

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

***“DISTRITO HIDROMÉTRICO PILOTO EN LA CIUDAD DE
PÁTZCUARO PARA LA RECUPERACIÓN DE
AGUA POTABLE”.***

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA
MIGUEL ANGEL CORTEZ CALDERÓN**

**ASESOR DE TESIS
M.C. GUILLERMO BENJAMÍN PÉREZ MORALES**

MORELIA, MICHOACÁN, FEBRERO 2006



*Con cariño y respeto dedico este trabajo de manera especial
a quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran
parte de su vida para formarme y educarme, a quienes la ilusión
de su vida a sido convertirme en persona de provecho, a mis padres:
Miguel Cortez y Oliva Calderón*

*A mis hermanos por su gran apoyo:
Cecilia, Yolanda, Delia, Hilda, Alberto, Verónica*

*Agradeciendo su apoyo, paciencia
y asesoramiento para la presente tesis al
M.C. Guillermo Benjamín Pérez Morales.*

A Patricia por su apoyo y paciencia

*A mis amigos por su apoyo y colaboración para el presente trabajo:
Ing. Dante Sinoé Hernández Padrón
Ing. Jesús Pardo Loaiza
Ing. Hugo Vázquez Ángeles
PIC. Álvaro Aguilar Guillen
PIC. Marco Antonio Melgoza*

*A mis maestros por contribuir en la
formación que ahora tengo, especialmente
al Ing. Everardo Urquiza Marín
y al Ing. Martín Caballero Ulaje, por el apoyo
brindado, para abrirme camino en mi vida profesional.*

*De antemano agradezco a Dios
por darme la oportunidad de vivir
y cumplir mis metas.*



INDICE**PÁGINA**

I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. GENERALIDADES.....	6
2.1 Distrito Hidrométrico.....	6
2.2 Partes que integran un distrito hidrométrico.....	7
2.3 Beneficios de la implantación de distritos hidrométricos.....	8
2.4 Método técnico de trabajo en la eficientización de un distrito hidrométrico.....	9
III. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL EN EL DISTRITO HIDROMETRICO.....	10
IV. ESTUDIOS Y TRABAJOS PREVIOS.....	36
4.1 Selección del distrito hidrométrico.....	36
4.1.1 Justificación de la selección del distrito hidrométrico.....	36
4.2 Revisión de planos actuales de catastro de la red de distribución e identificación del distrito hidrométrico.....	40
4.3 Inspección e identificación en campo del distrito hidrométrico.....	45
4.4 Vinculación de predios en el Distrito Hidrométrico.....	50
4.5 Toma de presiones en las colindancias del distrito hidrométrico.....	55
4.6 Aislamiento del distrito hidrométrico.....	63
4.7 Estado actual de tomas domiciliarias.....	65
4.8 Instalación de micro medidores en tomas domiciliarias.....	70
4.9 Instalación de macro medidores en tanques de regularización.....	74
V. BALANCE HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA ACTUAL DEL DISTRITO HIDROMÉTRICO.....	77
5.1 Estimación de consumo en el distrito hidrométrico (toma de lecturas en macro medidores)	77
5.2 Estimación de consumos domiciliarios (toma de lecturas en micro medidores).....	82
5.3 Estimación de pérdidas de distribución en la red del distrito hidrométrico.....	85
VI. TRABAJOS DE EFICIENTIZACIÓN DEL DISTRITO HIDROMÉTRICO.....	89
6.1 Localización de fugas visibles en la red, en tomas y en tanques de almacenamiento..	89
6.2 Aforo y reparación de fugas visibles.....	97
6.3 Aforo y reparación de fugas en los tanques de regularización.....	98
6.4 Localización de fugas no visibles.....	101
6.4.1 Detección de fugas no visibles en tomas domiciliarias y en red.....	101
6.4.2 Equipo utilizado para la detección de fugas.....	103
6.5 Aforo y reparación de fugas no visibles en la red.....	105

VII. BALANCE HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA RECUPERADA EN EL DISTRITO HIDROMÉTRICO.....	106
7.1 Estimación de consumo en el distrito hidrométrico (toma de lecturas en macro medidores).....	106
7.2 Estimación de consumos domiciliarios(Toma de lecturas en micro medidores).....	107
7.3 Estimación de la eficiencia alcanzada en el distrito hidrométrico.....	109
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
IX. ANEXO FOTOGRAFICO.....	114

I. INTRODUCCIÓN

Se estima que la eficiencia física de la red de distribución de agua potable de la cabecera municipal de Pátzcuaro es baja, aunque no se ha establecido su nivel real, se tiene la problemática general de alta incidencia de fugas debido a múltiples factores, por lo que se ha establecido los trabajos de detección y reparación de fugas, así como la determinación de la eficiencia en la que se encuentra la infraestructura de distribución antes y después de la detección y reparación de fugas, en un Distrito Hidrométrico o sector aislado de la red de distribución de agua potable que se abastece del pozo Itzi Huriata, donde se ha tenido alta incidencia de fugas; este sector se encuentra al suroeste de la ciudad de Pátzcuaro Michoacán, y el objetivo es el de elevar la eficiencia física del sistema de distribución de este sector.

Se menciona datos generales de lo que es un Distrito Hidrométrico, así como sus ventajas de la implantación.

A manera de antecedentes se incluye información general del sitio, así como de la situación actual en la que se encuentra la zona antes de la realización de cualquier trabajo de detección y reparación de fugas en el sector.

Para la implantación del Distrito Hidrométrico Itzi Huriata en la cabecera municipal de Pátzcuaro, se realizaron estudios y trabajos previos en la que se recavó información necesaria de toda la zona en estudio. Se menciona como se llevaron a cabo los trabajos de campo así como la presentación de los datos obtenidos, necesarios para poder estimar la eficiencia en la que se encuentra el sitio en estudio.

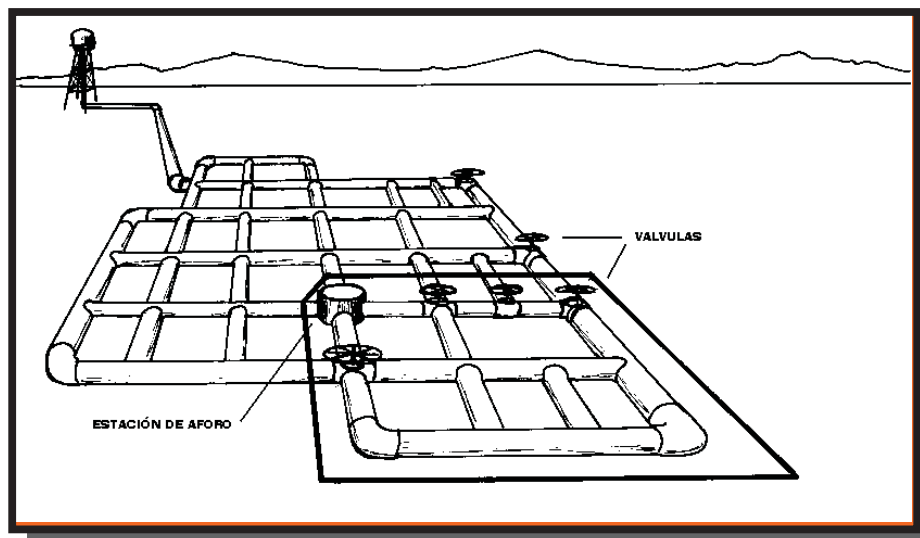
Se incluye información general de los aparatos necesarios para la detección de fugas no visibles y de los que se emplearon en el Distrito Hidrométrico.

El objetivo de este trabajo es la presentación de las acciones y procedimientos necesarios que se realizaron en el sector de la red de distribución de agua potable abastecida por el pozo Itzi Huriata, para lograr el mejoramiento de la eficiencia física de este sector, en la cabecera municipal de Pátzcuaro Mich. implementando la técnica de Distritos Hidrométricos; así también la de presentar los resultados obtenidos de los trabajos realizados para la recuperación de agua potable con los cuales se estimaron las eficiencias físicas antes y después de los trabajos realizados en el sector de la red de distribución de la ciudad de Pátzcuaro Mich.

II. GENERALIDADES

2.1 Distrito Hidrométrico

Un distrito hidrométrico es una zona aislada hidráulicamente de la red de distribución con movimientos de válvulas, y que se emplean para diagnosticar y detectar pérdidas de agua en un sistema de distribución, facilitar su eliminación y optimizar su control. Un distrito hidrométrico puede componerse por una o más colonias donde se debe de tener un perfecto control sobre los volúmenes de agua suministrados.



El método de Distrito Hidrométricos, puede ser utilizado como una extensión del balance del agua o, en algunos casos, como un método de detección de fugas. Su propósito es evaluar si un sector o zona del sistema de agua tiene grandes cantidades de fugas.

Dentro de este distrito hidrométrico, el propósito fundamental de la implementación de este método de trabajo es el de incrementar la eficiencia actual del sector de la red de distribución a través de proyectos cuyo propósito es recuperar el agua que se tira en la distribución, almacenamientos y tomas domiciliarias. Los proyectos que incrementan la eficiencia física son los siguientes:

- Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias
- Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas

- Localización y reparación de fugas en tuberías principales y secundarias y tanques.

No solo basta alcanzar una eficiencia alta con los trabajos antes descritos, ya que una vez que se realizan estos trabajos y se alcanza la eficiencia esperada, es importante que se sigan realizando actividades extras para poder mantener el control y el buen servicio de suministro y distribución de agua potable a los usuarios. Estas actividades extras son las siguientes:

- Sectorización de la red de distribución
- Macro y micro medición
- Catastro de infraestructura hidráulica y de redes
- Buen control de operación
- Control de fugas.

2.2 Partes que integran un distrito hidrométrico

Un distrito hidrométrico se compone de varias partes que son fundamentales para el abastecimiento y distribución del agua potable, para poder abastecer a los usuarios de este vital líquido. Estas partes que lo integran son :

1. Fuente de abastecimiento.- Puede ser un pozo, manantial o cualquier otra fuente y será la que proporcione el agua al distrito hidrométrico, esta fuente puede ser exclusiva de un distrito hidrométrico o servir a varios.
2. Tanque regulador o de almacenamiento.- Será la estructura que regule o almacene los volúmenes de agua que el distrito hidrométrico necesite.
3. Línea de conducción.- Es la tubería que llevará el agua desde la fuente de abastecimiento hasta la estructura de regulación o almacenamiento.

4. Red de distribución.- Serán las tuberías que lleven el agua a partir de la infraestructura de almacenamiento o tanque hasta el usuario consumidor.

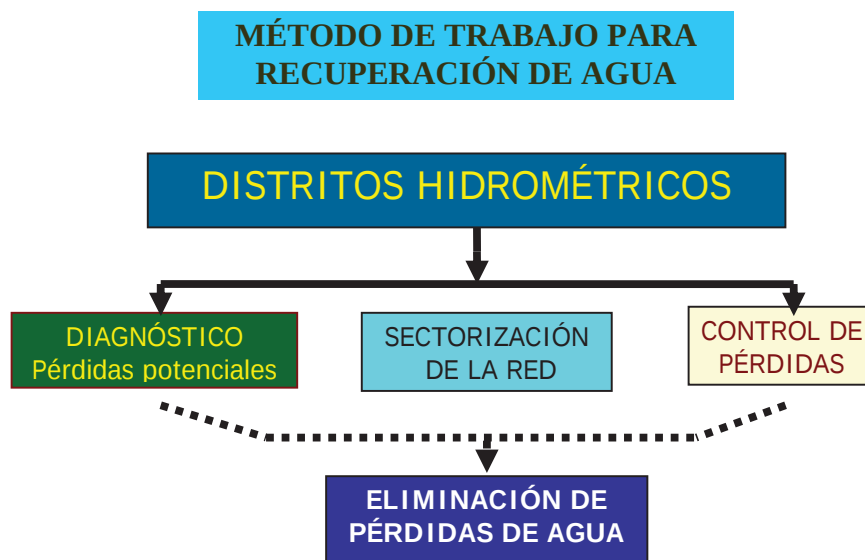
2.3 Beneficios de la implantación de distritos hidrométricos

- Ahorro de agua al reducir considerablemente las fugas físicas en la red. El diseño de cada distrito hidrométrico, hace totalmente manejable su hidráulica.
- Los bombeos son estables dando como consecuencia un aumento considerable de la vida útil de los equipos de bombeo, ya sea cárcamo o pozo.
- Control de seccionamientos y estabilización de presiones en la red con la consecuente reducción al mínimo de fugas físicas en la red y en las tomas domiciliarias y rescate de volúmenes. Se han alcanzado lograr eficiencias físicas de hasta el 86%, equiparables con las encontradas en las ciudades más eficientes de Europa.
- Cobertura al 100% de la macro y micro medición con el consecuente incremento en la facturación e ingresos al organismo.
- Actualización y mejora del control del padrón de usuarios con la consecuente reducción de tomas clandestinas, irregulares y derivaciones
- Verificación y actualización del catastro de redes de distribución con la consecuente mejoría en el mantenimiento de la infraestructura y en la valuación de activos.
- Estabilización del funcionamiento de equipos de bombeo con el consecuente incremento en la vida útil de los equipos.
- Incremento sustancial en los horarios de servicios hasta llegar a 24 horas al día, eliminando con ello el tandeo que es molesto para la población e hidráulicamente inapropiado.

- Toma de agua exclusiva para bomberos en cada tanque de cada célula.

2.3 Método técnico de trabajo en la eficientización de un distrito hidrométrico

La metodología de mejoramiento indica las acciones requeridas y su secuencia de ejecución, el IMTA ha desarrollado esta metodología para la reducción de las pérdidas de agua potable, la cual esta representada en la figura 1. El primer paso es dividir la red de agua potable en un cierto número de Distritos Hidrométricos (DH). Estos son sectores de la red, que se aíslan hidráulicamente con el movimiento de válvulas y adecuaciones. En cada distrito se deben tener una o máximo dos entradas de agua, es recomendable (aunque no obligatorio) que cada distrito hidrométrico comprenda no más de 2,000 tomas debido a la dificultad del control en un número mayor.



III ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL EN EL DISTRITO HIDROMÉTRICO

En la actualidad el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOAPAS) de la ciudad de Pátzcuaro no cuenta con algún registro de antecedentes acerca de la red de agua potable existente de toda la ciudad, pero se sabe que el primer tanque construido en la ciudad de Pátzcuaro corresponde al año de 1941, este tanque es el conocido con el nombre de los Reyes y que actualmente almacena y suministra de agua potable a una parte de la población; con este dato podemos estimar que la edad de las redes de agua potable más antiguas corresponden aproximadamente a 60 años de edad. Lógicamente con el paso del tiempo, la vida útil de la infraestructura de distribución llega a su fin, lo que conlleva al surgimiento de fugas en la red antigua por lo que desde entonces se han venido reparando. Sabemos que la antigua red de agua potable no se ha renovado completamente, si no que paulatinamente se han ido sustituyendo tramos de tubería deficiente y/o con problemas de fugas.

La ciudad de Pátzcuaro ha tenido un crecimiento anárquico en los últimos años y como todas las ciudades, al ir creciendo, también surgen nuevos problemas en cuanto a servicios y Pátzcuaro no podía ser la excepción. Uno de estos problemas es el abastecimiento insuficiente y deficiente de agua potable, ya que al ir creciendo la población, aumenta también la dotación de servicios que en el caso del agua potable crece de manera desorganizada y sin ninguna planeación, lo que conlleva a una mala dotación del servicio del agua potable en relación al poco tiempo de suministro de este vital líquido, poca presión y lógicamente poca cantidad de agua en gran parte de la población; en algunas zonas ni siquiera alcanza a llegar este líquido, lo que les ha obligado a suministrarse por medio de la compra de agua a través de pipas o estar suministrándose de hidrantes públicos para los que tienen la oportunidad de tenerlos cerca; podemos citar como ejemplo la calle Nicolaitas en la colonia centro de la ciudad de Pátzcuaro que tiene alrededor de 7 años sin servicio de agua potable, (información adquirida de los usuarios); o una manzana en la colonia Eréndira 1 entre la calle Andapicua y Tzipani, donde la mayoría se suministra a través de hidrantes públicos turnándose el servicio de agua entre los vecinos.

En toda la zona del Distrito Hidrométrico donde el abastecimiento del agua es de los tanques del calvario a través del pozo Itzi-huriata, existen alrededor de 10 hidrantes de los cuales solamente 5

de ellos pertenecen al sector del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata; los demás hidrantes están sin uso y programados para cancelarse ya que pertenecen a la red de san Gregorio.

Únicamente los hidrantes que actualmente se utilizan y son de gran ayuda para el abastecimiento de agua potable, son los mencionados anteriormente en la colonia Eréndira I.



Hidrante callejero con el que se suministran de agua los usuarios que en sus predios, este líquido no alcanza a llegar a través de sus tomas domiciliarias o llega con muy poca presión y poca cantidad.

Las redes de distribución han crecido por la expansión urbana sin contar con una planeación previa, por lo que es común que la distribución sea irregular, propiciando contraste de presiones en la red, operación excesiva de válvulas de seccionamiento y deterioro de la infraestructura, así como periodos cortos de suministro del agua en algunas zonas para poder suministrar a otras.

Como ya mencionamos anteriormente se estima que la eficiencia física de la red de distribución de agua potable en Pátzcuaro es baja. Aunque no se ha establecido su nivel real, se tiene la problemática general de alta incidencia de fugas debido a múltiples factores, por lo cual se propuso ejecutar los trabajos de detección y reparación de fugas a través del método de Distritos hidrométricos, con la finalidad de incrementar la eficiencia física.

Las condiciones que encontramos en el distrito hidrométrico de la ciudad de Pátzcuaro Michoacán, responde a las siguientes citadas.

- a) La red de distribución de agua potable de Pátzcuaro, Michoacán, está sujeta a una estricta operación tandeada del servicio, con tiempos de suministro a los usuarios no mayores 4 horas.
- b) La mayoría de los usuarios cuenta con cisternas o tinacos para su almacenamiento intra-domiciliario.
- c) Se tiene el conocimiento de presiones bajas (menores de 0.5 kg/cm²) en gran parte de la red de distribución de agua potable.
- d) Los registros de detección y reparación de fugas, usuarios clandestinos, y volúmenes entregados, entre otros, son escasos o no existen.

La situación que se encuentra en el Distrito Hidrométrico en cuanto a la pérdida de agua aun no es determinada, pero se sabe que se tira demasiada agua por fugas visibles no visibles y por fugas en tomas domiciliarias, así como en la llegada de esta ya que el estado actual de la mayoría de las tomas de agua están en mal estado y algunas otras ni siquiera cuentan con una cuadro de llegada o mínimo una llave de paso o nariz que corte el suministro a la vivienda ya que se encuentran demasiadas tomas únicamente con una manguera negra que viene de la red de distribución hacia la vivienda y se cierra el suministro hacia estas únicamente con un doblez en el extremo de la manguera que en la mayoría de los casos se fuga el agua ya que el doblar la manguera en tantas repeticiones esta tiende a perforarse o romperse.

No podemos decir que en la ciudad de Pátzcuaro, la poca agua que llega a los usuarios a través de sus tomas domiciliarias, es por causa de pocas fuentes de abastecimiento o poca cantidad de agua que se extrae de ellas, si no que por la antigua red de tuberías que se expande en la ciudad y el deficiente sistema para proporcionarles mantenimiento (como nos mencionaron vecinos que han estado presentes en las reparaciones de fugas que han surgido cerca de sus domicilios y que a los

pocos días de la reparación han aflorado nuevamente), todo en conjunto, hace que se pierda bastante agua por fugas, aunque la mayor parte de la red de agua potable de la ciudad de Pátzcuaro es de PVC, se sabe que aun existe una gran cantidad de tubería de asbesto-cemento que se ha ido sustituyendo poco a poco con las reparaciones; aunque no se ha establecido un porcentaje real de perdidas, se puede deducir que la cantidad de agua que se desperdicia es bastante considerable, comparado con la importante cantidad de agua que se capta diariamente y cantidad de usuarios que se abastece de ella.



*Tramo de tubería de asbesto-cemento
producto de la reparación de una fuga*

Para la ciudad de Pátzcuaro conocemos que se tiene una gran cantidad de agua captada diariamente para suministrar a toda la población, para esto existen dos manantiales y cuatro pozos profundos que aportan un gasto importante para el abastecimiento de agua potable, los cuales citamos a continuación:

- 1.- Manantial “San Gregorio con una producción de 80lts/seg..
- 2.- Manantial “Alcantarilla” con una producción de 10lts/seg..
- 3.- Pozo “Huecorio” con una producción de 80lts/seg..
- 4.- Pozo “Itzi-Huriata” con una producción de 25lts/seg..
- 5.- Pozo “Revolución” con una producción de 20lts/seg..
- 6.- Pozo “Los Reyes” con una producción de 23lts/seg..



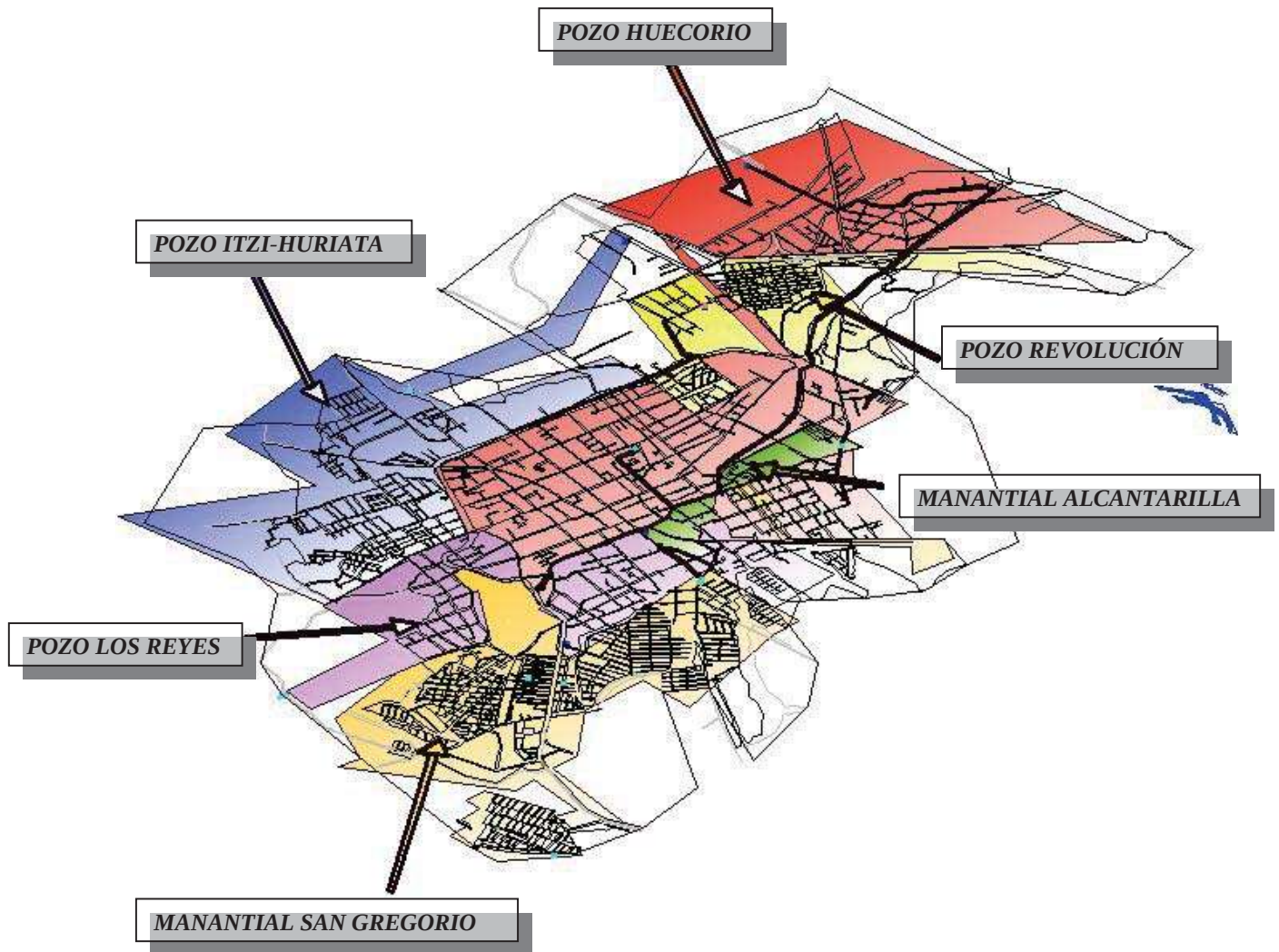
Caja rompedora del acueducto del manantial de San Gregorio.

Podemos observar que el pozo “Huecorio”, así como el manantial de “San Gregorio”, son las fuentes de abastecimiento que aportan los gastos más importantes en la extracción y captación de agua potable.

Cada una de estas fuentes de abastecimiento de acuerdo a la cantidad de agua captada, suministra una cierta zona de la ciudad de Pátzcuaro, por lo que podemos decir que la red de agua potable de la ciudad de Pátzcuaro se encuentra pre-sectorizado y no sectorizado totalmente, ya que en ocasiones se abren válvulas entre dos sectores de la red para ayudar al abastecimiento cuando uno de estos sectores no alcanza a autoabastecerse por causa de problemas en la infraestructura de distribución del sector, tal es el caso que se da en ciertas ocasiones entre la zona de abastecimiento del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata y la zona que abastece al manantial de San Gregorio, donde los límites de la red de San Gregorio en ocasiones no alcanza a abastecer los extremos cercanos a la zona del Itzi-Huriata, por lo que se abre una válvula de la zona de Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata para ayudar en el abastecimiento de la red de San Gregorio.

Este tipo de acciones es solamente ocasional para el caso de la red de San Gregorio, pero es frecuente que las personas que se abastecen en la zona del Itzi-Huriata, abran una válvula que sectoriza las dos partes, para poder suministrarse de agua de la red de San Gregorio, en el tiempo que el tandeo de su zona no les favorece.

En la siguiente figura podemos observar las zonas que suministran de agua potable los cuatro pozos y los dos manantiales de la ciudad de Pátzcuaro:



CADA COLOR ABARCA LA SUPERFICIE QUE DISTRIBUYE CADA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Si sumamos la captación de las seis fuentes citadas anteriormente, tenemos que para la ciudad de Pátzcuaro se captan 238 Lts/seg, en otras palabras tenemos que se captan $20,563.2 \text{ m}^3 / \text{día}$, y que de un total de 77,872 habitantes del municipio de Pátzcuaro, (censo INEGI en el año 2000), de los cuales 47,993 habitantes viven en la ciudad de Pátzcuaro (INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda, 2000).

