalaciones ilegales

Método de localización / detección	Características del subsuelo			Características del servicio		Tipo de tubería	
	Pedregoso/ compacto	Arcilloso/ sódico/ salino	Arena eólica	Baja presión	Tubería sin agua	PVC	HDPE
Método electroacústico con golpes en el tubo	Limitado	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Limitado
Método electroacústico con golpe de ariete	Limitado	Funciona	Funciona	Limitado	No funciona	Funciona	Funciona
Cámaras endoscópicas para redes	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona
Cámaras endoscópicas para conexiones	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona	Limitado	Funciona
Georradar	Funciona	No funciona	Limitado	Funciona	Funciona	Funciona	Funciona
Datalogger de presión	Funciona	Funciona	Funciona	Limitado	No funciona	Funciona	Funciona

Conocer bien las características de estos factores para un sitio específico ayuda a seleccionar cuáles son las técnicas más adecuadas para alcanzar lo siguiente:

- Lograr localizar la gran mayoría de instalaciones clandestinas posibles.
- Evitar en lo posible falsos positivos.
- Tener un margen de error de distancia mínimo para lograr que las excavaciones a la tubería clandestina sean realizadas de modo eficiente.

- Facilitar el uso para poder realizar más localizaciones en poco tiempo.
- Mantener el costo lo mínimo posible, tanto de adquisición como de operación y mantenimiento.

Por el contrario, la aplicación de técnicas no adecuadas conlleva localizaciones erróneas (falsos positivos), localizaciones o detecciones sin realizar, márgenes de error exagerados, demoras y sobrecostos.

Acorde a lo expuesto, se recomiendan métodos que se adapten mejor a las particularidades locales:

Para la detección y localización de bypass

En caso de conexiones de tubería HDPE o conexiones directas de PVC (sin codos), la mejor opción es el uso de cámaras endoscópicas. Si estas no pueden ser introducidas –lo cual ocurre con frecuencia en conexiones de PVC con un codo de 90° instalado– se sugiere usar el método con datalogger de presión. Debido a que varias EPS están instalando conexiones de HDPE, ocurre con frecuencia que cuentan con ambos tipos de conexiones, teniendo que contar también con ambos métodos de localización o detección de bypass. Ambos métodos pueden detectar adicionalmente derivaciones de conexiones a predios vecinos.

Para la localización de conexiones ilegales cercanas a puntos de acceso a la red

El método preferido en la mayoría de los casos es el método electroacústico. Y en aquellos casos donde el tipo de subsuelo es un conductor adecuado de ondas de sonido, por estar muy compacto o pedregoso, el georradar puede ser el método preferido. Solamente en caso de no poder usar el georradar porque el subsuelo es salitroso, sódico, arcilloso o muy húmedo, se puede aplicar el método con cámaras endoscópicas.

Para la localización de conexiones ilegales lejanas a puntos de acceso a la red

El georradar es la opción preferida siempre y cuando el tipo de subsuelo, con las características mencionadas arriba, no inhiba su uso, teniendo que recurrir nuevamente al método con cámaras endoscópicas.

Para la localización de conexiones ilegales de alcantarillado

Como la necesidad de localizar conexiones ilegales de alcantarillado es poca, se recomienda usar el método electroacústico o el georradar, en caso de que ya se cuente con los equipos para ello.

En resumen, los diferentes métodos son aplicables acorde a las tipologías de las instalaciones ilegales como se muestra a continuación:

Tabla 6. Tipología de instalaciones ilegales localizables o detectables según cada método

Método de localización / detección	Tipología de instalación ilegal				
	Bypass (agua)	Derivación (agua)	Conexión de agua	Conexión de desagüe	Conexión alejada a punto de acceso a la red
Método electroacústico con golpes en el tubo	Limitado	Funciona	Funciona	Funciona	No funciona
Método electroacústico con golpes de ariete	Limitado	Funciona	Funciona	No funciona	Limitado
Cámaras endoscópicas para redes	No funciona	No funciona	Funciona	Funciona	Funciona
Cámaras endoscópicas para conexiones	Funciona	Funciona	No funciona	No funciona	No funciona
Georradar	Limitado	Limitado	Funciona	Funciona	Funciona
Datalogger de presión	Funciona	Funciona	No funciona	No funciona	No funciona

Como se aprecia, en casi todos los casos se requiere combinar varios métodos en cada EPS, ya que no existe un método único capaz de detectar todos los tipos de instalaciones ilegales. Adicionalmente a estas consideraciones, se sugiere no adquirir equipos que no hayan sido validados anteriormente en el sitio donde serán usados. Más bien se recomienda realizar pilotos o por lo menos muestras en campo (los mismos proveedores de los equipos pueden hacerlas), ya que muchas EPS han adquirido equipos que nunca han sido usados.

5

MÉTODOS DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES ILEGALES

Resumen

- Existen varios métodos que rápidamente detectan que un usuario efectivamente hurta uno de los servicios de la EPS.
- Existen muchas formas de localización de instalaciones ilegales, su efectividad depende de varios factores locales, como la continuidad o las características del subsuelo.

Preguntas

- ¿Con cuáles de los equipos mencionados cuenta su EPS? ¿El personal sabe usarlos de manera efectiva?
- ¿Cuántas instalaciones clandestinas han sido detectadas por su EPS en los últimos cinco años y de qué forma fueron localizadas?

Tareas

- Investigue las características que se presentan en su localidad y proponga los métodos de localización más adecuados.
- Averigüe con los operarios más antiguos de su EPS qué métodos se han aplicado para detectar y localizar clandestinos y qué resultados se han obtenido con cada uno de ellos.

Recomen-daciones

- Evite adquirir equipos costosos sin haber efectuado pruebas in situ para verificar que puedan funcionar acorde a las características de la localidad.

6
EL TRATAMIENTO A HURTOS DETECTADOS

6.	EL TRATAMIENTO A HURTOS DETECTADOS	68
	6.1 Involucramiento de las autoridades públicas	69
	6.2 Cobro del recupero por los servicios ilegalmente usados	70
	6.3 Cobro de costos colaterales causados por el hurtador	72
	6.4 Otros cobros	72
	6.5 Remediación de las causas del hurto	73
	6.6 Registro y análisis de los hallazgos	73
	6.7 Difusión en los medios de los hurtos sancionados	74

6.1 Involucramiento de las autoridades públicas

Especialmente para aquellos casos de hurto en los cuales la EPS quiere reservarse el derecho de efectuar un proceso judicial, es necesario que se levanten las pruebas de tal forma que luego puedan ser aceptadas por el poder judicial. Debido a que esta vía es muy engorrosa, la EPS tiene que priorizar qué casos quiere tratar por este camino y cuáles por la vía administrativa. Se sugiere priorizar en función a las variables siguientes:

1. **El volumen de agua hurtada:** Debido a los costos que involucra la judicialización puede resultar oneroso tratar de recuperar hurtos de agua potable de bajo valor por esta vía.

2. **El tiempo de hurto de agua:** Ello es de especial importancia debido a que vía el recupero (ver siguiente acápite) solo se puede recobrar el consumo de los servicios de 12 meses anteriores a la detección del hurto.

3. **Daños a la infraestructura**: Si el hurto tiene como efecto colateral daños importantes a la infraestructura de la EPS o fugas en las cuales se perdieron grandes cantidades de agua, la indemnización por estos daños podrá también ser materia de un juicio.

Para que las pruebas tengan validez legal se puede optar por las siguientes tres estrategias; la primera es la más segura y la última es la de mayores limitaciones:

1. **La intervención de un fiscal:** El expediente reunido por un fiscal tiene la mayor validez y es para los jueces una prueba preconstituida, difícilmente rebatible. Sin embargo, resulta complicado que los fiscales se acerquen a tiempo al lugar de los hechos debido a que su carga laboral y disponibilidad inmediata no se los permite.

2. **La intervención de la Policía Nacional (PNP):** Si un policía reúne las pruebas en el lugar de los hechos, de manera correcta, también la EPS podrá ganar los juicios contra los hurtadores de agua. Sin embargo, estas pruebas son con frecuencia rebatidas por no contar con todos los elementos que se requieren. Por ello, el acta de constatación policial, que se levanta en forma manual, tiene que incluir:

    a. Registro de fecha y hora de la constatación.
    b. Personal de la policía que levanta el acta (nombre, rango, DNI).
    c. Lugar de la constatación, el cual incluye no solo la dirección, sino también la descripción física del predio y siempre que sea posible elementos adicionales que permitan su identificación posterior como la placa municipal y números de los medidores de agua y electricidad.
    d. La descripción precisa del delito encontrado, esto tiene como dificultad requerir de conocimientos básicos de agua y saneamiento, y de términos técnicos.
    e. Fotos tanto del predio como de las instalaciones clandestinas asociadas al predio que permitan vincular el predio con las instalaciones. En ciertos casos (como con un bypass corto) será necesario filmar el predio y la instalación para asegurar esta vinculación.
    f. El registro de fotos o videos tiene que ser constatado en la misma acta, informando quién las tomó, de tal modo que no pueda aludirse que fueron adjuntadas posteriormente en forma deliberada.

g. Las declaraciones del personal de la EPS o su contratista, constatando la manera y momento en que fueron encontradas las instalaciones clandestinas y hechos relacionados, como resistencia del usuario. Se debería consignar nombres completos y DNI de los declarantes.
h. En caso de que se haga presente, se deben tomar los datos (nombre/DNI) del titular del predio o de familiares, empleados, etc. de la parte usuaria.
i. Se les puede solicitar, pero no obligar, declarar acerca de los hechos. En este caso, sus declaraciones asociadas a su nombre y DNI deben ser incluidas en el acta.
j. Las firmas de los policías presentes y de la parte denunciante (EPS). Es de suma importancia que se presente personal nombrado de la EPS, y no solo del contratista; por el hecho de que este personal rota con frecuencia, puede haber problemas posteriores para que se presente en un eventual juicio.
k. De ser posible solicitar a otros testigos (como vecinos o transeúntes) del acto de constatación las firmas con su número de DNI, estas personas deberán ser también mencionadas previamente como testigos del acto en el acta. No pueden ser obligados a ello y en caso de firmar pueden ser citados como testigos en un posterior juicio.

Para asegurar que los policías que intervengan realicen una labor profesional y estandarizada, es una opción para la EPS firmar un convenio con la PNP; de ese modo, el equipo de policías que constate los hurtos estará previamente capacitado, y se podrá contar con ellos cuando sea necesario.