Si suponemos exageradamente que habitan 100,000 personas, (para incluir la población flotante, el turismo), en la ciudad de Pátzcuaro y les asignamos una dotación de acuerdo al clima templado de la región de 200 lts/hab/día, entonces la demanda sería de $20\,000 \text{ m}^3 / \text{día}$, por lo que podemos deducir que alcanza perfectamente la cantidad de agua captada del total de las fuentes para abastecer diariamente a toda la población; pero sabemos que lo anterior no puede ser posible por varias razones que se presentan en todas las ciudades y en este caso en la ciudad de Pátzcuaro. Sabemos que de acuerdo a estudios y a la experiencia obtenida durante mucho tiempo en trabajos realizados en redes de agua potable, no puede ser posible que una red de distribución de agua potable pueda estar trabajando con una eficiencia mayor a 85%, (o es difícil alcanzarla aunque no imposible) ya que siempre se pierde agua por fugas no visibles, fugas en tomas domiciliarias, clandestinaje, fugas en accesorios, en tanques o simplemente por descuido o falta de cultura de los propios usuarios al dejar llaves abiertas o no proporcionar mantenimiento a sus tomas y fuentes de almacenamiento, como algunos ejemplos que podemos observar a continuación.



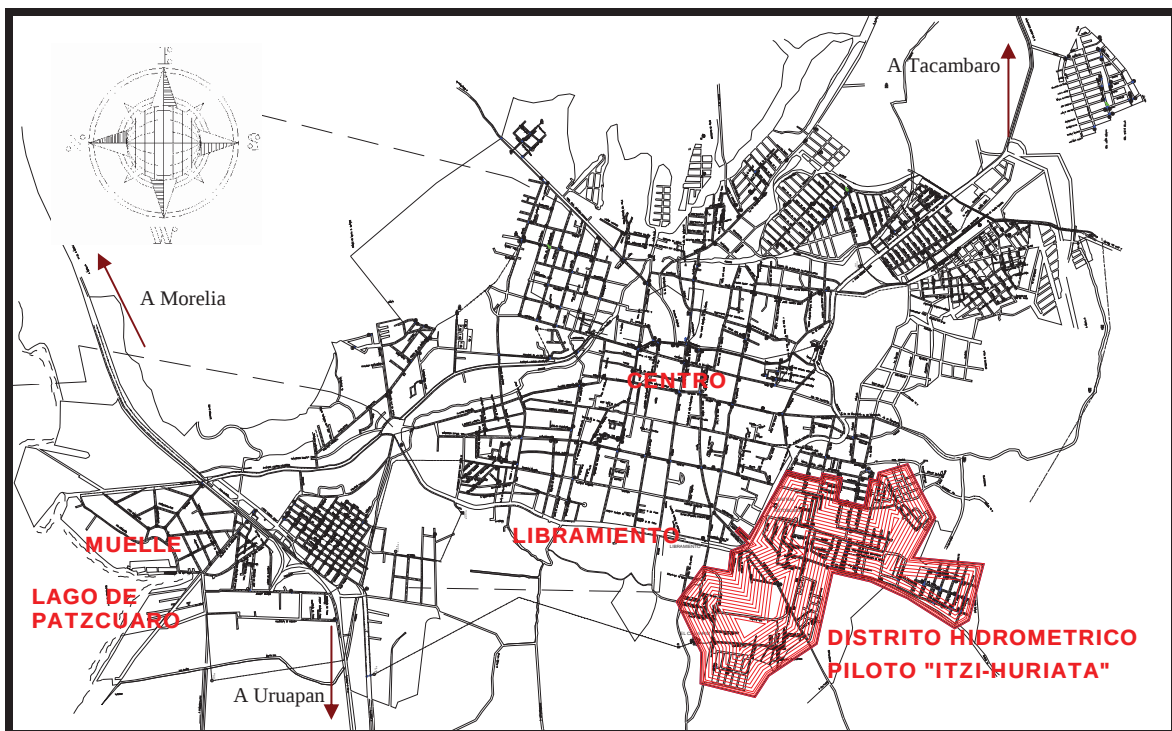
Fuga en el cuadro de una toma domiciliar causa por falta de mantenimiento por parte de los usuarios



En el caso de Pátzcuaro Michoacán y especialmente en el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata las pérdidas de agua por fugas son comunes, ya que la red de distribución es muy antigua y se producen muchas fugas en tanques, red y tomas.

Debido a estos múltiples factores, la mayor parte de la población asentada en la zona del distrito hidrométrico, se ve en la necesidad de suministrarse de agua a través del muy pernicioso sistema tandeos para que pueda alcanzar para la mayoría de la gente, esto conlleva a un excesivo movimiento de válvulas y deterioro de las mismas.

El distrito hidrométrico se encuentra al SW de la Ciudad de Pátzcuaro Michoacán, precisamente en las coordenadas $N19^{\circ}30.394'$ y $W101^{\circ}37.012'$, entrando por el Libramiento de la ciudad a la altura de la central camionera, entre Av. Del Calvario rumbo al mirador “Estribo Grande”, la calle Palmerín, siguiendo por la calle Tzintzíncha y Av. Jamuquén, entrando nuevamente por la calle Tzipani y abarcando hasta los extremos de la colonia Eréndira 3 y Eréndira 4, Llanos de la Virgen, Magisterio y el extremo de la Av. Melchor Ocampo, rodeando la colonia Camelinas hasta el Fraccionamiento los Fresnos y topando nuevamente con la Av. del calvario donde se ubican los tanques de abastecimiento de todo este sector.



**Ubicación del Distrito
Hidrométrico en la Ciudad de
Pátzcuaro**

La situación actual que podemos observar en esta zona donde se implementara el método de distrito hidrométrico, nos lleva a una panorámica visión de desorden de urbanización y ningún mínimo indicio de planeación para el crecimiento de la población a las orillas de esta zona.

Podemos observar claramente que al ir asentándose la población en ciertas zonas a las orillas, requieren forzosamente el servicio de agua potable, por lo que el Organismo Operador (OOAPAS) les autoriza la conexión de la tubería mas cercana, propiciando con ello que el servicio de agua de otros predios sea menor y lógicamente con menos presión y menos cantidad de agua.

En algunas de estas colonias, existen calles que aun no cuentan con servicio de alcantarillado sanitario ni pavimentación como ejemplo tenemos la calle Santa Rita en la colonia Lomas del Calvario. Algunas otras calles no cuentan con tubería de la red de distribución como es el caso de la calle “Francisco Villa” en la colonia Jamuquén y la calle “Luis Sandi”.en la colonia camelinas. Y por lo tanto a estos predios se les conecto con mangueras largas que al cruzar desde otras calles están expuestas al constante transito de vehículos que con el constante deterioro son causa de nuevas fugas.



El suministro de agua potable actualmente se da con la operación de 2 tanques de almacenamiento en la parte alta de la calle Lázaro Cárdenas , rumbo al mirador conocido como “Estribo Grande” estos tanques se ubican en las coordenadas N 19°30.892´ y W 101°37.437´ y una altitud de 2199m.

Anteriormente toda la zona se suministraba solamente con uno de los dos tanques existentes, que era el que corresponde al de menores dimensiones. Este tanque se construyo hace 19 años para el abastecimiento de la zona. A este tanque le suministraban agua a través de un cárcamo de bombeo que se encontraba por la misma calle que lleva hacia el mirador Estribo Grande pero cerca del libramiento; sus coordenadas son N19°30.826´ y W101°37.162´ y una altitud de 2158m ; el agua que llegaba al este cárcamo era del pozo los Reyes que actualmente esta en operación para la parte centro de la ciudad.

Con el paso del tiempo la expansión urbana fue aumentando en la zona y la demanda del servicio de agua potable cada ves se incrementaba , por lo que se tuvo que hacer gestión por parte de los usuarios para la construcción de un nuevo tanque, que actualmente es el 2do tanque de mayor capacidad volumétrica, este tanque se construyo hace 17 años, 2 años después de la construcción del 1er tanque de menor capacidad; se ubica también en la colonia del calvario rumbo al mirador Estribo Grande precisamente ubicado junto al primer tanque.

Este tanque se gestiona a través de los usuarios que se asentaron en la zona que actualmente es la colonia Llanos de la Virgen. Con el nacimiento de esta colonia surgió este segundo tanque que actualmente suministra de agua potable al Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata.

Ya que el cárcamo de bombeo que se utilizaba para suministro de agua potable al tanque chico ya no seria suficiente al construir el segundo tanque, se comenzó conjuntamente la perforación del pozo Itzi-Huriata para el abastecimiento de los dos tanques, por lo que la edad que tiene este pozo también es de 17 años.

Actualmente esta zona del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata aun se suministra de agua potable a través del pozo Itzi-Huriata que es uno de los cuatro pozos existentes en la ciudad de Pátzcuaro; este pozo se ubica en la salida Pátzcuaro-Uruapan por la carretera libre a 1.3 Km. aproximadamente de la salida, se encuentra a pie de carretera y sus coordenadas son N19°31.930´ y W101°37.462´ y una altitud de 2055m.



Geoposicionamiento del Pozo Itzi.Huriata



Pozo Itzi-Huriata, encargado de suministrar el agua al Distrito Hidrométrico

El pozo Itzi-Huriata esta equipado con una bomba tipo sumergible, con un motor de 100HP de potencia con los cuales se extraen 25 Lts/seg con una presión de 9.8kg/cm² y un nivel dinámico de 16.24mts (datos IMTA).



Equipamiento del Pozo Itzi-Huriata



La operación del pozo Itzi-Huriata es de 24 horas ininterrumpidas; este bombeo llega primeramente a un tanque intermedio (que también se construyó en la misma etapa que se surgió

tanto el pozo Itzi-Huriata como el 2do tanque de mayores dimensiones) donde se vuelve a rebompear hacia los tanques conocidos con el nombre de “tanques del Calvario”, este rebombeo funciona automáticamente, ya que la bomba que se utiliza bombea 40 lts/seg aproximadamente y el gasto que lo alimenta es de 25 lts/seg, el rebombeo se alcanza a vaciar fácilmente por lo que cuando sucede esto, el funcionamiento de la bomba se apaga automáticamente para que se alcance a recuperar y volver a funcionar de manera automática. Solamente interviene el personal para darle mantenimiento de engrasado y grafitado cuando se requiere.

Los tanques generales del Calvario, se encuentran a una elevación desde el bombeo de aproximadamente 100mts (dato de carta topográfica del INEGI y GPS), cada uno de los tanques suministra una parte de la red de distribución pero esta no se divide, en otras palabras la red de distribución de agua potable de la zona en estudio cuenta con dos entradas de agua.

Los dos tanques de almacenamiento son de diferentes capacidades; el de mayor capacidad mide 5.93m x 6.84m interiores y una profundidad de 3m por lo que al cubicarlo tenemos aproximadamente 122 m³, el de menor dimensión mide 4.93m x 4.88m y una profundidad de 2.30m y alrededor de 55 m³.

Aunque los dos tanques tienen un aspecto trapecial, por dentro son de tipo rectangular



**Tanques del Calvario
vista 1**



**Tanques del Calvario
vista 2**

La tubería de conducción del agua proveniente del pozo itzi-Huriata hacia el rebombeo es de 6" de diámetro de PVC y posteriormente del rebombeo hacia los tanques del calvario con tubería de 6" de Fierro Galvanizado; llega primero al tanque de mayor dimensión y de este, se suministra al tanque mas chico por gravedad. Las salidas de los tanques para alimentar la red de distribución también son de diferente diámetro.

La operación de estos tanques se da de la siguiente manera: ya que el bombeo y rebombeo del agua es constante durante las 24hrs, siempre se están abasteciendo los tanques para suministrar agua todo el tiempo; el tanque grande se mantiene casi constantemente a tres cuartos de su capacidad durante la mayor parte del tiempo; la válvula de seccionamiento que da salida al agua del tanque y da entrada a la red, permanece casi siempre abierta, y se cierra únicamente cuando la demanda aumenta en las horas pico de consumos, que se da alrededor de las 5pm, por lo que aproximadamente a esta hora el tanque empieza a disminuir de capacidad ya que la demanda de consumos a esas horas es mayor que la cantidad de agua que se bombea hacia el tanque, por lo que se ve la necesidad de cerrar la válvula de seccionamiento que suministra la red, para que el tanque vuelva a tomar una capacidad considerable para su buen funcionamiento.

La válvula de seccionamiento dura cerrada de las 6pm a las 7pm que es el tiempo aproximado en el que se restablece el tanque nuevamente, y se vuelve a abrir para suministrar el liquido hasta alrededor de las 11pm que es la hora en que se vuelve a cerrar la válvula para nuevamente poder restablecer el nivel del tanque.

El tanque de menor capacidad recibe agua de dos maneras diferentes: una manera y la mas usualmente utilizada para abastecerlo de agua, es a través de una tubería de excedencias del tanque de mayor capacidad con la cual al llenarse el tanque grande, en ese instante empieza a verter las excedencias hacia el tanque chico en el cual permanece cerrada su válvula hasta que se llena.



Vista 1

Tubería de excedencias de PVC 6" que se utiliza para el llenado del tanque de menor capacidad desde el tanque de mayor capacidad



Vista 2

La otra manera de suministrarle agua es a través de una conexión existente de la llegada de la tubería del rebombeo y que conecta al tanque chico por la tubería de salida hacia la red, esta conexión también cuenta con una válvula que hay que abrir para poder darle paso al agua y por lo que tiene que estar cerrada la válvula de seccionamiento que da el paso hacia la red, para que pueda introducirse el agua hacia el tanque chico y poder llenarse.



Abastecimiento de agua al tanque chico a través de la salida que suministra la red

Para el tanque más grande tenemos una salida con tubería de 6" de diámetro de PVC, y para el tanque más chico tenemos una salida con tubería de 3" de diámetro de fierro Galvanizado, ambas salidas cuentan posteriormente con una válvula de seccionamiento de las mismas dimensiones respectivamente. En la siguiente fotografía podemos observar los dos tanques que hemos citado.



Válvula de seccionamiento de 6" del tanque de mayores dimensiones



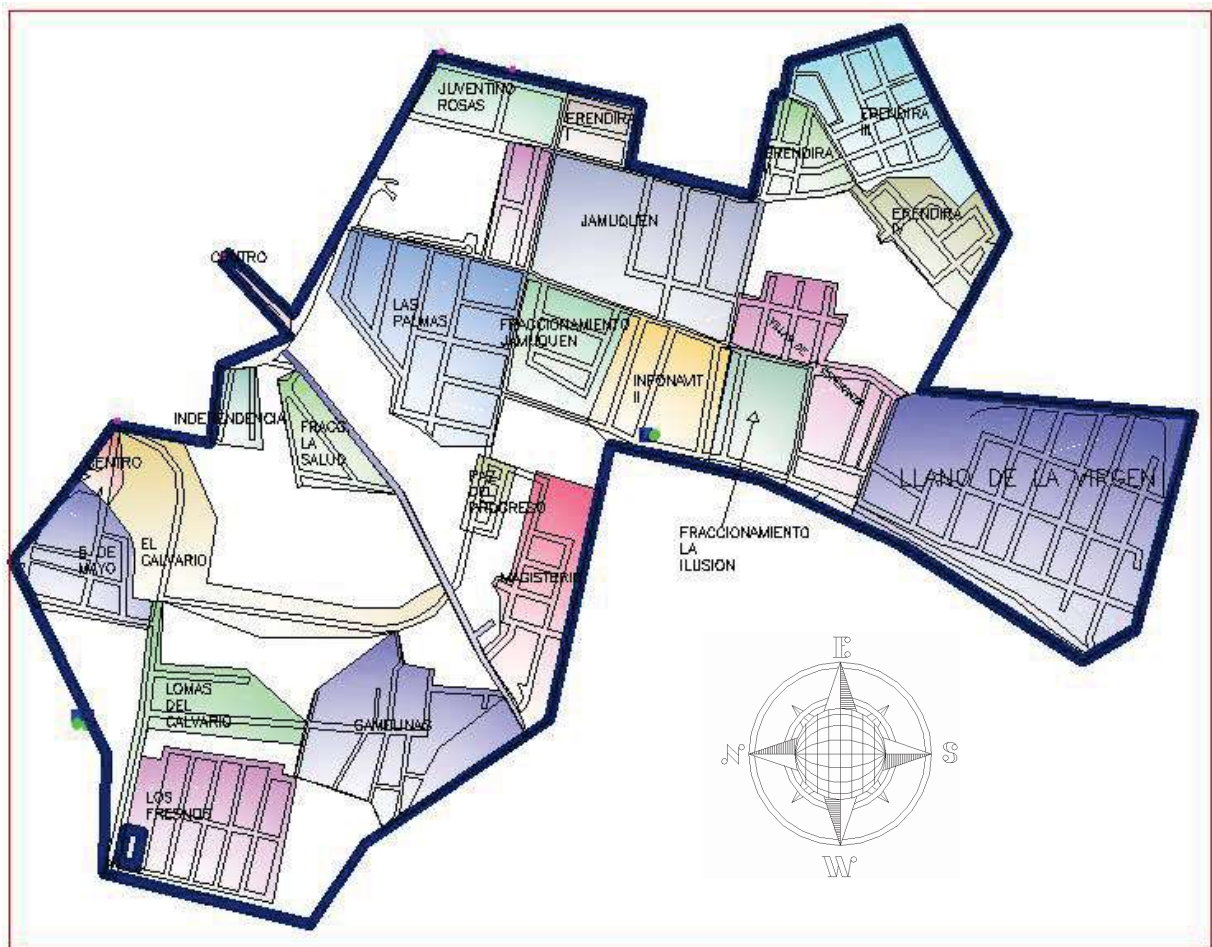
Válvula de seccionamiento de 3" del tanque de menores dimensiones

La red de distribución se integra con tubería que va desde 2" de diámetro hasta 6" de diámetro con sus respectivas válvulas de seccionamiento.

La red de distribución se dispersa en una zona que se compone de 24 colonias con una gran diferencia en cuanto a la densidad de población y servicios, cabe mencionar que en algunas, la red de distribución de agua potable solo abarca una parte de la colonia, como ejemplo tenemos la Centro, la Juventino Rosas y la Eréndira 1; a excepción de estas, las restantes caen totalmente dentro del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata. A continuación tenemos la lista de colonias de la zona y un esquema de la distribución de estas:

- 1) Juventino Rosas
- 2) Las Palmas
- 3) Jamuquen
- 4) Fraccionamiento Jamuquen
- 5) Eréndira 1

- 6) Eréndira 2
- 7) Eréndira 3
- 8) Eréndira 4
- 9) Infonavit II
- 10) Fraccionamiento la Ilusión
- 11) Villas de la Esperanza
- 12) Fraccionamiento Marcos Jiménez
- 13) Llanos de la Virgen
- 14) Paz del Progreso
- 15) Magisterio
- 16) Camelinas
- 17) Fraccionamiento la Salud
- 18) Independencia
- 19) Centro
- 20) El Calvario
- 21) Lomas del Calvario
- 22) 5 de Mayo
- 23) Fraccionamiento los Fresnos
- 24) Av. Melchor Ocampo



24 Colonias distribuidas en la zona que comprende el Distrito Hidrométrico

Dentro de la zona del Distrito Hidrométrico, toda la infraestructura de distribución de agua potable oscila entre los 8 años y 24 años de funcionamiento pero aun existen tramos de tubería de asbesto-cemento con una edad aproximada de los 30 años. La mayoría de la infraestructura de distribución es PVC aunque en algunas calles solamente la forma de distribución es con mangueras.

Edades de la infraestructura de distribución en el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata

COLONIA	EDAD DE LA TUBERÍA (años)
Juventino Rosas	24
Las Palmas	12
Jamuquen	10
Fraccionamiento Jamuquen	10
Eréndira 1	15
Eréndira 2	15
Eréndira 3	15
Eréndira 4	15
Infonavit 2	12
Fraccionamiento la Ilusión	9
Villas de la Esperanza	10
Fraccionamiento Marcos Jiménez	10
Llanos de la Virgen	17
Paz del Progreso	10
Magisterio	12
Camelinas	15
Fraccionamiento la Salud	12
Independencia	15
Centro (calle Nicolaitas)	4
El Calvario	30
Lomas del Calvario	16
5 de Mayo	15 y 30
Fraccionamiento los Fresnos	8
Av. Melchor Ocampo	15

De las colonias anteriores, las calles que aun cuentan con tubería de asbesto-cemento dentro del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata de hace aproximadamente 30 años de edad son las calles: Emiliano Zapata en la colonia 5 de Mayo, Santa Maria en la colonia Lomas del Calvario, Privada del Calvario en la colonia del Calvario, la calle San Antonio en la colonia Calvario.

De toda la zona del Distrito Hidrométrico las calles que mas problemas de fugas presentan de acuerdo a la información del personal de operación son las calles Santa Rita, Emiliano Zapata, Santa Maria, Privada del Calvario, Valenciana.



Calle Santa Rita en la colonia el Calvario, una de las calles con más problema de fugas, según información de personal de operación del OOAPAS

Dentro de estas colonias pudimos observar que existen mas tanques de almacenamiento que por alguna circunstancia se necesitan para tener un servicio de agua potable un poco mas eficiente.

Uno de estos tanques es el de la colonia Fraccionamiento los Fresnos al NW del Distrito Hidrométrico, sus coordenadas son $N19^{\circ}30.882'$ y $W101^{\circ}37.552'$; este tanque se construyó hace 8 años con el nacimiento d la colonia para poder suministrar de agua potable a los usuarios asentados en esta zona.

Mas de la mitad de la colonia se ubica a una elevación mayor que la de los tanques generales del calvario, debido a este desnivel, se vio en la necesidad de la construcción del tanque los Fresnos.

El tanque se ubica en el extremo del fraccionamiento que es la zona mas alta y se abastece mediante un rebombero que se ubica en la zona mas baja del fraccionamiento precisamente en las coordenadas N19°30.84' y W 101°37.503'; la cisterna del rebombero, se suministra de los tanques generales del calvario por gravedad y se bombea al tanque de los fresnos para posteriormente suministrar por gravedad todo el fraccionamiento.

La operación de este tanque es la siguiente: se bombea el agua todos los días, por las mañanas se comienza a bombear hacia el tanque hasta que la cisterna se vacía; se detiene al bombeo hasta que se vuelve a recuperar la cisterna, y ya recuperada, se bombea nuevamente; esta operación se hace 3 veces en el día, sin horario establecido. Cuando el tanque se llena, permanece así hasta el siguiente día cuando se distribuye a toda la colonia; la distribución del agua se da por las mañanas y dura aproximadamente 3 horas en vaciarse el tanque; al día siguiente cuando el tanque esta vacío, nuevamente se empieza a bombear el agua en tres lapsos, para dejarlo lleno y distribuirlo al día siguiente.

Por el modo de operación descrito anteriormente, sabemos que a esta zona se les suministra cada tercer día por las mañanas y que el suministro no dura mas de tres horas.

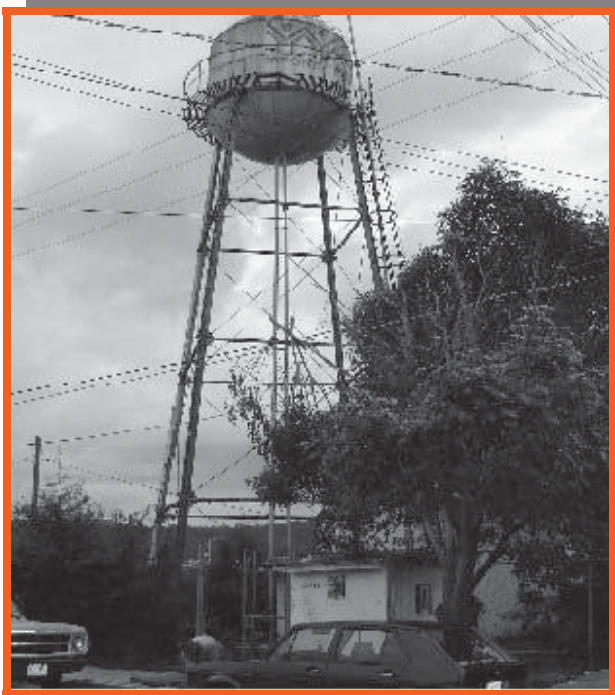


Rebombero hacia el tanque del Fraccionamiento los Fresnos



Tanque de la colonia Fraccionamiento Fresnos

Otro de los tanques es el que se encuentra en la colonia Infonavit 2; este tanque es de tipo elevado y que se encarga de suministrar agua para toda esta colonia. Debajo de este tanque se encuentra un depósito que se suministra por gravedad a través de la red de distribución y a partir de este se bombea el agua hacia este tanque elevado para poder suministrar a la colonia; las coordenadas son N19°30.401' y W101°37.247'.



Tanque elevado y cisterna de almacenamiento para el rebombeo que suministra de agua a la colonia Infonavit 2. Edad de 13 años con capacidad de 60m³



Existe un tanque mas que se ubica en la colonia Eréndira tres, pero este tanque actualmente esta sin uso, aunque esta conectado a la red de distribución, este no se utiliza debido a que no se tiene la manera de abastecerlo de agua. Este tanque lo construyeron con capital de los propios vecinos y con el apoyo del ramo33 del H.Ayuntamiento, la intención era tener un servicio de agua mas eficiente, ya que esta zona, es un extremo del distrito hidrométrico, donde la cantidad de agua así como la presión con que llega es muy poca. Cuando se construyó este tanque se tuvo la intención de que se suministrara de agua a través de un pozo que se comenzó a perforar, denominado “Potrero del Agua”, pero dicho pozo no dió agua con lo cual no se le pudo dar operación a este tanque.

Actualmente este tanque está sin uso y la comunidad vecina ha pedido que se le de operación pero dado que no se tiene la posibilidad de abastecerlo, aun no han establecido una solución para la operación de este tanque.



**Tanque sin uso en la Colonia
Eréndira III.
Vista 1**



**Tanque sin uso en la Colonia
Eréndira III.
Vista 2**

Dentro de la zona del Distrito Hidrométrico, podemos observar que la gran mayoría de las válvulas de seccionamiento que se tienen en la zona, no cuentan con un mantenimiento adecuado, ya que se encuentran la gran mayoría bastante azolvadas y algunas otras con una gran cantidad de basura en el interior de las cajas donde se alojan las válvulas, algunas de ellas están prácticamente a la intemperie sin tapas; la gran mayoría se alojan en registros con tapas de concreto. Como ya mencionamos todas las válvulas están sujetas a una estricta operación y manipulación diariamente ya que el suministro de agua potable en toda la zona es a base de tanteos, por lo que en algunas



de las válvulas podemos observar el deterioro de estas ya que se puede apreciar claramente la presencia de fugas.



**Válvula de seccionamiento
azolvadas por falta de
mantenimiento**



**Válvula de seccionamiento
con problema de fugas y
azolve**



La ciudad de Pátzcuaro tiene una población alrededor de los 50,000 hab.(16,900 tomas domiciliarias) Sin tomar en cuenta la población flotante (El turismo) de donde según el padrón de usuarios que se nos proporciono el organismo operador (OOAPAS) de la ciudad de Pátzcuaro solamente 1009 tomas pertenecen a la zona donde se realizaran los trabajos de recuperación de agua a través de un Distrito Hidrométrico que para este caso se le conoce con el nombre de Itzi Huriata en relación al pozo que alimenta los tanques que suministran a toda la zona en estudio.