3. **Reunión de las pruebas por personal de la misma EPS:** Cuando no se presenta la posibilidad de intervención de las autoridades mencionadas, será necesario que el personal de la EPS reúna las pruebas de la misma forma descrita para el acta de constatación policial. Para poder usar el material fotográfico y fílmico para fines jurídicos es indispensable que se conserve en el formato original, sin ediciones ni recortes y sin borrar la metadata del archivo. Debido a que recientemente se ha hecho muy fácil manipular imágenes digitales, se puede optar por el uso de cámaras análogas. En ocasiones, el mismo hurtador se presta para firmar el acta que da cuenta de los hechos para fingir que no ha sido el responsable del acto fraudulento.

6.2 Cobro del recupero por los servicios ilegalmente usados

Si bien las EPS en el Perú no pueden cobrar una multa propiamente dicha, la EPS está habilitada de cobrar al cliente el recupero por los servicios ilegalmente usados. Para poder estimar la cantidad de agua potable hurtada, es necesario averiguar el tiempo de uso ilegal (en meses); vía administrativa se puede recuperar solamente hasta un máximo de 12 meses, y el consumo mensual hurtado (en m3). Ambos factores resultan en la realidad muy difíciles de establecer, de tal forma que no terminen en reclamos fundados del usuario. A continuación, se exponen algunos casos típicos:

Aviso importante:
Casi cada año, la Sunass modifica varios artículos del Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento (Rcpss), por lo cual se debe consultar siempre la normativa vigente en su página web (www.sunass.gob.pe).

1. **Cliente inactivo con medidor, que se ha repuesto el servicio:** Este es el caso más sencillo, porque el medidor ha contabilizado el consumo realizado en forma ilegal, se factura como recupero la diferencia de lectura desde la última facturación hasta la actual. En este caso no es necesario establecer el tiempo de uso ilegal. En aquellos casos en que el medidor no ha registrado el consumo, por ejemplo porque el cliente ha obtenido el servicio con una manguera antes del medidor, se procede acorde al siguiente punto.

2. **Cliente inactivo sin medidor o con medidor retirado, que se ha repuesto el servicio o ha hurtado agua con una instalación clandestina:** En este caso, los m3 mensuales hurtados se establecen en función del consumo promedio previos al corte y el tiempo de hurto en función de la fecha de corte

hasta la fecha de detección del uso ilegal. Si el usuario puede mostrar fehacientemente que ha estado ausente, se puede reducir el tiempo a cobrar como parte de una negociación. Si el usuario no quiere negociar o no acepta el resultado de la negociación, aun si no puede mostrar esta ausencia, es de suma utilidad que la EPS consiga medios probatorios que evidencien la presencia del usuario en el tiempo que ocurrió el hurto. Para ello puede servirse de testigos entre los vecinos o del consumo de electricidad realizado en los últimos 12 meses con el método explicado en el ítem 3.7.

3. **Cliente activo con medidor manipulado o instalaciones ilegales adicionales a la conexión legal:** En este caso resultan útiles los mismos datos del historial de consumos (vea ítem 3.4). Se puede establecer como fecha de inicio del hurto el momento de la caída del consumo y calcular los m3 a recuperar en función del promedio anterior a esta fecha disminuido por los montos ya facturados. Otra forma puede ser usar el subregistro que presenta el medidor acorde al acta de contrastación del banco de medidores. Es preferible usar esta información en la negociación con el cliente para que reconozca el recupero y poder bajar un poco el volumen en caso de que las evidencias no sean muy fuertes. Ambos métodos no están contemplados en el Rcpss, el cual en su artículo 95 indica que para el cálculo del recupero se debe usar el promedio histórico. Obviamente resulta un despropósito total calcular el consumo real tomando como base el consumo fehacientemente manipulado. También se vuelve problemática la posibilidad de cobrar un recupero si el cliente ha manipulado el medidor en la misma fecha de su instalación, lo cual se debe a la frecuente cooperación de instaladores. En este caso, resulta imposible establecer un valor referencial realista y solo podrá llegarse a un acuerdo con el usuario si este reconoce su mal proceder. En caso de que resulte mayor al consumo registrado (manipulado) podrá tomarse como valor referencial el volumen asignado de este cliente antes de la instalación del medidor, lo cual según el mismo artículo 95 solamente se puede hacer si no existe un promedio histórico válido, siendo otro despropósito que este promedio se base nuevamente en promedios de consumos manipulados.

4. **Cliente activo sin medidor:** En caso de hallar una conexión adicional a un cliente activo sin medidor, se podrá cobrar el asignado hasta por 12 meses. Esta situación, prevista en el mismo artículo mencionado del reglamento, prácticamente no existe, ya que clientes sin medidor pueden consumir de modo ilimitado a través de su conexión legal.

5. **No cliente (factible) con conexión clandestina:** En estos casos resulta aún más difícil establecer el tiempo de uso ilegal, mientras que para el cálculo de los m3 la única referencia es el valor asignado. Según el artículo 95 del Rcpss, se da facultad a la EPS para cobrar estos consumos, así como los costos del retiro de la conexión ilegal. Estos pagos son exigibles desde el momento que el usuario ha sido notificado, se puede condicionar el acceso a los servicios solicitados previo pago de estos costos. Sin embargo, la prioridad en estos casos no es el cobro del recupero sino la incorporación del usuario clandestino como nuevo usuario (vea manual 2: "Captación de nuevos clientes"), para lo cual se sugiere cobrar recuperos moderados que no necesariamente correspondan al tiempo real del uso ilegal.

Finalmente cabe recalcar que la frecuente falta de medios probatorios suficientes para que puedan ser aceptados por el Trass hace preferir, con justa razón, a la mayoría de las EPS entrar en negociación con el usuario hurtador para que reconozca aunque sea una buena parte de su consumo realizado ilegalmente.

6.3 Cobro de costos colaterales causados por el hurtador

El segundo tipo de cobro que la EPS puede realizar vía administrativa se refiere a los costos adicionales causados por el hurtador y se refiere a los siguientes:

1. **Costos del levantamiento de las instalaciones clandestinas:** Los costos causados en este rubro se refieren a los trabajos que tiene que realizar la EPS para eliminar físicamente las instalaciones clandestinas. Dichos trabajos consisten principalmente en mano de obra para abrir y volver a tapar la zanja, eliminar físicamente la conexión, derivación o bypass y, dependiendo del tipo de instalación, hacer las reparaciones necesarias a conexiones y redes matrices para evitar fugas en las tomas clandestinas. Para que la EPS pueda proceder es necesario que, dentro de sus costos colaterales aprobados por la Sunass, tenga los conceptos necesarios para ello, pudiendo consistir en un costo de levantamiento de conexiones que incluya todos los conceptos (acorde al tipo de terreno y la presencia de pistas y veredas) o colaterales más detallados donde el costo se compondrá de conceptos como cierre en tubería matriz, excavación, relleno y compactado, rompimiento y reposición de pista y vereda, etc., en ambos casos por metrado.

2. **Costo del medidor y su instalación:** En caso de que la manipulación de un medidor lo deje inútil y que por ello tenga que repararse o renovarse completamente, la EPS puede cobrar el costo del medidor (o de su reparación en caso no haya sido destruido completamente) y su instalación al hurtador, con la limitación reglamentaria ya mencionada de que solo lo puede hacer a la segunda manipulación en cinco años. Para que la EPS pueda proceder con mayor facilidad, es nuevamente recomendable que dentro de sus costos colaterales aprobados por la Sunass tenga los conceptos necesarios para ello, es decir, instalación del medidor acorde al tipo y diámetro, posiblemente incluyendo un dispositivo de seguridad.

6.4 Otros cobros

En muchos casos los cobros por recupero y los colaterales mencionados, no cubren los costos realmente causados por el hurtador, específicamente en los casos siguientes:

- Cuando el hurto ocurrió durante periodos más largos que los 12 meses.
- Cuando el hurto ha causado costos no previstos en los colaterales, como daños mayores a la infraestructura de la EPS (las redes) o fugas con pérdidas considerables de agua potable.
- Gastos administrativos u operativos de las acciones comerciales para detectar la conexión o hurto.

En estos casos la EPS podrá optar por la vía legal, debiendo hacerlo solamente si se cumplen las dos condiciones siguientes:

1. Si los medios probatorios, acorde a las indicaciones dadas en el acápite 6.1, sirven de respaldo para que la EPS pueda prevalecer su posición legalmente.
2. Si los montos a recuperar son considerables (algunas EPS consideran montos mínimos de S/ 1,500 a S/ 3,000), pues la vía legal resulta ser siempre bastante engorrosa, costosa y demora mucho, por lo cual pocas EPS tienen la capacidad de darle un seguimiento exitoso a varios casos a la vez.

Cabe mencionar que un juicio ganado contra un cliente hurtador tiene un efecto mayor al mismo monto recuperado, porque podrá servir tanto para la difusión como de antecedente en negociaciones con clientes muy reticentes.

6.5 Remediación de las causas del hurto

Medidores manipulados

En el caso de los medidores manipulados es de suma importancia no solo retirar el medidor manipulado, sino que hay que reemplazarlo inmediatamente por un medidor nuevo o, en caso sea posible, por el mismo medidor reparado. De lo contrario, la facturación posterior estará basada en promedios calculados en función de registros manipulados (vea el manual 3: "Gestión de la facturación"). Asimismo, se recomienda que a estos clientes con antecedentes de manipulación se les instale en forma obligatoria el medidor con un dispositivo de seguridad de los tipos recomendados en el acápite 7.9.

Conexiones ilegales a la red

Luego de haber registrado y documentado de modo correcto una conexión ilegal en la forma descrita anteriormente, se procede al retiro completo de la conexión. El problema consiste en la existencia de la abrazadera clandestina que no puede ser retirada sin dejar una fuga en la red. Varias EPS dejan la abrazadera clandestina o la reemplazan por una nueva, taponeando esta o el tubo que sale de ella. Ambas estrategias incrementan el peligro de la reconexión ilegal en el mismo punto o el peligro de fugas al igual que el sellado del punto clandestino con dados de concreto. Por ello se recomienda sellar el punto de empalme de la conexión clandestina con una abrazadera ciega de PVC.

Derivaciones de conexiones vecinas o de la conexión propia (bypass)

En este caso, es importante no solo retirar la tubería clandestina y taponear el punto de acceso clandestino, sino también reemplazar la porción del tubo afectado de tal forma que no se facilite la reconexión ilegal y se eviten fugas.

6.6 Registro y análisis de los hallazgos

Frecuentemente las EPS tienen un manejo deficiente de la data relacionada al hurto del agua potable, pierden información importante que puede ayudar a combatir de modo mucho más eficiente este delito. En específico, se requieren las siguientes acciones:

1. **Registro en el sistema informático comercial:** Como se refirió ya en el ítem 3.3, la experiencia ha demostrado que los clientes que cometieron el hurto de agua una vez son propensos a volver a cometer este delito. Por ello es importante que todos los tipos de hurtos entren a los registros del sistema informático comercial de la EPS, en un campo previsto para ello. Así no se pierde ningún antecedente, y se puede usar luego para la preidentificación de sospechosos con antecedentes fraudulentos.