De todas las tomas visibles podemos observar que la situación de las tomas domiciliarias se encuentran en mal estado en el mejor de los casos, ya que algunos predios no cuentan siquiera con cuadro de llegada o mínimo una llave que corte el suministro del agua hacia el predio, muchos se encuentran solamente con un doblez en el extremo de la manguera que suministra de agua al

predio y cortan el suministro colocando un taponamiento de madera en el extremo de la manguera que en la mayoría de las veces este no cierra herméticamente.

Ya que muchos predios no cuentan con tubería de la red de distribución en su calle, muchas tomas de agua potable llegan a los predios a través de manguera negra que se conectan a la red de distribución desde otras calles contiguas, al ser estas mangueras muy largas y estar sujetas al constante paso de vehículos sobre la superficie que las protege, estas se perforan continuamente dando origen a otra nueva fuga.



Otra de la situaciones en la que se encuentran la mayoría de las tomas de los predios no habitados (lotes baldíos), y que cuentan con el servicio de agua potable, están únicamente con un dobles en el extremo de la manguera para cortar o cerrar el suministro de agua y que relativamente no se este tirando el vital liquido, pero muchos de los usuarios al no contar con servicio de agua en sus tomas, acuden con frecuencia a estas predios donde queda a su alcance el liquido para abastecerse

de agua , lo que conlleva a la instalación de malas conexiones que dan inicio a fugas o por descuido de los propios usuarios al dejar la toma sin algún tipo de tapón, o mínimo un doblez en la toma para que no se desperdicie el líquido. Podemos citar como ejemplo una toma que existe en el fraccionamiento La Ilusión, donde diferentes usuarios, o personas que necesitan el líquido en la calle, toman de estas tomas de manguera que en la mayoría de los casos se deja que se desperdicie el líquido al no volver a cerrar correctamente la toma.



Situación de las tomas en los predios baldíos, una de las principales causas de fugas de agua potable

Tenemos el conocimiento de que el servicio de agua potable dentro del Distrito Hidrométrico, esta dentro de pernicioso sistema de tandeos donde se les suministra de agua a los usuarios en casi todo el sector cada tercer día, con una duración de entre 1 y 4 horas, pero como ya hemos mencionado, hay zonas donde el servicio de agua potable es escaso o prácticamente no existe. Podemos citar como ejemplo la parte alta de la colonia Eréndira 3, donde mencionábamos anteriormente la construcción de un tanque para resolver la carencia de agua de esta zona, ya que es uno de los limites de las partes altas del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata donde la cantidad de agua que llega a estas partes del sector es en cantidades mínimas con presiones menores a 0.2 kg/cm².

También podemos citar la parte alta de la colonia Eréndira IV, donde prácticamente las tomas están desconectadas dado que el suministro de agua potable a través de ellas no alcanza a llegar. Aunque se tiene contemplado implementar un cambio de horarios en el servicio de agua potable por parte de los encargados de operación del OOAPAS de Pátzcuaro, no se tiene la certeza de que pueda llegar el agua a esta zona con los cambios contemplados mediante el cierre de válvulas, ya

que como hemos citado anteriormente, este sector cuenta con un alto desperdicio de agua potable por fugas y falta de mantenimiento en la infraestructura de distribución.

Otro de los problemas que tienen en el OOAPAS en el Distrito Hidrométrico son los adeudos de los usuarios ya que pudimos darnos cuenta de una gran cantidad de usuarios se encuentran dentro de la cultura del no pago, ya que muchas personas cuentan con adeudos o se encuentran dentro de uniones, donde a lo largo del tiempo han logrado que los pagos del servicio de agua potable se les reduzca prácticamente hasta la mitad del costo, ya que para los usuarios las cuotas son bastante altas.

Las cuotas de pago de agua potable que maneja el organismo operador de la ciudad de Pátzcuaro (OOAPAS) es la siguiente:

TIPO	TARIFA POR MES
Pública a las escuelas	\$209.64
Domestica media	\$90.95
Residencial	\$145.57
Comercial	\$442.07
Industrial	\$1082.84
Domestica popular A	\$57.54
Domestico popular	\$32.34
Personas discapacitadas	\$20.00

En general podemos resumir que el Organismo Operador de Agua Potable de la ciudad de Pátzcuaro cuenta con una carencia de información por escrito acerca de la infraestructura de distribución de la propia ciudad, sumando el deterioro de la red de distribución así como la falta de mantenimiento en toda su infraestructura (válvulas tanques, red de distribución), que es origen del gran problema de desperdicio de agua potable a través de fugas así como la falta de cultura de los usuarios con relación al cuidado del agua al dejar sin mantenimiento sus tomas domiciliarias y el desperdicio por descuido, lo que conlleva conjuntamente a la baja eficiencia física de la red de agua potable.

IV. ESTUDIOS Y TRABAJOS PREVIOS

4.1 Selección del Distrito Hidrométrico

Los aspectos básicos para la selección de un Distrito Hidrométrico deben ser básicamente:

Donde la red de distribución de agua potable este mal abastecida, red bastante antigua o constituida de material inadecuado y con gran cantidad de fugas.

Una vez detectados estos aspectos básicos anteriores y estableciendo la zona con eficiencia relativamente baja, se deben de cumplir requisitos tales como:

El menor numero de entradas y salidas de agua potable a la zona donde se establecerá el Distrito Hidrométrico, para tener un mejor control en relación al aislamiento del sector.

Diámetro de la tubería compartible.

Presión aceptable como norma de 1 y 5kg/cm²(norma Oficial Mexicana NOM 013 CNA 2000.

Limites coincidentes con líneas férreas, carreteras etc.

Líneas internas y externas al distrito con buenas condiciones de presión.

Existen dos tipos de aislamientos fundamentales para la selección de un Distrito Hidrométrico que son:

Naturalmente Aislada.- Se aísla por la delimitación de barrancas o depresiones naturales donde por estas condiciones no es posible la extensión de la infraestructura de distribución.

Aislada por seccionamiento.- Esta selección se realiza con el cierre de válvulas límite en la red de distribución de agua potable.

En general la selección de un Distrito Hidrométrico también va aunado a algunas otras situaciones que dependen principalmente de los recursos económicos disponibles para la conformación del Distrito Hidrométrico.

4.1.1 Justificación de la selección del Distrito Hidrométrico

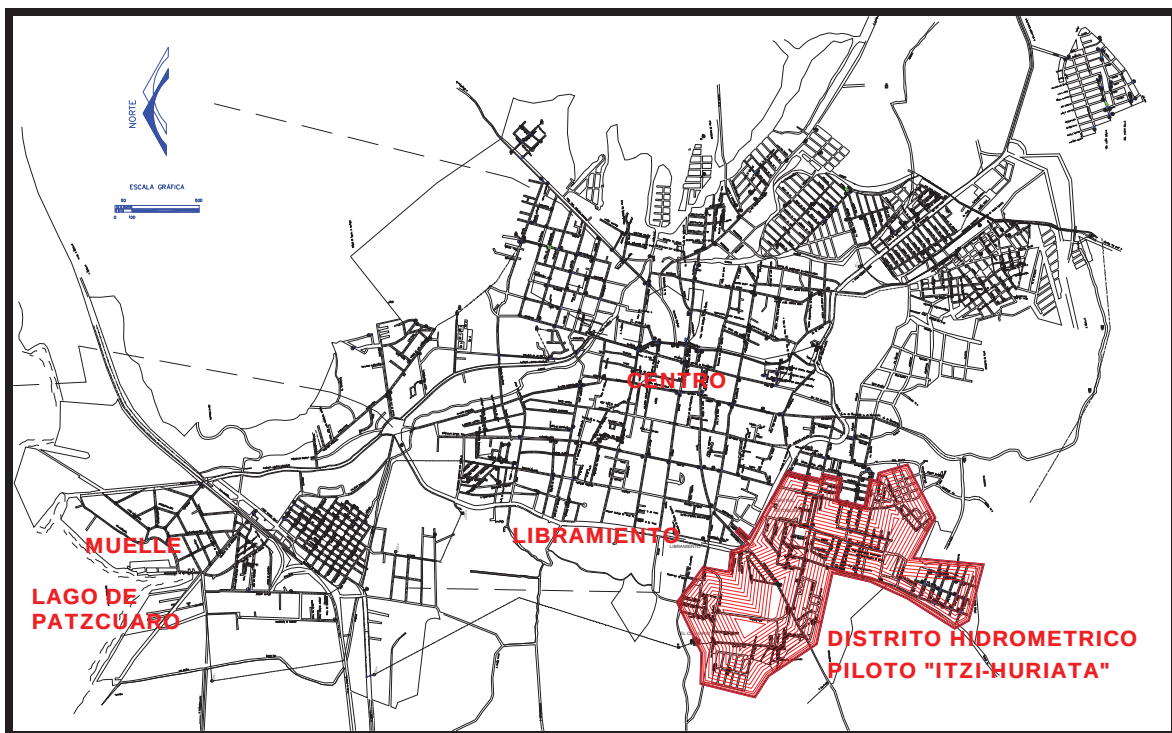
Como es sabido en la ciudad de Pátzcuaro, se cuenta con una gran parte de la infraestructura de distribución de agua potable bastante antigua, motivo por la cual es base de la gran perdida de agua a causa de las frecuentes fugas ya que puede haber tubería de edades cercanas a los 60 años de edad. Sabiendo que si es PVC la vida útil es de 20 años (fabricantes)

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en conjunto con el Organismo Operador de Agua Potable de la ciudad de Pátzcuaro (OOAPAS), revisaron y determinaron la zona del sector en el que se implementaría el método del Distrito Hidrométrico, para la recuperación de agua potable.

Una de las razones que se cuestionaron para la determinación del sector, fue ¿Cual ha sido la zona donde se ha tenido más problemas por fugas últimamente? A lo que según personal del OOAPAS sabiendo perfectamente cual ha sido la zona en la que les han reportado y por consecuencia reparado mas fugas, es en la zona que abastece de agua potable el pozo Itzi –Huriata.

Previamente a la selección del Distrito Hidrométrico, el IMTA reviso la información generada por el OOAPAS de Pátzcuaro referente a los reportes de fugas, con base a esta información se localizó en planos de la red de agua potable las zonas de mayor incidencia de fugas del primer trimestre del año en curso y todas las fugas reparadas durante el año 2004 por mes.

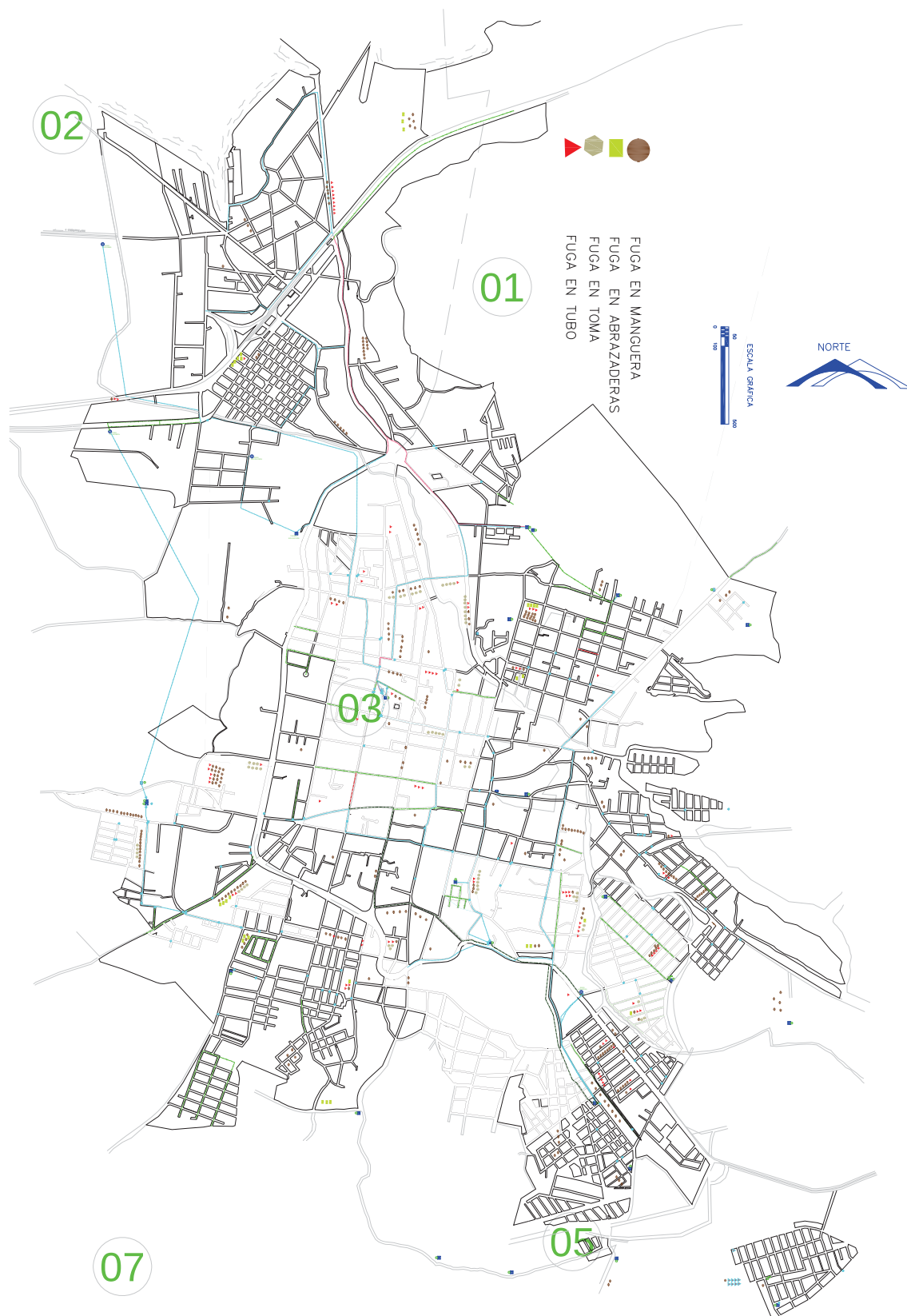
Una vez analizada la información existente en conjunto con el OOAPAS Pátzcuaro, se determino la zona definitiva donde se implementará el método del Distrito Hidrométrico para la recuperación de agua; este sector se ubica al sur-oeste de la Ciudad de Pátzcuaro y se abastece a través de su infraestructura de distribución y los tanques conocido como “Tanques del Calvario”, a los cuales se abastecen del pozo Itzi-Huriata, por lo cual este sector se bautizó como Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata en relación al pozo que lo abastece.



Localización del Distrito Hidrométrico Piloto
en la ciudad de Pátzcuaro

En la ciudad de Pátzcuaro se repararon en promedio mensual 71 fugas comprendidas en líneas de distribución y tomas domiciliarias en el año 2004 y 75 fugas hasta el segundo trimestre del 2005.

En la figura siguiente se muestra la localización de las fugas reparadas hasta el segundo trimestre del año 2005, así como la zona de mayor incidencia de fugas localizadas y reparadas por el OOAPAS de Pátzcuaro.



4.2 Revisión de planos actuales de catastro de la red de distribución e identificación del distrito hidrométrico.

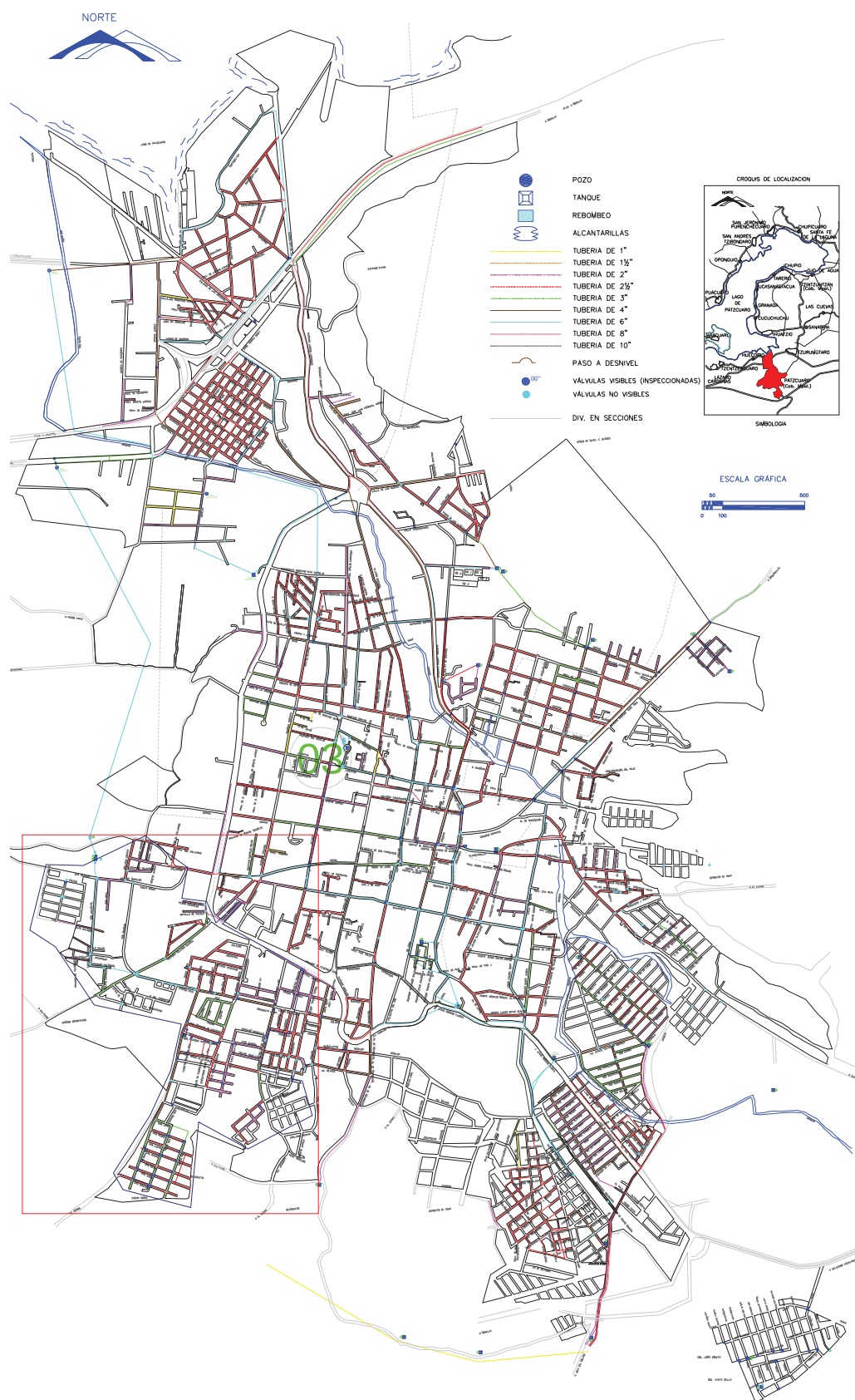
Como ya hemos mencionado anteriormente, el Organismo Operador de Pátzcuaro (OOAPAS) no cuenta con registros de antecedentes de la infraestructura de la red de agua potable, así mismo tampoco cuentan con un plano original de la red existente ni las modificaciones y/o expansiones que se han venido haciendo junto con el crecimiento poblacional y el establecimiento de servicios de urbanización hablese en este caso de agua potable y su infraestructura.

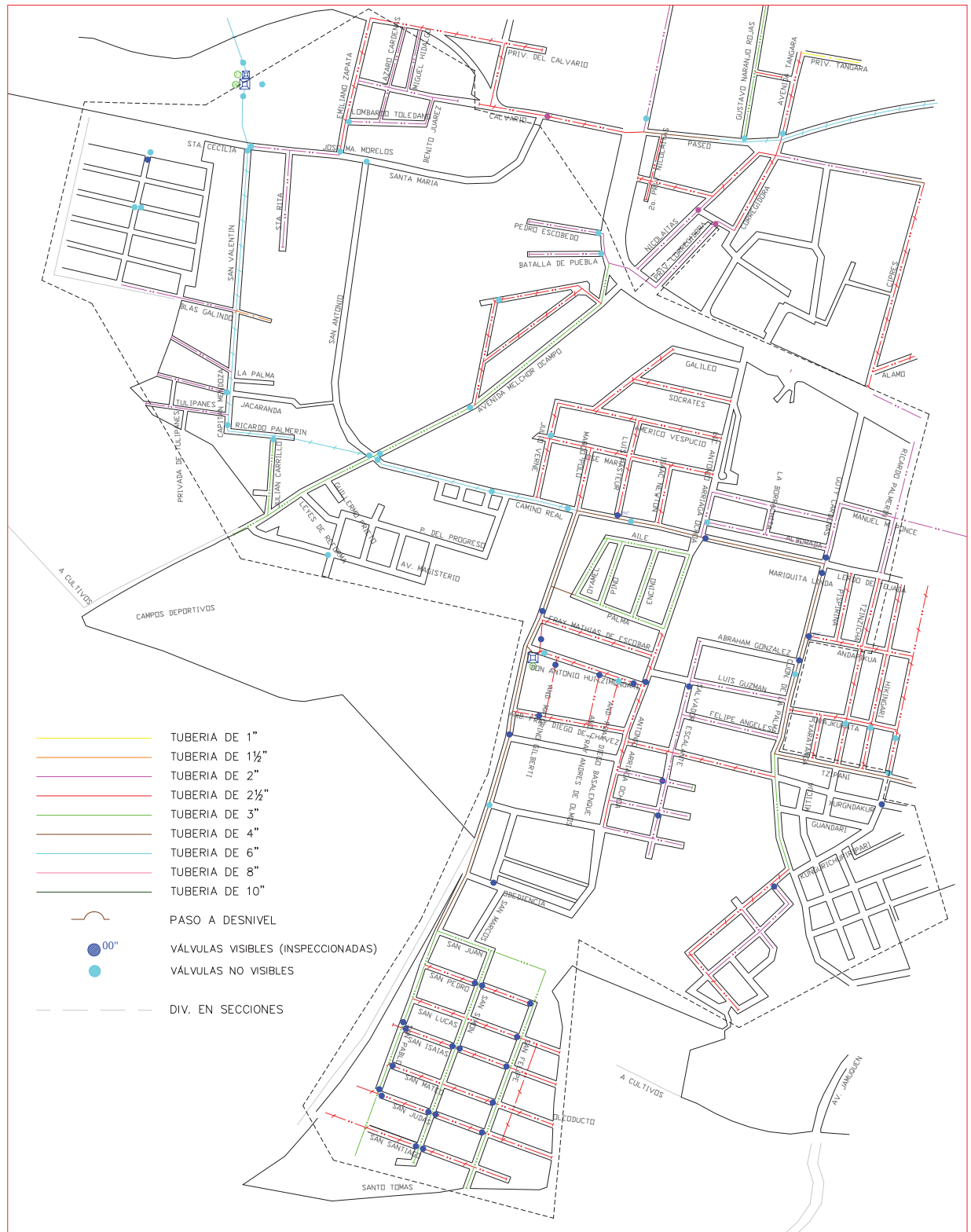
Aunque no se tienen un plano original de la red de distribución de la ciudad de Pátzcuaro así como sus modificaciones, el OOAPAS de Pátzcuaro cuenta con personal de operación con experiencia de mas de 20 años trabajando en la infraestructura de distribución y operación de la misma por lo que saben perfectamente como se encuentran las interconexiones y la situación de la red de agua potable de toda la ciudad de Pátzcuaro.

Durante el mes de Enero del año 2005, se dibujó el plano de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Pátzcuaro por personal del IMTA, el cual surgió de uno de los proyectos relacionados con la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, este proyecto se denomino “Ingeniería Básica para el diagnóstico de la infraestructura de 4 localidades ribereñas del Lago de Pátzcuaro”.

Sobre este plano se iniciaron las actividades de revisión de la infraestructura de distribución de agua potable así como la identificación de los sectores que conforman la red de agua potable de la ciudad de Pátzcuaro y como se distribuye el agua captada de los 4 pozos y 2 manantiales en toda la ciudad.

En la siguiente figura podemos observar la distribución de la infraestructura de la rede de agua potable que esta comprendida a lo largo de la ciudad de Pátzcuaro



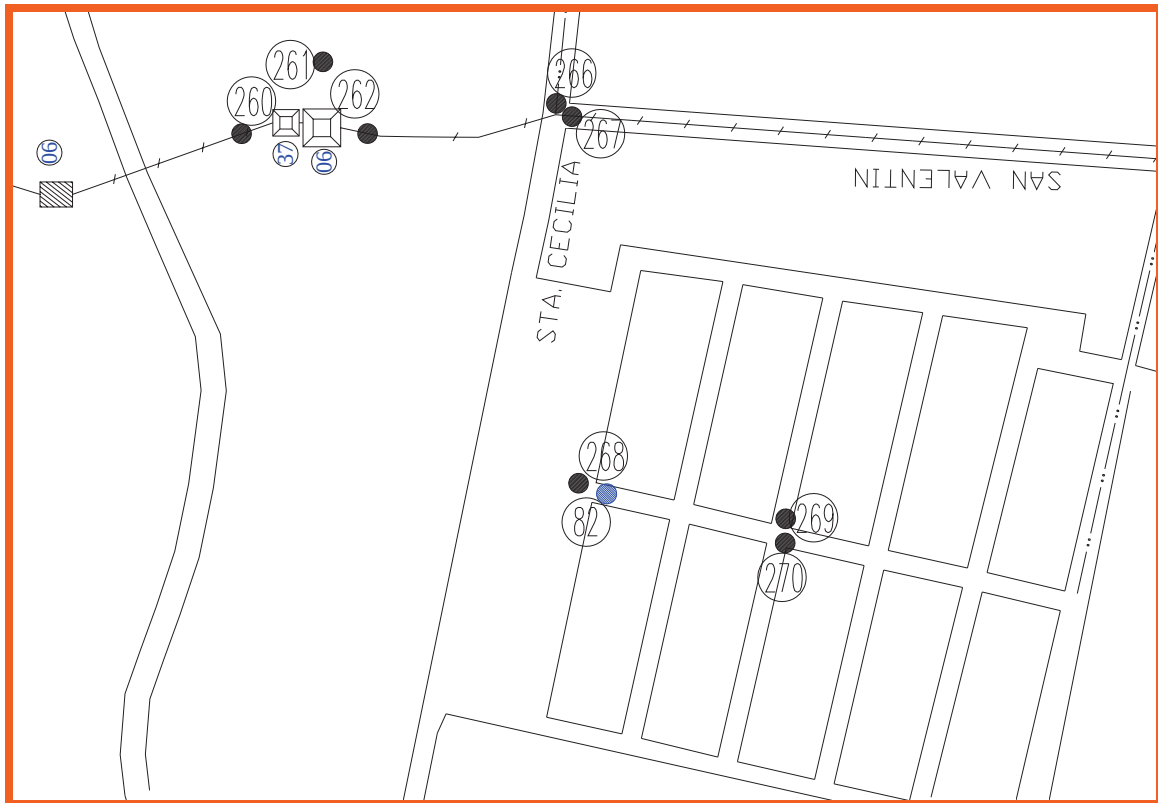


Vemos en el plano que la tubería de la zona del Distrito Hidrométrico, se comprende de tubería que varía desde 6" de diámetro hasta 2" de diámetro con material de PVC aunque se especifica que existe tramos de tubería donde el material es de asbesto-cemento, no se señala su ubicación.