2. **Archivado de documentos físicos:** Es necesario archivar también la documentación física (notificaciones, fotografías, recortes de periódicos, actas de inspección, etc.) para posibles procesos jurídicos posteriores que traten los casos de hurtos reiterados. En estos procesos, será necesario contar con todos los antecedentes en un expediente del cliente infractor.

3. **Registro en el sistema informático comercial y en la documentación física de la manipulación de medidores en las actas de contrastación:** Manipulaciones ilegales de medidores son en su gran mayoría registrados en los respectivos bancos de medidores de las EPS. Para poder aprovechar esta información no basta el simple llenado del Acta de Contrastación en Laboratorio del Medidor de Agua Potable (Sunass, 2006: Formulario N.° 3), porque esta contempla como resultado de la contrastación

solamente las opciones de subregistro, sobrerregistro y operativo, más no la opción de 'manipulado'. Por ello, la manipulación de un medidor se registra frecuentemente en la casilla 'observaciones' en las más diversas formas acordes al criterio de los técnicos del banco de medidores. En vez de ello, se propone habilitar en las actas de contrastación la casilla 'manipulado' y prever esto también en el sistema informático comercial. De esta forma, al ingresar las actas al sistema, este puede identificar con facilidad los medidores que fueron manipulados y en qué momento, lo cual resulta sumamente útil para detectar los casos reincidentes (ver acápite 3.3).

4. **Análisis estadístico de los hallazgos:** Con la finalidad de mejorar los métodos de preidentificación estadística de hurtos de agua, especialmente con los métodos basados en historiales y patrones de consumo (ver ítems 3.4 y 3.6), es recomendable analizar el patrón preciso de los hurtos detectados, por ejemplo, para saber en qué porcentaje promedio sube típicamente el consumo de los clientes luego del levantamiento de la instalación ilegal o del cambio del medidor manipulado.

6.7 Difusión en los medios de los hurtos sancionados

La mejor manera de prevención de todos los tipos de hurtos es la difusión a través de los medios de comunicación masivos de aquellos casos que han sido detectados y sancionados (ver ilustración 27). La razón es que aquellos clientes que evalúan la posibilidad de hurtar agua lo hacen también en función al riesgo que perciben de ser detectados y sancionados. La percepción puede ser sin embargo muy diferente al riesgo real. Por ejemplo, en una EPS que detecta el 50 % de los casos de hurto y no hace difusión alguna, la percepción de los hurtadores puede considerar que el riesgo es bajo, mientras que en otra EPS que tan solo detecta el 10 % de los casos, pero que realiza una muy buena difusión, el riesgo de ser detectado podrá ser evaluado como muy alto. Como se analiza, la difusión puede ser inclusive más importante que el acto de detección y localización del hurto.

Las comunicaciones de las sanciones también pueden incluir mensajes indirectos para todos los clientes de la EPS enfocados en las mejoras del servicio para erradicar el clandestinaje. De esta forma, estarían más inclinadas a apoyar a la EPS, por ejemplo a través de denuncias de hurtos (ver ítem 3.2).

Se recomienda formular los mensajes de la difusión de manera general, no publicando nombres o razones sociales de los titulares de aquellas conexiones vinculadas a hechos de hurtos, por ejemplo: "La EPS XX se encuentra en una campaña masiva de detección de hurtos de agua y ya logró detectar XX casos en el sector XX."

Ilustración 27. Difusión en medios masivos de casos ilegales detectados

6

MÉTODOS DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES ILEGALES

Resumen

- Para que los costos causados a la EPS por el hurto de los servicios puedan ser recuperados, la correcta documentación y el eventual involucramiento de las autoridades son primordiales.
- La mejor medida para prevenir hurtos es la publicación de los hurtos detectados.

Preguntas

- ¿Cuáles de las medidas expuestas en el capítulo son aplicadas en su EPS (una por una)?
- ¿De qué manera se almacena la data de hurtos detectados en su EPS? ¿Es posible detectar de esta manera automáticamente los casos reincidentes?

Tareas

- Recopile los casos de aplicación de recuperos en su EPS y determine junto con el personal a cargo de las negociaciones con el cliente cuáles son las políticas implícitas que se aplican.

Recomen-daciones

- Siempre y cuando el volumen hurtado lo justifique, involucre a un fiscal.
- Para el levantamiento de conexiones ilegales, se debería evitar fugas usando abrazaderas ciegas.

7
MEDIDAS PARA PREVENIR EL HURTO DEL AGUA POTABLE

7.	MEDIDAS PARA PREVENIR EL HURTO DEL AGUA POTABLE	76
	7.1 Prevención del hurto en redes, conexiones y medidores	77
	7.2 Prevención de instalaciones ilegales en obras públicas	77
	7.3 Redes y conexiones de HDPE para la prevención de hurtos	78
	7.4 Vulnerabilidades del medidor contra el hurto de agua	79
	7.5 Lecturas de control fuera de sus fechas	82
	7.6 Medidas indicativas para la detección de manipulaciones del medidor en campo	83
	7.7 La caja de registro como elemento de seguridad	85
	7.8 Dispositivos de seguridad no recomendables o limitados	86
	7.9 Dispositivos de seguridad preventiva recomendables	87
	7.10 Priorización de la instalación de dispositivos de seguridad del medidor	89

7.1 Prevención del hurto en redes, conexiones y medidores

La principal forma de combatir el hurto de agua consiste en detectarlo y sancionarlo rápidamente. Si bien el hurto del agua no puede ser prevenido por completo, hay algunas medidas que ayudan a reducirlo de antemano, disminuyendo la cantidad de hurtos a niveles más fáciles de combatir.

Estas son expuestas en este capítulo. Por un lado, se refiere a la seguridad del medidor contra la manipulación que resulta ser de especial importancia por el hecho de que hay varias formas de manipulación de medidores cuya detección es muy difícil o imposible, siendo las medidas preventivas las únicas que pueden ser aplicables para combatir esta variante de hurto.

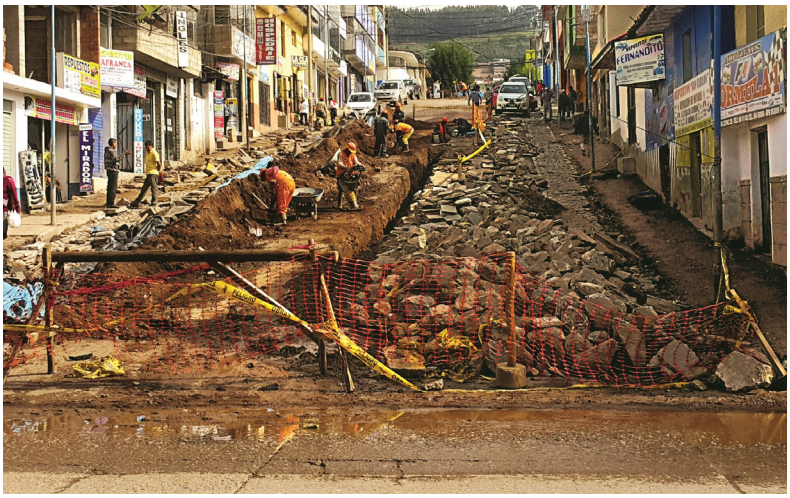
Por otro lado, se proponen medidas que pueden prevenir o, por lo menos, disminuir considerablemente el hurto, principalmente del servicio de agua potable a través de instalaciones ilegales.

7.2 Prevención de instalaciones ilegales en obras públicas

Las instalaciones ilegales con frecuencia resultan de oportunidades que se dan en obras públicas, cuando el personal de los contratistas los ofrece, o por lo menos accede al pedido de los usuarios de instalarlas contra el pago de un soborno.

Instalaciones clandestinas pueden darse en forma masiva específicamente en obras en cuyo transcurso el personal de construcción tiene acceso a las redes, por ejemplo en la instalación o renovación de redes de agua o alcantarillado, instalación o renovación de veredas, asfaltado de pistas, colocación o renovación de cajas portamedidores y la instalación de drenajes pluviales.

Ilustración 28. Las obras públicas que permiten el acceso a redes o conexiones son aprovechadas con frecuencia para instalaciones ilegales



Fuente: EPS Sedacusco.

Es por ello muy necesario que la EPS esté bien informada sobre la ubicación y el avance de este tipo de obras y que dedique a tiempo completo un inspector para la supervisión de obras, específicamente en los momentos críticos como el cierre de las zanjas, colocación de baldosas, etc.

Dado que en este tipo de obras sucede con frecuencia que los mismos contratistas usan agua potable sin autorización de la EPS para fines de la construcción, este inspector tendrá como tareas adicionales:

- Averiguar el modo en que los contratistas obtienen agua potable para la construcción.
- Documentar con fotos y videos este uso no autorizado.
- Realizar un estimado de la cantidad de agua potable usada sin autorización, lo cual permitiría posteriormente establecer un recupero.
- De ser posible, cortar el servicio en el punto de agua sin autorización.

Si bien la cantidad de agua potable que se pierde con este tipo de usos no autorizados es normalmente poco significativa, su importancia monetaria es mucho mayor, ya que es facturado con tarifa industrial.

7.3 Redes y conexiones de HDPE para la prevención de hurtos

Si bien aún existen experiencias limitadas con el uso de conexiones y redes matrices de agua potable del material HDPE (polietileno de alta densidad) es posible afirmar que, además de su ventaja principal que consiste en que son menos vulnerables a presentar fugas, el uso de este material dificulta bastante el hurto de agua a través de instalaciones ilegales.

Ilustración 29. Instalación de una conexión de agua de HDPE en un tubo matriz de HDPE, mediante el uso de electrofusión

Las redes matrices de HDPE dificultan la instalación de conexiones ilegales a la red por un lado porque se requiere de una abrazadera especial, muy poco comercial en el Perú. Por otro lado, y aún más importante, es que esta abrazadera es unida al tubo matriz mediante la electrofusión (ver ilustración 29), que requiere un equipo especial y que es muy poco común y relativamente costoso (unos US$ 4,000). Finalmente, se requiere tener conocimientos técnicos específicos de instalación, lo que no demuestran por lo general los gasfiteros. Las abrazaderas comunes son de más difícil colocación y causan casi siempre fugas rápidamente detectables.

Las conexiones de HDPE, que pueden ser colocados tanto en redes de HDPE como de PVC, también dificultan la instalación de bypass y derivaciones en las conexiones. Si bien en este caso no se requiere del equipo de

electrofusión arriba mencionado, sí se requiere de unos accesorios especiales sin los cuales es prácticamente imposible instalar una derivación sin que se produzca inmediatamente una fuga. En la mayoría de las ciudades del Perú, estos accesorios no son comerciales, son la excepción aquellas regiones donde se aplica el riego tecnificado, el cual también usa con frecuencia materiales de HDPE.