La tubería principal se comprende de 6" y 3" de diámetro a la salida de cada uno de los tanques de almacenamiento y entrada de alimentación de la tubería a la infraestructura de distribución; esta línea de 6" de diámetro es una de las tuberías principales de la red de agua potable del Distrito Hidrométrico, esta se distribuye desde el tanque de almacenamiento de mayores dimensiones, atravesando un predio habitable y siguiendo por la calle de San Valentín en la colonia Lomas del Calvario, en esa misma dirección en la calle Capitán Mendoza y siguiendo hasta el final de la calle donde cambia de dirección con un codo de 90° hacia la calle privada Ricardo Palmerín en la colonia Camelinás, en esta dirección atraviesa predios habitables hasta llegar a la Av. Melchor Ocampo, donde cruza y se distribuye siguiendo por toda la calle Camino Real hasta llegar al cruce con la calle Marco Polo donde la tubería cambia de diámetro de 6" a 4" con material de PVC en dos direcciones, una sobre la calle Lerdo de Tejada y en dirección de la calle Marco Polo hasta llegar a la colonia Llanos de La Virgen, donde se distribuye con tubería de PVC 3" y PVC 2 1/2". A lo largo de todo el recorrido de la tubería principal, se observan conexiones y distribución de la red con tubería de 3, 2 1/2" y 2" de diámetro, conjuntamente en la infraestructura de distribución se marcan 74 válvulas en todo el sector del Distrito Hidrométrico.

Como podemos observar en el plano anterior, la información que se muestra carece de aspectos básicos como el material del cual se conforma cada uno de los tramos de la tubería de la red de distribución de agua potable de todo el sector, porque se sabe según información de OOAPAS de Pátzcuaro que aún existe una gran cantidad de tubería de asbesto-cemento distribuida en toda la ciudad de Pátzcuaro, así como conexiones de mangueras las cuales no se marcan en el plano anterior.

Podemos observar claramente que en algunas partes ni siquiera se marca la existencia de tubería.



Colonia Fraccionamiento Los Fresnos. Se observa que no existe distribución de infraestructura de agua potable dibujada en planos.

Otra de las carencias que se pueden observar es que no se tiene la certeza de que los sectores estén delimitados exactamente como se marca en el plano por lo cual se vió en la necesidad de verificar en campo para nuestro caso la confirmación de las colonias, calles y/o limites que pertenezcan al sector Itzi-Huriata en el cual se realizaron las actividades para la recuperación de agua potable.

4.3 Inspección e identificación en campo del Distrito Hidrométrico.

Según los planos existentes revisados, la conformación del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata se ubica al sur-oeste de la ciudad de Pátzcuaro, precisamente en las coordenadas N19°30.394' y W101°37.012' comprendido de una manera general desde el libramiento Ignacio Zaragoza, hasta los límites de las colonias Eréndira 3, Eréndira 4, Llanos de la Virgen, Magisterio, Camelinas, y Fraccionamiento los Fresnos y desde la Av. del Calvario(rumbo al mirador Estribo Grande) hasta la calle Ricardo Palmerín en la colonia Juventino Rosas y Av. Jamuquén hasta llegar a la colonia Eréndira 3.



Revisión en campo de planos del Distrito Hidrométrico, para la identificación del mismo.

La identificación en campo se llevó a cabo junto con personal de operación del Organismo Operador para el reconocimiento en campo del sitio así como verificar visualmente los probables límites del Distrito Hidrométrico y posteriormente verificarlos mediante el sondeo de presiones y/o verificación de servicios en las colindancias, así como el reconocimiento del lugar.

Antes que nada se reconoció en campo el pozo Itzi-Huriata que es el encargado de suministrar el líquido al Distrito-Hidrométrico, este pozo se encuentra a pie de carretera rumbo a la salida Pátzcuaro-Uruapan a 1.3 km de la salida, y sus coordenadas son N19°31.930' y W101°37.462' a una altitud de 2055m (datos GPS). El abastecimiento es con línea de 6" de diámetro y sus características del equipo de bombeo y del pozo son las siguientes:

Transformador		Arrancador		Motor Bomba Sumergible		Características del pozo	
Capacidad	150 kva	Tipo	Tensión reducida	Potencia	100 HP	Gasto (L/s)	25
Tipo	OA-Oil Air	Clase	NEMA 1 MCA-Cutler Hammer	Voltaje	440 - V	Presión (kg/cm ²)	9.8
				Amperes	113 - Amp	Nivel dinámico (m)	16.48
						Profundidad (m)	18
						Operación (h)	24

Del pozo se extraen 2'160,000 litros al día.



Vista 1 Pozo Itzi-Huiriata.

Pozo profundo Itzi-Huiriata, ubicado a 1.3 km de la salida Pátzcuaro-Uruapan en las coordenadas N19°31.930' y W101°37.462'. Encargado de suministrar agua al tanque de rebombeo y posteriormente a los tanques de distribución del Calvario. Extracción 25Lts/seg.

Vista 2 Pozo Itzi-Huiriata.



El agua que se bombea del pozo citado anteriormente llega a una tanque ubicado entre la vegetación en las faldas del cerro El Estribo Grande; este es un tanque superficial construido a base de mampostería; este tanque tiene una antigüedad de 5 años. Las dimensiones de este son: 3.20 x 3.20 x 4.00 metros de altura

Capacidad: 40.96 m³

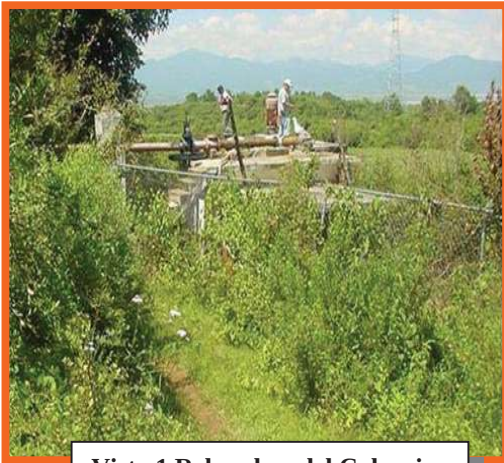
Las características del equipo de rebombeo son las siguientes:

Marca: SIEMENS;

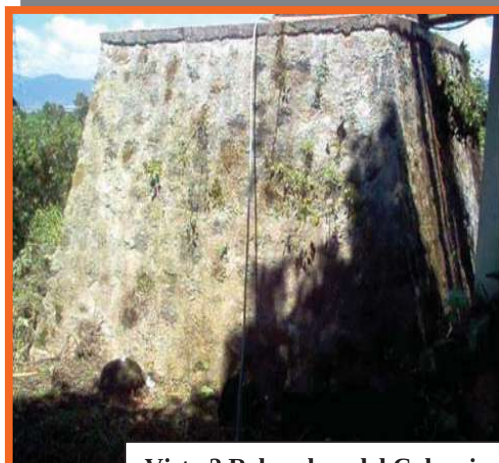
Volts: 220/440;

Amperes: 148/74;

R.P.M. : 1770; de 60Hp



Vista 1 Rebomdeo del Calvario



Vista 2 Rebomdeo del Calvario



Vista 3 Rebomdeo del Calvario

Tanque de rebombeo del calvario con una capacidad de 40.96m³ ubicado en entre la vegetación en las faldas del cerro El Estribo, construido a base de mampostería con una edad de 5 años. De aquí se rebombee el agua a los tanques generales del Calvario.

Entre el pozo Itzi-Huriata y el Rebombéo el Calvario existen 4 tomas; personal del OOAPAS proporcionó gastos estimados de cada una de las tomas:

- Una de 2" para abastecer la Colonia San José, se le da servicio de 7:00 a.m. a 10:00 a.m. 8 L/s, al día 86,400 litros.
- Existen 4 tomas de ½"; un litro por segundo, aproximadamente 10,000 litros al día.
- Otra toma de 2", con suministro de 6 horas, con 8 L/s, al día 172,800 litros.
- Finalmente una toma para casa habitación de 2", un litro por segundo, al día 1,000 litros.

Por lo tanto, el gasto que llega al tanque de rebombío el Calvario es de: 1'889,800 litros al día.

El agua que se deposita en este tanque es rebombéada a los tanques del calvario con tubería de 6" de diámetro.

Estos tanques del Calvario suministran de agua a toda la zona del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata, los tanques son 2 de diferentes dimensiones y consecuentemente diferente capacidad. El de mayor capacidad mide 5.93m x 6.84m y un tirante de 3m, aproximadamente 122m³. Este tanque está fabricado a base de mampostería; la edad de este es de 17 años.

El tanque chico fue el primero en construirse también a base de mampostería con una edad de 19 años. Se percibe perfectamente que el tanque grande cuenta con fugas de agua por varias partes de su estructura, como podemos observar a continuación:



En relación con las válvulas de seccionamiento que conforman la infraestructura de distribución dentro del Distrito Hidrométrico, se puede observar que algunas de estas cuentan con fugas y todas las cajas de válvulas se encuentran azolvadas y con necesidad de mantenimiento urgente; a continuación podemos observar el estado de estas:



La zona que comprende el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata, cuenta con la mayoría de las calles sin pavimentación, algunas otras con empedrado y solo unas pocas a base de concreto hidráulico. Principalmente en las colonias Camelinas, Llanos de la Virgen, Lomas del Calvario, Jamuquén, Eréndira 4, y la gran mayoría la pavimentación es a base de empedrado, lo cual provoca que con el paso de vehículos pesados se tenga un alto riesgo de que se puedan dañar las tuberías de la infraestructura de distribución de agua potable.





Calle San Valentín, al fondo se observan avances en pavimentación a base de empedrado. Calle donde se sitúa la línea principal de 6" de diámetro



Calle Camino Real colonia las Palmas, donde cambia de diámetro la línea principal de 6" a 4" de diámetro

4.4 Vinculación de predios en el Distrito Hidrométrico.

Antes de realizar cualquier actividad dentro del Distrito Hidrométrico, se les informo a todos y cada uno de los usuarios dentro de la zona donde se ejecutarían las actividades para la recuperación de agua a base del método de Distrito Hidrométrico; la información que se les dio a conocer a los usuarios fue a través de volantes, como el que se muestra a continuación, donde se les informa algunas de las actividades que se realizaran en la zona y en los predios de los propios usuarios.

AVISO: Se les informa a los usuarios del Agua Potable, que Personal del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y del Organismo Operador de Agua Potable estarán realizando diversas actividades en esta zona, enfocadas al mejoramiento del sistema de distribución de Agua Potable, dichas actividades consistirán en verificar el aislamiento de las colonias que dependen del servicio de Agua Potable proveniente del Pozo "Itzi-Huriata", además se tomarán diversos datos de los predios que cuentan con el servicio, realizando encuestas a los usuarios. Se agradecerá su comprensión y apoyo en las actividades que esté realizando este personal, durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre del presente año, dicho personal estará debidamente acreditados por el OOAPAS. ATENTAMENTE OOAPAS PÁTZCUARO.		

El personal encargado de las actividades mencionadas en los volantes llevarán una identificación que los acredite por el Organismo Operador de Pátzcuaro y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), para realizar las actividades, esta identificación es una credencial como la siguiente:

Identificación que acredita al personal para la realización de las actividades dentro del distrito hidrométrico por parte del OOAPAS Pátzcuaro y el IMTA.



Esta actividad es una de las más importantes ya que de esta información se pueden identificar preliminarmente a:

- a) Usuarios con usos diferentes al contrato.
- b) Predios sin contrato con servicio confirmado, y predios sin contrato que se sospeche estén recibiendo el servicio clandestinamente.
- c) Lista de usuarios con medidores funcionando.
- d) Lista de usuarios con medidores no funcionando o algún tipo de anomalía para sustitución.
- e) Lista de usuarios para la instalación de micro medidores.
- f) Listado de anomalías en el cuadro de las tomas para su corrección.
- g) Predios pertenecientes al distrito que no estaban en el padrón y predios que estando en el padrón no pertenecen al distrito.

Uno de los principales datos que se pretenden obtener es la cantidad de predios con servicio y contrato confirmado de agua potable, así como los usuarios no registrados en el padrón de

usuarios y posibles tomas clandestinas; otra de las más importantes sería ver el nivel de aceptación para la instalación de micro medidores necesarios para realizar el balance inicial para la determinación de la eficiencia física del Distrito Hidrométrico.



Realización de encuestas para vinculación de predios en el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata

Encuesta en Fraccionamiento Jamuquen

Encuesta de vinculación de predio en Fraccionamiento Marcos Jiménez



El formato que se utilizó para la recopilación de la información de todos y cada uno de los predios que conforman el Distrito Hidrométrico incluyendo predios baldíos es el siguiente:

**Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado
y Saneamiento
OOAPAS PÁTZCUARO**



FORMATO DE VINCULACIÓN DE INFORMACIÓN PADRÓN DE USUARIOS - INSPECCIÓN FÍSICA; DISTRITO HIDROMÉTRICO PILOTO "ITZI-HURIATA"			
Colonias: _____	Nº de Predio _____		
Nº de Contrato: _____	Calle: _____		
Predio Baldío ☐ Habitable ☐ En Construcción ☐ Casa Vacía ☐ Área del Predio (m2) Menos de 200 ☐ de 200 a 400 ☐ de 400 a 1000 ☐ mayor de 1000 ☐	Jardín Menos de 200 ☐ de 200 a 400 ☐ de 400 a 1000 ☐ mayor de 1000 ☐	Cuenta con Contrato de Agua Potable? Si ☐ No ☐ Tipo de Uso: Industrial ☐ Comercial ☐ Doméstico ☐ Concesión ☐ Asistencia Pública ☐ Hidrante ☐ Público Oficial ☐ Otro: ☐	Estaría dispuesto a que se le instale Micromedidor de forma permanente? Incluyendo la Válvula Expulsora de Aire. Si ☐ No ☐ Porqué? _____ _____ _____
Dímetro Visible de la Toma 1/2" ☐ 1 1/2" ☐ 3/4" ☐ 2" ☐ 1" ☐ Otro ☐ Observaciones Medidor: _____ _____	Cuenta con Llave de Paso: Si ☐ No ☐ Falla: Cuenta con Medidor: Si ☐ No ☐ Espacio suficiente para instalar Micro y Válvula expulsora de aire? Si ☐ No ☐		
OBSERVACIONES GENERALES: _____ _____ _____ _____ _____			
Almacenamiento de Agua: Capacidad: _____ Cisterna ☐ Tinaco ☐ Tanque ☐ Directa ☐ Habitantes en la Casa: Mayores de 12 Años _____ Menores de 12 Años _____ Elaboró: _____ Gracias....			

FORMATO DE VINCULACIÓN DE PREDIOS

Las actividades de vinculación de encuestas se realizaron entre 5 personas promedio durante cuatro semanas consecutivas cubriendo el 100% de los predios del Distrito-Hidrométrico, incluyendo predios baldíos y predios en construcción.

Se presentaron varios problemas al realizar las encuestas en toda la zona, uno de los principales y el mas común fue que los usuarios solo se encontraban por la tarde o por la noche en sus predios, dificultando la realización de la encuesta en el predio por falta de tiempo, sin embargo se cumplió cabalmente con la actividad al regresar una y otra vez hasta poder encontrar a los usuarios.

Otro de los problemas que se presentaron fue en que muchos de los predios aun no cuentan con numero oficial o lo tienen repetido en algún otro predio de la misma calle, aunado a esto, muchas de las calles tampoco cuentan con nombre por lo que una de las opciones que se tomaron al momento para poder identificar la encuesta con el predio en campo, fue el ponerle un nombre y numero ficticio de calles y predios previamente plasmados en el plano para poder identificar cada predio donde se presentó el problema.

Aunque la mayoría de los usuarios cooperaron al responder la encuesta, hubo personas que se negaron a dar alguna información de ellos mismos y del predio.

De la información del padrón de usuarios que nos proporciono el OOAPAS Pátzcuaro de la zona del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata, solamente se contemplan 1009 tomas en toda la zona; después de recopilar la información de vinculación al cubrir el 100% de la zona, se cuantifico lo siguiente:

Se encontraron nuevas colonias que el padrón de usuarios del OOAPAS Pátzcuaro no contempla:

- .- Los Fresnos
- .- Villas de la Esperanza
- .- Fraccionamiento La Ilusión
- .- Llanos de la Virgen
- .- Paz del Progreso
- .- Eréndira 1 (No abastece a la colonia completa, sólo 3 calles: Pispirema, Tzintzincha y Andapikua).

En total se encontraron:

2705 predios incluyendo baldíos

633 predios baldíos

2072 predios habitables y en construcción

104 predios que cuentan con micro medidor de agua potable de los cuales ninguna funciona.
255 predios que accedieron tentativamente a la colocación del micro medidor

4.5 Toma de presiones en las colindancias del Distrito Hidrométrico.

Se realizaron trabajos en campo de tomas de presiones en los extremos del distrito hidrométrico y tomas en el interior del distrito con manómetros de escala de 0kg/cm^2 hasta 4kg/cm^2 , para darnos cuenta de la situación en relación a la presión actual en el Distrito-Hidrométrico y poder saber con que fuerza es con la que llega el agua a los predios antes de realizar cualquier actividad para la recuperación de agua potable en la infraestructura de distribución, así como un indicativo de ayuda para el aislamiento del Distrito-Hidrométrico.



Manómetro

Manómetro utilizado para toma de presiones en tomas domiciliarias de la zona del Distrito Hidrométrico con escala desde 0 kg/cm^2 a 4kg/cm^2 y aproximación de 0.20kg/cm^2



Toma de presiones en la calle Kurendakua en la colonia Erendira 1, donde se observa que la presión es baja



Toma de presión en una toma domiciliaria con lecturas bajas

Toma de presión en una toma domiciliaria donde el manómetro no alcanza a registrar la lectura a consecuencia de la baja presión con que llega el agua.



De los resultados que se obtuvieron al realizar el trabajo de campo de toma de presiones en las colindancias del Distrito Hidrométrico y en el interior de este, fueron las siguientes:

Presiones en las colindancias del Distrito Hidrométrico

COLONIA	CALLE	Nº	PRESION (Kg/cm ²)	HORA
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	12	0.18	16:00
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	17	0.20	16:08
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	22	0.19	16:11
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	31	0.20	16:16
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	36	0.18	16:21
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	23	0.20	16:25
ERENDIRA 2	KURENDAKUA	35	0.25	14: 08
ERENDIRA 1	ANDAPIKUA	31	1.68	16:50
ERENDIRA 1	ANDAPIKUA	23	1.40	17:05
ERENDIRA 1	ANDAPIKUA	17	1.90	17:13
ERENDIRA 1	TZINTZINCHA	22	1.68	17:17
ERENDIRA 1	TZINTZINCHA	11	2.10	17:24
ERENDIRA 1	TZINTZINCHA	7	1.90	17:53
ERENDIRA 1	TZINTZINCHA	4	2.20	17:57
ERENDIRA 1	TZINTZINCHA	24	0.38	18:02

ERENDIRA 1	PISPIREMA	15	2.10	17:15
ERENDIRA 1	PISPIREMA	17	1.70	17:20
ERENDIRA 1	PISPIREMA	22	1.80	17:23
ERENDIRA 1	PISPIREMA	11	1.60	17:35
ERENDIRA 1	PISPIREMA	sn	1.70	17:55
JUVENTINO	Ricardo Palmerin	11	0.60	18:10
JUVENTINO	Ricardo Palmerin	24	0.80	18:12
JUVENTINO	Ricardo Palmerin	1	1.00	18:16

Presiones en el interior del Distrito Hidrométrico

CALLE	No.	ENTRE CALLES	COLONIA	PRESION Kg/cm ²	HORA
-------	-----	--------------	---------	-------------------------------	------

31 DE AGOSTO DE 2005

VIRTUD	ML330		VILLA DE LA ESPERANZA	0.350	9 35
OBEDIENCIA	S/N	HUMILDAD	VILLA DE LA ESPERANZA	0.000	10 00
FRAY DIEGO DE CHAVEZ	14	ALONSO DE LA REA Y ANTONIO ARRIAGA OCHOA	INFONAVIT II	1.360	11 50
FRAY ALONSO DE LARREA	8	DON ANTONIO HUITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.590	12 35
FRAY ALONSO DE LARREA	68	DON ANTONIO HUITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.690	12 58
FRAY ALONSO DE LARREA	72	DON ANTONIO HUITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	0.268	13 30
KURENDAKUN	24	JAMUQUEN Y KUNGUIRIKUA	ERENDIRA II	0.363	13 50
GUANDARI	2	JAMUQUEN Y KUNGUIRIKUA	ERENDIRA II	0.357	14 10

1° DE SEPTIEMBRE DE 2005

NO SE PUDO TRABAJAR POR LLUVIA					
POR LA NOCHE SE SUSPENDIERON LOS TANDEOS DE LAS 22:00 HRS. A LAS 6:00 HRS. POR INSTRUCCIONES DEL C. FRANCISCO OCHOA DIR. DE AGUA POTABLE					

2 DE SEPTIEMBRE DE 2005

MITIKUA	16	GUANDARI	ERENDIRA II	0.000	12 37
DIAMANTE	S/N	ESMERALDA Y ZAFIRO	ERENDIRA III	0.196	16 37
DIAMANTE	S/N	ZAFIRO Y KINGUIRIKUA	ERENDIRA III	0.300	16 58
JOSE MARTI	10	ISAAC NEWTON Y LUIS PASTEUR	LAS PALMAS	0.700	17 34
JOSE MARTI	S/N	JULIO VERNE Y FINAL DE LA CALLE	LAS PALMAS	0.000	18 08
JOSE MARTI	S/N	JULIO VERNE Y FINAL DE LA CALLE	LAS PALMAS	0.000	18 10
JOSE MARTI	S/N	JULIO VERNE Y FINAL DE LA CALLE	LAS PALMAS	0.000	18 17
JOSE MARTI	1	ANTONIO ARRIAGA E ISSAC NEWTON	LAS PALMAS	0.260	18 22

3 DE SEPTIEMBRE DE 2005

ANTONIO HUITZIMANGARI	35	MARCO POLO Y ANTONIO ARRIAGA OCHOA	LAS PALMAS	1.100	8 20
ANTONIO HUITZIMANGARI	57	MARCO POLO Y ANTONIO ARRIAGA OCHOA	LAS PALMAS	1.300	8 59
ANTONIO HUITZIMANGARI	75	MARCO POLO Y ANTONIO ARRIAGA OCHOA	LAS PALMAS	0.000	9 15
PINZON REAL	58	GOLONDRINA	ERENDIRA 4	0.800	12 50

CALLE	No.	ENTRE CALLES	COLONIA	PRESION Kg/cm ²	HORA
GOLONDRINA	S/N	JILGUERO Y FINAL DE CALLE	ERENDIRA 4	0.200	12 55
GOLONDRINA	19	JILGUERO Y FINAL DE CALLE	ERENDIRA 4	0.000	13 00
GOLONDRINA	46	JILGUERO	ERENDIRA 4	0.650	13 09
JILGUERO	30	GOLONDRINA Y PVDA DE JILGUERO	ERENDIRA 4	0.400	13 16
PVDA DE JILGUERO	9	JILGUERO	ERENDIRA 4	0.100	13 20
PINZON REAL	5	JAMUQUEN Y PVDA. JILGUERO	ERENDIRA 4	0.850	13 40
PINZON REAL	14	JAMUQUEN Y PVDA. JILGUERO	ERENDIRA 4	0.650	13 43
PINZON REAL	24	PVDA. JILGUERO Y JILGUERO	ERENDIRA 4	0.720	14 10
PINZON REAL	49	PVDA. JILGUERO Y GOLONDRINA	ERENDIRA 4	0.670	14 25
PINZON REAL	27	PVDA. JILGUERO Y GOLONDRINA	ERENDIRA 4	0.610	14 52
PINZON REAL	S/N	PVDA. JILGUERO Y JILGUERO	ERENDIRA 4	0.820	15 15
MARIQUITA LINDA	S/N	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y GUTY CARDENAS	JUVENTINO ROSAS	0.050	15 30
MARIQUITA LINDA		ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y GUTY CARDENAS	JUVENTINO ROSAS	0.000	15 35
ALBORADA	S/N	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y GUTY CARDENAS	JUVENTINO ROSAS	0.000	15 40

4 DE SEPTIEMBRE DE 2005

VIRTUD	390	OBEDIENCIA FRACC. VILLAS DE LA ESPERANZA	VILLA DE LA ESPERANZA	0.000	8 15
VIRTUD	S/N	OBEDIENCIA	VILLA DE LA ESPERANZA	0.000	8 35
SAN SIMON		FINAL DE CALLE	LLANOS DE LA VIRGEN	0.200	8 45
SAN SIMON		SANTIAGO	LLANOS DE LA VIRGEN	0.250	8 52
SAN SIMON		SAN MATEO	LLANOS DE LA VIRGEN	0.000	9 15
RUBI		ZAFIRO Y ESMERALDA	ERENDIRA 3		12 15

5 DE SEPTIEMBRE DE 2005

FRAY MATIAS DE ESCOBAR	58	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	0.950	7 15
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	85	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	0.800	7 18
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	65	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	0.980	7 21
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	9	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	1.000	7 25
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	10	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	1.350	7 27
ANTONIO ARRIAGA	105		INFONAVIT II	0.850	7 29
ANTONIO ARRIAGA	107		INFONAVIT II	0.900	7 30
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	81	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	0.920	7 51
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	59	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	1.100	8 03
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	25	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	0.870	8 33
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	7	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	1.230	8 45
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	34	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	1.450	8 55
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	12	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y	INFONAVIT II	1.160	9 10

FRAY ALONSO LARREA					
CALLE	No.	ENTRE CALLES	COLONIA	PRESION Kg/cm ² .	HORA
FRAY MATIAS DE ESCOBAR	72	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y FRAY ALONSO LARREA	INFONAVIT II	0.980	9 28
MARIQUITA LINDA	66	ANTONIO ARRIAGA OCHOA	MARCOS A JIMENEZ	1.000	15 03
MARIQUITA LINDA	78	ANTONIO ARRIAGA OCHOA	MARCOS A JIMENEZ	0.810	15 05
MARIQUITA LINDA	104	ANTONIO ARRIAGA OCHOA	MARCOS A JIMENEZ	0.500	15 14
ALBORADA	116	ANTONIO ARRIAGA OCHOA	MARCOS A JIMENEZ	0.250	15 28
ALBORADA	111-B	ANTONIO ARRIAGA OCHOA	MARCOS A JIMENEZ	0.800	15 31
TZINTZICHA	12		ERENDIRA I	0.500	16 08
TZINTZICHA	22		ERENDIRA I	0.200	16 30
ANDARIKUA	31	GUTY CARDENAS	ERENDIRA I	0.000	16 35

6 DE SEPTIEMBRE DE 2005

SAN MATEO	13	SAN PABLO Y SAN SIMON	LLANOS DE LA VIRGEN	0.800	7 22
SAN MATEO	2	SAN SIMON Y SAN FELIPE	LLANOS DE LA VIRGEN	0.700	7 36
SAN SIMON	S/N	SANTIAGO Y FINAL DE LA CALLE	LLANOS DE LA VIRGEN	0.300	7 51
SANTIAGO	S/N	SAN SIMON Y SAN FELIPE	LLANOS DE LA VIRGEN	0.430	8 26
SAN PABLO	S/N	SAN MATEO	LLANOS DE LA VIRGEN	0.250	9 51
ENCINO	10-B	AILE Y MADROÑO	JAMUQUEN I	1.000	17 28
ENCINO	S/N	MADROÑO Y AILE	JAMUQUEN I	0.600	18 24
AILE	13	ENCINO Y PINO	JAMUQUEN I	1.100	18 32
OYAMEL	4	AILE Y MADROÑO	JAMUQUEN I	1.100	19 13
OYAMEL	3	AILE Y MADROÑO	JAMUQUEN I	0.650	19 19
MADROÑO	3	CAMINO VIEJO A SANTA CLARA	JAMUQUEN I	0.600	19 28
PINO	12	MADROÑO Y AILE	JAMUQUEN I	0.500	19 41
SOCRATES	4	ANTONIO ARRIAGA Y GALILEO	LAS PALMAS	0.750	19 56
SOCRATES	1	ANTONIO ARRIAGA Y GALILEO	LAS PALMAS	0.750	20 04
SOCRATES	S/N	ANTONIO ARRIAGA Y GALILEO	LAS PALMAS	0.250	20 12
SOCRATES	19-B	ANTONIO ARRIAGA Y GALILEO	LAS PALMAS	0.950	20 21

7 DE SEPTIEMBRE DE 2005

EMILIANO ZAPATA	46	SANTA MARIA Y JOSE MARIA MORELOS	EL CALVARIO	2.250	7 28
ABRAHAM GONZALEZ	7	SALVADOR ESCALANTE	JUVENTINO ROSAS	1.100	14 15
ANDARIKUA	27	TZINTZICHA	JAMUQUEN 2	0.900	14 35
PISPIRENA	21	ANDARIKUA Y LERDO DE TEJADA	JAMUQUEN 2	0.800	15 15
RICARDO PALMERIN	20		JUVENTINO ROSAS	0.700	15 30
RICARDO PALMERIN	9		JUVENTINO ROSAS	1.300	15 55
ISAAC NEWTON	17	JOSE MARTI Y CAMINO REAL	JAMUQUEN 1	1.400	17 21
JULIO VERNE	15	JOSE MARTI Y CAMINO REAL	JAMUQUEN 1	1.200	18 08
LUIS PASTEUR	11	JOSE MARTI Y CAMINO REAL	JAMUQUEN 1	1.650	18 59
JANITZIO	3	1a Y 2a DE MAGISTERIO	MAGISTERIAL	0.800	19 47
JANITZIO	6	1a Y 2a DE MAGISTERIO	MAGISTERIAL	1.000	19 51
1a DE MAGISTERIO	29	JANITZIO Y TECUEN	MAGISTERIAL	1.050	19 56
1a DE MAGISTERIO	S/N	JANITZIO Y TECUEN	MAGISTERIAL	0.810	20 24
1a DE MAGISTERIO	41	YUNUEN Y TECUEN	MAGISTERIAL	0.920	20 59
TECUEN	S/N	1a Y 2a DE MAGISTERIO	MAGISTERIAL	0.000	21 52

8 DE SEPTIEMBRE DE 2005

SANTA MARIA	16	3a DE PASEO EL CALVARIO	LOMAS EL CALVARIO	1.000	9 00
CDA. EL CALVARIO	15	PVDA. EL CALVARIO	5 DE MAYO	1.650	9 15
CDA. EL CALVARIO	S/N	PVDA. EL CALVARIO	5 DE MAYO	1.500	9 20

CALLE	No.	ENTRE CALLES	COLONIA	PRESION Kg/cm ² .	HORA
CDA. EL CALVARIO	S/N	PVDA. EL CALVARIO	5 DE MAYO	1.500	9 28
PVDA. EL CALVARIO	42	CDA. EL CALVARIO	5 DE MAYO	1.800	10 16
PVDA. EL CALVARIO	52	CDA. EL CALVARIO	5 DE MAYO	1.600	10 27
PVDA EL CALVARIO	12	CDA. EL CALVARIO	5 DE MAYO	1.200	11 34
3a DE PASEO	242	CDA. EL CALVARIO Y SANTA MARIA	LOMAS EL CALVARIO	2.500	12 18
3a DE PASEO	2.39	CDA. EL CALVARIO Y SANTA MARIA	LOMAS EL CALVARIO	2.500	12 24
3a DE PASEO	240	CDA. EL CALVARIO Y SANTA MARIA	LOMAS EL CALVARIO	3.000	12 36
SANTA MARIA	2	3a DE PASEO Y SAN ANTONIO	LOMAS EL CALVARIO	2.300	13 00
SANTA MARIA	S/N	3a DE PASEO Y SAN ANTONIO	LOMAS EL CALVARIO	1.600	14 36
MELCHOR OCAMPO	S/N	SAN ANTONIO	LA SALUD	1.000	14 38
SAN ANTONIO	S/N	MELCHOR OCAMPO Y SANTA MARIA	LA SALUD	1.050	14 39
SAN ANTONIO	23	MELCHOR OCAMPO Y SANTA MARIA	LOMAS EL CALVARIO	1.020	15 15
SAN ANTONIO	6	MELCHOR OCAMPO Y SANTA MARIA	LOMAS EL CALVARIO	1.000	15 59

9 DE SEPTIEMBRE DE 2005

SANTA RITA	S/N	SANTA CECILIA Y FINAL DE LA CALLE	LOMAS EL CALVARIO	1.200	8 35
SANTA RITA	32	SANTA CECILIA Y FINAL DE LA CALLE	LOMAS EL CALVARIO	1.750	8 50
SANTA RITA	19	SANTA CECILIA Y FINAL DE LA CALLE	LOMAS EL CALVARIO	2.300	9 21
SANTA RITA	10	SANTA CECILIA Y FINAL DE LA CALLE	LOMAS EL CALVARIO	1.100	9 31
SANTA RITA	S/N	SANTA CECILIA Y FINAL DE LA CALLE	LOMAS EL CALVARIO	1.020	10 03
SAN VALENTIN	14	SANTA CECILIA Y BLAS GALINDO	CAMELINAS	0.980	10 39
SAN VALENTIN	23	SANTA CECILIA Y BLAS GALINDO	CAMELINAS	0.950	10 57
BLAS GALINDO	S/N	SAN VALENTIN Y PAROTAS	CAMELINAS	1.020	11 45
BLAS GALINDO	S/N	SAN VALENTIN Y PAROTAS	CAMELINAS	1.210	12 22
JUVENTINO ROSAS	S/N	BLAS GALINDO	CAMELINAS	2.100	12 45
SAN VALENTIN	S/N	MAGNOLIA	CAMELINAS	1.600	12 48
RICARDO PALMERIN	S/N	CAPITAN MENDOZA Y JULIAN CARRILLO	CAMELINAS	1.650	13 28
JULIAN CARRILLO	S/N	RICARDO PALMERIN Y MELCHOR OCAMPO	CAMELINAS	1.320	13 45

10 DE SEPTIEMBRE DE 2005

FRAY DIEGO BASALENQUE	152	DONANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.000	8 05
FRAY DIEGO BASALENQUE	162	DONANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	0.900	8 25
FRAY DIEGO BASALENQUE	172	DON ANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.150	8 55
FRAY DIEGO BASALENQUE	176	DON ANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.300	9 12
FRAY ANDRES DE OLMOS	188	DON ANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.300	9 46
MATURINO GILBERTI	21	DON ANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.400	10 15

CALLE	No.	ENTRE CALLES	COLONIA	PRESION Kg/cm ²	HORA
MATURINO GILBERTI	57	DON ANTONIO HITZIMENGARI Y FRAY DIEGO DE CHAVEZ	INFONAVIT II	1.550	10 35
OBEDIENCIA	272-A	HUMILDAD Y HUMANIDAD	LA ESPERANZA	0.300	10 40
OBEDIENCIA	270-A	HUMILDAD Y HUMANIDAD	LA ESPERANZA	0.300	10 43
OBEDIENCIA	278-A	HUMILDAD Y HUMANIDAD	LA ESPERANZA	0.350	10 44
TZINTZICHA	S/N	TZIPANI	ERENDIRA 2	1.000	14 11
TZIPANI	48	TZINTZICHA Y JAMUQUEN	ERENDIRA 2	0.500	14 12
MITIKUA	5	KURENDAKUA Y KUNGURIKUA	ERENDIRA 2	0.800	14 35
JAMUKEN	8	KUNGURIKUA Y GUANDARI	ERENDIRA 2	1.000	14 36
PERLA	3	ZAFIRO Y ESMERALDA	ERENDIRA 3	0.180	15 30
RUBI	S/N	ESQ. ESMERALDA	ERENDIRA 3	0.200	15 39
RUBI	11	ESQ. ESMERALDA	ERENDIRA 3	0.300	15 44
RUBI	18	ESMERALDA Y ZAFIRO	ERENDIRA 3	0.500	15 54
JAMUKEN	65	ESMERALDA	ERENDIRA 3	0.500	16 23
ZAFIRO	24	DIAMANTE Y PERLA	ERENDIRA 3	0.400	16 32

11 DE SEPTIEMBRE DE 2005

SAN FELIPE	28	SAN LUCAS Y SAN ISAIAS	LLANOS DE LA VIRGEN	0.200	7 45
SAN FELIPE	S/N	SAN JUDAS	LLANOS DE LA VIRGEN	0.050	8 32
NOGAL	S/N	PAROTAS Y ROBLE	LOS FRESNOS	0.900	9 15
FRESNO	S/N	ROBLE Y AGUACATE	LOS FRESNOS	0.520	9 45
PINO	S/N	AGUACATE Y ROBLE	LOS FRESNOS	0.250	10 15
PINO	S/N	AILE Y MADROÑO	JAMUQUEN 1	0.850	14 32
PINO	S/N	AILE Y MADROÑO	JAMUQUEN 1	0.900	14 38

12 DE SEPTIEMBRE DE 2005

PIRUL	S/N	ROBLE Y PAROTAS	LOS FRESNOS	0.800	9 13
PINO	L-9	ROBLE Y AGUACATE	LOS FRESNOS	0.400	9 25
BENITO JUAREZ	18	MELCHOR OCAMPO Y GUILLERMO PRIETO	FRACC. DE LA SALUD	0.200	15 04
BENITO JUAREZ	S/N	MELCHOR OCAMPO Y GUILLERMO PRIETO	FRACC. DE LA SALUD	0.350	15 43
BENITO JUAREZ	S/N	MELCHOR OCAMPO Y GUILLERMO PRIETO	FRACC. DE LA SALUD	0.400	16 02
GUILLERMO PRIETO	L2M3	I. ZARAGOZA Y B. JUAREZ	FRACC. DE LA SALUD	1.150	16 03
GUILLERMO PRIETO	L22M2	I. ZARAGOZA Y B. JUAREZ	FRACC. DE LA SALUD	0.700	16 14
GUILLERMO PRIETO	S/N	I. ZARAGOZA Y B. JUAREZ	FRACC. DE LA SALUD	0.680	16 35
GUILLERMO PRIETO	M2L2	I. ZARAGOZA Y B. JUAREZ	FRACC. DE LA SALUD	0.300	16 58
IGNACIO ZARAGOZA	M3L2	BENITO JUAREZ Y MELCHOR OCAMPO	FRACC. DE LA SALUD	0.100	17 00
IGNACIO ZARAGOZA	S/N	BENITO JUAREZ Y MELCHOR OCAMPO	FRACC. DE LA SALUD	0.280	17 38
IGNACIO ZARAGOZA	M3L12	BENITO JUAREZ Y MELCHOR OCAMPO	FRACC. DE LA SALUD	0.200	17 45
BATALLA DE PUEBLA	1	LIBRAMIENTO Y FINAL DE LACALLE	FRACC. DE LA SALUD	0.950	18 25
BATALLA DE PUEBLA	20	LIBRAMIENTO Y FINAL DE LACALLE	FRACC. DE LA SALUD	1.010	18 52
PEDRO ESCOBEDO	20	LIBRAMIENTO Y FINAL DE LACALLE	FRACC. DE LA SALUD	0.850	19 22
PEDRO ESCOBEDO	S/N	LIBRAMIENTO Y FINAL DE LACALLE	FRACC. DE LA SALUD	0.970	19 47

CALLE	No.	ENTRE CALLES	COLONIA	PRESION Kg/cm ²	HORA
13 DE SEPTIEMBRE DE 2005					
HUMILDAD	51-A	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	1.150	8 09
HUMILDAD	78A	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	0.960	9 07
PIEDAD	17A	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	0.890	9 44
AMISTAD	82B	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	1.010	10 38
AMISTAD	115B	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	1.230	11 24
AMISTAD	54A	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	1.150	12 14
AMISTAD	43A	ANTONIO ARRIAGA OCHOA Y PERSEVERANCIA	VILLAS DE LA ESPERANZA	1.020	12 57
14 DE SEPTIEMBRE DE 2005					
CAMINO REAL	S/N	MELCHOR OCAMPO Y JULIO VERNE	MAGISTERIO	2.000	13 15
CAMINO REAL	11	MELCHOR OCAMPO Y JULIO VERNE	MAGISTERIO	2.100	13 28
CAMINO REAL	8	MELCHOR OCAMPO Y JULIO VERNE	MAGISTERIO	1.900	14 08
	S/N	MELCHOR OCAMPO Y JULIO VERNE	MAGISTERIO	2.050	14 17
MELCHOR OCAMPO	S/N	LIBRAMIENTO Y CAMINO REAL	DE LA SALUD	2.800	19 00
15 DE SEPTIEMBRE DE 2005					
PVDA DE CORREGIDORA	2	LIBRAMIENTO IGNACIO ZARAGOZA Y FINAL DE LA CALLE	INDEPENDENCIA	0.740	
PVDA DE CORREGIDORA	S/N	LIBRAMIENTO IGNACIO ZARAGOZA Y FINAL DE LA CALLE	INDEPENDENCIA	0.830	
PVDA DE CORREGIDORA	13	LIBRAMIENTO IGNACIO ZARAGOZA Y FINAL DE LA CALLE	INDEPENDENCIA	0.950	
PVDA DE CORREGIDORA	S/N	LIBRAMIENTO IGNACIO ZARAGOZA Y FINAL DE LA CALLE	INDEPENDENCIA	0.680	
16 DE SEPTIEMBRE DE 2005					
MELCHOR OCAMPO	S/N	BENITO JUAREZ E IGNACIO ZARAGOZA	FRAC. LA SALUD	0.900	
MELCHOR OCAMPO	7	BENITO JUAREZ E IGNACIO ZARAGOZA	FRAC. LA SALUD	0.860	
MELCHOR OCAMPO	10	IGNACIO ZARAGOZA Y SAN ANTONIO	LAS CAMELINAS	0.970	
MELCHOR OCAMPO	15	PVDA DE GUILLERMO PRIETO Y LEYES DE REFORMA	LAS CAMELINAS	0.860	
MELCHOR OCAMPO	25	LEYES DE REFORMA Y FIN DE LA LINEA DENTRO DEL SECTOR	HABITAD 2000	0.920	

De los resultados anteriores podemos visualizar que la gran mayoría de los predios en los limites del Distrito Hidrométrico así como en las partes más altas, la presión es demasiado pequeña e inferior a la Norma Oficial Mexicana NOM-013-CNA-2000, para redes de distribución de agua potable, que es de 1kg/cm² hasta 5kg/cm².

Podemos deducir que la situación para los usuarios de estas zonas es bastante difícil con relación a la poca cantidad de agua que les llega a sus predios aunado al horario que se les permite el suministro del líquido y al tandeo al que están sujetos en toda la zona.

4.6 Aislamiento del Distrito Hidrométrico (D.H).

Un sector de la red de agua potable se puede aislar con movimientos de válvulas entre dos sectores contiguos y en algunos casos adecuaciones en la red en caso de que con el simple movimiento de válvulas no sea suficiente. El objetivo del aislamiento es para precisar el diagnóstico, detectar fugas, facilitar la eliminación y optimizar el control de pérdidas de agua.

Cuando es necesario se deben colocar nuevas válvulas que permitan aislar el D.H.



Colocación de nuevas válvulas necesarias para el aislamiento de un Distrito Hidrométrico, cuando así se requiere

En este caso del Distrito Hidrométrico que se abastece del pozo Itzi-Huriatra, no se tuvo la necesidad de modificar ninguna conexión o tramo de tubería, ni la colocación de nuevas válvulas, ya que en el límite de la zona del pozo Itzi-Huriata y el comienzo de la zona del manantial San Gregorio existen 3 válvulas que separan las dos infraestructuras de distribución



Válvula limite ubicada en la calle Kungurikua y Jarajkukata de la colonia Erendira 1

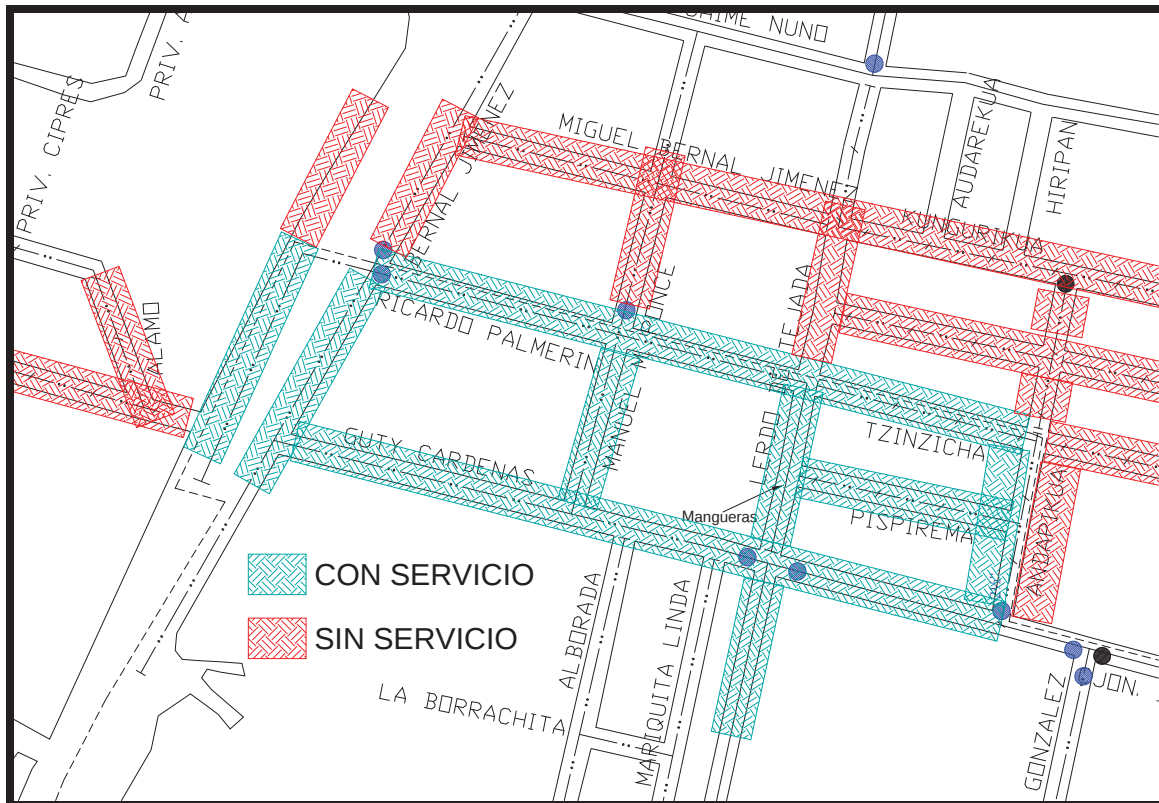


Válvula limite en la calle Manuel M. Ponce de la colonia Juventino Rosas

La identificación del aislamiento se llevó a cabo con la información existente que nos fue proporcionada por el OOAPAS Pátzcuaro, la cual nos daba una idea hasta donde estaba el límite del distrito.

Para confirmar el aislamiento del Distrito se realizó mediante la identificación del servicio, pues no fue posible realizar la verificación del aislamiento mediante registro de presiones continuas en todo el perímetro, debido a que el servicio es tandeado y tiene una duración variable de 1 a 4 horas en diferentes colonias.

Se confirmó el aislamiento preguntando a los usuarios y revisando si en sus predios tenían servicio de agua potable en el momento que se les suministraba agua a la zona, aunado a esto se les preguntaba a los usuarios de donde les llegaba el agua a sus predios. Se recorrieron e identificaron así los límites del distrito Hidrométrico, identificando las calles con servicio de agua potable dentro del Distrito e identificando y descartando las calles que no pertenecían al Distrito Hidrométrico Itzi Huriata



Identificación del Límite del Distrito Hidrométrico en uno de los extremos del mismo (col. Juventino Rosas). Las calles con servicio de agua potable pertenecen al Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata

Solamente una parte de los extremos del Distrito Hidrométrico se verificó el aislamiento como en la colonia Eréndira 3 donde se verificó a base de toma de presiones, en la colonia Eréndira 2 y 1 preguntando y revisando el servicio, así como el Libramiento y la Av. del Calvario (rumbo al mirador el “El Estribo Grande”), en el resto del límite del Distrito Hidrométrico no se tuvo la necesidad de la verificación, ya que estos límites son los extremos finales de la infraestructura de distribución y de los asentamientos urbanos.

4.7 Estado actual de las tomas domiciliarias

Muchas de las tomas domiciliarias de toda la zona que comprende el Distrito Hidrométrico se encuentran deterioradas por falta de mantenimiento, algunas otras ni siquiera cuentan con una instalación adecuada, solamente la toma domiciliaria esta conformada con la manguera negra

proveniente de la red donde para cerrar el suministro de agua hacia la vivienda solamente le hacen un doblez en el extremo de la manguera o le ponen un taponamiento a base de madera u olotes de maíz las cuales no cierran herméticamente.



Taponamiento en toma domiciliaria para cerrar relativamente el suministro de agua hacia la vivienda

Algunas otras tomas se encuentran integradas solamente con tubo galvanizado y una llave nariz para cortar el suministro de agua potable hacia la vivienda; este tipo de tomas domiciliarias son las que predominan en un gran numero de viviendas y se encuentran principalmente en la colonia Camelinas y en Av. Melchor Ocampo; de este tipo de tomas domiciliarias, los usuarios utilizan mangueras para trasladar el agua desde la toma a sus depósitos de almacenamiento.

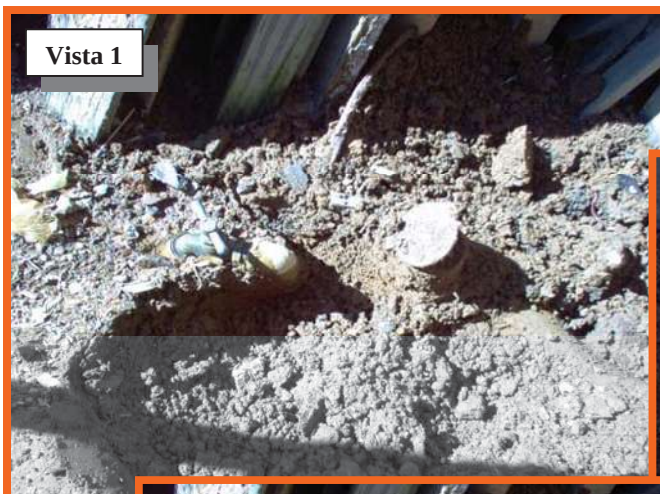


Toma domiciliaria de agua potable con problemas de fugas al no cerrar herméticamente

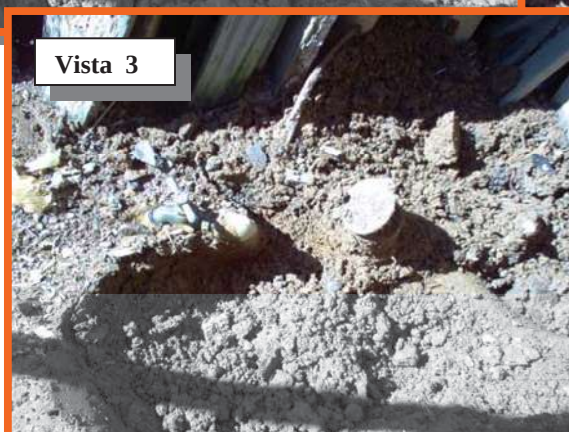


Tipo de tomas domiciliaria de agua potable que predomina en la zona del Distrito Hidrométrico.

Aunque existen tomas en buen estado, la gran mayoría las podemos clasificar como deficientes, ya que muchas de ellas presentan fugas, algunas otras no funcionan sus llaves o no cierran herméticamente, algunas otras se encuentran con reparaciones deficientes, incluso se encontró con tomas enterradas en el suelo en las cuales se tuvo que excavar para poder ubicarlas.

**Vista 1**

Toma domiciliaria enterrada entre el lodo con medidor sin funcionamiento

**Vista 2****Vista 3**

En toda la zona del Distrito Hidrométrico solo existe una pequeña cantidad de tomas domiciliarias que cuentan con micro medidor de agua potable, solamente 104 predios cuentan con ellos, de los cuales ninguno funciona; el 95 % aproximadamente de estos medidores son de la marca CICASA aproximadamente del año 1990, que a la fecha cumplen con una edad de 15 años, y que según especificaciones de los fabricantes el micro medidor CICASA tiene una vida útil de 5 años.



Medidor CICASA existente en la mayoría de las tomas que cuentan con el; ningún micro medidor funciona.



Micro medidor marca AZTECA sin funcionamiento

Existen predios que por razones de escasez de agua cuentan con 2 tomas domiciliarias, como es el caso de las calles privadas “Batalla de Puebla” y “Pedro Escobedo”, donde una de las tomas es de la red principal y cuentan con otra toma que proviene desde la calle Santa Cecilia donde la tubería es de 4”, de esta tubería se conectó una manguera de 1 ½” la cual atraviesa el predio con el numero 19 de esta calle y desemboca en las 2 privadas a las que se les suministra el agua para la segunda toma en sus predios.

Pedio ubicado en la calle “Santa Cecilia” con el nro. 19 donde atraviesa una manguera que alimenta la segunda toma de las privadas “Batalla de Puebla y Pedro Escobedo” desde la linea de 4” de esta calle.