Sin embargo, si bien las conexiones de HDPE hacen más dificultosa la instalación de derivaciones o bypass que aquellas conexiones hechas de material PVC, no lo pueden evitar por completo. Aun así, muestran otra ventaja adicional frente a estas últimas: al no presentar elementos como codos, que imposibilitan la introducción de cámaras endoscópicas (vea acápite 5.5), pueden ser inspeccionadas con relativa facilidad, y en cualquier momento se pueden detectar y localizar derivaciones ilegales a la conexión.

El costo de materiales para las conexiones de HDPE es ligeramente mayor que las de PVC. Sin embargo, esto se ve compensado por la mayor facilidad de instalación que ahorra hasta la mitad del tiempo en el trabajo de gasfitería. En resumen, el costo completo de la instalación de la conexión es prácticamente el mismo, pero las ventajas tanto operativas como comerciales favorecen claramente al HDPE.

7.4 Vulnerabilidades del medidor contra el hurto de agua

Para entender cómo proteger el medidor contra la manipulación, preidentificar y detectar estas alteraciones rápidamente, es necesario conocer las vulnerabilidades y formas de manipulación. Estas son muchas (algunas de ellas se muestran en la ilustración 30) y pueden clasificarse en varios grupos:

Manipulación permanente que inhibe la lectura

Consiste en evitar que se pueda tomar la lectura del medidor. A este grupo pertenecen el autorrobo del medidor o de la relojería, la vandalización o el rayado de la luneta. Todos se caracterizan por ser detectados en la siguiente fecha de lectura.

Ilustración 30. Formas de manipulación de medidores

1. Vandalización.
2. Alteración de las hélices de la turbina.
3. Perforación de la luneta.
4. Paralización de la turbina con un alambre.
5. Separación de la relojería del cuerpo.
6. Paralización temporal con un imán.

Manipulación permanente que causa subregistro

Consiste en alterar el funcionamiento del medidor una sola vez para que luego registre solo en forma parcial el consumo o se paralice. A este grupo pertenecen las formas que alteran el medidor internamente luego de desarmarlo (por ejemplo, limando las hélices de la turbina) o desde afuera (perforándolo para acceder a héli-

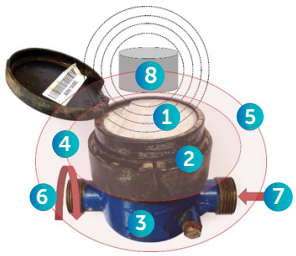
ces o engranajes). Algunas de estas manipulaciones solo pueden ser detectadas si el medidor es desinstalado o desarmado. Sin embargo, tienen en común que de alguna manera se puede evidenciar que el medidor ha sido manipulado.

Manipulación temporal y reiterativa que causa subregistro

A este grupo de manipulaciones pertenecen la introducción de alambres a la turbina, la inversión, el retiro temporal o el retroceso del registro con aire a presión, así como el uso de imanes para frenar o paralizar la trasmisión magnética de la turbina a la relojería. Estas formas de manipulación se caracterizan por no causar alteraciones visibles en el medidor, aun desinstalándolo y revisándolo, y que siga con su funcionamiento normal mientras no es sometido a la manipulación temporal.

Cualquiera de estas formas de manipulación altera el funcionamiento de los medidores de chorro único o múltiple en una de sus ocho vulnerabilidades (ver ilustración 31). Sin embargo, no todos los medidores muestran las mismas vulnerabilidades a la vez y es necesario conocerlas para poder prevenir o detectar las manipulaciones. En específico:

Ilustración 31. Vulnerabilidades del medidor



1. Luneta.
2. Costado de la relojería.
3. Retiro de la relojería.
4. Cuerpo de la turbina.
5. Retiro de todo el medidor.
6. Inclinación del medidor.
7. Entrada y salida del agua.
8. Trasmisión magnética turbina-relojería.

Vulnerabilidad 1: La luneta o visor del medidor

Este punto resulta vulnerable debido a que el material en uso para los medidores en el Perú es policarbonato u otros materiales plásticos transparentes que se pueden rallar, quebrar o perforar con bastante facilidad. En el mercado internacional ya existen medidores con vidrios metálicos (por ejemplo, a base de cobre) que son resistentes a golpes y ralladuras. Aunque el uso de vidrios metálicos incrementa el costo de los medidores en un 20 % aproximadamente, este tipo de medidores pueden ser una alternativa pronto.

Vulnerabilidad 2: El costado de la relojería

Este punto resulta vulnerable al poder ser perforado con agujas o ganchos metálicos calientes lo cual puede afectar los engranajes del registro en forma temporal o permanente. Sin embargo, esta vulnerabilidad no se da siempre, por ejemplo hay medidores, ya homologados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), que tienen una cinta de aluminio alrededor de la relojería que evita con eficacia esta forma de manipulación.

Vulnerabilidad 3: Retiro de la relojería

Se refiere a la posibilidad de que la relojería sea separada del cuerpo de la turbina para acceder al interior del medidor, manipulándolo de diversas formas, por ejemplo, quitando algunos de los dientes a los engranajes, limando las hélices, etc. o simplemente separando temporalmente la relojería de modo que no haya registro de consumo por ese momento. Los medidores que se comercializan en el Perú unen por ello la relojería con el cuerpo mediante un alambre sellador, asegurándolo con un sello de seguridad diseñado para evidenciar si en algún momento la relojería ha sido separada. Sin embargo, los sellos son fácilmente manipulables o puede pasar que los lecturistas no toman en cuenta o no reportan manipulaciones de sellos. En otros países de la región existen medidores que fijan la relojería en el cuerpo con pernos especiales o con anillos de seguridad inamovibles, lo cual dificulta la manipulación.

Vulnerabilidad 4: El cuerpo de la turbina

Este punto solo es una vulnerabilidad en caso esté hecho de material plástico, puede ser perforado de la misma manera descrita en el anterior punto, afectando esta vez las hélices de la turbina. Si bien hay algunos medidores comercializados en el Perú con esta característica, principalmente como respuesta a las altas incidencias de robo de medidores para obtener el bronce del cuerpo, la gran mayoría si tiene cuerpos metálicos y por ello no pueden ser perforados fácilmente.

Vulnerabilidad 5: Retiro de todo el medidor

Mientras el medidor no sea asegurado con el uso de dispositivos adicionales, como los que se describen en los acápites siguientes, siempre tendrá esta vulnerabilidad independientemente del tipo y modelo. Ello es relevante recalcar, ya que el retiro del medidor permite varias de las formas de manipulación no detectables, aun si se desinstala y revisa el medidor (como la inversión o el retiro temporal, por ejemplo).

Vulnerabilidad 6: Inclinación del medidor

Salvo que estén asegurados con dispositivos de seguridad, todos los medidores podrán ser inclinados. La inclinación puede causar que el medidor subregistre el consumo real, ya que sube su caudal de arranque con cualquier modificación. Sin embargo, la inclinación no les afecta a todos los medidores por igual: Específicamente medidores de menor diámetro y medidores que ya han pasado una buena parte de su vida útil son los más afectados, llegando a subregistrar en ocasiones mucho más del 10 % del consumo real. Ello podría resultar importante para las cuentas de la EPS si ocurre en forma masiva. Sin embargo, muchos manipuladores prefieren otras formas de manipulación que permiten hurtos por volúmenes mucho mayores.

Vulnerabilidad 7: Entrada y salida del agua

La introducción de objetos que pueden paralizar la turbina del medidor en forma temporal (alambres, alfileres) o permanente (pegamento) es otra vulnerabilidad que tienen en común todos los medidores de velocidad que se comercializan en el Perú. Sin embargo, ya existen algunos medidores que tienen cámaras antibloqueo o válvulas antirretorno incorporadas, las cuales no permiten esta forma de manipulación, pero también incrementan el costo del medidor.

Ilustración 32. Escudo antimagnético en un medidor de chorro múltiple

Vulnerabilidad 8: Trasmisión magnética turbina-relojería

Este punto se refiere a que la trasmisión de los giros de las hélices hacia la relojería y con ello el correcto registro del consumo puede ser paralizado temporalmente adjuntando imanes fuertes al medidor, pueden ser retirados rápidamente sin el peligro de ser detectados. Varios fabricantes de medidores en el Perú previenen ello con la incorporación de escudos antimagnéticos, fabricados de aleaciones de níquel, cobalto y fierro, los cuales resultan efectivos para cumplir su fin (ver ilustración 32).

En resumen, depende en alto grado del tipo y modelo de los medidores instalados en una EPS de los modos en que estos pueden ser manipulados y de ello también las medidas que se tienen que tomar para protegerlos o para detectar manipulaciones rápidamente.

Caso de ejemplo:
La instalación masiva de anclajes, que dificultan el retiro del medidor en Paita, no tuvo como efecto la disminución del total de manipulaciones. En vez de eso, el patrón de las manipulaciones cambió: aquellas dificultadas por el anclaje disminuyeron; aquellas aún posibles aumentaron (Ziemendorff et al., 2015).

Cabe indicar que siempre es preferible tratar en lo posible de proteger el medidor en todos sus puntos vulnerables para prevenir que se reemplace un tipo de manipulación con otro, lo cual suele pasar si el medidor es protegido solo en algunos de sus puntos vulnerables.

7.5 Lecturas de control fuera de sus fechas

Para identificar rápidamente si existen irregularidades en el registro de consumo se aplican, especialmente para principales clientes, lecturas de control fuera de las fechas normales de lecturas para fines de facturación. La razón de ello es que las fechas de lectura normales (frecuentemente a fines de mes) son de pleno conocimiento de los clientes, por lo cual pueden remover toda evidencia de manipulaciones de su medidor a tiempo y dejarlo con un registro de lectura razonable, si bien menor al consumo realizado. Ello aplica especialmente a las formas de manipulaciones temporales que no dejan evidencias visibles en el medidor, como alambres, imanes o la inversión.

Con esta lectura de control la EPS no solo podrá darse cuenta de una posible manipulación cuando esta se encuentre físicamente (el medidor invertido, por ejemplo), sino también porque el registro no avanzó o, más evidente aún, si este ha retrocedido. Estas lecturas in situ requieren de recursos humanos adicionales por lo cual debería encontrarse un punto intermedio entre lo útil que resultan estas lecturas de control y el esfuerzo adicional. Ello implica que, a mayor consumo promedio de uno de los clientes principales, mayor debería ser la frecuencia, tal como se muestra de manera referencial en la tabla 7.