Toma domiciliaria en la calle “Pedro Escobedo”, con doble toma por razones de escasez de agua con una de ellas (la del micro medidor)

4.8 Instalación de micro medidores en tomas domiciliarias.

De acuerdo a los resultados de las encuestas de vinculación realizadas en toda la zona del Distrito Hidrométrico, se ubicaron un total de 255 predios donde los usuarios nos permitieron colocar un nuevo micro medidor de agua potable con válvula expulsora de aire, necesarios para la estimación de la eficiencia actual con la que se encuentra el Distrito Hidrométrico sin trabajos de eficientización de la infraestructura hidráulica. La muestra de micro medidores nuevos que el IMTA encomendó distribuir en la zona, fueron 90 aparatos, de los cuales se distribuyeron en toda la zona tomando en cuenta la densidad de predios por colonia.

Para que la distribución fuera aproximadamente equitativa, se distribuyeron de acuerdo a la densidad de predios por colonia. Aunque en la mayoría de las colonias se tuvo más opciones para escoger que las necesarias, se presentó el problema que en dos colonias donde se debía de instalar más micro medidores, se tenía menos opciones para instalarlos, así que se tuvo que buscar mas opciones y/o convencer a los usuarios que no tenían nada que perder con la instalación de un micro medidor en su domicilio, así también se les mencionaba los beneficios de adquirirlo; esta acción de convencimiento fue una de las actividades más difíciles de las realizadas, ya que la mayoría de los usuarios temían que se les incrementara el costo del recibo de agua potable con la instalación del micro medidor, por lo que la mayoría de los usuarios no permitirían la instalación de dicho micro medidor, pues comentaban que con su instalación, no solo pagarían el servicio de agua potable por volumen, si no que también pagarían el aire que entra al micro medidor antes de que llegue el liquido, en relación a esto se les explicaba el funcionamiento que tendría la instalación de la válvula expulsora de aire; aunque se les explicaba una y otra vez que el objetivo de la instalación del micro medidor no seria para cobro, ni se les incrementaría el costo del recibo de agua potable, y que seguirían pagando el servicio del agua potable como siempre lo han hecho, la desconfianza por parte de los usuarios siempre estaba presente.

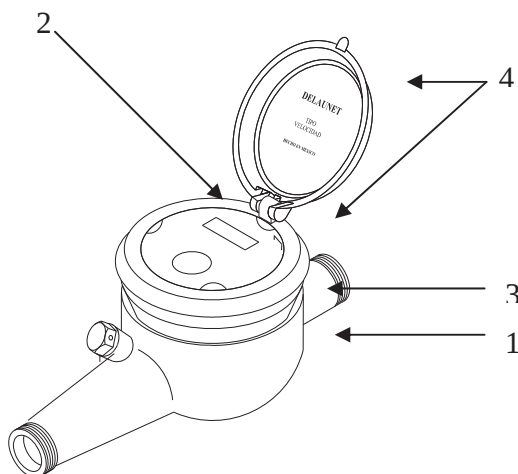
El tipo de medidor que se instaló en los predios de la zona del Distrito Hidrométrico, fueron de la marca CICASA DELAUNET, como podemos observar a continuación.



Medidor de agua marca CICASA DELAUNET modelo MMD 15LR. Tipo de medidor utilizado en la zona del Distrito Hidrométrico.

Estos medidores presentan gran resistencia y confiabilidad para garantizar la precisión en la medición del agua en condiciones difíciles y por períodos prolongados (datos de fabricantes)

El medidor está provisto de una cámara de inyección con ventanas, en las cuales al incidir el agua sobre ellas, la misma es repartida uniformemente hacia el interior generando estabilidad en la rotación de la turbina, por lo que es un instrumento de medición de precisión. El medidor de agua MMD-15 LR contiene una transmisión magnética, que consta de dos imanes, uno colocado en la parte húmeda y otro en la parte seca, transmitiendo el movimiento directamente y evitando la fricción generada por el rozamiento de una transmisión directa. El medidor de agua esta compuesto básicamente por:



1.- Cuerpo fundido de Bronce, el cual contiene la parte hidráulica.

2.- Conjunto totalizador de volumen herméticamente sellado, al cual se pueden adaptar los módulos de lectura remota.

3.- Tapacuerpo forjado de Bronce, el cual asegura tanto la parte hidráulica como el totalizador además de sujetar el precinto.

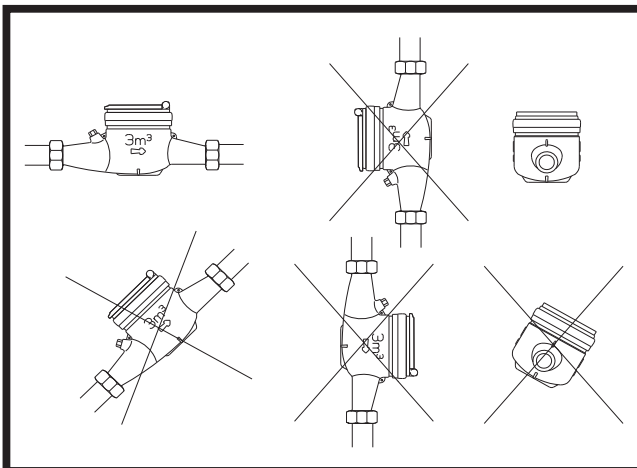
4.- Capuchón con tapa que brinda al totalizador la protección necesaria contra ralladuras e intemperie.

Para la instalación de los micro medidores de agua potable se requirió contratar un plomero ya que en el OOAPAS Pátzcuaro no proporcionó el apoyo del personal para la instalación de estos.



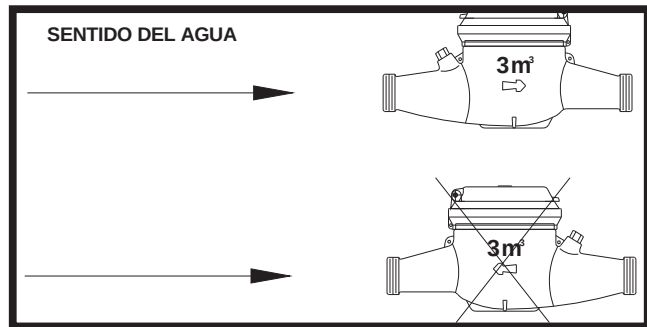
Instalación de un medidor de agua potable CICASA. Se observa la unión de las piezas a base de soldadura y roscas para la conformación total.

Durante la colocación de los micro medidores se contemplaron varios aspectos y especificaciones de los fabricantes para la buena colocación y que trabajen sin ninguna dificultad.



El medidor de agua CICASA está especialmente diseñado para trabajar en posición horizontal, por lo que sus cualidades sólo son adecuadas para esta posición, ya que cualquier posición fuera de la horizontal propicia que las mediciones estén variando fuera de lo correcto.

Al instalar el medidor se debe comprobar (con las flechas laterales) el sentido del flujo de agua, ya que el posicionamiento contrario causa que el aparato mida en sentido contrario y fuera de lo normal.



Muchos de las tomas de usuarios donde nos permitieron colocar el micro medidor, se descartaron para la colocación de este, ya que en algunas implicaba mucho tiempo la instalación del micro medidor por la situación en la que se encontraban las tomas; en algunas otras tomas, no fue posible la instalación ya que en el momento de la colocación había suministro de agua en la vivienda lo cual, cuando se necesitaba soldar las piezas no era posible; algunos otros usuarios ya no autorizaron la colocación del micro medidor en sus domicilios aunque primeramente habían dicho que si lo autorizaban.



**Medidor CICASA
instalado en una
toma domiciliaria
junto con su válvula
expulsora de aire**



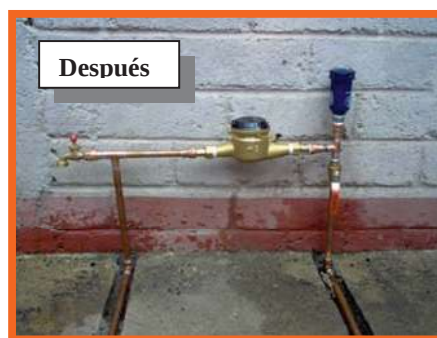
A continuación podemos ver como se veía una toma domiciliaria antes y después de la colocación de un micro medidor. La colocación del micro medidor, conllevó la colocación de una válvula expulsora de aire, así como la colocación de una llave de globo o de paso y la llave nariz nueva, conjuntamente con tubería de cobre nueva.



Vista de una toma domiciliaria actual y de las mas comunes en la zona del Distrito Hidrométrico.



Vista de la toma domiciliaria con la colocación de un micro medidor con su respectiva válvula expulsora de aire y sus llaves necesarias



4.9. Instalación de macro medidores en tanques de regularización.

Solamente la mano de obra en la instalación de los macro medidores corrió a cargo del personal de OOAPAS Pátzcuaro. Se les suministro de 2 macro medidores uno de 3" de diámetro y otro de

6" de diámetro para las salidas de los 2 tanques que suministran de agua a la zona del Distrito Hidrométrico.

Ya que el espacio donde se colocarían los macro medidores era muy reducido, se decidió colocar todas las piezas de tipo cementante para una mejor manipulación en los espacios.

Se colocó primeramente el macro medidor de 3" de diámetro, para esto se tuvo que descubrir la tubería para poder ubicarlos. Este tipo de medidores deben de ir ahogado para evitar que midan aire, para esto se tuvo que hacer algunas maniobras según las especificaciones del medidor para la colocación de este como se muestra en la figura siguiente.



Salida del tanque chico antes de cualquier trabajo para la colocación del macro medidor



Colocación de la tubería para la instalación del macro medidor de 3" de diámetro después de la válvula de seccionamiento del tanque



Conformación de la instalación del macro medidor de 3" de diámetro. Se observa la correcta colocación del macro medidor (ahogamiento del macro medidor)

La instalación del macro medidor culminó con la protección de este mediante un registro donde se aloja el aparato. Y de fácil manejo para la toma de lecturas



Para la colocación de macro medidor de 6" también se manejaron piezas cementantes para la colocación del aparato, igualmente que el macro medidor de 3" de diámetro, este de 6" necesitó alojarse entre una tramo de sifón invertido para garantizar su buen funcionamiento trabajando ahogado sin permitir el flujo del aire a través del macro medidor.



Vista 1



Vista 2



Vista 3

Instalación del macro medidor de 6" de diámetro en la salida de alimentación de la infraestructura de distribución del tanque de mayores dimensiones.



Vista 4

Conformación del Sifón para que el macro medidor trabaje bajo condiciones de ahogamiento para su buen funcionamiento.

V. BALANCE HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACION DE LA EFICIENCIA ACTUAL DEL DISTRITO HIDROMETRICO

5.1 Estimación de consumo en el Distrito Hidrométrico (toma de lecturas en macro medidores)

La estimación que se da en el Distrito Hidrométrico, pudimos monitorearla mediante la toma de lecturas en los 2 macro medidores instalados previamente para este fin.

La lectura de estos macro medidores, se realizaban en conjunto con la toma de lecturas en los micro medidores domiciliarios. Las lecturas se tomaron a las 11 de la mañana y a las 2 de la tarde posteriormente.

Ya que lógicamente el macro medidor no marcaría en ceros cada vez que necesitábamos tomar la lectura, fue necesario tomar una lectura inicial para determinar la diferencia entre ellas, siendo así el consumo que se daría en determinadas horas que en este caso correspondió a 3 horas respectivamente

Las lecturas para estimar la eficiencia inicial en los macro medidores instalados en los tanques del calvario, se realizaron entre el lunes 10 de Octubre y el 17 de Octubre, además de ello se tomaron lecturas también en este período al macro medidor que se encuentra en la salida del bombeo del pozo “Itzi-Huriata” para también determinar los volúmenes extraídos del pozo y entregados a los tanques del calvario.



LECTURAS REGISTRADAS EN EL POZO “ITZI-HURIATA”

Fecha	Hora	Lectura (m3)	Consumo (m3)	Observaciones
Lunes, 10 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	314875.6	0.0	Lectura inicial
	11:30 a.m.	314916.0	40.4	
	12:00 a.m.	314969.0	53.0	
	12:30 p.m.	315021.0	52.0	
	01:00 p.m.	315080.0	59.0	
	01:30 p.m.	315128.0	48.0	
	02:00 p.m.	315172.0	44.0	
Martes, 11 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	317309.0	2137.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.	317366.0	57.0	
	12:00 a.m.	317417.0	51.0	

	12:30 p.m.	317463.0	46.0	
	01:00 p.m.	317515.0	52.0	
	01:30 p.m.	317570.0	55.0	
	02:00 p.m.	317615.0	45.0	
Miércoles, 12 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.	319796.0	2181.0	de 2 pm a 11:30 am
	12:00 a.m.	319848.0	52.0	
	12:30 p.m.	319901.0	53.0	
	01:00 p.m.	319948.0	47.0	
	01:30 p.m.	320002.0	54.0	
	02:00 p.m.	320055.0	53.0	
Fecha	Hora	Lectura (m3)	Consumo (m3)	Observaciones
Jueves, 13 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	322178.0	2123.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.	322227.0	49.0	
	12:00 a.m.	322277.0	50.0	
	12:30 p.m.	322332.0	55.0	
	01:00 p.m.	322385.0	53.0	
	01:30 p.m.	322433.0	48.0	
	02:00 p.m.	322489.0	56.0	
Viernes, 14 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	324593.0	2104.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.	324656.0	63.0	
	12:00 a.m.	324702.0	46.0	
	12:30 p.m.	324760.0	58.0	
	01:00 p.m.	324804.0	44.0	
	01:30 p.m.	324856.0	52.0	
	02:00 p.m.	324893.0	37.0	
Sábado, 15 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	12:00 a.m.	327122.0	2229.0	de 2 pm a 12 medio día
	12:30 p.m.	327184.0	62.0	
	01:00 p.m.	327221.0	37.0	
	01:30 p.m.	327278.0	57.0	
	02:00 p.m.	327338.0	60.0	
Domingo, 16 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	329425.0	2087.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.	329473.0	48.0	
	12:00 a.m.	329524.0	51.0	
	12:30 p.m.	329578.0	54.0	
	01:00 p.m.	329622.0	44.0	
	01:30 p.m.	329674.0	52.0	
	02:00 p.m.	329723.0	49.0	
Lunes, 17 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	331815.0	2291.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.	331861.0	46.0	
	12:00 a.m.	331937.0	76.0	

	12:30 p.m.	331960.0	23.0	
	01:00 p.m.	332007.0	47.0	
	01:30 p.m.	332056.0	49.0	
	02:00 p.m.	332102.0	46.0	Lectura Final

LECTURAS REGISTRADAS EN TANQUES DEL CALVARIO

Fecha	Hora	Medidor	Lectura (m3)	Consumo (m3)	Observaciones
Lunes, 10 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	5657.0	0.0	Lectura inicial
	11:30 a.m.		5691.0	34.0	
	12:00 a.m.		5719.0	28.0	
	12:30 p.m.		5725.0	6.0	
	01:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:30 p.m.		5783.0	58.0	
	02:00 p.m.		5823.0	40.0	
	11:00 a.m.	3" Tanque Chico	1886.0	0.0	Lectura inicial
	11:30 a.m.		1886.0	0.0	
	12:00 a.m.		1886.0	0.0	
	12:30 p.m.		1886.0	0.0	
	01:00 p.m.		1886.0	0.0	
	01:30 p.m.		1887.0	1.0	
	02:00 p.m.		1906.0	19.0	
Martes, 11 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	7435.0	1612.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		7478.0	43.0	
	12:00 a.m.		7510.0	32.0	
	12:30 p.m.		7540.0	30.0	
	01:00 p.m.		7568.0	28.0	
	01:30 p.m.		7597.0	29.0	
	02:00 p.m.		7620.0	23.0	
	11:00 a.m.	3" Tanque Chico	2146.0	240.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		2157.0	11.0	
	12:00 a.m.		2165.0	8.0	
	12:30 p.m.		2173.0	8.0	
	01:00 p.m.		2181.0	8.0	
	01:30 p.m.		2191.0	10.0	
	02:00 p.m.		2198.0	7.0	
Miércoles, 12 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	9298.0	1678.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	12:00 a.m.		9380.0	82.0	
	12:30 p.m.		9414.0	34.0	
	01:00 p.m.		9447.0	33.0	

	01:30 p.m.		9487.0	40.0	
	02:00 p.m.		9520.0	33.0	
	11:00 a.m.	3" Tanque Chico	2419.0	221.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		2419.0	0.0	
	12:00 a.m.		2420.0	1.0	
	12:30 p.m.		2430.0	10.0	
	01:00 p.m.		2441.0	11.0	
	01:30 p.m.		2451.0	10.0	
	02:00 p.m.		2460.0	9.0	
Fecha	Hora	Medidor	Lectura (m3)	Consumo (m3)	Observaciones
Jueves, 13 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	11140.0	1620.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		11168.0	28.0	
	12:00 a.m.		11194.0	26.0	
	12:30 p.m.		11217.0	23.0	
	01:00 p.m.		11239.0	22.0	
	01:30 p.m.		11248.0	9.0	
	02:00 p.m.		11259.0	11.0	
	11:00 a.m.	3" Tanque Chico	2697.0	237.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		2709.0	12.0	
	12:00 a.m.		2718.0	9.0	
	12:30 p.m.		2725.0	7.0	
	01:00 p.m.		2732.0	7.0	
	01:30 p.m.		2732.0	0.0	
	02:00 p.m.		2732.0	0.0	
Viernes, 14 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	13026.0	1767.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		13053.0	27.0	
	12:00 a.m.		13142.0	89.0	
	12:30 p.m.		13166.0	24.0	
	01:00 p.m.		13189.0	23.0	
	01:30 p.m.		13228.0	39.0	
	02:00 p.m.		13273.0	45.0	
	11:00 a.m.	3" Tanque Chico	3032.0	300.0	de 2 pm a 11 am
	11:30 a.m.		3034.0	2.0	
	12:00 a.m.		3046.0	12.0	
	12:30 p.m.		3067.0	21.0	
	01:00 p.m.		3086.0	19.0	
	01:30 p.m.		3088.0	2.0	
	02:00 p.m.		3089.0	1.0	
Sábado, 15 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	12:00 a.m.		14977.0	1704.0	de 2 pm a 12 medio día
	12:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	

	01:30 p.m.		15062.4	85.4	
	02:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:00 a.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	12:00 a.m.	3"	3263.5	174.5	de 2 pm a 12 medio dia
	12:30 p.m.	Tanque	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:00 p.m.	Chico	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:30 p.m.		3288.3	24.8	
	02:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	

Fecha	Hora	Medidor	Lectura (m3)	Consumo (m3)	Observaciones
Domingo , 16 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6"	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.		16784.6	1722.2	de 1:30 pm a 11:30 am
	12:00 a.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	12:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:00 p.m.		16889.3	104.7	
	01:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	02:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:00 a.m.	3"	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.		3571.5	283.2	de 1:30 pm a 11:30 am
	12:00 a.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	12:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:00 p.m.		3595.8	24.3	
	01:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	02:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
Lunes, 17 de Octubre de 2005	11:00 a.m.	6"	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.		18705.0	1815.7	de 1 pm a 11:30 am
	12:00 a.m.		18727.0	22.0	
	12:30 p.m.		18760.0	33.0	
	01:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	02:00 p.m.		18858.4	98.4	Lectura Final
	11:00 a.m.	3"	SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	11:30 a.m.		3857.0	261.3	de 1 pm a 11:30 am
	12:00 a.m.		3859.0	2.0	
	12:30 p.m.		3859.0	0.0	
	01:00 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	01:30 p.m.		SIN LECTURA	SIN LECTURA	
	02:00 p.m.		3861.2	2.2	Lectura Final

5.2 Estimación de consumos domiciliarios (toma de lecturas micro medidores)

La toma de lecturas en micro medidores domiciliarios se realizó dentro del periodo del 10 de octubre al 17 de octubre, donde se realizaron la toma de lecturas aproximadamente en el mismo horario para poder estimar los consumos en determinado tiempo.

Nº	Domicilio	Nº Serie	Lectura 10-Oct m³	Lectura 17-Oct m³	Consumo m³
1	Fray Diego de Chávez 30	05110733	6.425	7.616	1.191
2	Fray Diego de Chávez 110	05110736	9.943	11.348	1.405
3	Fray Diego de Chávez 142	05110726	6.636	6.844	0.208
4	Maturino Gilberti 59	05111533	2.643	3.692	1.049
5	Fray D de Basalenque 163	05110728	12.232	15.373	3.141
6	Fray D de Basalenque 137	05110729	14.928	17.392	2.465
7	Antonio Arriaga Ochoa 117	05110734	3.674	5.000	1.326
8	F Antonio de Huitzimengari 59	05110730	6.428	7.098	0.670
9	Fray Matias de Escobar 7	05110722			
10	Perseverancia 113-A	05110762	1.861	2.016	0.155
11	Oyamel 3	05110749	8.761	10.754	1.993
12	Encino S/N	05110767	19.144	23.984	4.840
13	Leyes de Reforma 20	05110763	25.660	31.431	5.771
14	J. Carrillo (Esc Federico Frobel)	05110755	43.240	47.440	4.200
15	Avenida Magisterio 41	05111538	3.002	8.024	5.022
16	Av. Melchor Ocampo Lote 22	05111539	9.568	14.274	4.706
17	Tulipan S/N	05111507	19.676	27.887	8.211
18	Fray Diego de Chávez 66	05110731	12.484	14.557	2.073
19	Fray Diego de Chávez 126	05110732	10.925	12.498	1.573
20	Fray Diego de Chávez 150	05110721	3.122	3.656	0.534
21	Maturino Gilberti 21	05110725	6.937	8.736	1.799
22	Fray Diego de Basalenque 149	05110727	6.020	7.244	1.224
23	Fray Diego de Basalenque 156	05111534	5.377	7.343	1.966
24	Antonio Arriaga Ochoa 115	05111519	3.114	4.686	1.572
25	Antonio Arriaga Ochoa 18	05110735	8.986	11.676	2.690
26	Amistad 40-B	05110769	8.353	9.600	1.247
27	Piedad 17-A	05110764	0.080	0.080	0.000
28	Pino 12	05111528	10.879	17.373	6.494
29	Leyes de Reforma 14	05110770	11.884	14.699	2.815
30	Tecuen 22	05111529	10.690	14.618	3.928
31	Avenida Magisterio 45	05111536	7.312	9.358	2.046
32	Av. Melchor Ocampo 15	05111527	12.984	18.051	5.067

Nº	Domicilio	Nº Serie	Lectura 10-Oct m³	Lectura 17-Oct m³	Consumo m³
33	Privada de Tulipanes S/N	05111506	3.019	3.857	0.838
34	Las Palmas 7	05111501	3.583	6.234	2.651
35	Palmerin 2	05110745	127.320	129.850	2.530
36	Ricardo Palmerín 24	05110723	10.540	12.340	1.800
37	Tzintzincha 18	05111513	1.780	2.295	0.515
38	Pispirema 17	05111526	6.520	8.392	1.872
39	Kinder Constantino Huitzim.	05110738	28.913	37.647	8.734
40	Centro Rehabilitación San Rafael	05110739	58.340	71.050	12.710
41	Guty Cárdenas 12	05110750	32.250	37.982	5.732
42	Mariquita Linda 108	05110747	26.371	30.831	4.460
43	Mariquita Linda 120	05110746	3.239	11.940	8.701
44	Alborada 82	05110741	7.048	12.404	5.356
45	José Martí 8	05110765	7.861	11.102	3.241
46	Americo Vespucio	05111524	16.122	24.923	8.802
47	Ignacio Zaragoza 47	05111520	17.038	24.883	7.845
48	Batalla de Puebla 8	05111522	7.927	10.807	2.880
49	Santa María 2	05111537	12.143	19.954	7.811
50	Santa María 41	05111516	6.409	8.826	2.417
51	José María Morelos 23	05111509	8.403	14.285	5.882
52	Ricardo Palmerín 28	05111512	9.875	12.961	3.086
53	Pispirema 15	05110756	0.788	0.866	0.078
54	Av Jamuquen 16	05110757	12.896	14.027	1.131
55	Mariquita Linda 69	05110742	47.102	55.777	8.675
56	Mariquita Linda 92	05110743	9.625	12.294	2.669
57	Mariquita Linda 112	05110748	44.238	54.709	10.471
58	Alborada 116	05111531	20.491	29.852	9.361
59	Alborada 109	05110744	17.685	22.046	4.361
60	Libramiento Ignacio Zaragoza 41	05111540	14.232	22.066	7.834
61	Guillermo Prieto 23	05111502	11.906	11.913	0.007
62	Pedro Escobedo 8	05111532	94.041	150.812	56.771
63	Santa María 16	05111510	18.064	25.954	7.890
64	Santa María 42	05111511	13.301	14.760	1.459
65	Francisco Villa 7	05111508	7.561	11.305	3.744
66	2a Privada de Corregidora 13	05110766	8.077	17.955	9.878
67	Santa María 22 A	05111521			
68	Fracc La Ilusión	05110768	3.260	3.860	0.600
69	Obediencia 264-A	05110740	28.550	33.240	4.690
70	San Mateo 13	05110737	29.170	33.220	4.050
71	San Pablo 24	05110760	9.000	10.610	1.610
72	Capep 11	05110754	32.920	47.960	15.040
73	Kurendakua 12	05110753	7.830	9.070	1.240
74	Huandari 8 (10)	05110751	13.530	15.380	1.850
75	Huandari Esquina Av Jamuquén	05110752	14.590	17.610	3.020

Nº	Domicilio	Nº Serie	Lectura 10-Oct m ³	Lectura 17-Oct m ³	Consumo m ³
76	Av Jamuquen 65	05110761	8.760	9.880	1.120
77	Rubi 13	05110724	7.200	9.130	1.930
78	Rubi 12	05110758	15.730	18.910	3.180
79	Rubi 20	05110759	0.080	0.080	0.000
80	Kungurikua 66-A	05111514	8.360	13.950	5.590
81	Pinzon Real 23	05111515	2.530	5.940	3.410
82	San Antonio 17	05111535	4.760	7.260	2.500
83	San antonio Frente N 17 (Morada)	05111505	6.990	9.190	2.200
84	Santa Rita 4	05111504	17.040	22.000	4.960
85	Santa Rita 11	05111518	4.650	7.100	2.450
86	Santa Cecilia 12	05111517	15.660	20.840	5.180
87	Los Fresnos Pta Negra	05111523	9.110	14.160	5.050
88	Los Fresnos Frente Rebombero	05111530	2.380	3.370	0.990
89	San Antonio 68	05111525	4.510	6.390	1.880
90	San Valentín 27	05111503			

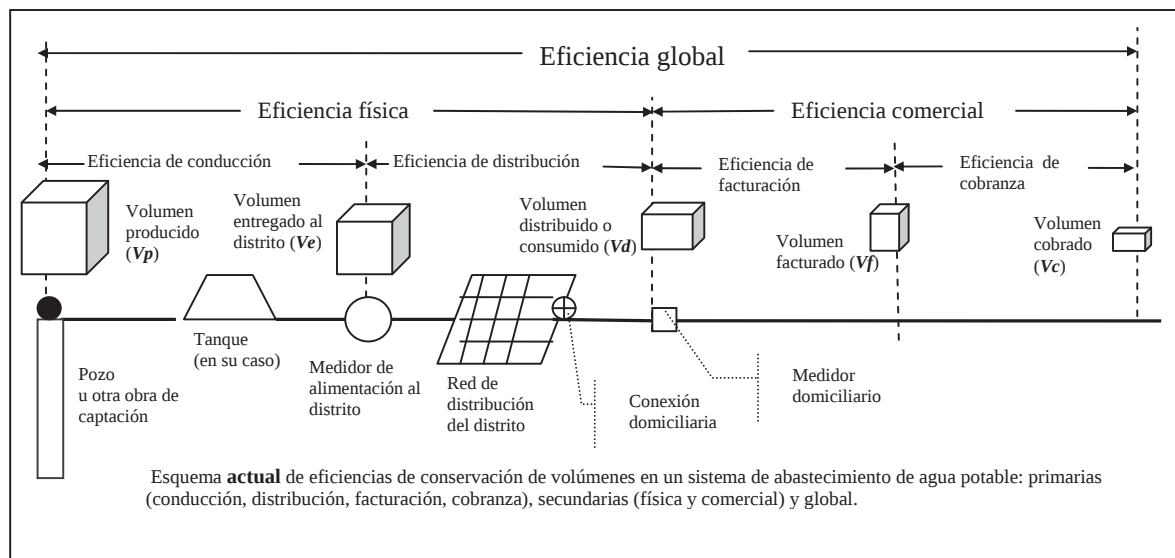
Para la toma de las lecturas se presentaron algunos contratiempos, ya que en algunos predios donde se les colocó un micro medidor, no se encontraron los usuarios para que nos permitieran tomar la lectura de los mismos, por lo tanto en el informe de lecturas anterior, existen espacios sin datos, que fueron los que por tal motivo no se pudo realizar la toma de lecturas.



5.2 Estimación de pérdidas de distribución en la red del Distrito Hidrométrico.

En este punto la obtención de la eficiencia corresponde realizarla al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua a partir de los datos obtenidos en campo. En el análisis realizado por personal del IMTA, se obtuvo de manera preliminar una eficiencia física inicial del 63% lo que representa pérdidas por fugas del 37% tanto en red como en tomas domiciliarias por falta de instalaciones hidráulicas adecuadas en los predios, tal como se mostró anteriormente.

La prestación del servicio de agua potable conlleva varios procesos que posibilitan, en mayor o menor grado, la pérdida de volúmenes de agua. Los más susceptibles son los de conducción, distribución, facturación, y cobranza. En la figura siguiente, se esquematiza un sistema de abastecimiento de agua potable, se muestran las relaciones de volúmenes que dan lugar a lo que se puede denominar como eficiencias primarias, y que son las siguientes: eficiencia de conducción, eficiencia de distribución, eficiencia de facturación, y eficiencia de cobranza. Estas eficiencias se reagrupan para dar lugar a lo que también se puede llamar eficiencias secundarias, y que son: eficiencia física, y eficiencia comercial. En un tercer nivel se tiene la eficiencia global, la cual evalúa la conservación volumétrica desde el proceso inicial (captación) hasta el final (cobro).



El objetivo de los trabajos en el Distrito Hidrométrico se realizaron para incrementar la eficiencia física del sector de la red de distribución de la zona que abastece el pozo Itzi-Huriata y solamente en la infraestructura de distribución, ya que según información verbal del OOAPAS Pátzcuaro la línea de conducción no presenta problemas por fugas.

De los datos arrojados en la toma de lecturas del pozo Itzi-Huriata y en los tanques del Calvario, se determinó la eficiencia de conducción.

La eficiencia de conducción (E_{con}) está dada por la relación (1). Esta se incrementa o se conserva si se evitan o controlan las fugas, visibles y no visibles, en las tuberías que constituyen las líneas de conducción, así como los derrames en el tanque, y derrames o desperdicios en plantas potabilizadoras en su caso. Pudieran también presentarse robos importantes en conducción.

$$E_{con} = \left(\frac{V_e}{V_p} \right) 100 \quad (1)$$

Cumpléndose también que: $V_p = V_e + P_c$ (2)
donde:

V_e = volumen entregado al Distrito en un periodo

V_p = Volumen producido en el periodo

P_c = Pérdidas de conducción

Extracción semanal del pozo Itzi-Huriata

PEREODO SEMANAL DEL 10 AL 17 DE OCTUBRE	Volumen producido semanal del 10 al 17 de Octubre (m³)
De 11:00am a 11:00 am	16939.4
De 11:30am a 11:30 am	16945.0
De 12:00am a 12:00 am	16968.0
De 12:30am a 12:30 am	16939.0
De 1:00pm a 1:00 pm	16927.0
De 1:30pm a 1:30 pm	16928.0
De 2:00pm a 2:00 pm	16930.0
Extracción promedio semanal (m³)	16,939.5

En el trayecto de la línea de conducción del pozo Itzi-Huriata al rebombeo existen 4 tomas con un gasto promedio diario aproximado de 180m³ o sea 1260m³ / semana, que se considera en la captación promedio semanal del pozo Itzi-Huriata.

También se consideran las pérdidas de agua por fugas en los tanques del calvario de los datos del aforo presentados anteriormente; ya que estas no se registran en los macro medidores y para la determinación de la eficiencia se requiere contabilizar toda el agua que llega a los tanques proveniente del pozo.

TANQUE GRANDE		TANQUE CHICO	
Consumo semanal del 10 al 17 de octubre de las 2:00pm (m³)	Consumo semanal del 10 al 17 de Octubre de las 11:30am (m³)	Consumo semanal del 10 al 17 de Octubre de las 2:00pm	Consumo semanal del 10 al 17 de Octubre de las 11:30am
13035.4	13014.0	1955.2	1971.0
Promedio = 13024.7m³		Promedio = 1963.1m³	
(m³)			
Consumo semanal de los tanques + fugas (Ve)			15418.3
Consumo semanal del pozo - consumos en el trayecto(Vp)			15679.49
Eficiencia de conducción			98%

Suma del consumo semanal de los 2 tanques (m³)	Suma de las fugas semanales de los 2 tanques (m³)
14,987.8	430.5

Eficiencia de distribución

Si al volumen total que se suministra en el periodo a los usuarios, registrados y clandestinos, puesto hasta antes del medidor domiciliario, en su caso, se le llama volumen distribuido o volumen consumido (Vd), entonces la eficiencia de distribución (Edis) se expresa como:

$$Edis = \left(\frac{Vd}{Ve} \right) 100 \quad (1)$$

donde: Vd = volumen distribuido o consumido

Ve = volumen entregado al distrito en un periodo

La eficiencia de distribución se ve afectada por fugas visibles y no visibles en tuberías, conexiones domiciliarias, y en cajas de válvulas.

Para la determinación de la eficiencia inicial de distribución del Distrito Hidrométrico, se tomaron en cuenta los promedios de los consumos domiciliarios por colonia considerando la muestra de micro medidores distribuidos en cada colonia, ya que el consumo de agua potable varía en toda la zona, por los tandeos establecidos y la diferencia de presiones en la zona.

Promedio de consumos domiciliarios del 10 al 17 de octubre del 2005.

Nota: Las colonias “Paz del Progreso, Habitación 2000, Solidaridad, se consideraron dentro de la colonia Magisterio, ya que el numero de predios es muy reducido y prácticamente estos predios se encuentran alrededor de la colonia Magisterio.

COLONIA	Consumo semanal promedio de cada predio por colonia (m ³)	Numero de predios por colonias (m ³)	Consumo semanal por colonia (m ³)
5 de mayo	4.81	42.00	202.15
Calvario	3.92	147.00	575.83
Camelinas	3.90	109.00	425.10
Centro	9.88	25.00	246.95
Eréndira 1	0.90	52.00	46.75
Eréndira 2	2.93	85.00	248.63
Eréndira 3	2.08	103.00	213.90
Eréndira 4	3.41	68.00	231.88
Fraccionamiento Jamuquen	12.71	56.00	711.76
Fraccionamiento la Ilusión	0.60	61.00	36.60
Fraccionamiento Marcos Jiménez	6.76	141.00	952.71
Independencia	2.88	57.00	164.18
Infonavit II	1.48	266.00	394.86
Jamuquen	4.84	45.00	217.80
Juventino Rosas	4.38	57.00	249.45
La salud	0.01	61.00	0.43
Las Palmas	6.02	158.00	951.37
Libramiento Ignacio Zaragoza	7.84	12.00	94.07
Llanos de la Virgen	6.90	65.00	448.50
Lomas del Calvario	3.71	72.00	266.76
Los Fresnos	3.63	115.00	417.65
Magisterio	3.80	72.00	273.53
Melchor Ocampo	4.59	99.00	454.39
Villas de la Esperanza	1.95	104.00	202.45
CONSUMO TOTAL DEL DISTRITO HIDROMETRICO DEL 10 AL 17 DE COCTUBRE DEL 2005 (m³)			8,027.68

Consumo semanal en los tanques (m ³)	14,987.8
Consumo semanal domiciliario en el D.H. (m ³)	8,027.68
Eficiencia inicial de distribución del D.H.	54%

La diferencia anterior entre lo que se entrega y lo que se consume de agua potable corresponde a pérdidas de agua ya sea por fugas y/o clandestinaje:

$$Q = 6960.12 \text{ m}^3/\text{semana}$$

$$\text{Equivalente a: } Q = 11.5 \text{ lts/seg,}$$

VI. TRABAJOS DE EFICIENTIZACIÓN EN EL DISTRITO HIDROMÉTRICO

6.1 Localización de fugas visibles en la red, en tomas y en tanques de almacenamiento.

Básicamente las fugas visibles se pueden presentar en los siguientes puntos de la red de distribución:

Tuberías

Tomas domiciliarias

Cajas de válvulas

Llaves de paso y micro medidores

Puede haber afloramiento de fugas provenientes de fallas en tubos surtidores, así como de la abrazadera y tubería enterrada de las conexiones domiciliarias. Asimismo sólo hay que abrir las cajas de válvulas, contando con presión en la red, para detectar si existen fugas en las conexiones o en las válvulas mismas. También, habiendo presión en la red, es fácil detectar fugas menores en llaves de paso y en la conexión de micro medidores.

Antes de reparar las fugas visibles detectadas, las que por lo general son las más comunes, se aforan sus gastos.

Durante los recorridos de inspección del distrito hidrométrico y principalmente en los recorridos calle por calle en los trabajos de vinculación de predios, se observaron fugas visibles que afloraban en las calles, otro tipo de fugas en tomas domiciliarias y en conexiones defectuosas por falta de mantenimiento de los propios usuarios así como descuido.

Muchas de las fugas vistas en los recorridos de vinculación en el Distrito Hidrometrico Izti – Huriata, permanecieron por mucho tiempo sin reparación del OOAPAS Pátzcuaro, aun cuando lo propios vecinos nos comentaban que ya las habían reportado una y otra vez y el OOAPAS no las reparaba.

Se comenzó revisando la infraestructura del Distrito Hidrométrico Itzi Huriata desde los tanques de almacenamiento del Calvario, los cuales visiblemente se observó que fugaban una gran

cantidad de agua por todos lados del tanque de almacenamiento, principalmente en la parte superior del tanque de mayores dimensiones.

A continuación podemos observar las fugas que contienen los tanques del calvario que visiblemente podemos apreciar un abundante gasto desperdiciado:



Vista de la fuga desde la parte alta del tanque; fuga abundante que simula una cascada



Fugas apreciables en las paredes del los tanques generales del “Calvario”, principales surtidores de agua potable a la infraestructura de distribución de agua potable del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata-



Revisando por calle por calle, se observaron fugas que afloraban provenientes de la red de distribución. Muchas de las fugas visible fueron ignoradas por el OOAPAS Pátzcuaro, como ejemplo la fuga de la calle “Piedad” frente al nro. 17 en la colonia “Villas de la Esperanza” donde

se percibe un hundimiento en la calle debido a la fuga que permaneció por demasiado tiempo y que al no ver ninguna solución por parte del organismo operador, el propio usuario reparó la fuga.



Todas las fugas visibles que se observaron en los recorridos por el Distrito Hidrométrico Itzi Huriata , provenientes de la red de distribución se ubicaron en un plano; algunas fugas mas abundantes que otras en cuanto al gasto desperdiciado, pero que de igual forma afectaron a los vecinos principalmente aquellos que viven en la parte alta y donde la fuga se produjo en la parte baja tomando en cuenta la ubicación de estos predios.

Algunas de ellas afloraron desde el interior a superficies de terrecería, empedrados, adoquinado y con pavimento hidráulico.

Cabe mencionar que algunas de estas fugas solamente eran visibles en el lapso de tiempo que se les suministraba agua potable a la zona que les tocaba de acuerdo al horario establecido con el tandeo implementado en el distrito Hidrométrico Itzi-Huriata. También debemos mencionar que otras fugas si permanecieron constantemente tirando el liquido sin parar la mayor parte del

tiempo, ya que algunas de estas se encontraban en la línea principal que distribuye al Distrito Hidrométrico como ejemplo en la calle “San Valentín” esquina con “Ricardo Palmerín”.



Algunos otros tipos de fugas visibles que se observaron fueron directamente en conexiones intra domiciliarias como en los tinacos donde prácticamente no cuentan con flotadores que cierran el suministro de agua cuando el depósito esta lleno.

Estos desperdicios se encontraron comúnmente en los predios donde al parecer nadie los habita pero el servicio de agua potable esta activo; ya que en los trabajos de vinculación al no encontrar a los usuarios en sus predios, nos vimos en la necesidad de regresar una y otra vez hasta encontrarlos o prácticamente calificarla como deshabitada, al regresar varias veces a esos predios, captamos como algunos de ellos tienen sus conexiones en mal estado ya que al suministrar agua al predio, esta se tiraba al no contar con una buena instalación en sus tomas y/o tinacos de almacenamiento.



Tipo de fugas por desperdicios frecuentes en predios deshabitados y con sus conexiones de agua potable intradomiciliarias en mal estado.

Así como los desperdicios vistos anteriormente, pudimos percatarnos la falta de una buena cultura del agua de los usuarios que afortunadamente el agua que les llega a sus predios es suficiente para abastecer sus necesidades y hasta poder regar las calles sin ninguna preocupación de un cobro mayor en el consumo y/o que no sea suficiente para el uso domestico.



Desperdicio por parte de los propios usuarios, al no contar con una buena cultura del agua y /o consecuencias del cobro por cuota fija y no por volumen medido. (calle “San Antonio”)

En el fraccionamiento “Marcos Jiménez” se encontraron varias tomas domiciliarias que llegan directamente a una cisterna y que no cuentan con un flotador que cierre el suministro del agua potable cuando este llega a su capacidad máxima de almacenamiento. Esta situación se encontró en varios predios en Distrito Hidrométrico, por ejemplo podemos mencionar algunos en la colonia “Eréndira 3”, en la colonia “Llanos de la Virgen donde no cuentan con flotadores, algunos otros en la colonia Eréndira 1.

Podemos ver claramente la situación en la que se encuentran estas cisternas donde prácticamente se desperdicia una gran cantidad de agua potable, y que se resolvería al instalar flotadores en ellas, pero al no haber un cobro por volumen, los usuarios no lo toman en cuenta (mala cultura del agua).



Cisternas sin flotadores, uno de los principales desperdicios de agua potable en el Distrito Hidrométrico Itzi - Huriata





Los hidrantes públicos, es otra de las situaciones de desperdicios por descuido de los propios usuarios, ya que como se encuentran al alcance de todas las personas, algunas por descuido o maldad, dejan la llave abierta o simplemente nadie se hace responsable de darle mantenimiento a las llaves de los hidrantes.

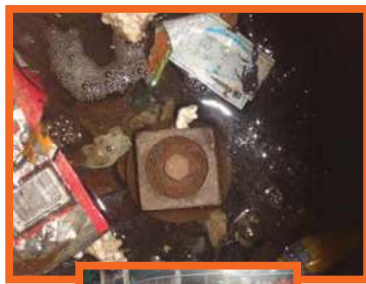
Otra de las mas comunes fugas visibles en el distrito Hidrométrico se encuentran donde se utilizan mangueras demasiado largas para abastecer de agua potable a los predios que no cuentan en su calle con la infraestructura de distribución apropiada, y que debido a esto se le ha conectado con manguera negra desde las tuberías en las calles contiguas; esta situación propicia que con el frecuente paso de los vehículos, y la mala superficie que protege a las mangueras, se llegan a perforar generando una nueva fuga.



Fugas frecuentes en mangueras largas que son utilizadas para el abastecimiento de predios lejanos o que en su calle no cuentan con infraestructura de distribución de agua potable (tubería principal)



En las válvulas de seccionamiento se detectaron visiblemente la presencia de fugas y azolve, Como ya mencionamos todas las válvulas están sujetas a una estricta operación y manipulación diariamente ya que el suministro de agua potable en toda la zona es a base de tandeos, por lo que en algunas de las válvulas podemos observar el deterioro de estas ya que se puede apreciar claramente la presencia de fugas.



Fugas en válvulas de seccionamiento, causada por falta de mantenimiento en las mismas y excesiva manipulación.

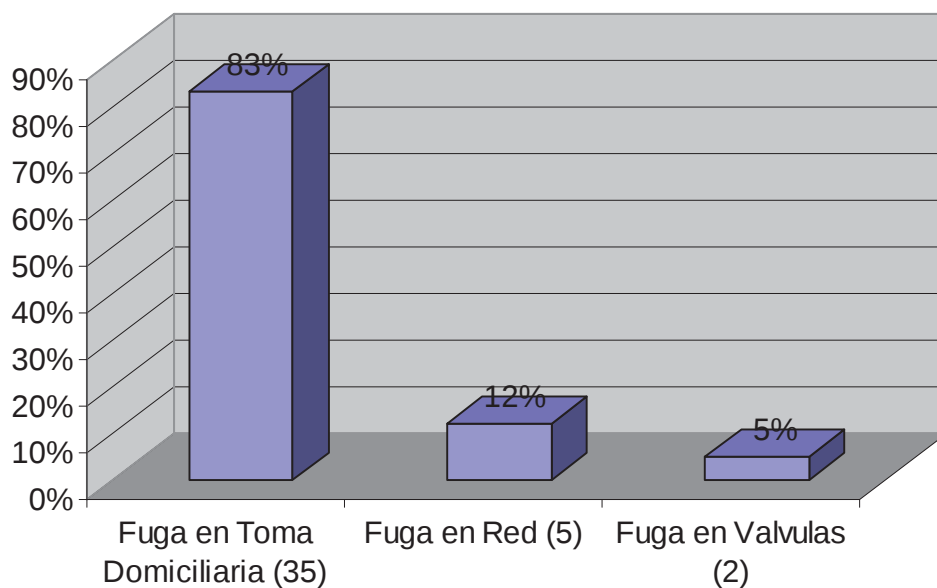
En total, se detectaron 42 fugas visibles en todo el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata:

35 fugas visibles en toma domiciliaria

5 en red de distribución

2 en válvula de seccionamiento

LUGAR DE LA FUGA



6.2 Aforo y reparación de fugas visibles

En cada fuga que se encontró se procedió antes o después de la excavación el trabajo de aforo de cada fuga para determinar que cantidad de agua se estaba desperdiciando por cada fuga existente en el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata. Se realizó el aforo volumetricamente, empleando una probeta graduada y un cronometro para el registro del tiempo. En ocasiones hubo la necesidad de emplear bolsas de plástico cuando la fuga no era posible captarla en la probeta.



Aforo de una fuga visible empleando una probeta graduada y un cronometro

A continuación podemos ver las reparaciones de algunas de las fugas que se suscitaron en el Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata



Trabajo de reparación de una fuga en la calle Kungurikua. Gasto aforado = 0.40lts/seg



Fuga



Reparación



Reparada

De todas la fugas visibles reparadas y aforada, se tuvo una recuperación de caudal de 9.80 litros por segundo, aunque esta cantidad de agua es muy alta, hay que tener en cuenta que todas las fugas se encuentran supeditadas a un servicio tandeado que hasta cierto punto “controla” las fugas, pues considerando esto, el gasto instantáneo por fugas es bastante menor al aforo total obtenido.

6.3 Aforo y reparación de fugas en los tanques de regularización.

El aforo de las fugas en los tanques de regularización del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata , se hizo de una manera volumétrica, utilizando el mismo tanque como recipiente de aforo.

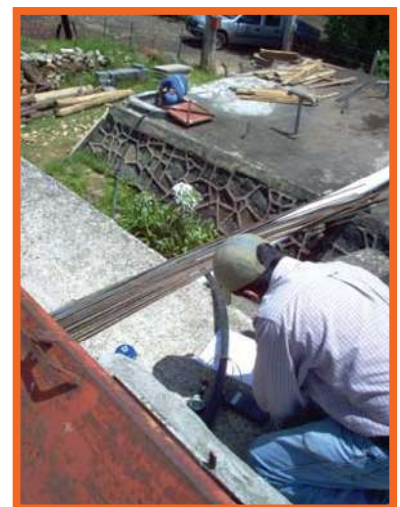
El trabajo se realizó midiendo los descensos de niveles por unidad de tiempo mientras que las válvulas de los tanques se encontraban cerradas para realizar el aforo.

El aforo de las fugas se realizó de las 12:00 pm a las 2:00pm, que fue el lapso de tiempo en el que se cerraron las válvulas de los tanques y no se les brindo servicio a los usuarios durante ese lapso de tiempo.

No se realizaron reparaciones en ninguno de los tanques del Calvario por parte del IMTA, se quedó a responsabilidad del OOAPAS Pátzcuaro las reparaciones de los mismos.



Trabajos de aforo del gasto de las fugas en los tanques de regularización del Calvario



De los registros del aforo se observo que el tanque de mayores dimensiones perdió 2,8475 litros en 1 hora y 58 minutos lo que en promedio se tiene que se pierden por fugas diariamente 24 litros por minuto o bien aproximadamente 0.5 litros por segundo y que si hablamos de que el tanque esta funcionando las 24 horas del día, entonces se están desperdiciando diariamente 34.8 m³ por día.

AFORO DE LAS FUGAS DE LOS TANQUES DE REGULARIZACION DEL CALVARIO

20-Jul-05

TANQUE GRANDE (Principal)

AREA DE TANQUE 1
(m²) 40.56

FUGAS DEL TANQUE 1

Hora	Lectura Inicial (m)	Lectura Final (m)	Transferido al Tanque 2 (m ³)	Vol. Perdido (m ³)
12:00pm	0,240	0,260	0,4812	0.33
12:04pm	0,260	0,270	0,1203	0.2853
12:10pm	0,270	0,280	0,1203	0.2853
12:15pm	0,280	0,285	0,0000	0.2028
12:20pm	0,285	0,296	0,0000	0.4462
12:38pm	0,296	0,305	0,0000	0.365
1:00pm	0,305	0,315	0,0000	0.4056
1:22pm	0,315	0,323	0,0000	0.3245
1:42pm	0,323	0,328	0,0000	0.2028
1:58pm	0,328	SUMA		2.8475

En tanque chico visiblemente no se observan fugas en las paredes del tanque, pero podemos observar que también se pierden agua por fugas no visibles, posiblemente fugas de infiltración en el piso del tanque.

Podemos observar que se pierden 1612 lts en 87 minutos, aproximadamente 20lts por minuto, lo que corresponde a 26.7 m³ desperdiciados por día.

TANQUE 2 (Secundario)

20-Jul-05

AREA DE TANQUE 2
(m²) 24.06

Hora	Lectura Inicial m	Lectura Final m	Vol. Ganado m ³ (de tubería de excedencias del tanque 1)
12:00pm	0,950	0,930	0.4812
12:04pm	0,930	0,925	0.1203
12:10pm	0,925	0,920	0.1203
12:15pm	0,920	0,920	0
12:20pm	0,920	0,930	0
Hora	Lectura Inicial m	Lectura Final m	Vol Perdido m ³ (por fugas del tanque)
12:38pm	0,930	0,950	0.4812
1:00pm	0,950	0,965	0.3609
1:22pm	0,965	0,980	0.3609
1:42pm	0,980	0,992	0.2887
1:58pm	0,992	0,997	0.1203
2:05pm	SUMA		1.612

En total de los dos tanques del Calvario, se tiran **61.5m³ por día**, o sea **61,500 litros** de agua por día que no llegan a distribuirse por la red de distribución hacia los predios.

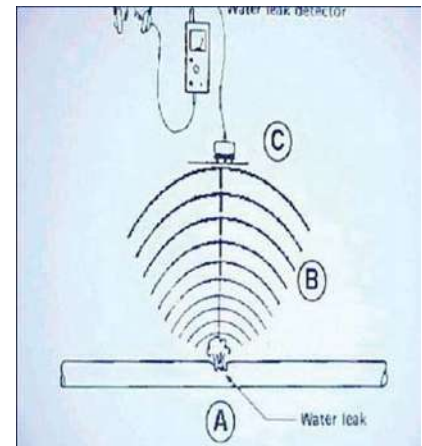


6.4 Localización de fugas no visibles.

6.4.1 Detección de fugas no visibles en tomas domiciliarias y en red.

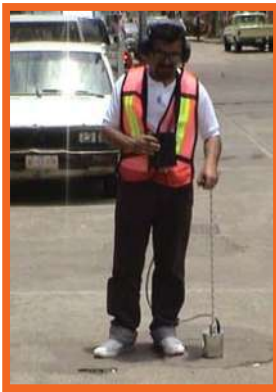
Para la detección de fugas no visibles el IMTA solicitó la colaboración de la empresa SUPROVAL especializada para realizar las detecciones mediante equipo ultrasónico, como son los Correladores, Prelocalizadores y Geófonos; sin embargo solamente se realizó la detección de las fugas no visibles en el Distrito Hidrométrico mediante la utilización del Geófono, ya que los correladores y los prelocalizadores necesitaban trabajar en condiciones que les permitieran desarrollar la localización eficientemente apoyándose en las cajas de válvulas limpias y desazolvadas, lo cual no pudo ser posible porque el personal del OOAPAS Pátzcuaro no contó con elementos disponible para encomendarse a la tarea de desazolve y limpieza de las cajas de válvulas. Por tal motivo y a causa del corto tiempo, se empezaron los trabajos de detección de fugas empleando el Geófono.

El Geófono se emplea sobre la superficie que recubre la infraestructura de distribución, funciona de una manera en la que amplifica el sonido que se genera cuando existe una fuga en la red de distribución de agua potable. El sonido de una fuga viaja en todas direcciones y sobre la tubería tiene una trayectoria axial, en algunos casos se realiza la búsqueda de fugas aprovechando esta vía con equipos de contacto.