Tabla 7. Ejemplo de frecuencia de lecturas de control en función al rango de consumos mensuales

	RANGO DE CONSUMOS/MES	FRECUENCIA
1	≥ a 1,000 m3	Diaria
2	≥ a 500 m3 y < 1,000 m3	Dos veces semanales
3	≥ 200 m3 y < 500 m3	Una vez semanal
4	< 200 m3	Dos veces mensuales

El uso de las nuevas tecnologías de lectura remota, la cual ya está en uso en Sedapal, permite grabar los movimientos con frecuencia de hasta una vez por minuto hasta que es trasmitido en la siguiente lectura, lo cual hace obsoletas las lecturas de control. Analizando el microhistorial de consumos grabado se pueden notar tanto flujos inversos, como consumos nulos por periodos prolongados o variaciones sospechosas, las cuales sí re-

quieren visitas de campo para confirmar y detectar físicamente si el medidor ha sido manipulado. Para evaluar la conveniencia de aplicación de esta tecnología es preciso realizar previamente estudios de costo-beneficio a nivel de cada EPS, tomando en cuentan los niveles de hurto, niveles tarifarios y la cantidad consumida por los principales clientes.

Inclusive existen algunos sistemas de medición inteligente que emiten alarmas a la EPS, tanto cuando el medidor es desinstalado (lo nota por estar su turbina fuera del agua) como cuando registra un flujo inverso o un flujo constante mínimo, que puede ser una señal de una fuga interna. Por supuesto hay que tomar en cuenta factores como un servicio intermitente, que implica que el medidor no esté con agua en ciertos momentos, como la posibilidad de reflujos de almacenamientos internos (tanques elevados) en horas de desabastecimiento.

7.6 Medidas indicativas para la detección de manipulaciones del medidor en campo

Medidas indicativas son aquellas que ayudan a detectar rápidamente que un medidor ha sido manipulado. Las más comunes consisten en sellos de seguridad que son fijados con alambre sellador, pueden solo ser retirados cortando el alambre o rompiendo los sellos. Dependiendo de qué manera son fijados, evidencian:

- **El retiro de la relojería del cuerpo del medidor:** Para ello se fija el alambre sellador tanto por la relojería como en el cuerpo y se unen después en el sello de seguridad. Muchos medidores ya vienen con el sello incorporado al momento de la adquisición (ilustración 33, imagen 1).

- **El retiro del medidor:** Para ello el alambre se fija en un lado del medidor y en la conexión. En este caso hay que tener cuidado de que no se fije en una parte retirable de la conexión (como la válvula).

- **La inclinación del medidor:** Para que se pueda evidenciar ello, es necesario proceder igual que en el anterior punto, pero ajustando el alambre al máximo.

Ilustración 33

1. Alambre sellador con sello de plomo uniendo relojería y cuerpo.
2. Sello plástico transparente de dos partes unidas, numeradas ambas partes.
3. Caja del medidor con espuma expansiva.

Fuente: EPS Sedacusco.

Como se observa, no todas las vulnerabilidades del medidor son cubiertas con estas medidas, en algunos casos porque no es necesario –una luneta rallada o destruida se evidencia por sí sola, por ejemplo– y en otros casos porque realmente no es factible.

Una experiencia alternativa interesante proviene de la EPS Sedacusco: Ante las limitaciones descritas de los métodos mencionados optaron por llenar la caja del medidor con espuma expansiva de construcción, dejando solamente a la luneta del medidor libre (ilustración 33, imagen 3). Debido a que la espuma forma un

patrón único, una simple contrastación de la foto original con el estado actual del medidor revela si este ha sido manipulado.

El problema principal con todas las medidas indicativas de detección señaladas es que en el Perú no se puede sancionar el hecho de encontrar alambre sellador cortado o su sello de seguridad roto. Sin embargo, la utilidad de estas radica en:

- **Indicar una posible manipulación del medidor:** En este caso es preciso desinstalar el medidor y revisarlo. Sin embargo, considerando que no todas las formas de manipulación dejan huellas en el medidor (la desinstalación temporal, por ejemplo) y otras son sumamente difíciles de ver (quitar algunos dientes a los engranajes de la relojería), no es un método realmente seguro.

- **Identificar a clientes sospechosos:** Si la revisión del medidor no da resultados a pesar de que se ha encontrado un sello de seguridad roto, lo más probable es que el cliente ha manipulado su medidor de una forma no visible. En este caso no tiene sentido renovar el sello de seguridad, sino se debe optar por la instalación de un dispositivo de seguridad del medidor, como aquellos que se describen en los acápites siguientes.

- **Disuasión de clientes deseosos de manipular su medidor:** Si bien en el Perú no se puede sancionar por alambres selladores cortados o sellos rotos, este hecho no es de conocimiento de todos clientes. Por ello la colocación de un sello visible podrá lograr que muchos clientes con alguna inclinación de manipular su medidor desistan de ello.

En localidades con poca incidencia de manipulación, la aplicación de medidas indicativas podrá ser una estrategia válida, especialmente en vista del menor costo que representan en comparación con las estrategias preventivas. Sin embargo, para que funcionen se recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- **Usar sellos no manipulables fácilmente:** Los sellos de seguridad también son manipulables, aunque con grados de dificultad muy diferentes. Por ello no se recomiendan sellos de plomo que pueden ser modificados fácilmente con el uso de calor, sin dejar huellas. Se sugiere el uso de sellos plásticos transparentes para que pueda notarse si su mecanismo de cierre interno fue alterado. Asimismo, deberían ser numeradas todas sus partes para observar si un sello fue alterado parcialmente (ilustración 33, imagen 2).

- **Adquirir medidores de calidad:** Se ha encontrado que algunos medidores permiten el retiro de la relojería del cuerpo sin necesidad de romper el sello de seguridad. Con estos modelos la aplicación de los sellos se vuelve casi inútil.

- **Registro en el sistema informático comercial de la medida:** Para saber si un sello fue reemplazado por otro del mismo modelo, es necesario que se tenga un registro del número de serie del sello, lo cual debe ser registrado en el software comercial, para lo cual se requiere crear en este un campo específico asignado al medidor respectivo.

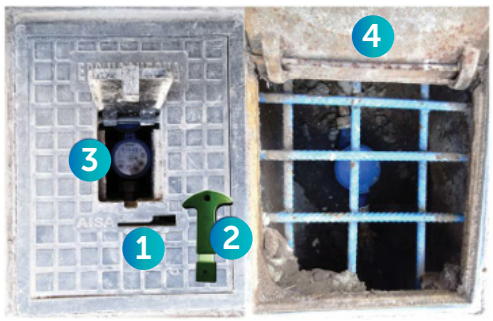
- **Continuo chequeo de alteraciones:** Consiste en verificar si el alambre sellador fue cortado o un sello violado, y luego contrastar el número del sello en campo con aquel registrado en sistema. Este trabajo debe estar a cargo del personal de lecturas. Estos son en muchas EPS pagados al destajo y en otras se les exige una carga laboral muy alta, lo cual inhibe o por lo menos dificulta que se dediquen adicionalmente a este trabajo, salvo que se les bonifique por medidor manipulado detectado. La detección de un sello o alambre alterado podrá tener como efecto que algunos lecturadores los alteren masivamente, por dicho motivo se debe supervisar de manera estricta con una revisión previa inopinada de algunos medidores. Otra estrategia puede ser hacer una buena preidentificación de casos sospechosos (capítulo 2), seguido por la revisión de los sellos y alambres en campo.

Debido a que estas recomendaciones en la práctica son con frecuencia de difícil aplicación, se recomienda la aplicación de estrategias preventivas, como las analizadas en los siguientes acápites.

7.7 La caja de registro como elemento de seguridad

Una opción es usar la caja portamedidor como elemento de protección contra la manipulación del medidor. Las técnicas para hacerlo se pueden dividir en dos: Aquellas que permiten acceder al interior de la caja usando una llave especial y aquellas que no permiten acceder a la caja sin romper los elementos protectores (ver ilustración 34). Ambas técnicas hay en muchas variantes. Sin embargo, ninguno de ellos ha logrado brindar suficiente seguridad al medidor, principalmente por dos razones:

Ilustración 34



1. Ralladura de la cerradura magnética.
2. Llave imantada.
3. Visor para la lectura.
4. Rejas metálicas instaladas encima de la caja.

1. **La necesidad de acceder a las cajas de registro:** El personal comercial y operativo tiene que acceder al interior de las cajas para medición de presiones, control de calidad, retiro temporal del medidor por reclamos, en la detección de fugas y para realizar cortes, entre otros. Ello significa que, para el caso de cajas sin llaves especiales, se requiere con demasiada frecuencia romper y reponer los elementos de protección. En el caso de las cajas con llaves especiales significa que estas están en manos de muchas personas lo que pierde fácilmente el control de su uso. Igualmente, estas llaves son vendidas por ferreterías o las cajas son abiertas sin el uso de las llaves.

2. **La necesidad de dejar abierto el visor del medidor:** Adicionalmente, en ambas técnicas se tiene que dejar abierta aquella parte por la cual se realiza la lectura del medidor. Esta viene a ser usada con relativa frecuencia como punto de acceso para realizar algunas de las formas de manipulación descritas, como aquellas que van contra la luneta, la relojería y la carcasa del medidor introduciendo objetos metálicos largos y calientes.

En resumen, no se recomienda usar la caja de registro del medidor como elemento de protección único, aunque ciertamente el uso de llaves especiales para acceder a la caja podrá disminuir en algo la incidencia de ciertos tipos de manipulaciones de difícil detección y dificultar la reapertura ilegal de cortes del servicio de agua.

Esta apreciación podrá, sin embargo, cambiar rotundamente en el momento que la EPS decide optar por medidores equipados con radiotrasmisores de lectura remota, se puede prescindir de la apertura en la caja para ver el medidor. En este caso, se recomienda modificar las instalaciones de tal forma que el medidor esté en una caja herméticamente cerrada y que el corte del servicio y las demás actividades relacionadas

Desarrollo tecnológico en marcha:
Aún en desarrollo por Sedapal, hay una variante parecida, la cual no requiere de lectura remota. Consiste en una caja herméticamente cerrada en la cual se realiza la lectura mediante la introducción de una cámara endoscópica por un tubo. Los accesorios son, al contrario del medidor, accesibles para la realización de cortes del servicio.

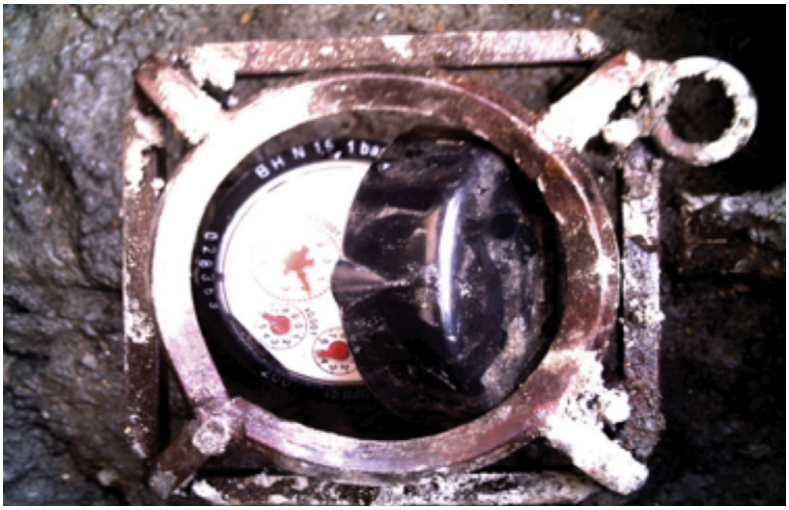
a la caja del medidor, como la toma de presiones, puedan ser realizados de tal forma que no sea necesario acceder para ello al medidor. Incluso en este caso se deberá acceder al medidor frente a los reclamos. Para situaciones excepcionales como medidores de muy grandes tamaños (4" a mayor), en donde no es posible adecuar los dispositivos de seguridad que se mostraría en adelante, esta solución podría ser la preferida.

7.8 Dispositivos de seguridad no recomendables o limitados

Ilustración 35. Arriba: Precinto metálico destinado a evitar el retiro del medidor. Solo puede ser retirado con una llave especial. **Abajo:** Anclaje en el solado que va en ambos lados del medidor

El robo masivo de medidores para obtener el bronce ha conllevado la instalación igualmente masiva de dispositivos que evitan o por lo menos dificultan bastante el retiro del medidor (ver ejemplos en la ilustración 35). Estos dispositivos resultan sin embargo completamente insuficientes para evitar la mayoría de las formas de manipulación de los medidores descritas. La instalación masiva del anclaje mostrado en la foto inferior, por ejemplo, frecuentemente no conlleva una disminución de manipulaciones (Ziemendorff et al., 2015). Solamente causan un cambio en los patrones de manipulaciones, quiere decir que las manipulaciones que el dispositivo

Ilustración 36. Medidor cubierto por cemento por todos sus costados



posibilita -como aquellos relacionados al retiro de la relojería- han aumentado al mismo ritmo que bajaron las manipulaciones que evita -como la inversión del medidor-.

Otra solución, que han dado varias EPS a las continuas manipulaciones, consistía en cubrir todo el medidor con cemento (ver ilustración 36), dejando solamente la luneta visible. Si bien esta solución resultó mucho mejor que los dispositivos mostrados para proteger el medidor, ha sido finalmente descartado y reemplazado por otros modelos, debido a la imposibilidad de retirar el medidor sin destruir varios de sus accesorios y por el peligro de dañar el medidor mismo. Esta solución también deja la luneta vulnerable ante ralladuras, vandalismo o perforación.

Ante estas limitaciones de los dispositivos antirrobo, en varias EPS se han ido mejorando paulatinamente los dispositivos existentes e inventando nuevos. En la ilustración 37 se exponen varios de ellos:

Ilustración 37.

1. Anclaje tipo pulpo.
2. Anclaje tipo copa.
3. Anclaje tipo pulpo con cinta metálica.
4. Anclaje con cerradura magnética.

Todos los dispositivos mostrados tienen como ventaja que no permiten el retiro de la relojería. Los anclajes mostrados sí dejan accesible a la luneta del medidor y tampoco protegen la relojería contra la perforación en sus costados (en la parte de las bisagras del medidor). Ambas formas de manipulación dejan sin embargo una evidencia física en el medidor, más tarde al ser desinstalado y revisado, por lo cual en estos casos el costo de la reposición del medidor sí puede ser trasladado al cliente si ocurre por segunda vez consecutiva en cinco años como establece la normatividad (artículo 102 del Rcpss).

La paralización temporal con magnetismo es otra vulnerabilidad. Sin embargo, es aún de poco uso en el Perú, y el hecho de que algunos medidores homologados ya cuentan con escudos antimagnéticos convierte este punto en una debilidad no tan grave. En resumen: Si bien los dispositivos mostrados en este acápite dejan muchos puntos vulnerables del medidor sin protección, no pueden ser calificados como completamente inútiles y pueden ser, dependiendo de las condiciones locales y el modelo de medidor, de utilidad para disminuir la incidencia de manipulaciones. Sin embargo, especialmente en localidades con muchos clientes con tendencia a hurtos y para clientes de mayor consumo, son recomendables los dispositivos mostrados en el acápite siguiente.

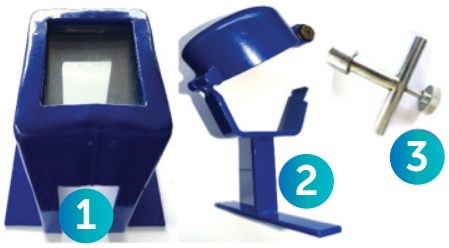
7.9 Dispositivos de seguridad preventiva recomendables

Los dos dispositivos de seguridad más completos fueron desarrollados en forma independiente en la EPS Grau y Sedapal, y en ambos casos dieron respuesta a los problemas mencionados en el acápite anterior (ver ilustración 38).

El dispositivo tipo seguridad total consiste en una caja metálica, la cual al contrario de los dispositivos mencionados anteriormente protege la relojería de la perforación en sus costados, incluyendo la parte frecuentemente más vulnerable en las bisagras de la tapa. Para evitar el acceso a la luneta del medidor está provisto

de un vidrio de seguridad reforzado debajo por un vidrio acrílico y finalmente por otro vidrio común, sirve este último para que no se empañe la vista (el material acrílico se empaña más fácilmente). Para que sea instalado encima del medidor es necesario retirar primero la tapa plástica de este, aunque el medidor está protegido de influencias externas (polvo) por el mismo dispositivo. Es anclado en el solado de la caja con cemento de fraguado rápido usando para tal fin un acelerante. Ello es importante para evitar la posibilidad de que el dispositivo sea retirado por el cliente muy poco tiempo después de ser instalado.

Ilustración 38.



1. Dispositivo tipo seguridad total.
2. Dispositivo tipo casco.
3. Llave especial para abrir y cerrar el dispositivo tipo casco.

El dispositivo tipo casco consiste en un anclaje que se diferencia de los demás dispositivos por proteger el medidor con un casco metálico grueso que se pone encima de la relojería, protegiendo tanto el costado como también su luneta. Al igual que el dispositivo de seguridad total, el dispositivo tipo casco ha mostrado que protege el medidor además contra la paralización con imanes, aun si el medidor no cuenta con escudos antimagnéticos. Para poder tomar la lectura del medidor es necesario levantar este casco lo cual solo se puede hacer con el uso de una llave especial. El dispositivo es igualmente anclado en el solado con cemento de secado rápido (ver ilustración 39), que ha mostrado ser más resistente que la mezcla de "diablo fuerte", que consiste en tres partes iguales de cemento, yeso y arena. La principal ventaja de este dispositivo es que su casco es aún más resistente contra intentos de vandalización, mientras el vidrio del dispositivo de seguridad total puede ser quebrado y tiene que ser reemplazado (aun así, protege el medidor y el estado actual de la lectura). Otra ventaja es que, gracias al uso de la llave, el medidor puede ser retirado sin sacar el anclaje. La principal desventaja que tiene es que para cada lectura es necesario abrir y cerrar el casco, lo cual aumenta el tiempo de la lectura considerablemente. Asimismo, es necesario restringir al máximo el acceso a la llave especial para evitar perder el control de su uso, pues puede ser usada para manipular medidores sin ser esto descubierto inmediatamente. Por último, existe el riesgo de que el cliente trate de evitar la lectura de su medidor afectando de alguna forma la cerradura o las bisagras del dispositivo.

Ilustración 39. Dispositivo tipo casco recién anclado en el solado de una caja de concreto

El dispositivo tipo seguridad total tiene que ser adecuado al tamaño del medidor, más no al modelo preciso, como sí tiene que hacerse para el dispositivo casco. Ambos dispositivos son comercializados en el Perú, el primero por su sencillez puede inclusive ser fabricado por ferreterías locales. Su costo sin la instalación gira alrededor de los US$ 7, con lo cual es de 50 % a 100 % más costoso que los anclajes mencionados en el acápite anterior, la instalación es del mismo costo. Los dibujos isométricos de ambos dispositivos se encuentran en el anexo 1.

7.10 Priorización de la instalación de dispositivos de seguridad del medidor

El costo que implica la instalación de dispositivos de seguridad se justifica porque protegen tanto el medidor mismo como el consumo que registra. Por otro lado, el costo de los dispositivos y de su instalación, así como los trabajos adicionales que requieren en ocasiones (sacar el dispositivo y volver a ponerlo en caso de reclamos), puede resultar oneroso cuando las incidencias de manipulación son muy bajas o afectan solamente a consumos domésticos muy bajos. Por ello se recomienda priorizar la instalación bajo un criterio de costo-eficiencia, tomando en cuenta a los siguientes clientes:

- **Clientes con antecedentes fraudulentos:** Clientes que una vez han hurtado agua y por lo tanto pueden volver a intentar hacerlo.

- **Clientes sospechosos de cometer hurtos:** Hay un grupo de clientes a quienes nunca se les han detectado hurtos, pero quienes sin embargo fueron preidentificados con los métodos descritos en el acápite 7.3 como clientes con consumos sospechosamente bajos. Si bien la revisión de su medidor puede haber dado como resultado que este funciona bien, ello no siempre implica que no fue manipulado, ya que, como se ha visto, existen varias formas de manipulación que no afectan el medidor visiblemente. En estos casos puede ser recomendable instalar un dispositivo de seguridad para ver si el consumo registrado sube y recién posteriormente emprender la búsqueda de instalaciones clandestinas.

- **Principales clientes:** En la gran mayoría de las EPS el 2 % al 5 % de los clientes son responsables de una tercera parte hasta la mitad de la facturación. Para estos principales clientes es sumamente importante asegurar que su consumo sea registrado de modo correcto, lo cual implica que su medidor sea debidamente dimensionado, renovado antes de cumplir su vida útil y ser provisto de uno de los dispositivos de seguridad preventiva, adecuado al tamaño del medidor.

- **Clientes en zonas con alta incidencia de manipulaciones:** Se ha visto que la incidencia del hurto de agua potable y con ello la manipulación de medidores varía significativamente de localidad en localidad. En ocasiones puede resultar oportuno instalar dispositivos de seguridad en ciudades completas.

7

MÉTODOS DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES ILEGALES

Resumen

- La manipulación de medidores se da de diversas formas, muchas de ellas son de difícil hasta imposible detección si no se toman las medidas adecuadas.
- Si el medidor es protegido solo con algunas formas de manipulación se incrementan las otras maneras, es siempre mejor prevenir la manipulación que detectarla luego.

Preguntas

- ¿Qué medidas toma su EPS para prevenir y detectar la manipulación de medidores?
- ¿Qué porcentaje de los medidores contrastado en el banco de medidores fue hallado con algún tipo de manipulación?