Tipos de fuga en la infraestructura de distribución de agua potable

Los trabajos de detección de fugas no visibles se realizaron del día 31 de Octubre al 16 de Septiembre; al comenzar con la detección de fugas no visibles, se encomendó una persona del OOAPAS para guiar al personal encargado de la detección, por donde se encontraba la tubería de distribución de agua potable; se generaron retrasos en el tiempo de la detección ya que la persona encomendada por el organismo operador no tenía conocimiento de la ubicación exacta de la red de distribución de agua potable de la zona del distrito Hidrométrico Itzi Huriata.

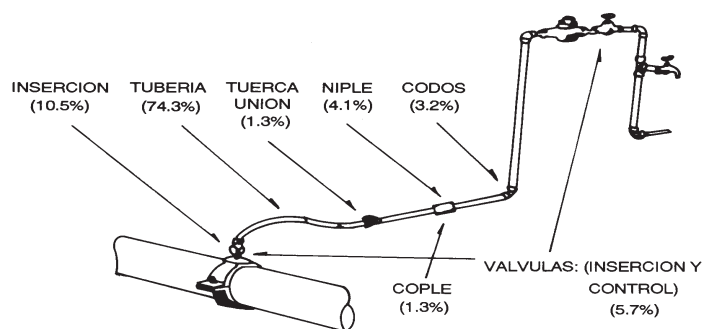


Otro de los inconvenientes para el trabajo continuo en la detección de las fugas no visibles, fue el servicio tandeado al que están sometidos casi en su totalidad todos los predios de la zona del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata, ya que lógicamente para la detección de una fuga se necesita que la infraestructura donde se desea revisar, esté trabajando en ese instante para poder localizar las fugas en la infraestructura.

Aunque antes de realizar el trabajo de detección de fugas no visibles se revisó la información a cerca de los tandeos, como se implementaban, a que horarios y en que zona, se tuvieron cambios en los horarios del suministro de agua potable por ordenes del OOAPAS Pátzcuaro, y que dichos cambios no se dieron a conocer al personal encargado en la detección de las fugas, lo cual repercutió en pérdida de tiempo de los trabajos de detección y en volver a identificar los horarios y las zonas con servicio de agua potable.

Al momento de la revisión de las tomas domiciliarias en busca de fugas no visibles, se tuvieron contratiempos debido al servicio tandeado y al almacenamiento de sus cisternas o tinacos; como en la mayoría del distrito Hidrométrico el servicio de agua es tandeado y por

Frecuencia de las fugas



Los porcentajes se basan en estadísticas de fugas registradas

Conexiones domiciliarias



un lapso de tiempo bastante corto, al momento de tener el servicio de agua potable permanecen ese lapso de tiempo en continua circulación de agua de la red a los predios mediante la toma domiciliaria; debido a esto en algunas tomas domiciliarias había cierta incertidumbre si en realidad había fuga en la toma domiciliaria o solamente era el paso del agua hacia algún tinaco o cisterna; al presentarse este tipo de inconvenientes se demoraron los trabajos de detección de fugas en tomas ya que había que estar buscando al usuario del predio para que le cerrara por un momento a su llave para verificar la toma domiciliaria.



Detección de fugas en tomas domiciliarias con GEÓFONO

6.4.2 Equipo utilizado para la detección de fugas no visibles.

Para la detección de fugas existen una variedad de equipos que se utilizan para este fin, a continuación se muestran los equipos que se pretendían utilizar en la detección de fugas en el Distrito Hidrométrico Izti-Huriata así como una descripción muy general de ellos.

CORRELADORES

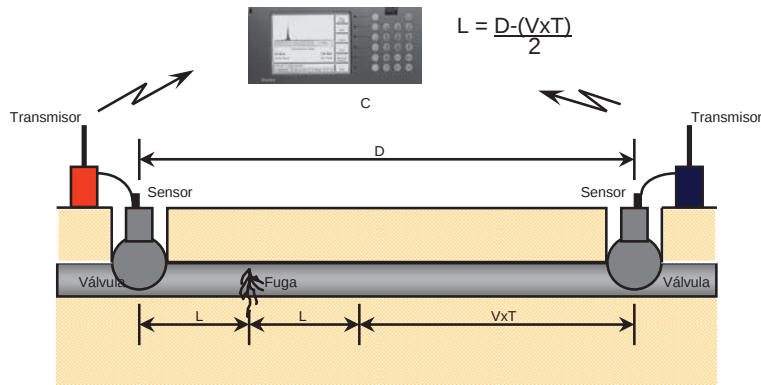
Este método es eficiente en el caso de buenas señales de fuga – tuberías de acero y/o de asbesto con buena presión. Cuando predominan bajas frecuencias (tuberías plásticas, de asbesto con presión menor a 1.5 kg/cm² o grandes diámetros) el método convencional de análisis de la señal no es eficiente.



CORRELADORES:

Son equipos especializados para determinar el sitio exacto de la fuga.

Eureka TEORÍA



Ejemplo gráfico de la utilización del coorrelador

PRELOCALIZADORES:

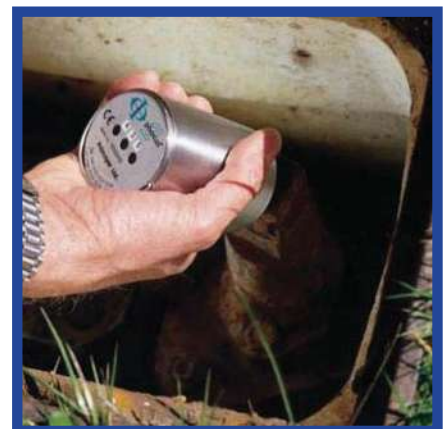
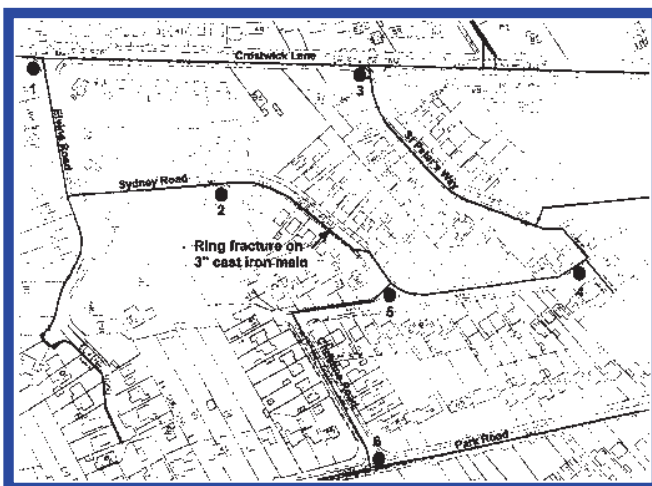
Permiten la supervisión de zonas a los más bajos costos, ya que no se requiere de personal capacitado para su instalación.

Proporcionan información con base en 4 niveles de certeza de fuga.

Código de colores en las gráficas para una rápida identificación:

- rojo indica seguridad de fuga = 4 (alto)
- naranja indica seguridad de fuga = 3
- verde indica seguridad de fuga = 2

(los colores pueden ser seleccionados)



GEÓFONOS:

Equipo básico para la inspección de tuberías de la red y tomas domiciliarias para determinar el sitio exacto de la fuga, antes de romper pavimentos. Este fue el tipo de quipo utilizado para la detección de fugas no visibles en toda la zona del Distrito Hidrométrico Itzi-Huriata

**6.5 Aforo y reparación de fugas no visibles en la red.**

En total se revisaron 23.10 kilómetros de red, en los cuales únicamente se detectaron fugas visibles, en todo el Distrito Hidrométrico Itzi-Hiriata no aparecieron fugas no visibles, esto en parte es debido a que en la mayor parte de las calles que conforman el Distrito Hidrométrico no se cuenta con calles pavimentadas por lo que las fugas pueden aflorar a la superficie con una mayor facilidad que en una calle pavimentada. Por otro lado, en varias zonas que no cuentan con pavimento la tubería no se encuentra a profundidades mayores de los 50 centímetros ayudando también esto a que las fugas en la red afloren a la superficie.

VII. BALANCE HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACION DE LA EFICIENCIA RECUPERADA EN EL DISTRITO HIDROMETRICO

7.1 Estimación de consumo en el Distrito Hidrométrico (toma de lecturas en macro medidores)

Después de los trabajos de eficientización del Distrito Hidrométrico Itzi Huriata en el que se localizaron y repararon 42 fugas visibles, se nuevamente a la toma de lecturas en los macro y micro medidores.

Las tomas de lecturas se realizaron entre el 5 de noviembre y el 12 de noviembre del 2005, pero en esta ocasión únicamente se tomaron las lecturas en estos dos días, por lo que se obtuvieron los consumos totales en el transcurso de la semana.

Fecha	Hora	Medidor	Lectura (m³)	Consumo (m³)	Observaciones
Sábado, 05 de Noviembre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	51755.9		Lectura inicial
	02:00 p.m.	6" Tanque Grande	51851.0		
	11:00 a.m.	3" Tanque	7202.3		
	02:00 p.m.	3" Tanque	7204.0		
Sábado, 12 de Noviembre de 2005	11:00 a.m.	6" Tanque Grande	62646.0	10890.1	Lectura Final
	02:00 p.m.	6" Tanque Grande	62787.0		
	11:00 a.m.	3" Tanque	8398.4	1196.1	
	02:00 p.m.	3" Tanque	8404.4		



7.2 Estimación de consumos domiciliarios (toma de lecturas en micro medidores)

Nº	Domicilio	Nº Serie	Lectura 5 Nov m3	Lectura 12 Nov m3	Consumo m3
1	Fray Diego de Chávez 30	05110733	12.429	13.421	0.992
2	Fray Diego de Chávez 110	05110736	17.880	19.603	1.723
3	Fray Diego de Chávez 142	05110726	10.570	11.724	1.154
4	Maturino Gilberti 59	05111533	7.065	8.261	1.196
5	Fray D de Basalenque 163	05110728	21.100	23.200	2.100
6	Fray D de Basalenque 137	05110729	25.700	28.163	2.463
7	Antonio Arriaga Ochoa 117	05110734	6.177	6.702	0.525
8	F Antonio de Huitzimengari 59	05110730	8.130	8.478	0.348
9	Fray Matías de Escobar 7	05110722	11.800	13.679	1.879
10	Perseverancia 113-A	05110762	2.016	2.016	0.000
11	Oyamel 3	05110749	14.830	17.399	2.569
12	Encino S/N	05110767	35.603	39.252	3.649
13	Leyes de Reforma 20	05110763	52.572	57.572	5.000
14	J. Carrillo (Esc Federico Frobel)	05110755	56.377	61.415	5.038
15	Avenida Magisterio 41	05111538	8.610	8.610	0.000
16	Av. Melchor Ocampo Lote 22	05111539	29.470	34.754	5.284
17	Tulipan S/N	05111507			
18	Fray Diego de Chávez 66	05110731	21.350	23.535	2.185
19	Fray Diego de Chávez 126	05110732	18.910	20.708	1.798
20	Fray Diego de Chávez 150	05110721	6.450	7.140	0.690
21	Maturino Gilberti 21	05110725	13.470	14.418	0.948
22	Fray Diego de Basalenque 149	05110727	11.320	12.587	1.267
23	Fray Diego de Basalenque 156	05111534	14.830	17.723	2.893
24	Antonio Arriaga Ochoa 115	05111519	9.260	10.788	1.528
25	Antonio Arriaga Ochoa 18	05110735	17.180	19.874	2.694
26	Amistad 40-B	05110769	12.910	12.915	0.005
27	Piedad 17-A	05110764	0.570	0.576	0.006
28	Pino 12	05111528	32.100	37.000	4.900
29	Leyes de Reforma 14	05110770	25.500	28.510	3.010
30	Tecuen 22	05111529	24.140	28.256	4.116
31	Avenida Magisterio 45	05111536	25.530	30.265	4.735
32	Av. Melchor Ocampo 15	05111527	29.690	32.819	3.129
33	Privada de Tulipanes S/N	05111506	7.472	8.984	1.512
34	Las Palmas 7	05111501	9.130	9.887	0.757
35	Palmerín 2	05110745	193.572	217.210	23.638



Nº	Domicilio	Nº Serie	Lectura 5 Nov m3	Lectura 12 Nov m3	Consumo m3
36	Ricardo Palmerín 24	05110723	18.173	20.145	1.972
37	Tzintzincha 18	05111513	4.844	6.990	2.146
38	Pispirema 17	05111526	14.850	17.644	2.794
39	Kinder Constantino Huitzim.	05110738	53.285	60.001	6.716
40	Centro Rehabilitación San Rafael	05110739	123.307	145.500	22.193
41	Guty Cárdenas 12	05110750	62.229	71.118	8.889
42	Mariquita Linda 108	05110747	45.070	49.974	4.904
43	Mariquita Linda 120	05110746	21.791	29.605	7.814
44	Alborada 82	05110741	23.910	26.800	2.890
45	José Marti 8	05110765	18.157	21.043	2.886
46	Américo Vespucio	05111524	44.376	55.594	11.218
47	Ignacio Zaragoza 47	05111520	48.669	52.425	3.756
48	Batalla de Puebla 8	05111522	22.591	26.022	3.431
49	Santa María 2	05111537	37.720	44.438	6.718
50	Santa María 41	05111516	16.367	18.754	2.387
51	José Maria Morelos 23	05111509	23.961	28.148	4.187
52	Ricardo Palmerín 28	05111512	32.216	40.858	8.642
53	Pispirema 15	05110756	1.120	1.265	0.145
54	Av. Jamuquen 16	05110757	20.162	21.725	1.563
55	Mariquita Linda 69	05110742	89.809	96.630	6.821
56	Mariquita Linda 92	05110743			
57	Mariquita Linda 112	05110748	84.080	94.142	10.062
58	Alborada 116	05111531	66.656	73.721	7.065
59	Alborada 109	05110744	34.256	38.770	4.514
60	Libramiento Ignacio Zaragoza 41	05111540	44.098	51.169	7.071
61	Guillermo Prieto 23	05111502			
62	Pedro Escobedo 8	05111532	284.283	334.570	50.287
63	Santa María 16	05111510	44.782	50.112	5.330
64	Santa María 42	05111511	21.754	24.925	3.171
65	Francisco Villa 7	05111508	20.045	23.135	3.090
66	2a Privada de Corregidora 13	05110766	25.730	31.235	5.505
67	Santa María 22 A	05111521	30.696	33.717	3.021
68	Fracc La Ilusión	05110768	9.420	9.790	0.370
69	Obediencia 264-A	05110740	45.010	51.950	6.940
70	San Mateo 13	05110737	46.860	52.810	5.950
71	San Pablo 24	05110760	16.180	17.630	1.450
72	Capep 11	05110754	69.760	77.190	7.430
73	Kurendakua 12	05110753	14.590	16.080	1.490



Nº	Domicilio	Nº Serie	Lectura 5 Nov m3	Lectura 12 Nov m3	Consumo m3
74	Huandari 8 (10)	05110751	15.860	16.730	0.870
75	Huandari Esquina Av Jamuquén	05110752	2.960	26.180	23.220
76	Av Jamuquen 65	05110761	20.830	25.690	4.860
77	Rubí 13	05110724	12.900	14.120	1.220
78	Rubí 12	05110758	27.020	31.130	4.110
79	Rubí 20	05110759	0.080	0.080	0.000
80	Kungurikua 66-A	05111514	24.180	25.760	1.580
81	Pinzón Real 23	05111515	15.040	16.730	1.690
82	San Antonio 17	05111535	13.870	16.680	2.810
83	San Antonio Frente N 17 (Morada)	05111505	16.590	18.960	2.370
84	Santa Rita 4	05111504	38.430	45.430	7.000
85	Santa Rita 11	05111518	13.310	15.120	1.810
86	Santa Cecilia 12	05111517	94.830	96.540	1.710
87	Los Fresnos Pta Negra	05111523	25.150	28.050	2.900
88	Los Fresnos Frente Rebombero	05111530	7.350	8.660	1.310
89	San Antonio 68	05111525	11.200	13.830	2.630
90	San Valentín 27	05111503	7.660	9.586	1.926

7.3 Estimación de la eficiencia alcanzada en el Distrito Hidrométrico.

La estimación del consumo de agua de los 2 tanques del Calvario se presenta a continuación, derivada de la toma de lecturas en los macro medidores, en el periodo del 5 al 12 de Noviembre del 2005.

TANQUE GRANDE		TANQUE CHICO	
Consumo semanal del 5 al 12 de Noviembre de las 2:00pm (m³)	Consumo semanal del 5 al 12 de Noviembre de las 11:00am (m³)	Consumo semanal del 5 al 12 de Noviembre de las 2pm	Consumo semana del 5 al 12 de noviembre de las 11:00am
10,936.0	10,890.1	1,200.4	1,196.1
Promedio (M³) = 10,913.05		Promedio (M³) = 1,198.245	
Consumo total semanal de los 2 tanques (m³) = 12,111.295			



COLONIA	Consumo semanal promedio de cada predio por colonia (m³)	Numero de predios por colonias, sin lotes baldíos	Consumo semanal por colonia (m³)
5 de mayo	3.64	42.00	152.82
Calvario	3.35	147.00	492.40
Camelinas	1.40	109.00	152.42
Centro	5.51	25.00	137.63
Eréndira 1	1.66	52.00	86.42
Eréndira 2	6.79	85.00	577.15
Eréndira 3	3.40	103.00	349.86
Eréndira 4	1.69	68.00	114.92
Fraccionamiento Jamuquen	22.19	56.00	1242.81
Fraccionamiento la Ilusión	0.37	61.00	22.57
Fraccionamiento Marcos Jiménez	6.30	141.00	887.70
Independencia	3.43	57.00	195.57
Infonavit II	1.55	266.00	411.08
Jamuquen	3.65	45.00	164.21
Juventino Rosas	9.97	57.00	568.37
La salud	0.00	61.00	0.00
Las Palmas	7.05	158.00	1114.22
Libramiento Ignacio Zaragoza	5.41	12.00	64.96
Llanos de la Virgen	4.94	65.00	321.32
Lomas del Calvario	4.41	72.00	317.16
Los Fresnos	2.92	115.00	335.77
Magisterio	3.47	72.00	250.00
Melchor Ocampo	4.11	99.00	406.47
Villas de la Esperanza	1.95	104.00	202.66
CONSUMO TOTAL DEL DISTRITO DEL 5 AL 12 DE NOVIEMBRE DEL 2005			8,618.76

Consumo semanal en los tanques (m³)	12,111.295
Consumo semanal domiciliario en el D.H. (m³)	8,618.76
Eficiencia final de distribución del D.H.	71%

Las pérdidas de agua después de las reparaciones de las fugas detectadas en el D.H son:

$$Q = 3492.53 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Equivalente a:

$$Q = 5.8 \text{ lts/seg,}$$



Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de la eficiencia inicial y en los resultados de la eficiencia final podemos deducir que de los 11.5lts/seg que se tiraban por fugas anteriormente se recuperaron 5.7lts/seg en promedio.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El programa de control de pérdidas es un elemento necesario para realizar las acciones de incremento de eficiencia de un sistema de agua potable, de manera efectiva, para el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles de un Organismo Operador.

De los datos obtenidos en la determinación de las eficiencias, podemos concluir que no se tienen problemas de fugas relevantes en la conducción del pozo a los tanques ya que la eficiencia con la que resultó es bastante alta.

En cuanto a las eficiencias de distribución, se incrementó en un 17%; de un 54% a un 71% y que la eficiencia final aun puede ser mayor, dado que no se pudo establecer la cantidad de agua que se consume a través de los hidrantes públicos que están al alcance de cualquier persona y que la mayoría de ellos los utilizan cuando se escasea el agua para los usuarios que se abastecen del manantial de san Gregorio.

De las actividades realizadas en el Distrito Hidrométrico Itzi Hurita, se detectaron y repararon las fugas existentes en la infraestructura de distribución, aunque las reparaciones se concluyeron con éxito, no se debe olvidar que la infraestructura de distribución es bastante antigua en toda la zona, por lo que puede arrojar nuevamente problemas de fugas en la red de distribución si no se continúan con trabajos de conservación y en el mejor de los casos la sustitución de tramos de tubería obsoleta, recordando que aun existen tramos de tubería en la zona que ascienden a una edad mayor de los 30 años y que por el tipo de material y la superficie de rodamiento que las protege están sujetas a posibles daños por el constante tránsito que existe en algunas de las calles de la zona, aunado a lo anterior se tienen tramos de tuberías donde se encuentran tendidas a no más de 50 centímetros de profundidad, lo cual arroja una alta posibilidad de posteriores daños a la tubería de agua potable, por tal motivo corresponde al Organismo Operador atender a los llamados oportunos de los usuarios, cuando se les reporte alguna fuga y no dejar demasiado tiempo sin prestar alguna atención al desperdicio del líquido, como se ha dado el caso, según información de los propios usuarios .



De los aforos obtenidos en los tanques del Calvario, podemos concluir que si se reparan las fugas, se incrementaría un poco mas el tiempo que se les da a los usuarios para suministrarse del liquido, ya que con las fugas que se tienen en los tanques, se podría abastecer perfectamente a mas usuarios durante mas tiempo que el que se les da actualmente.

Lo más recomendable seria impermeabilizar los tanques, pero sabemos que esto implica recursos económicos. Debido a que las fugas más relevantes en los tanques del Calvario se encuentran en los primeros 0.40m de la parte superior de las paredes, es recomendable mantener el nivel del tanque a no más de 2.50m de tirante de agua evadiendo así las fugas relevantes. Esta solución repercutiría en el recuperación de agua, así como en un incremento de trabajo para el operador, ya que tendría que cuidar el nivel de los tanques para que no llegue el nivel de agua a las fugas relevantes.

Otra de las situaciones en la que se encuentran es la baja presión en algunas zonas del Distrito Hidrométrico, una de las razones que pueden influir en esta situación es la expansión de la mancha urbana sin un mínimo indicio de planificación en los servicios de agua potable ya que el Organismo Operador, se a dado a la tarea de autorizar conexiones de la misma red para otras zonas, como se dio el caso de la calle Nicolaitas. Esto implica aun más reducir la cantidad de agua que ya otros tienen asignada lo cual conlleva a una continua degradación del servicio de agua potable.

A lo largo del periodo en el que se estuvo trabajando dentro del Distrito-Hidrométrico, pudimos darnos cuenta de la inconciencia y mala cultura del agua de muchos usuarios dentro de la zona, ya que desperdician el vital liquido sin importancia alguna, por lo cual seria necesario la creación de una campaña permanente de concientización y cultura del agua, para crear conciencia poco a poco a los usuarios y así mismo contribuir en la conservación y utilización racional del liquido.

Aunque es responsabilidad del Organismo Operador de Agua Potable brindar un buen servicio a los usuarios, también es responsabilidad de los usuarios pagar el servicio, lo cual no se da en su totalidad, ya que existe en gran parte de la población, la famosa cultura del no pago, y la organización de uniones de usuarios con las que han logrado obtener un bajo costo en el servicio de agua potable. Lógicamente al no brindar el Organismo Operador un buen servicio de agua



potable, renace la cultura del no pago, y al no contar el Organismo con recursos financieros, no se puede invertir en la conservación oportuna de la infraestructura de distribución de agua potable, con lo cual se genera un círculo vicioso, de ahí la importancia de hacer conciencia en los usuarios del pago oportuno del servicio de agua potable. Creo que una buena medida para contribuir contra el desperdicio de agua potable e incrementar recursos financieros en un organismo operador, sería la de promover una campaña para la instalación de micro medidores y establecer una tarifa adecuada en todos y cada uno de los predios con servicio de agua potable, con el propósito de brindar un servicio medido para que el que use mas el agua, que pague mas; con estas acciones se tendría una mejor administración del recurso hídrico, *ya que no se puede administrar correctamente lo que no se puede medir.*

Es necesario que al nacer una nueva colonia o fraccionamientos se cuente con un buen diseño de la red de agua potable, así como la cobertura del 100% de la macro y micro medición para poder estabilizar la facturación e ingresos al Organismo, es fundamental que al asentarse nuevos fraccionamientos contiguos, se respete el agua de quien ya la tiene asignada y garantizar un buen servicio por tiempo indefinido donde no se permita incrementar la demanda como tampoco pueda aumentarse la oferta de agua, a menos que se tenga contemplado desde el diseño la expansión a futuro y que conlleve un buen servicio de agua potable.



IX. ANEXO FOTOGRÁFICO

ACUERDOS CON OOAPAS PATZCUARO



RECORRIDOS DE CAMPO EN EL D.H.



IDENTIFICACION DEL DISTRITO



VOLANTEO DE INFORMACIÓN EN EL D.H.



TOMA DE PRESIONES EN TOMAS DOMICILIARIAS



TOMA DE PRESIONES EN HIDRANTE



ENCUESTAS DE VINCULACIÓN



**DETECCION DE FUAS NO VISIBLES
UTILIZANDO GEOFONO.**



**FUGA VISIBLE EN MANGUERA;
CALLE JACARANDAS**



**AFLORAMIENTO DE UNA FUGA;
CALLE MELCOR OCAMPO**



**DETECCION DE FUGAS EN TOMAS
DOMICILIARIAS**



**DESPERDICIOS EN TOMAS DE
LOTES BALDIOS;
FRACCIONAMIENTO LA
ILUSIÓN**



**FUGA EN TAPON DE EXTREMO
DE TUBERIA EN LA RED DE
DISTRIBUCIÓN; CALLE SAN
ANTONIO**



**FUGA EN VÁLVULA DE
SECCIONAMIENTO**



**AZOLVE EN CAJAS DE
VÁLVULAS; AV. JAMUQUEN**



FUGA EN INSERCIÓN



**FUGA EN TUBERIA DE
DISTRIBUCIÓN**



FUGA VÁLVULA



FUGA EN MANGUERA



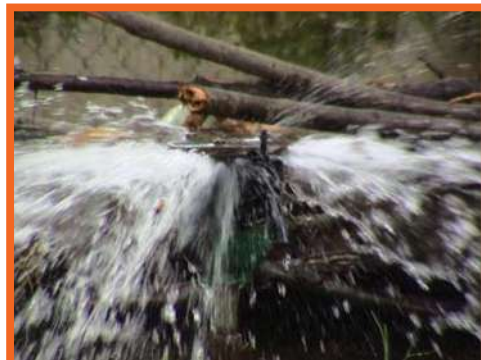
FUGA EN MANGUERA



**DESPERDICIO EN TINACOS;
INFONAVIT II**



**FUGA EN ACCESORIOS; TANQUE
ELEVADO, INFONAVIT II**



**FUGA EN LLAVE DE
PASO;;CALLE SAN ANTONIO**



REPARACION DE FUGA EN RED



REPARACION DE FUGA EN RED



**INSTALACION DE
MICROMEDIDORES**



**MICROMEDIDOR CON VÁLVULA
EXPULSORA DE AIRE
INSTALADO EN EL D.H**



TANQUES DEL “CALVARIO”



FUGAS EN TANQUES



AFORO DE FUGAS EN TANQUES



**INSTALACIÓN DE MACRO
MEDIDORES**



MACRO MEDIDOR INSTALADO



TOMA DE LECTURAS



LAGO DE PÁTZCUARO