Tareas

- Averigüe todos los puntos vulnerables de los medidores que se usan con mayor frecuencia en su EPS.
- Pida al banco de medidores de su EPS la información de las actas de contrastación y clasifique las manipulaciones encontradas según tipo de manipulación y vulnerabilidad.
- Averigüe con el personal de campo qué formas de manipulación se han dado en medidores que cuentan con algún tipo de dispositivo de seguridad.

Recomen-daciones

- Instale los dispositivos de seguridad más completos (seguridad total o casco) a clientes priorizados.
- Para clientes con consumos muy altos y por ello con medidores de diámetro mayor a 2" se recomienda el uso de cajas herméticas con lectura remota.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bypass	Es aquella instalación ilegal que está conectada a la conexión legal del mismo cliente y tiene como objetivo burlar el registro del medidor para hurtar agua potable.
Cliente de la EPS	Es aquel titular de una conexión legal de agua o alcantarillado que tiene firmado un contrato de servicios con la EPS. No es necesariamente usuario de la EPS, porque, por ejemplo, su conexión puede estar inactiva (debido al corte) y por lo tanto no contar o disponer del servicio.
Conexión adicional	Es aquella instalación ilegal conectada a la red matriz que es adicional a una conexión legal del mismo cliente. Tiene como objetivo burlar el registro del medidor para hurtar agua potable.
Conexión clandestina	Es aquella conexión que fue ejecutada sin conocimiento de la EPS por el mismo usuario o por encargo de él. También es llamada conexión ilegal.
Derivación	Es aquella instalación ilegal que está conectada a una conexión legal de un predio vecino, normalmente antes de su caja del medidor y tiene como objetivo hurtar agua potable.
Detección de instalaciones ilegales	Consiste en averiguar que un usuario hurta agua potable o elimina en forma ilegal sus desagües a las redes de alcantarillado, aun sin conocer la ubicación precisa de la instalación ilegal, para lo cual sirve la localización de instalaciones ilegales.
Instalación ilegal	Es toda instalación destinada a hurtar los servicios de la EPS. engloba las conexiones clandestinas, derivaciones y bypass.
Localización de instalaciones ilegales	Consiste en conocer con precisión dónde se ubican las instalaciones ilegales, lo cual se logra con métodos y tecnologías de localización.
No cliente (factible)	Son aquellos predios que no cuentan con conexión domiciliaria contratada, pero tienen red de agua o alcantarillado frente al predio. Pueden tener los servicios ilegalmente o no tenerlos.
Servidumbre	Consiste en instalaciones internas de un predio al otro con la finalidad de pasar agua potable o usar el alcantarillado del predio vecino. Está prohibido a los clientes de las EPS y puede calificarse como hurto.
Usuario de la EPS	Son aquellos habitantes de predios que hacen uso real de uno de los servicios, pero que no cuentan necesariamente con un conexión legal con contrato de servicios firmado, es decir, no todos usuarios son clientes de la EPS.

ABREVIACIONES

"	Pulgada (Plural: Pulgadas).
Anepssa Perú	Asociación Nacional de Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento del Perú.
ANF	Agua no facturada.
Dircetur	Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo.
DRE	Dirección Regional de Educación.
EPS	Empresa prestadora de servicios de saneamiento.
EPS Sedacusco	Entidad Municipal Prestadora de Servicios de Saneamiento del Cusco.
Etc.	etcétera (y restantes).
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (Cooperación técnica alemana).
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Sociedad de responsabilidad limitada).
GPR	Georradar o GPR (Ground Penetrating Radar o Radar de Penetración Terrestre, en castellano).
HDPE	Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene).
Inacal	Instituto Nacional de Calidad.
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
m3	Metro cúbico.
OTASS	Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento.
Rcpss	Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento y sus modificatorias.
PNP	Policía Nacional del Perú.
PVC	Polivinilo cloruro.
S/	Sol (moneda oficial del Perú) (plural: soles).
S.A.	Sociedad anónima.
Sedapal	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima.
Sunass	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
Trass	Tribunal Administrativo de Solución de Reclamos.
US$	Dólar estadounidense.

MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Sunass. Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento. Diario Oficial El Peruano. Lunes, 5 del febrero del 2007: 339108-339158.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ZIEMENDORFF, STEFAN & KERSTING, MICHAEL (2020) Comparación de tecnologías para la localización de conexiones ilegales de agua potable. *CAMPUS*, 25 (29), 163-176. DOI: http://doi.org/10.24265/campus.2019.v25n29.12

ZIEMENDORFF, STEFAN, SEWERIN, SWEN & MONTERO, JOHN (2020) Detección de instalaciones ilegales de agua potable con el uso de golpes de ariete. *CAMPUS*, 26 (30), 163-176. DOI: https://doi.org/10.24265/campus.2020.v25n30.12

ZIEMENDORFF, STEFAN (2020) "Medidas indicativas y preventivas contra la manipulación fraudulenta de medidores de agua". *Tecnología y Ciencias del Agua*, Vol. 11, N° 4. DOI: doi.org/10.24850/j-tyca-2020-04-08

MONEDERO I. ET AL. (2015) An Approach to Detection of Tampering in Water Meters. Procedia Computer Science 60, 413-421.

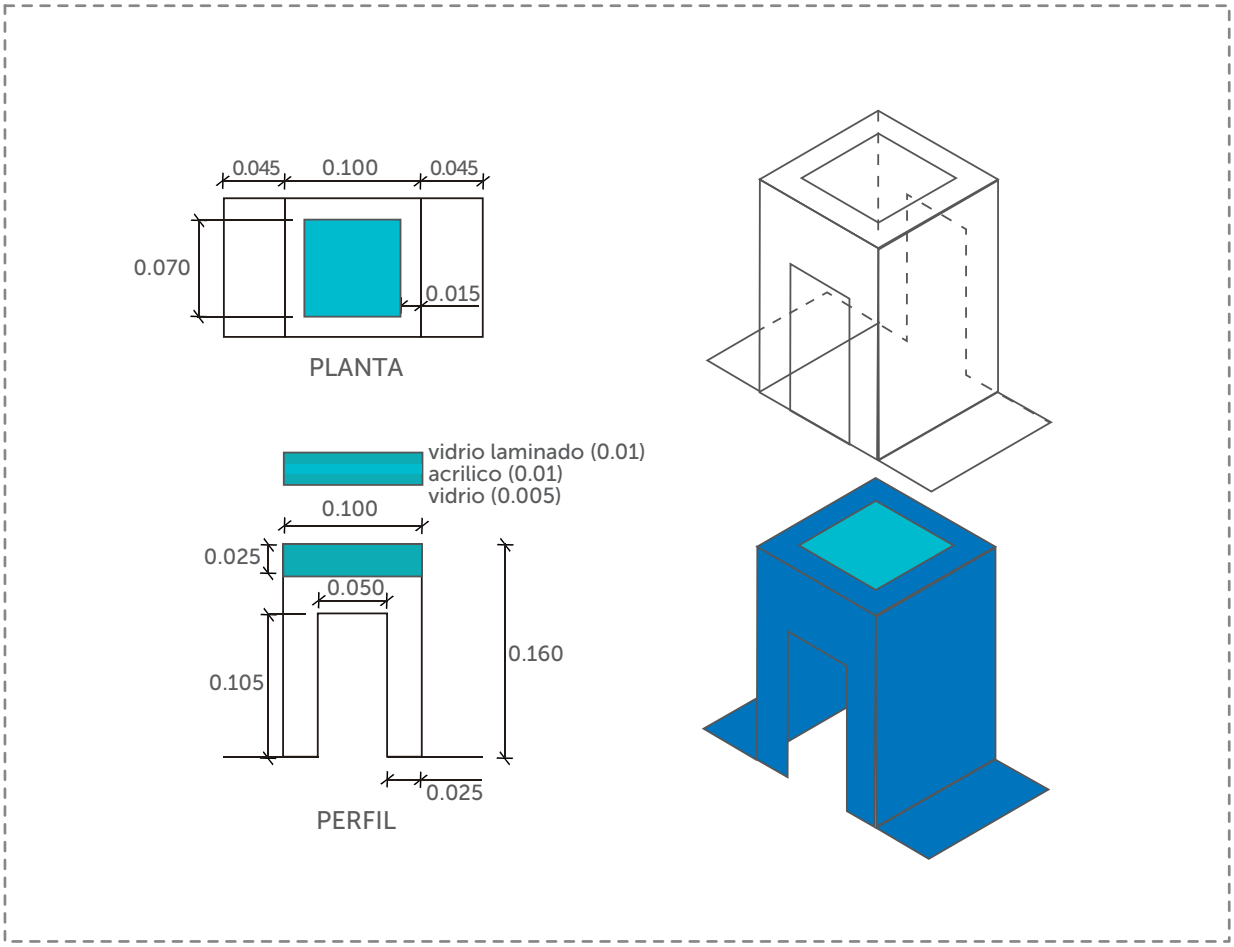
SEDAPAL (2015) Procedimiento GCPR143: Dimensionamiento de medidor.

ZIEMENDORFF, S. (2015) Detección de conexiones clandestinas de agua potable con métodos acústicos. Un nuevo método y su aplicación en campo. Revista INDES, 3 (1), 5-17.

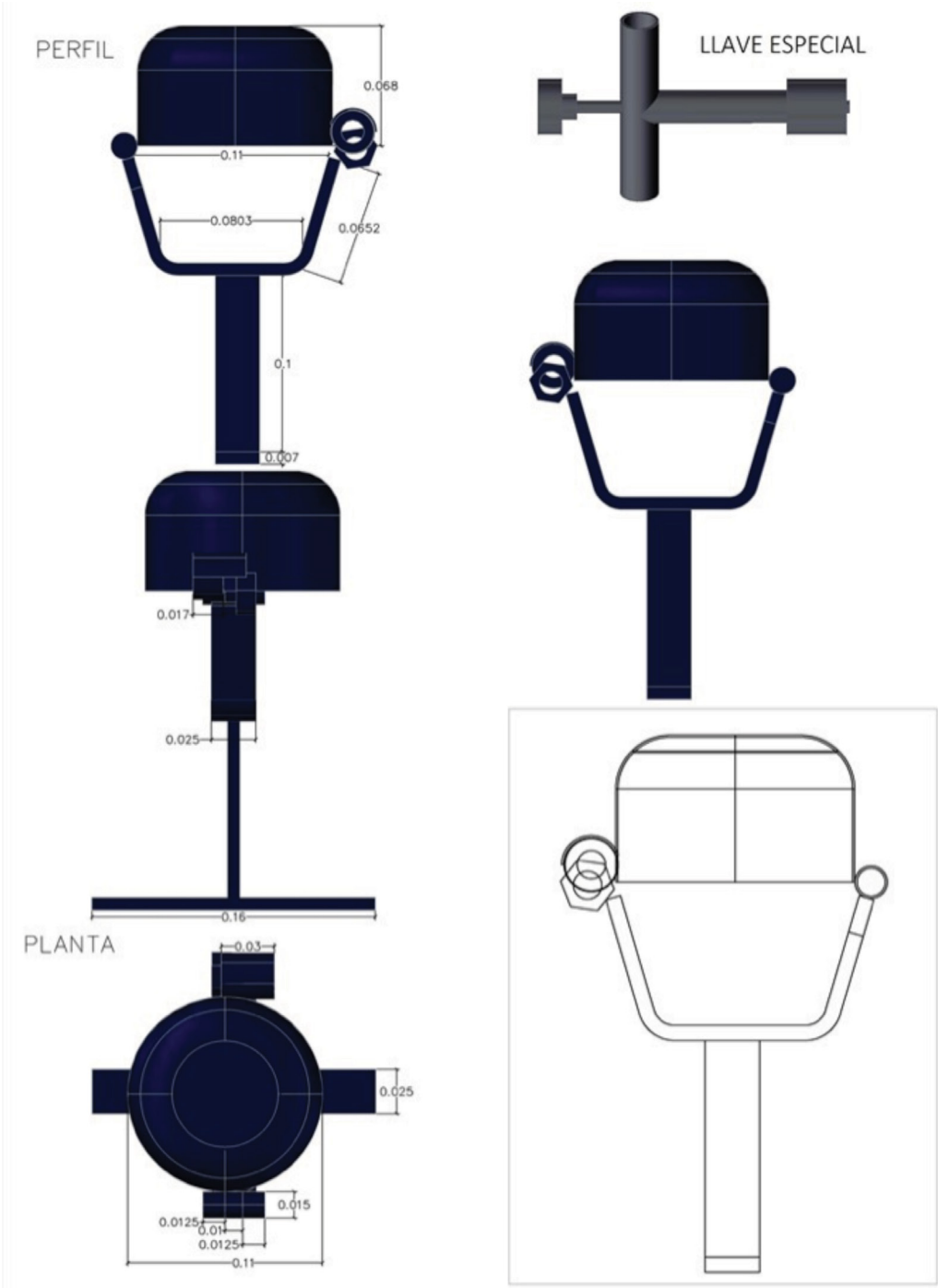
ZIEMENDORFF, S.; VÁZQUEZ, W.; RUESTA, H. (2015) La seguridad de medidores de agua potable contra robo, vandalización y manipulación – problemática, avances y propuesta. Revista INDES, 3 (2), 5-15.

ANEXOS

ANEXO 1: DIBUJOS ISOMÉTRICOS DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD



Dibujo isométrico del dispositivo de seguridad total (Fuente: Liz Gonzales, unidades en metros). Nótese que el tamaño del dispositivo tiene que adecuarse a aquel del medidor.



Dibujo isométrico del dispositivo casco (Fuente: José Luis Pérez, unidades en metros). Nótese que las medidas tienen que adecuarse a cada modelo de medidor específico. No se muestran detalles de la llave especial para evitar su copia no autorizada, se pueden utilizar diferentes formas de cierre.

ANEXO 2: ECUACIONES ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE HISTORIALES DE CONSUMO

Las líneas se definen por la ecuación y = m x + b; el programa debe calcular los valores m (pendiente) y b (constante). Los valores de x serán el número de meses de cada periodo de facturación y los valores de y representan los volúmenes facturados en esos periodos. Cuando esta línea tiene una pendiente negativa significa que el consumo mensual registrado por el medidor ha disminuido en el tiempo y que tiene mayor sospecha de subregistro.

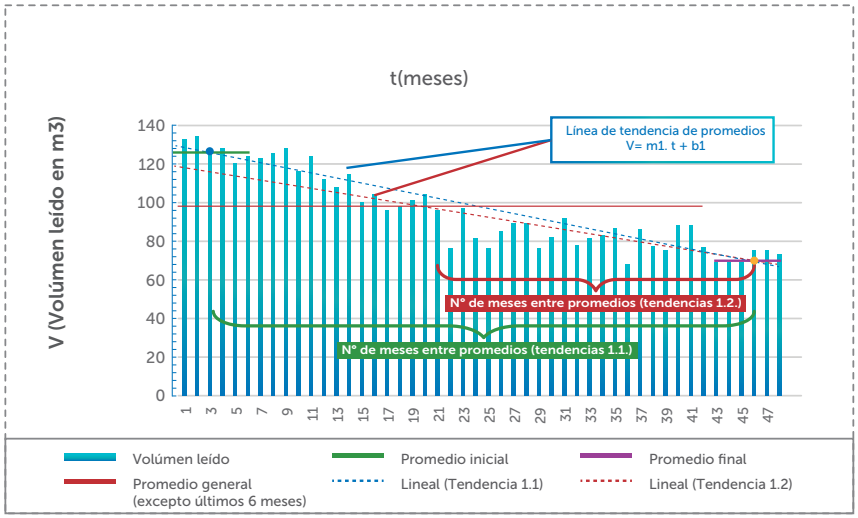
Tendencia 1: Promedio de consumo

Consiste en calcular una línea a partir de dos puntos que representan al promedio en diferentes periodos agrupados. Estos periodos deben ser definidos, recomendando que se evalúen varios escenarios, como los indicados en el ejemplo siguiente:

ESCENARIOS	PUNTO 1	PUNTO 2
1	Promedio de consumo de los primeros 6 meses.	promedio de consumo de los últimos 6 meses.
2	promedio de consumo de todo el periodo del medidor(exceptuando los últimos 6 meses).	promedio de consumo de los últimos 6 meses.

Nota: Se sugiere realizar un programa informático que analice varios escenarios para encontrar distorsiones en cualquier sección del periodo general evaluado.

Para cada caso, la recta calculada entre estos dos puntos se define mediante una ecuación que representa una primera tendencia, a partir de la cual se pueden calcular la pendiente de la recta y el volumen estimado de caída del volumen actual con respecto al promedio.



En el gráfico anterior:
Los meses están enumerados de manera correlativa iniciando en 1.
Promedio inicial y final, corresponden al escenario 1.
Promedio general y final, corresponden al escenario 2.

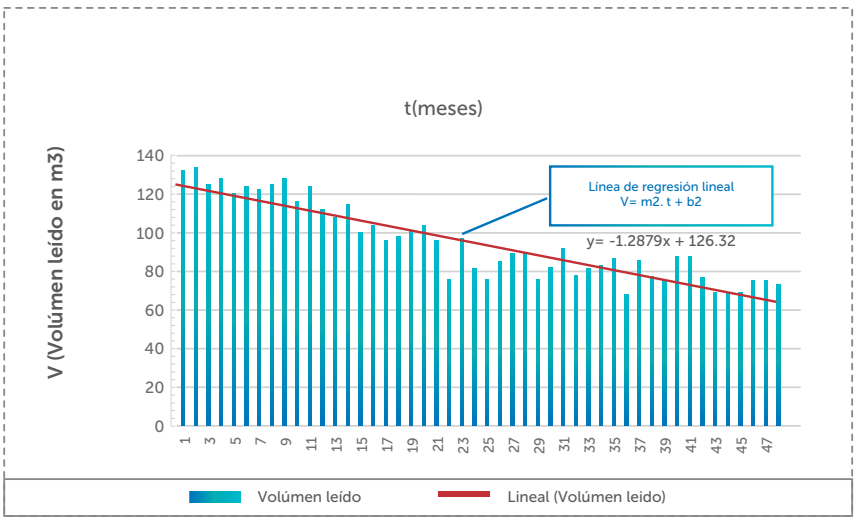
Para cualquier escenario: ***m1* = pendiente de la línea de promedios:**

$$m1 = \frac{\textit{Promedio inicial - Promedio final}}{\textit{N.° de meses entre promedios)}}$$

Nota: El número de meses entre promedio se calcula entre los centros de gravedad de cada promedio calculado.

Tendencia 2: Regresión lineal

La ecuación de regresión lineal expresa en una línea la evolución del consumo mensual de cada medidor a lo largo del historial que se tiene registrado. Su cálculo se realiza con un proceso estadístico que es fácilmente automatizable, estando incluso disponible de manera predeterminada en los procesadores de hojas de cálculo de escritorio. Similarmente a lo realizado con la línea de tendencia de promedios, se debe calcular la pendiente de la recta.



$$m^2 = \text{pendiente de la ecuación de regresión lineal}$$

$$m^2 = \frac{\sum_1^t (t - tp)(V - Vp)}{\sum_1^t (t - tp)^2}$$

t: Número correlativo de cada mes evaluado
tp: Tiempo promedio evaluado (en meses)
V: Volumen leído en cada periodo mensual (m3)
Vp: Volumen promedio del periodo evaluado (m3)

DE LOS AUTORES

Stefan Ziemendorff

Licenciado en Administración de Empresas con Maestría en Ayuda Humanitaria Internacional. Trabaja desde 1999 con la Cooperación Alemana en el Perú, con un enfoque principal en la gestión comercial de las EPS. Ha sido coordinador del Programa "Plan 100,000 Conexiones. Mejoramiento Comercial de las EPS" de Anepssa Perú y PROAGUA que implementó con éxito en 12 EPS medidas de mejoramiento del catastro, de la captación masiva de nuevo clientes, cobranza y cortes, así como en la mejora de la eficiencia del parque medidor. Asimismo, ha realizado consultorías e investigaciones acerca de la prevención y detección de hurtos de agua, de la seguridad de medidores contra manipulación, la identificación de clandestinos y la eficiencia de técnicas de corte simple y drástico de agua. Ha sido coautor de cuatro módulos de la primera serie comercial editados por PROAGUA GTZ entre los años 2005 y 2009.

Teony Alva Vives

Ingeniero civil y magíster en Gestión Pública, tiene una trayectoria como consultor en Gestión de Empresas de Saneamiento, con énfasis en gestión comercial. Ha colaborado profesionalmente en programas y proyectos de mejora de gestión comercial de las EPS del Perú en instituciones de la cooperación alemana, Anepssa Perú y en varias EPS del Perú. Ha diseñado y supervisado procesos catastrales, esquemas de tercerización de actividades comerciales y micromedición. Ha diseñado e implementado modelos de gestión de servicios de saneamiento en pequeñas ciudades en diversos proyectos de inversión del Programa Nacional de Saneamento Urbano (PNSU). Se ha desenvuelto como proyectista y supervisior de proyectos de infraestructura sanitaria, irrigaciones y salud. Ha sido coautor de cuatro módulos de la primera serie comercial editados por PROAGUA GTZ entre los años 2005 y 2009.

Con el apoyo de:

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementada por
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Departamento Federal de Economía,
Formación e Investigación DEFI
Secretaría de Estado para Asuntos Económicos SECO